

YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ULAŞTIRMA SİSTEMLERİNDE
TAŞIT FİLOSU BOYUTLANDIRILMASI**

İnş. Müh. Mustafa GÜRSOY

**F.B.E. İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalında
hazırlanan**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. S. Aydın EREL

İSTANBUL, 1995

İÇİNDEKİLER

Teşekkür	i
Özet	ii
Yabancı Dilde Özet	iii
Amaç	iv

1. BÖLÜM

ULAŞTIRMA SİSTEMİ, BİLEŞENLERİ VE ÇEVRESİ

1.1.	ULAŞTIRMA SİSTEMİ	1
1.1.1.	Sistem Bileşenleri Kümesi	1
1.2.	ÇEVRE	3
1.2.1.	Çevre Bileşenleri Kümesi	4

2. BÖLÜM

ULAŞTIRMA TALEBİ VE SUNUSU

2.1.	ULAŞTIRMA TALEBİ	6
2.1.1.	Yolculuk Amacı	6
2.1.2.	Toplumsal (Kişilerin) Tüketim ve Harcama Alışkanlıkları	8
2.1.3.	Varolan Ulaştırma Olanakları	9
2.1.4.	Ulaştırma Hizmeti İçin İstenen Ücret	9
2.1.5.	Bölgedeki Arazi Kullanımı	9
2.1.6.	Sunulan Hizmetin Kalitesi	10
2.2.	ULAŞTIRMA SUNUSU	11
2.2.1.	Erişebilirlik	11
2.2.2.	Dakiklik (Güvenirlik)	11
2.2.3.	Güvenlik	12
2.2.4.	Konfor	12
2.2.5.	Sıklık	12
2.2.6.	Seyahat Süresi	12

3. BÖLÜM

BİR ULAŞTIRMA İŞLETMESİNİN SUNU EYLEMLERİ

3.1.	İŞLETMECİLİK AMAÇLARI	13
3.2.	BİR ULAŞTIRMA İŞLETMESİNİN İŞLEYİŞ TARZI	14
3.2.1.	İçsellik-Dışsallık Hakkında Kısa Bilgi	14

3.2.2.	Bir Ulaştırma İşletmesine Dışsal Girdiler	15
3.2.2.1.	Çevre	15
3.2.2.2.	Ulaştırma Şebekesi	17
3.2.2.3.	Rakip Tür ve İşletmelerin Stratejileri	18
3.3	BİR ULAŞTIRMA İŞLETMESİNİN SUNU EYLEMLERİ KÜMESİ	19
3.3.1.	Ulaştırma İşletmesinin İç Değişkenleri	19
3.3.2.	Ulaştırma İşletmesinin Sunu Eylemleri	20
3.4.	SUNU EYLEMLERİNİN DIŞARIYA ETKİLERİ	25
3.4.1.	Kullanıcılara Etkiler	25
3.4.2.	Kullanıcı Olmayanlara Etkiler	26
3.5.	ULAŞTIRMA İŞLETMELERİNDE KARAR VERME SÜRECİ	28

4. BÖLÜM

FİLO BOYUTLANDIRILMASI, KAYNAK TARAMASI, BİR ALGORİTMA VE DEĞERLENDİRMELER

4.1.	TAŞIT FİLOSU	31
4.2.	TAŞIT FİLOSU BOYUTLANDIRILMASI	31
4.3.	FİLO BOYUTLANDIRILMASI KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN İÇERİKLERİ	37
4.4.	ÜÇ ADET ÇALIŞMANIN İNCELENMESİ	53
4.4.1.	ÇALIŞMA 1: Üretim Döngüleri ve Belirsiz Seyahat Süreleri Altında Filo Boyutlandırılması	53
4.4.2.	ÇALIŞMA 2: Optimal Filo Boyutunun Bulunması İçin Bir Model	61
4.4.3.	ÇALIŞMA 3: Kuzeydoğu Koridorunda Optimum Filo Boyutu	65
4.5.	FİLO BOYUTLANDIRILMASI İÇİN BİR ALGORİTMA	69
4.6.	DEĞERLENDİRMELER	74

5. BÖLÜM

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

EK 1	86
-------------	----

KAYNAKLAR	87
ÖZGEÇMİŞ	89

TEŞEKKÜR

Master çalışmalarında ortaya konulan tezlerin bilimsel derinlikleri genel olarak çok fazla olamasa da, gerçek bir bilimsel çalışma olması gereken doktora bir ön hazırlık aşaması olması bakımından çok faydalıdır.

Akademik hayatımın ilk aşaması olan bu çalışmayı tamamlayabilmiş olmak bana ilerisi için yeni bir ivme ve ümit veriyor. Bu çalışma esnasında daha iyi anladım ki araştırma yapmak ve yeni bir takım şeyleri ortaya çıkarmak oldukça meşakkatli ve zahmet gerektiren bir süreç. Yine de sonuçta ortaya, ilgilenenleri tatmin eden, hele insanlara faydalı olabilen bir şey konulabiliyorsa, her zorluğa değer.

Bu tezin hazırlanabilmesi için bana her an yardım ve önderlik eden, beni hep sabırla karşılayan sevgili hocam Prof. Dr. Süleyman Aydın EREL'e burada bilhassa teşekkür ediyorum.

Ayrıca, desteklerini her an yanımda bulduğum sevgili çalışma arkadaşlarıma teşekkür ederim. Özellikle, öğrenciliğimden sıra arkadaşım şimdi de oda arkadaşım olan değerli dostum Araş. Gör. Mustafa Sinan YARDIM'a ve bir hocadan ziyade bana her zaman bir abi gibi davranmış olan Doç. Dr. Mustafa ILICALI'ya şükranlarımı sunarım.

Yine bu çalışma sırasında, beni moral açıdan sürekli destekleyen sevgili dostlarım Arzu SARP KAYA, Hakan KAZAZ ve Dilek DUMANLI'ya teşekkür etmeden geçemem.

Son olarak, şimdi benden çok uzakta olsalar da her zaman çok yanımda olduklarını hissettiğim sevgili anneme ve babama minnet duygularımı ifade etmek istiyorum.

ÖZET

Ulaştırmanın genel tanımı, insanların ve eşyaların zaman ve mekan içerisinde yer değiştirmeleri, olarak yapılmaktadır. Ulaştırma sistemleri, bir hizmet sektörü olan taşıma işletmelerine bir altyapı oluşturmaktadırlar. Topluma bir hizmet sunmakta olan taşıma işletmeleri, bu esnada karlılıklarını sürdürebilmeyi öncelikli amaç olarak almaktadırlar.

Buradan hareketle, işletmelerin kullanıcılara mümkün olan en iyi hizmeti sunarlarken, kendi maliyetlerini olabilecek en düşük düzeyde tutmaya çalışmaları, karlılıklarını yükseltebilmeleri açısından faydalı bir adım olacaktır, denilebilir.

Ulaştırma işletmelerinin, kullanıcılara hizmetlerini sunarlarken ellerinde bulundurdıkları en önemli araç (enstrüman) taşıtlardır. Kullanıcıları da seyahatleri açısından en çok ilgilendiren, içinde yolculuk edecekleri taşıtlardır.

Konuya bu açıdan yaklaşırsa, taşıtların hem kullanıcılar hem de işletmeciler açısından ne denli önemli oldukları hemen görülür.

Bu tezin amacı, taşıt filosu boyutlandırılması konusunun önemine dikkat çekmek (işaret etmek) ve bu işin ne tür değişkenlerden etkilendiğini, bir miktar da olsa, ortaya koyabilmektir. Burada bir çözüm tekniği sunulmamaktadır. Bunun yerine, taşıt filosu boyutlandırılmasını etkileyen değişkenler çıkarılıp bir sistem (akış diyagramı) dahilinde tartışmaya sunulmaktadır.

Çalışma şu yöntem dahilinde tamamlanmaya çalışılmıştır:

Birinci aşamada, taşıma sistemi ve onu etkileyen çevre konusunda genel bir bilgiler demeti sunulmuştur.

İkinci aşamada, taşıma talebi ve sunusundan bahsedilmiştir.

Üçüncü aşamada, bir taşıma işletmesinin işleyiş tarzından, bu esnada etkili olan değişkenlerden ve sunu eylemlerinden bahsedilmiştir. Bölümün sonunda ise bir taşıma işletmesinin nasıl karar aldığı ve karar almanın aşamaları ele alınmıştır.

Dördüncü kısımda da, genel olarak filo boyutlandırılması konusundan bahsedilip bu konuda daha önceden yayınlanmış ve elimize geçmiş bulunan çalışmaların içerikleri ve problemleri çözmek için kullandıkları yöntemler verilir, üç adet çalışmanın derinlemesine incelenmesi yapılmaya gayret edilmiştir. Bölümün son kısmında ise, daha önce incelenenlerden de faydalanılarak, filo boyutu için bir algoritma oluşturulmuş ve tartışmaya sunulmuştur.

Son kısımda ise sonuçlar ve değerlendirmeler verilmektedir.

ABSTRACT

The movement of people and goods through time and space is described as transportation. Transportation systems establish an infrastructure for transportation companies, which provide service to the community. One of the priority goals of the companies is to keep their profit high while keeping the operational costs as low as possible.

The vehicles are one of the most important elements of transportation services. They are also direct interest of users This shows us the importance of transportation vehicles.

The aim of this study is to point out the importance of fleet sizing problem. It consist of the determination of variables effective. The study does not provide any solution technique. Instead, the variables considered are discussed within system framework.

The study reaches the conclusion under the following methodology :

The first stage introduces the transportation system and its environment.

In the second stage demand and supply of transportation companies will be explained briefly.

The third stage includes the supply actions of a transportation company and the stage will be concluded with the explanation of decision making process in transportation companies.

The fourth stage consists of the literature search and an algorithm for solutions of fleet sizing problems. The existing methods of fleet sizing problem are presented; three of which are explained depth.

In the last stage, the conclusions and evaluations are provided.

AMAÇ:

Ulaştırma olgusunun varlığı insanlık tarihinin başlangıcından bu yana bilinmektedir. Çağımızda her insanın kabul ettiği gerçeklerden biri de ; Dünya uygarlığının içinde bulunduğumuz seviyeye ulaşabilmesinde rol oynayan başlıca aktörlerden birisinin ulaştırma olduğudur.

Artık ulaştırma, yalnızca fiziki varlıkların bir yerden bir yere ulaştırılması bağlamında değil, aynı zamanda bilginin farklı noktalara ulaştırılması anlamında da (enformasyon, bilgiye erişim) ele alınmaktadır.

Eğer dikkat edilirse, uygarlığın son yy'da gelişme düzeyinin (veya 1900'den bu yana yapılan buluşların sayısının) tüm diğer çağların toplamındaki gelişmeyi bir kaç kat aştığı görülür. İnaniyoruz ki bunda ulaşım sistemlerinin gelişmesinin payı çok büyüktür. Çünkü yeryüzünde ve dışında (uzay, deniz) erişme olanakları arttıkça ulaşılan bölgelerin akla gelebilecek her türlü potansiyeli, bilimin elindeki olanaklar ölçüsünde, aktive edilebileceklerdir. İşte bu sayede gelişme artan bir süratle devamlılığını sürdürecektir.

Öte yandan gelişen elektronik sistemler vasıtasıyla, bilgiye erişim gün geçtikçe kolaylaşmakta ve bu sayede de insanların önünde yepyeni ve geniş düşünce ufukları açılmaktadır.

Ulaştırma'nın ülkelerin savunulmalarında da stratejik bir önemi olduğu bilinmektedir. Her bölgesine kolaylıkla ulaşılabilen ülkelerin savunulması (askeri sistemlerin ülkenin bir bölgesinden diğer taraflarına sevkiyatı kolay olacağından), eşdeğer ve fakat ulaştırma sistemleri bakımından yetersiz ülkelerin savunulmasından daha kolay olacaktır.

Yine yukarıda belirtildiği gibi, gelişmiş bir ulaşım ağına sahip ülke, ekonomik değerlerini daha kolay aktive eder ve yurt sathına (hatta ihracat yoluyla dünyaya) kolayca nakleder.

İşte bahsedilen bu ulaştırma sistemlerinin kurulmaları ve işletilebilmeleri muazzam büyüklüklerde mali kaynaklar gerektirir ve genellikle toplumun kullanımına devlet eliyle sunulurlar.

Ulaştırma sistemleri için harcanılan kaynakların mali büyüklüğü bunların olabilecek en verimli şekilde kullanılmasını gerekli kılar. Çünkü daha iyi bir yönetim stratejisi ile ulaşılabilecek %0 1'lik bir verim artışı dahi büyük mali imkanların kazanılması demek olacaktır.

Bu çalışmada, fiziki ulaştırma sistemlerinin başlıca aktörlerinden biri olduğuna inanılan taşıt filolarının büyüklüklerinin ve filodaki taşıt kompozisyonunun ne olması gerektiğinin üzerinde durulup bazı görüşler ileri sürülecektir. Bunun için öncelikle, taşıt filosu büyüklüğünü etkilediği düşünülen değişkenler çıkartılıp bunların tek tek incelemesi yapılacaktır. Daha sonra da bu değişkenler bir akış diyagramı halinde, filo boyutunu çıktı olarak verecek bir şekilde tabloleştirileceklerdir

Geçekten de, çalışmanın ana konusu olan taşıt filosu büyüklüğüne karar vermek, işletmenin ticari geleceğini doğrudan etkileyen ana parametrelerden birisidir. Bu konuda eskiden beri birçok müstakil çalışma yapılmıştır Ancak filo boyutu konusu daha çok, işletmelerin rotalama ve çizelgeleme çalışmalarının içerisinde ele alınmıştır. Bu sebeple, gerçekçi olabilmek açısından, konuyu bu içerikte almak daha doğru bir davranış tarzı olacaktır.

1. BÖLÜM

ULAŞTIRMA SİSTEMİ, BİLEŞENLERİ VE ÇEVRESİ

Giriş

Bu bölümde, ulaştırma sistemi ve onu etkileyen çevre konusunda genel bilgiler verilmektedir.

1.1. ULAŞTIRMA SİSTEMİ

Sistemin sözlük anlamı, düzenli ilişki ya da bağımlılık içinde bulunan nesnelerin biraraya toplanmasıdır. Bir başka tanıma göre, sistem "bazı mantıklı sonuçlara ulaşmak amacıyla, birlikte eylem yapan insan makine vb. varlıkların biraraya getirilmesi ile oluşan kümedir. Sistem ile neyin kastedildiği yapılan çalışmanın amaçlarına bağlıdır. Herhangi bir çalışmada sistemi oluşturan varlıkların kümesi, diğer bir çalışma için sözkonusu olan sistemin sadece bir "alt kümesi" olabilir (1)

Hutchinson (2) sistemi, "Eylemleri, özel hedef ve amaçlara yönelik girdiler altında yönlendirilebilecek şekilde, organize edilen bileşenler kümesi" olarak tanımlamaktadır.

Mannheim (3), ulaştırma sistemini, " insan ve eşyaların belirli ve iyi tanımlanmış bir şekilde ulaşımı ile ilgili tüm fiziksel, sosyal, ekonomik ve kurumsal bileşenlerin biraraya getirilmesi ile oluşan bir küme olarak tanımlamaktadır. Bu sistem; yol şebekesi, taşıt filosu, işletme, terminaller gibi alt sistemlerden oluşur

Bir sistemin hedef ve amaçlara uygun olarak kurulabilmesi, sistem içindeki problemlerin çözülebilmesi, değişik koşullarda sistemdeki olası değişimlerin tahmin edilebilmesi ve sistemde değişiklikler yapılabilmesi için, o sistemi ve çevresini oluşturan değişkenlerin birbirleri ile olan ilişki ve etkileşimlerinin yanısıra, sistem çıktılarına olan etkilerinin araştırılması ve belirlenmesi gerekir (1).

1.1.1. SİSTEM BİLEŞENLERİ KÜMESİ

Bu bölümde ulaştırma sisteminin bileşenleri incelenecektir, bu bileşenler olarak ;

- 1- Terminaller,
 - 2- Yollar,
 - 3- Taşıtlar,
 - 4- İşletmeler,
- ele alınacaktır.

i. Terminaller

Bir ulaştırma sisteminin en önemli bileşenlerinden birisi de terminallerdir. Terminaller, yolcu ve/veya yüklerin taşıtlara yüklendikleri, taşıtlardan indirildikleri ve bir taşıttan diğer taşıta aktarıldıkları, sistemin düğüm noktalarıdır. Bilindiği gibi terminallerde, özellikle yükler için uzun süreler harcanır. İşletilmesi çok iyi düzenlenmiş bir terminalde yükler ve yolcular fazla beklemezler, indirme-bindirme süreleri kısaltılmış ve güvenilir bir hal alır. Böylelikle taşıt rotasyon süreleri kısaltılmış olur ve dolayısıyla filo boyutu üzerinde azaltıcı bir etki yapar.

ii. Yollar

Ulaştırma sistemi kavramından bahsediliyorsa, ulaştırma olayının gerçekleştirilebilmesi için vazgeçilemez unsurlardan birisi olarak da yollardan söz etmek gerekmektedir; bilimsel araştırmalar ve etütler sonucu hazırlanmış bir yol şebekesi, elde bulunan olanaklar ölçüsünde amaçlara en yakın bir şekilde, gerekli yerlerden geçirilebilir. Bu sayede, en verimli çözümler üretilmiş olacaktır.

Bunun yanı sıra, yolların geometrik özelliklerinin de bilimsel bir şekilde belirlenmesi gereklidir. Yine, iyi belirlenmemiş yol standartları uzun vadede büyük ekonomik kayıplara yolaçar (bunun içerisinde trafik kazalarının yarattığı ekonomik kayıplar da çok önemli bir yer tutar (7)).

iii. Taşıtlar

Ulaştırma sistemlerinin başarılı bir şekilde işletilebilmesinde başrolleden birisini, sistemde işletilen taşıtlar oynar; sisteme gelecek talebe uygun olarak seçilmiş taşıt tipleri, hem işletmeye ekonomik fayda sağlar hem de sistemin kapasitesinin sürekliliğini temin eder. Şöyle ki; eğer bir ulaştırma işletmesi kendisine gelecek olması muhtemel yolculuk talebinden çok daha büyük kapasiteleri, kullanıcıların hizmetine sunuyorsa (işletmenin halen karda olduğunu varsayarak), kullandığı güzergahın kapasitesinin de bir miktarını boş yere harcıyor demektir. Bu da iki yönlü bir zarar demektir (hem işletme yapabileceği kardan daha azını elde ediyor, hem de kullandığı sistemin kapasitesini düşürüp, genel olarak o sistemin hizmet düzeyini düşürüyor demektir). Bu sebeplerle taşıtlar, sistemin çıktısı olan sunu üzerinde belirleyici etkilere sahiptirler.

Konuyla bağlantılı yanından ele alınırsa, taşıtlar, tipleri ve teknolojileri itibarıyla da filo büyüklüğü üzerinde belirleyici karaktere sahiptirler. Bu itibarla taşıt filosunun işletmesinde önemli bir yeri olduğuna inanan işletmecilerin, taşıt tipi seçimini özenle yapmaları gerektiği aşîkardır.

iv. İşletmeler

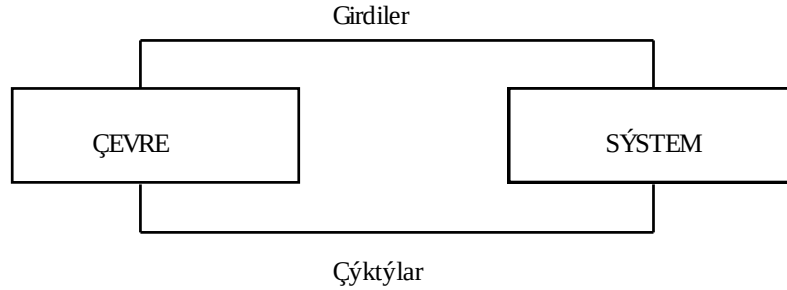
Ulaştırma sisteminin bileşinlerinden bir diğeri de işletme yapısıdır; Tam rekabet ortamlarında çalışan işletmeler, pazardaki diğeri şirketlere bir bakıma bağımlı olmak zorundadır. Aksi taktirde belirli bir zaman sonunda pazardan soyutlanma tehlikesi ile karşı karşıya kalırlar. Buna karşın tekelci bir ortamda çalışan işletmeler sunacakları hizmetin her türlü parametresini belirlemekte çok daha fazla serbestliğe sahiptirler. Konuya bu açıdan yaklaşıldığında işletme tarzının sunu üzerinde ne denli etkili olduğu ortaya çıkar. Öte yandan, modern işletmecilik anlayışına sahip kuruluşlarla tutucu yaklaşımlara sahip kuruluşların sunacakları hizmetin kalitesinde de büyük ölçüde farklılıklar olacağı muhakkaktır (yeni teknolojilere açık olmak bakımından).

1.2. ÇEVRE

Ulaştırma sistemi, bir çevrenin içerisinde işleyen, ve içinde bulunduğu bu çevreden sürekli olarak etkilenen ve o'nu etkileyen bir yapıya sahiptir (yani izole olmamış bir sistemdir).

Hutchinson'a göre çevre, sistem dışında olan, sistemin davranışını etkileyen ve sistemin davranışından etkilenen bileşenler kümesidir (2). Çevre sisteme girdiler sunmakta, sistem bu girdilerden etkilenecek çıktıları oluşturmakta, çıktılarından etkilenecek değişime uğrayan çevre de, yeni kimliği ile sistemi etkilemektedir (1).

Sistem ve çevre ilişkisini gösteren basit bir şekil aşağıda verilmiştir (1)



Şekil 1 Sistem ve Çevre İlişkisi

1.2.1. ÇEVRE BİLEŞENLERİ KÜMESİ

Doğada meydana gelen her olayda olduğu gibi, ulaşırma işi de bir çevre ile kuşatılmış bir ortamda meydana gelmektedir. Bu sebepten ötürü çevre, doğal olarak , içerisinde meydana gelen her türlü olayda başrollerden birisini oynar.

Ulaştırma işi'nin en önde gelen belirleyicisinin "talep" olduğu düşünülmektedir. Talep, diğer bazı faktörlerden etkilense de, öncelikle çevreden etkilendiği bir gerçekliktir (Örn; Arazi kullanımı talebi büyük ölçüde yönlendirir, nüfus yoğunluğu, erişme kolaylığı gibi etkenler de çevrenin bileşenleri olup talebi etkilemektedir).

Diğer bir çevre bileşeni olarak "pazardaki çalışma şartları (kuralları)" sunulmaktadır (önerilmektedir). Sistemde uyulması gerekli görülen kurallar dizisi, adına "düzenleyici" denilen varlık tarafından belirlenmektedir. Bu varlık, genelde ülkenin genelini kapsayan yönetim organlarından (devlet) ve ilgi alanındaki yerel yönetimlerden

(çoklukla belediyeler) oluşan bir hukuksal yapıya sahiptir. Yani "düzenleyici"ler ulaştırma sistemlerinin işleyişine doğrudan etki yapmalarına karşın, yine de incelenen yöreye göre farklılıklar arzettiklerinden sistemin içinde değil de çevrenin içinde olarak varsayırlar.

Kaynaklar ve kısıtlar da, ulaştırma sistemini etkileyen bir diğer çevre bileşeni olarak görölmektedir.

Burada kaynaklar ve kısıtlardan bahsederken konunun içine birçok türde kaynak girmektedir; parasal kaynakların yanısıra, işgücü kaynağı da gerçekte önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır.

Mali ve işgücü kaynaklarının yanısıra doğal kaynakların yeterliliği de ulaştırma sisteminin sečilmesinde önemli bir rol oynamaktadır; Petrol kaynağı yeterli düzeyde olmayan ölkelerin, büyük hacimli taşımacılık işleri için, petrole bağımlı olan karayoluna ağırlık vermesi pek fazla mantıklı olmayacaktır.

Esasında, ekonomik kısıtlar sistem bileşenleri içinde de düşünölebilir. Fakat, yolculuk yapacak olanların ekonomik kısıtları gözönüne alındığında, parasal kısıtların talep üzerinde daha yoğun bir etkisi olduğu kabul edilmektedir.

2. BÖLÜM

ULAŞTIRMA TALEBİ VE SUNUSU

Giriş

Bu bölümde ulaştırma talebinden ve ulaştırma sisteminin bir çıktısı olan sunudan söz edilecektir. Sistem ve çevrenin bir döngü oluşturduğundan daha önce sözedilmişti. İşte bu döngünün en başta gelen iki elemanı talep ve sunudur. Talep çevrenin bir bileşeni olarak tanımlanmıştı, sunu ise sistem içerisinde yer almaktadır.

2.1.ULAŞTIRMA TALEBİ [6]

Ulaştırma talebi incelenirken, yolculukların gösterdikleri ortak özelliklerden yola çıkılarak ara gruplandırmalar yapılması ve bunlar sonucunda incelenen talep türüne etki eden değişkenlerin ortaya çıkması sağlanarak, bu değişkenler yardımıyla ileride oluşacak ulaştırma taleplerinin incelenmesi mantıklı bir yol olacaktır. Burada, ulaştırma talebini belirleyen (etki eden) ana değişkenlerden söz edilecektir. Bu değişkenler aşağıdaki şekilde listelenmişlerdir:

- Yolculuk amacı
- Toplumun tüketim ve harcama alışkanlıkları,
- Varolan ulaştırma olanakları,
- Ulaştırma hizmetinin sunulması için istenen ücret,
- Bölgedeki arazi kullanımı,
- Sunulan hizmetin kalitesi.

2.1.1. Yolculuk Amacı

Kentlerarası seyahat talebi incelenirken yapılan seyahatler bazı ana başlıklar altında gruplandırılır. Bu gruplandırmanın gayesi, benzerliklere sahip oldukları düşünülen seyahatlerin incelenmelerinde kolaylıklar temin edilebilmesidir. Kanafani'ye göre bu amaçlar şu şekilde gruplandırılabilirler:

- 1- İş seyahatleri,
 - 2- Gezinti (recreational) seyahatleri,
 - 3- Kişisel iş seyahatleri (kişisel seyahatler),
- Şimdi bu gruplar kısaca açıklanacaktır;

1. İş Seyahatleri

Bu tür seyahatler, yolculuk yapan veya yapacak olan kişinin çalıştığı kurumu adına yapılacak olan seyahatlerdir. Yani burada ticari amaçlı bir yolculuk durumu söz konusudur. Bu tür seyahatlerin bilinen ortak yanları şunlardır:

- İş seyahatleri, seyahat ücretlerine duyarlı değildir. Çünkü seyahat, mali fayda üretimine yönelik olduğu için (çalışılan kurumun mali kazancı) ücret seyahati yapacak kişi adına kurum tarafından ödenir.
- İş seyahatleri seyahat sürelerine bağımlıdır (elastik). Bu tür seyahatlerde zaman, genellikle, en önemli parametre olduğundan seyahat süresinin en kısa olmasına özen gösterilir.
- Bunun yanında, iş seyahatleri, çizelge frekansı ve servisin güvenilirliği gibi diğer servis özelliklerine karşı da duyarlıdır.

İş seyahatlerine olan talepler incelenirken yıl içerisinde düzenli bir şekilde yayılmış olduğu, buna karşın ana tatil dönemleri dahilinde iş seyahatlerinde büyük azalmalar olduğu varsayımları yapılmaktadır.

2. Gezinti (Recreational) Seyahatleri - Tatiller

Bu türden olan seyahatlerin sıklıkla ana tatil dönemlerinde (okul tatilleri, dini ve milli tatiller gibi) yapıldıkları varsayılır. İş seyahatlerinin aksine, gezinti seyahatlerinde, yolculuk ücretinin ağırlığı tür seçiminde daha önemli bir hal alır. Bunun en önemli nedeni, hiç kuşkusuz, seyahat ücretinin tamamının, yolculuk edecek kişinin kendi bütçesinden çıkacak olmasıdır. Sözedilen bu sebepten ötürü kullanıcılar seyahat süresi veya seyahat konforu gibi servis özelliklerinden bir miktar feragat etmek durumunda kalacaklardır.

Sonuç olarak, gezinti seyahati yapan kullanıcılar için, seyahat ücretlerine duyarlı buna karşın, seyahat süresi, servis konforu gibi seyahat karakteristiklerine pek duyarlı değildirler denilebilir.

3. Kişisel İş Seyahatleri (Kişisel Seyahatler)

Bu seyahat grubuna daha çok eş-dost ziyareti için yapılan seyahatler girmektedir. Konu bu çerçevede ele alındığında, yapılan masrafın hemen hemen tümünün seyahat ücretinin bir sonucu olduğu düşünülebilir. Doğal olarak da, kullanıcılar, böylesi seyahatler için ödenen ulaşım ücretlerine, tatil seyahatlerinde ödenenden daha duyarlı olacaklardır (Kullanıcıların daha çok ücrete duyarlı oldukları, servis karakteristiklerine [sıklık, güvenilirlik, konfor vs.] daha az duyarlı oldukları söylenebilir).

Bunun yanında, tatil seyahati yapacak olanlar, varış noktaları konusunda, eğer seçeneklere sahiplerse (tatil yapacakları yeri seçme durumlarının olması) , seyahat ücretlerine bağlı olarak hangi seçenek daha ucuz ise o'nu seçebileceklerdir.

2.1.2. Toplumun (Kişilerin) Tüketim ve Harcama Alışkanlıkları

Toplulukların tüketim alışkanlıkları herşeyden önce, sıkı sıkıya o toplumun gelir yapısı ile yakın bağlantılı bir haldedir. Gelir düzeyi düşük seviyelerde olan topluluklar, neredeyse yalnızca zorunlu yaşam giderlerini karşılayabilmekte ve lüks tüketim olanaklarından ister istemez uzakta kalmaktadırlar. Turistik amaçlı yolculukları da lüks tüketim harcaması sınıfına sokmakta sanırız bir hata yoktur. Ayrıca üst gelir grubu için uçakla seyahat etmek oldukça olağan bir durum olabilecekken, düşük gelir grupları için bu türler düşünülmezler dahi.

Yine toplulukların harcama alışkanlıklarının ulaştırma talebini (türe bağımlı olarak), dolaylı da olsa, etkilediğini söylemek mümkündür. Şöyle ki; gelir düzeyi çok yüksek olmamasına karşın, kimi insanlar konfora düşkünlüdürler ve bu sebeple, aynı gelir grubuna giren diğer bazı kişilere kıyasla farklılık arzeden bir talep yapıları olması muhtemel bir hal alır. Kişiler düzeyinde sözettiğimiz bu durum aynı şekilde farklı topluluklar için de geçerlidir diyebiliriz. Gerçekten de farklı kültür düzeylerindeki topluluklar, yakın gelir gruplarından olsalar dahi değişik talep yapıları gösterirler.

Tabii bu bahsedilenler çok subjektif konulardır ve hemen hemen dünyanın her yerinde farklı durumlar olduğu söylenebilir. Ulaştırma talebinin yukarıda sayıp açıklamaya gayret ettiğimiz iki değişkenden etkilendiği kabul edilse dahi, incelenecek her topluluk için ayrı ayrı sosyo-ekonomik değerlendirmeler yapılması gerekliliği açıkça ortada durmaktadır.

2.1.3. Varolan Ulaştırma Olanakları

Bu başlıkla apaçık bir kısıttan söz etmiş oluyoruz. Hakikaten elde bulunan (kullanılabilir) ulaştırma türleri, tür seçimini doğrudan etkiler. Siz uçağa ödeyecek kaynağınız olsa dahi bulunduğunuz veya gitmek istediğiniz yerde uçakların inebilecekleri bir yer yoksa, bunun anlamı diğer türlere mahkumsunuz demektir.

2.1.4. Ulaştırma Hizmeti İçin İstenen Ücret

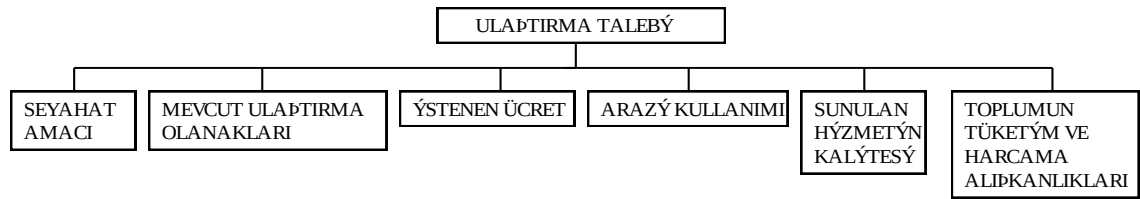
Burada tekrar açık bir kısıttan sözedilmektedir. Bir türe olan/olacak yolculuk talebini belirleyen en önemli değişken seyahat için istenilen ücrettir. Bu ücreti karşılayamayan kişiler çaresiz olarak daha ucuz seyahat türlerine yönelmek durumunda kalacaklardır. Ücret konusunu daha yukarıda anlatılan harcama alışkanlıkları ve üretim yapısı ile ilişkilendirmek de mümkündür. Şöyle ki; düşük gelir gruplarının olduğu bir bölgeye hizmet veren ulaştırma şirketleri, diğer bölgelere göre daha düşük ücretler istemek durumunda kalabileceklerdir. Çünkü, pazarda rekabet ortamı varsa diğer şirketler kendilerine uygun gelen oranlarda fiyat indirimlerine gideceklerdir. Ele alınan şirket de, eğer pazarda varlığını sürdürmek istiyorsa, bu ücret indirimi akımına ayak uydurmak durumunda kalacaktır.

2.1.5. Bölgedeki Arazi Kullanımı

Bir bölgenin arazi kullanımı o bölgeye doğru veya o bölgeden yapılacak seyahat talebini doğrudan etkiler. Şöyle ki; belirli bir bölgenin konut yerleşimine mi sanayi tesislerine mi yoksa ticari kuruluşlara mı ayrılacağı, o bölgenin talep yapısını değiştirir. Ayrıca, bir bölgeye hastane veya kültür tesisleri kurulması o bölgeye bu amaçlarla yapılacak seyahatlerin türemesine yol açar (örnekler okul, spor tesisleri, devlet daireleri şeklinde artırılabilir).

2.1.6. Sunulan Hizmetin Kalitesi

Daha önce de söylediğimiz gibi bu kavram, bir hayli subjektiftir. Sayılarla ifade edilmesi güçtür. Buna karşın kolay bir tanıtmı yapabilmek bakımından, güvenilirliği yüksek olan türün, seyahat süresi kısa olan türün, erişme ve ayrılma olanaklarının basit olduğu türün (son noktaya en yakına ulaştıran tür) diğerklerine karşın üstün olacağını söylemek mümkündür (tabii burada seyahat ücretleri farklılığının varlığı gözardı edilmiştir).



Şekil 2 Ulaştırma Talebini Etkileyen Faktörler

2.2. ULAŞTIRMA SUNUSU

Bu kısımda ulaştırma sunusundan genel hatları ile sözedilecektir. Ulaştırma da sunu kavramı denildiğinde öncelikle bir ulaştırma işletmesini kullanan müşterilerin algıladıkları değişkenler akla gelir. Nedir bu sunu bileşenleri sorusunun yanıtı aşağıdaki gibi verilebilir :

- 1- Erişebilirlik,
- 2- Dakiklik,
- 3- Güvenlik,
- 4- Konfor,
- 5- Sıklık,
- 6- Seyahat süresi,
- 7- Seyahat ücreti,

Şimdi bu değişkenler ayrıntılı olarak açıklanmaya gayret edilecektir :

2.2.1. Erişebilirlik

Erişebilirlik denildiğinde akla hemen, ulaştırma sisteminin ve/veya işletmesinin kullanıcılarını varmayı arzuladıkları son noktaya ulaştırabilmeleri ile kullanıcıların ulaştırma sistemine veya işletmesine ulaşabilme kolaylıkları gelir. Yani bunu örnekle açıklanmaya çalışılırsa ;

Otomobil (özel veya taksi olabilir) erişebilirliği en yüksek olan ulaştırma türüdür denilebilir. Kullanıcılarını kapıdan kapıya ulaştırabilir. Otomobilin hemen arkasından otobüs işletmeleri gelir. Demiryolları ve hava ulaştırma türleri daha sonra gelirler. Olay yük taşımacılığı açısından düşünülürse de aynı şekilde ele alınabilir. Burada, çok yaygın olmadığı için denizyolu ve boruhattı ulaştırmalarından sözedilmemiştir.

2.2.2. Dakiklik

Dakiklik (güvenirlik), işletmecilik anlayışına bağlı olduğu kadar işletmenin elinde olmayan şartlardan da etkilenen bir sunu bileşenidir. Yollardaki trafik şartları olumsuz olmaya başladıkça dakiklik düşmeye başlayacaktır. Zamana diğer sunu bileşenlerinden daha fazla önem veren kullanıcılar için sistemin/işletmenin dakiklığı oldukça mühim bir sunu bileşeni olarak ortaya çıkar. Ulaştırma türlerini dakiklik açısından bir sıralamaya koymak oldukça güçtür. Yine de iyi işleyen hava alanları olduğu dikkate alınırsa en dakik işletmeler havayollarıdır denilebilir.

2.2.3. Güvenlik

Güvenlik de sunu bileşenleri arasında yer almaktadır. Doğrudan kullanıcının hayatı ile veya yükünün muhafazası ile ilgili olduğu için belki de en önemli sunu bileşenidir. Türler güvenlik açısından bir sınıflamaya tabi tutulurlarsa en güvenli olan türün havayolu en riskli olan türün de karayolu olduğu ortaya çıkmaktadır.

2.2.4. Konfor

Konfor kalitatif bir sunu bileşenidir ve kişiden kişiye farklılık gösterir. Kimileri için konforlu olan ulaştırma türleri kimileri için dikkate dahi alınmazlar. Örneğin üst gelir

grupları, ne kadar konforlu olursa olsun otobüsle seyahat etmek yerine uçağı tercih ederler.

2.2.5. Sıklık

Sıklık, kullanıcılar tarafından arzu edilen yolculuk anına ne denli yakın anlarda yolculuğa başlanabildiğinin bir ölçüsüdür ve bir sunu bileşenidir. Daha sık aralıklarla seyahat eden türler kullanıcılara daha cazip gelecektir. Çünkü kullanıcılar bilmektedirler ki istedikleri anda yolculuk edebilme veya mal gönderme olanakları her zaman vardır.

2.2.6. Seyahat Süresi

Seyahat süresi de kullanıcıları ilgilendiren bir konudur ve işletmenin kullanıcılar tarafından algılanan sunuları kümesine girmektedir. Seyahat süresi arttıkça, bu durum müşteriler üzerinde olumsuz bir etki yaratır. İnsanlar kendileri yolculuk ederlerken de mal gönderirlerken de olabilecek en hızlı şekilde bu işin sonuçlanmasını arzularlar. Bu sebeple uzun mesafeli seyahatlerde uçak, seyahat süresi açısından en çekici türü oluşturmaktadır.

2.2.7. Talep Edilen Ücret

Yolculuk ücreti sununun bir parçasıdır ve belki de kullanıcıları en çok ilgilendiren sunu bileşenlerinden birisidir. Kişiler gelir durumlarına göre yolculuk türü seçimleri (veya gönerecekleri yükün hangi türle gideceğı) yapacaklarına göre, işletmeler ücret seçeneklerini çok iyi analizler sonucu oluşturmalarıdır ki arzu ettikleri düzeyde kazançlara ulaşabilsinler.

3. BÖLÜM

BİR ULAŞTIRMA İŞLETMESİNİN SUNU EYLEMLERİ

Giriş

Bu bölümde bir ulaştırma işletmesinin işleyiş tarzından, sunu eylemlerinden ve karar alma sürecinden bahsedilecektir. Öncelikle ulaştırma işletmesi nedir sorusunun yanıtının verilmesi gerekmektedir:

Bir ulaştırma işletmesi, bulunduğu (veya çalıştığı) pazardaki toplumun herhangi bir türdeki (yük, yolcu veya her ikisi birden) ulaştırma gereksinimini karşılamaya ve bu hizmet karşılığında da bir kâr elde etmeye yönelik olarak kurulmuş bir organizasyondur. İlk olarak bu organizasyonun işletmecilik amaçlarının ortaya konulmasında fayda vardır.

3.1. İŞLETMECİLİK AMAÇLARI

İşletmecilik amaçları arasında;

- a- Kârın maksimizasyonu,
- b- Pazar payının maksimizasyonu,
- c- Maliyetin minimizasyonu, gibi amaçlar bulunmaktadır.

Bunun yanında, sözü edilen işletme eğer bir kamu kuruluşu ise işletmecilik amaçları daha farklı olabilir. Şöyle ki; kamu yararına hizmet eden kamu kuruluşlarının çoğu reel kârlılıktan ziyade, halka götürdüğü hizmet vasıtasıyla kolaylık sağlamayı, refahlarını yükseltmeyi amaçlarlar.

Burada ulaştırma işletmelerinden sözedildiğine göre; bir kamu ulaştırma işletmesinin amaçları arasında, özel teşebbüs tarafından kârlı görülmeyen bölgelerin faydalanılabilir hale getirilmesi ve o bölgenin sosyo-ekonomik canlılığının artırılabilmesi için oraya hizmet götürülmesi sayılabilir.

İşletmeler amaçlarını belirlerken, yukarıda sayılan dış ve iç etkenlerden etkilenecek kararlarını oluştururlar. Pazara yeni giren bir işletme ise kârlılıktan önce, pazar payını yükseltmeyi öncelikli amaç olarak almalıdır. Diğer taraftan, pazarda uzun süredir bulunan işletmelerin, eğer zarar eder durumda iseler kârlılıklarını yükseltmek

bahis konusu olamayacağı için, öncelikle maliyetlerini azaltma yoluna gitmekten başka seçenekleri olmayacaktır. Başka açıdan bakılırsa; pazarda işleyişini düzenli ve kârlı bir şekilde sürdüren işletmelerin karşılarındaki seçenek sayısı daha fazladır. Yukarıda sayılan üç işletmecilik amacından kendilerine uygun gelen herbirini rahatlıkla uygulayabilirler.

3.2. BİR ULAŞTIRMA İŞLETMESİNİN İŞLEYİŞ TARZI

Bir ulaştırma işletmesinin işleyişi ele alınırsa, organizasyonun dışsal olan girdiler kümesinden ve içsel olan işletmenin şimdiki durumu ve kaynakları kümesinden etkilendiği görülür.

Bu etkilerin sonunda sunmaya karar verdiği sunu eylemlerinin, işletmeyi (sistemi) kullananlara ve kullanmayanlara ayrı ayrı etkileri olur ki, bu etkiler de sunu eylemlerinin algılanmaları ve etkileri grubunu oluşturur.

Ulaştırma işletmesini etkilediği düşünülen dışsal girdiler kümesinde;

1- ÇEVRE,

2- ULAŞTIRMA ŞEBEKESİ,

3- PAZARDAKİ RAKİP TÜR VE İŞLETMELER, bulunmaktadır.

3.2.1. İÇSELLİK-DİŞSALLIK HAKKINDA KISA BİLGİ

Bir ulaştırma sistemine dışsal etkenler etki ettiği gibi, içsel bazı olaylar da etki etmektedir ve bunlar içsel etkenler olarak adlandırılmaktadırlar. Bu içsel etkenler; işletmenin şimdiki durumu (performansı) ve kaynaklarının (mali, işgücü, araç parkı vs.) büyüklüğüdür.

Yeri gelmişken, içsel ve dışsal konularını da kısaca açıklığa kavuşturmakta fayda vardır; Bir olayın oluş şeklini etkileyen, fakat o olayın dışında olan (gerçekleşen- oluşacak olaya bağlı olmayan) olaylar, dışsal olaylardır. İçsel olaylar ise meydana gelecek olayın içerisinde yeralan, bunun yanında kendi alacağı değerlere göre içerisinde yeralacağı olayı belirleyebilen olaylardır.

Yukarıdaki paragraf dikkate alındığında, çevrenin, ulaştırma şebekesinin, rakip tür ve işletmelerin dışsal etkenler, mevcut durum ve kaynakların içsel etkenler oldukları ortaya çıkar.

Esasında işletmeye dışsal olan etkenler sonuçta sunu eylemlerinin etkilerine maruz kalmaktadırlar. Bu durumda da içsellik ve dışsallık iç içe girmektedir. Kolaylık olması bakımından, bir başlangıç noktası kabulü yapılarak, işletmeye girdiler dışsal etkenler olarak ele alınmışlardır.

3.2.2 BİR ULAŞTIRMA İŞLETMESİNE DIŞSAL GİRDİLER

3.2.2.1. Çevre

Bu çalışmada çevre bileşenleri olarak, ulaştırma talebi ve hukuksal yapılar (yasal-yönetimsel yapılar) dikkate alınmıştır. Ulaştırma talebi dinamik bir yapı arzeder ve sunu eylemleri talepten sürekli bir şekilde etkilenip düzenini sürekli olarak yenilemeye zorlanır. Kurallar altbileşeni ise statik'e yakın bir yapı arzeder. Bunun yanında ulaştırma işletmelerine kısıt olarak etkide bulunur.

Talep

Ulaştırma işletmesine yönelecek olan seyahat talebi işletmenin sunu eylemlerini doğrudan etkileyecektir.

İçerisinde çalışılacak ulaştırma şebekesi üzerinde şebeke bölümü seçimi (taşıtların rotalanmaları) seyahat talebinin yoğunluk gösterdiği yerlere öncelik verilerek yapılacaktır.

Pazar boyutu da, seyahat talebinin varolduğu yerlerin tümüne, işletmenin imkanları ölçüsünde ulaşılabilirlik şeklinde seçilecektir.

Ulaştırma talebi zamana bağlı bir yapı arzettiği için, yolcuların ve/veya yüklerin alınma zamanları, talebin yoğun olduğu anlara denk getirilmeye çalışılacaktır. Bu kısıt da konuya çizelgeleme probleminin dahil edilmesini gerektirir (hem taşıtların hem de personelin). Yani çizelgeleme yapılırken, talebin dikkate alınan çalışma periyodu içindeki değişimi de dikkate alınacaktır.

Taşıt rotalaması ve çizelgelemesi üzerinde doğrudan etkiye sahip olan talep doğal olarak taşıt filosu boyutu üzerinde de etkiye sahip olacaktır. Taşıt filosu için ayrılacak mali kaynaklar kısıtı bir tarafa bırakılacak olursa, seyahat talebinin taşıt filosunun büyümesine veya küçülmesine sebep olduğu söylenebilir.

Verilecek ulaştırma hizmeti için istenecek olan ücret, talepten dolayı da olsa etkilenir; seyahat talebinin taşıt filosu boyutunu bir ölçüde etkilediği az önce belirtilmişti. Elde bulundurulacak taşıt filosu işletmeye bir maliyet getirecektir. İşletmelerin yegane gelir kaynaklarının, sundukları hizmetin mali getirisi olduğu düşünülürse, tüm maliyetlerini de bu hizmetler karşılığı müşterilerden alacakları ücretlerden karşılamaları doğaldır. Bu sebeple ulaştırma talebinin ulaştırma ücretleri üzerinde belirleyici bir etkisi olduğu rahatlıkla söylenebilir.

Yasal-Yönetimsel Yapılar

Bir ulaştırma işletmesinin işleyiş tarzında, içinde bulunduğu çevrenin yasal-yönetimsel yapısının etkisi büyüktür. İşletme farklı yasal-yönetimsel yapıları olan büyük bir bölgede de çalışmalarını sürdürüyor olabilir (uluslararası çalışan bir işletme olabilir veya aynı ülke içinde farklı bölgelerde farklı kanunlar uygulanıyor olabilir -A.B.D`de eyaletler arasında büyük hukuksal farklılıklar olduğu bilinmektedir, bunun yanında ülkemiz için böylesi bir durumun varolmadığını da bildirmek gerekir-).

İşletmeler çalışmayı planladıkları pazarın hukuksal durumunu önceden öğrenip çalışma koşullarını bu şartlara uydurmak zorundadırlar. Örneğin;

- 1- Personel çalışma süreleri,
- 2- Personele ödenecek mesai ve fazla mesai ücretleri (bu konuda, sendikalar varsa bu kurumlar ile de anlaşılması bir zorunluluk olarak ortaya çıkmaktadır),
- 3- Taşıtların uymaları gerekli hız sınırları,
- 4- Taşıtların yüklenme miktarları,

gibi kararları kendi istekleri doğrultusunda alamazlar, hukuksal kısıtlara uymak durumundadırlar. Ek olarak, işletmelerin çalışmalarını bir düzene koyan birlik kuralları da vardır ve işletmeler bu şartları da temin etmek durumundadırlar (Örn; Ülkemizde otobüs

taşımacılığını ve kamyonla yük taşımacılığını düzene koyan yasallaşmış birlik kuralları vardır). Bunun yanında, az sonra da değinileceği gibi, pazarda çalışmakta olan diğer tür ve işletmelerin sunu eylemlerini de, kendi sunu eylemlerine karar verirken dikkate almak zorundadırlar.

3.2.2.2. Ulaştırma Şebekesi

Ulaştırma işletmesinin sunusunu etkilediği düşünülen dışsal girdilerden bir diğeri de **ulaştırma şebekesidir**. İşletme şebeke yapısına göre araçlarını rotalayabilecek, rotalamalarına bağlı olarak da çizelgelerini belirleyecektir. Ulaştırma şebekesi;

- 1- Terminaller (yolcu ve/veya yüklerin transfer edilme noktaları),
- 2- Yollar,
- 3- Şebeke üzerinde hareket eden trafik akımı, bileşenlerinden oluşmaktadır.

i. Terminaller

Bir ulaştırma sisteminin en önemli bileşenlerinden birisi de terminallerdir. Terminaller, yolcu ve/veya yüklerin taşıtlara yüklendikleri, taşıtlardan indirildikleri ve bir taşıttan diğer taşıta aktarıldıkları, şebekenin düğüm noktalarıdır. Bilindiği gibi terminallerde, özellikle yükler için uzun süreler harcanır. İşletilmesi çok iyi düzenlenmiş bir terminalde yükler ve yolcular fazla beklemezler, indirme-bindirme süreleri kısaltılmış ve güvenilir bir hal alır. Böylelikle taşıt rotasyon süreleri kısaltılmış olur ve dolayısıyla filo boyutu üzerinde azaltıcı bir etki yapar.

ii. Yollar

Ulaştırma sistemi kavramından bahsediliyorsa, ulaştırma olayının gerçekleştirilebilmesi için vazgeçilemez unsurlardan birisi olarak da yollardan söz etmek gerekmektedir; bilimsel araştırmalar ve etütler sonucu hazırlanmış bir yol şebekesi, elde bulunan olanaklar ölçüsünde amaçlara en yakın bir şekilde, gerekli yerlerden geçirilebilir. Bu sayede, en verimli çözümler üretilmiş olacaktır.

Bunun yanı sıra, yolların geometrik özelliklerinin de bilimsel bir şekilde belirlenmesi gereklidir. Yine, iyi belirlenmemiş yol standartları uzun vadede büyük

ekonomik kayıplara yolaçar (bunun içerisinde trafik kazalarının yarattığı ekonomik kayıplar da çok önemli bir yer tutar (7)).

iii. Şebeke Üzerinde Hareket Eden Trafik Akımı

Ulaştırma şebekelerinin üzerinde hareket etmekte olan trafik akımı işletmelerin kararlarına bir kısıt olarak etki ederler. Şöyle ki: Şebeke üzerindeki trafik akımı arttıkça tıkanma etkileri görülmeye başlanacak ve işletmenin servis düzeyi düşecektir. İşte bu gibi durumların yönetim stratejilerinde gözönünde bulundurulmaları gerekecektir. Yollar tıkalı olduğunda araçların döngü süreleri artacak, belki de işletmeye gelen talebi karşılayabilmek için daha fazla taşıta gereksinim duyulacaktır, çünkü yolların tıkalı olduğu zamanlarda taşıtların rotasyon süreleri artacaktır.

3.2.2.3. Rakip Tür ve İşletmelerin Stratejileri

Yukarıdaki paragraflarda, işletmenin pazarda rekabet halinde olacağı türlerden ve işletmelerden bahsedileceği belirtilmişti. Sınırları belirli bir pazarda, bir hizmetini sunmayı amaçlayan tüm ticari işletmeler, serbest rekabet ortamı sözkonusu ise, rakip şirketlerle muhakkak ki karşılaşacaklardır.

Bu durumda, işletme kararlarını verirken, hukuki kısıtlar, sendikal kısıtlar ve kendi öz kaynak kısıtları yanında yeni bir tür kısıtla daha karşılaşmış olacaktır : **Rekabet Ortamı ve Koşulları**. Gerçekten de ticari işletmeler, tüm diğer kısıtların yanında en çok, son bahsedilen kısıttan etkilenmektedirler. Çünkü, önceki sayılanlar üzerinde işletmelerin pek fazla hareket alanları yoktur, buna karşın rekabet ortamı uygun stratejiler ile işletmeyi bir anda pazarda ön plana çıkarabilir (iyi bir promosyon çalışması, çağdaş yönetim teknikleri ile maliyetlerin düşürülmesi sonuçta talep edilen yolculuk ücretlerinde indirimlere gidilebilmesi olanağını tanır, sürekli bir pazar araştırması yapılarak talebin değişimi incelenip buna uygun sunuları anında-diğer işletmelerden önce-sunabilmek gibi seçenekler).

Bunun yanında, eğer karşıt kanunlar yoksa, pazarda aynı hizmet türünde çalışan işletmeler kendi aralarında özel anlaşmalar yaparak rekabet ortamını, esasen rekabet mümkün olduğu halde, ortadan kaldırabilirler.

3.3. BİR ULAŞTIRMA İŞLETMESİNİN SUNU EYLEMLERİ KÜMESİ

Ulaştırma işletmelerinin servislerini sunarken genel olarak etkilendikleri dışsal girdiler kümesi, bir önceki kısımda toplu halde verilip, gerekli görülen açıklamalar yapılmıştı. Sunu eylemlerine geçmeden önce, işletmenin bunlara etki eden kendi iç dinamiklerinden kısaca söz etmek gereklidir:

3.3.1. Ulaştırma İşletmesinin İç Değişkenleri

İşletmeler, sunacakları hizmetin niteliğine ve niceliğine karar vermek için dışsal etkileri değerlendirirken, kendi iç dinamiklerini de hesaba almak zorundadırlar. Bu iç dinamikler; işletmenin şimdiki durumu ve işletmenin kaynaklarıdır, diye özetlenebilir.

İşletmenin şimdiki durumunu, işletmenin performansı olarak da ifade edilebilir. Ulaştırma sisteminin kullanıcı gözüyle performansının en önemli ölçütleri, sistem tarafından sunulmakta olan hizmet düzeyi (HD), sistemi kullananların ceplerinden çıkan masraflar (UM) ve sistemin pratik kapasitesidir (PK). Kullanıcı gözüyle performans ise, sunu eylemlerinin ve ulaşım talebinin bir fonksiyonudur.

$$P \equiv \{HD, UM, PK\} = f(SE, T)$$

HD : İşletme tarafından sunulmakta olan hizmet düzeyi (erişebilirlik, yolculuk süresi, sıklık, güvenlik, konfor vs.),

UM : İşletmeyi kullananların yolculuk ya da yük iletmek için yaptıkları masraflar,

PK : Sistemin pratik kapasitesi (birim zamanda/bir seferde iletilebilen taşıt/yolcu-yük miktarı)

SE : Sunu eylemleri* .

* Ýfadeler ve eþitlik Prof. Dr. A. Erel'in Ulaþtırma Planlamasında Talep-Sunu Ýliþkileri (YTÜ 1994) adlı bildirisinden alınmıþtır.

Ulaştırma işletmesinin kendi kaynakları (işgücü kaynağı, mali kaynakları, taşıt ve tesis kaynakları) da kendi iç değişkenleri arasında alınmışlardır ve bunlardaki değişimler sunu eylemlerine doğrudan etkide bulunacaklardır.

3.3.2.Ulaştırma İşletmesinin Sunu Eylemleri

Bir ulaştırma işletmesi, hizmetini pazarına sunabilmek için bazı kararlar vermek zorundadır. Bu kararlarını verirken gözönüne alması gereken dış ve iç etkiler daha önce açıklanmıştı. Şimdi, bu etkilere bağlı olarak pazara sunacağı hizmetin niteliğini (kalite) ve niceliğini (kantite) belirleyen değişkenler (sunu eylemleri) burada incelenecektir.

Gözönüne alınan sunu eylemleri tekrar hatırlatılmak istenirse :

- 1- Pazar boyutunun seçimi,
- 2- Taşımacılık rotalarının belirlenmesi,
- 3- Taşıt ve personel çizelgelerinin hazırlanması,
- 4- Bağlı olarak gerekli filo boyutu ve sunulacak kapasiteye karar verilmesi,
- 5- Talep edilecek ücret seçeneklerine karar verilmesi,
- 6- Pazarlama (promosyon) yöntemlerinin seçilmesi.

Ayrıca, bu sunu eylemlerinin aksiyon hali olan "ulaşım hizmetinin sunulması ve denetlenmesi" de sanki yedinci sunu eylemi gibi düşünülebilir.

1-Pazar Boyutunun Seçimi

İşletmeler çalışacakları pazar boyutunu belirlerken dış ve iç etkenlerden şu şekilde etkilenirler:

i. Talep: Pazarda çalışmaya başlamadan önce yapılacak pazar araştırmaları ile sunulacak hizmete yönelecek olan talep aşağı-yukarı tahmin edilir. Bağlı olarak, nerelerden hangi boyutta talep geleceği belirlenmiş olacağından, rantabl olacak pazar boyutu da yaklaşık olarak ortaya çıkmış olur.

ii. Kurallar: Çalışılması planlanan çevrenin yasal-yönetimsel yapısı, işletmelerin çalışacakları bölgeleri kısıtlıyor olabilir (buna en canlı örnek olarak geçtiğimiz yıl -1994- **Millet Caddesi**'nin iş başında olan yerel yönetim kararıyla **Minibüs** trafiğine kapatılması

verilebilir). Böylesi bir karar varsa, işletmeler gelecek talep ne boyutta olursa olsun yasalara uyup o bölgeden çekilmek durumunda kalacaklardır.

iii. Ulaştırma Şebekesi: Varolan şebekenin büyüklüğü ve yapısı da pazar boyutunun seçiminde önemli bir parametre olarak karşımıza çıkmaktadır. Şebeke, ulaştırma talebinin bulunduğu heryere ulaşamıyorsa, işletmeler çaresiz olarak o bölgelere hizmet götüremeyeceklerdir veya başka ulaştırma türleri ile hizmet verebiliyorlarsa o türlerle hizmetlerine devam edeceklerdir (yol bulunmayan yerlere havayolu ile - bilhassa helikopter ile - hizmet götürülmesi gibi).

Bunun yanında, varolan şebekenin şartları iyi ve yeterli değilse de, işletme arzu ettiği düzeyde bir hizmeti şebekenin her yerine ulaştıramayabilir (Örneğin; birkaç yıl öncesine dek Adana'ya seferler düzenleyen özel bir otobüs şirketi güzergah üzerindeki bir geçit noktasında üst geçit yüksekliği yeterli olmadığı için iki katlı lüks servislerini kullanıma sokamamıştı. Diğer bir örnek olarak; Doğu Karadeniz'e seferler yapan diğer bir otobüs firması ise, yolun kalitesi düşük olduğu için yine iki katlı otobüslerini bölgede halen kullanamamaktadır).

iv. Rakip Tür ve İşletmeler: Akıllı ve kârlı bir işletmecilik yapılmak isteniyorsa, çalışılması planlanan pazar boyutu seçilirken, o yörede önceden varolan veya yakınlarda o yörenin pazarına girmek isteyen diğer tür ve işletmelerin yapıları ve özellikleri incelenmelidir. Çok daha gelişmiş ve güçlü işletmelerle rekabet etmek olanağı pratikte mümkün olmadığı için, bu gibi pazarlara girmemek daha akıllıca olur. Öte yandan, güçlü işletmelerle rekabet etmek yerine, bunlarla ortaklığa da gidilebilir (bir tür taşeronluk).

Diğer taraftan, rekabet edilebilir ölçekteki (boyuttaki) işletmeler sözkonusu ise ve de girilmesi düşünülen pazarda, rantabl bir talep elde edilebileceği saptanmışsa pazar boyutlarına bu bölge de dahil edilebilir.

2- Taşıt Rotalarının Seçilmesi

Taşıt rotalarının seçilmesi işletmenin sunu eylemleri arasında yer almaktadır. Belirlenmiş olan rotalar sonuçta kullanıcı tarafından, işletmenin bir sunusu olarak

algılanacaktır. Güzergah (veya rota) seçimi işletmenin dışındaki bazı etkenler tarafından kısıtlanmıştır. Bunların etkileri kısaca şu şekilde açıklanabilir :

i. Talep : İşletmecilik yapılacak pazarda rotaların seçilmesinde başta gelen belirleyicilerden birisi de taleptir. Şöyle ki; Pazar içerisinde, bölgenin her noktasına dek ulaşılabilir ulaşım ağı mevcut olsa dahi, kârlı bir işletmecilik için yeterli olabilecek talebin olmadığı yerlerden geçecek rotaların seçimi akıllıca olmayacaktır. Bunun yerine, önceden bir talep araştırması yapılarak talebin yoğun olduğu yerlere yakın rotalar seçilmesi daha mantıklı bir yaklaşım olacaktır.

ii. Ulaştırma Şebekesi : Rotalar seçilirken, varolan ulaştırma şebekesinin işletmeye sunduğu olanaklar da verilecek kararı önemli ölçüde etkileyecektir. Gelecek ulaştırma talebini, en kısa yoldan ve en çok talebi karşılayacak şekilde bir işletmecilik yapmak kuruluşa en faydalı olacak yönetim tarzıdır. Bunun yanında, talebin yoğun olduğu yerlere ulaşan bir ağ halihazırda yoksa, işletme diğer rota seçeneklerini kullanmak durumunda kalacaktır.

iii. Rakip Tür ve İşletmeler : Pazarda rakip türler ve/veya işletmeler de faaliyet gösteriyorsa rota seçimi yapılırken bunların rota tercihlerinden de yararlanılabilir. Bu işletmelerle rekabet edilmek isteniyorsa, onların kullandıkları rotalar üzerinde, kısıtlayıcı kurallar olmadığı sürece, kullanıcıyı kendine çekecek işletme stratejileri ile (daha uygun servis saatleri, daha lüks hizmet sunulması, daha düşük ücretler talep edilmesi vs.) bir çalışma yapılabilir. Öte yandan, üretim-çekim miktarları araştırılarak alternatif rotalar belirlenmesi de diğer bir seçenek olarak karşımıza çıkmaktadır (bütün bu pazar araştırmaları, talep analizinin parçalarını oluşturmaktadırlar ve ayrıca araştırma konularını içerirler (6, 2, 8)).

3- Taşıt ve Personel Çizelgelerinin Hazırlanması :

Bir ulaştırma işletmesinin sunu eylemlerinin belirlenmesinde etkili olan parametrelerden bir diğeri de, "taşıt ve personel çizelgelerinin hazırlanması"dır. Bunlar hazırlanırken genellikle talebin durumu, kanuni yapılar ve diğer işletmeler gözönüne alınırken, ek olarak işletmenin kendi olanakları da kısıtlar olarak ortaya çıkarlar.

i. Talep : İşletmeye yönelmesi beklenen talep belirlendikten sonra, çizelgeleme işinin yapılması daha uygun olur (tabii burada çalışmaya başlamamış bir işletmeden bahsedilmektedir. Oysa ki, halihazırda çalışmakta olan işletmeler zaten bir çizelgeye sahiptirler ve gerektiğinde bu çizelgelerini amaçları doğrultusunda değiştirmektedirler). Çizelgelemenin çıktısı frekanslar olduğuna göre, talebin en yoğun olduğu periyotlarda daha sık seferler konulacak şekilde bir yaklaşım izlenmesi gerekmektedir.

ii. Yasal Yönetimsel Yapılar : Personel çalışma süreleri ve taşıtların çalıştırılmaları süreleri hakkında yasal-yönetimsel kısıtlar vardır ve bunlar çizelgeleme çalışmalarını etkilerler. Bir personelin bir çalışma günü içinde sürekli olarak çalışabileceği süreler belirlenmiştir, bu sürelerden sonra personel değişimi gereklidir ki bu, zaman kaybına sebebiyet verir. Yine, bir taşıtın çalışma menzili de çizelgeleme de önemlidir (taşıtların yakıt temini işlemleri (kaynak taraması 8) için yer seçimi araştırmalara konu olmuştur, çünkü bu işlem zaman kaybına yolaçan bir zorunluluk olarak görülmektedir ve yapılacak iyileştirmelerle taşıt rotasyon sürelerinin azaltılacağı belirtilmektedir).

iii. Diğer İşletmeler : Pazarda bulunan diğer işletmeler kullandıkları çizelgelerle pazara yeni girecek olan işletmeye bir ön fikir verebilirler. Bunun ötesinde, pazarda süregelen çizelgelemenin alternatifi olabilecek çizelgeler hazırlamak suretiyle pazar payı artırılabilir.

Taşıt rotalarının ve çizelgelemelerinin (taşıt ve personel) belirlenmesi sonucunda, bir işletmenin arzu ettiği servisi sunabilmesi için gerekli olacak taşıt filosunun boyutu ve dolayısıyla kullanıma sunacağı taşımacılık kapasitesi ortaya çıkar. Esasında filo boyutunu, pazar boyutu da etkiler.

İşletmenin diğer sunu eylemleri ve bunların dışarıdan etkileşimleri verildikten sonra, filo boyutunun da tüm bu etkileşimlerin neticesinde ortaya çıkan bir sonuç olduğu söylenebilir. Taşıt filosu boyutu, işletmenin sunu eylemleri arasında yer alan bir işletme çıktısıdır. Fakat hizmet talep eden müşteriler, (seyahat etmek isteyen yolcular veya yük gönderen mal sahipleri) filo boyutu ile doğrudan ilgilenmezler ve filo boyutu onlar için genel olarak hiçbir anlam ifade etmez (kullanıcı algılaması ile bir işletme/sistem çıktısı değildir), müşterileri ilgilendiren temel sorun, "istedikleri anda seyahat ihtiyaçlarını, karşılayabilecekler mi", kaygısıdır. Bu da filo boyutunun kullanıcıyı ilgilendiren kısmının, yani frekansın (seyahat sıklığının-taşıt bekleme süresi) bir çıktı olduğunun vurgulanmasını gerekli kılar.

4-Ücret Seçeneklerinin Saptanması

İşletme tarafından sunulacak hizmet için ücret seçeneklerinin belirlenmesi, apayrı bir araştırma konusudur. Ücret talepten etkilenir. Rakip işletmelerden de etkileneceği açıktır. Bunun yanında istenecek ücretler üzerinde yasal yönetsel bir kısıtlama da mevcuttur.

i.Talep : Ulaştırma hizmeti için istenecek ücret belirlenirken talebin yapısı dikkatle incelenmelidir. Sunulması planlanan hizmete çekilecek talebin genel gelir durumu, sosyal yapısı önemli argümanlardır. Öte yandan ücret ile talep arasında ayrı bir etkileşim de (trade off) mevcuttur.Şöyle ki; Ücretler yükseldikçe işletmeye gelecek olan talep azalacaktır. Buna karşın, ücretler azaldıkça talep bir yere dek artacak, buna karşın işletmenin kârı azalacak hatta zarar etmeye dahi başlayabilecektir (3). Bu durumda, işletmenin kârını sürdürüp pazar payını da yüksek tutabileceği bir ücret seçenekleri yelpazesi oluşturup, bunlardan kendi amaçlarına en uygun gelenlerini seçmesi gerekecektir.

ii.Yasal Yönetimsel Yapı : Ticari işletmelerin tümünde, sunacakları hizmet için isteyebilecekleri ücret aralıkları genellikle birlikler tarafından (serbest pazar şartları yoksa devlet tarafından) belirlenir ve yasal bir hal alırlar. Esasında ticari birliklerin belirledikleri aralıklar da her halükarda devlet denetiminden geçmek durumundadırlar.

iii. Diğer Tür ve İşletmeler : Bir üstteki alt başlıkta birliklerden sözedilmişti. Bu tür birlikler kendi çalışma sektörlerinde uygulayacakları ücret tarifelerini belirlerler ve centilmenlik anlaşmaları veya birlik kuralları vasıtasıyla bu aralıklara uyulmasını üyelerinden talep ederler. Bunun dışında, eğer böyle birlik sözkonusu değilse, zaman içinde pazar şartları işletmecilere kabul gören fiyatları gösterir. Eğer pazarda kullanıcılar için seçim şansı varsa, kendilerine en uygun gelen ücret-hizmet dengesini bulmuş olan işletmeciye yönelecekler ve bu yöneliş pazardaki diğer işletmecilere de çalışma şartlarını değiştirmeyi dayatacaktır.

5- Pazarlama Yöntemlerinin Seçilmesi

İşlemenin sunu eylemleri kümesine "pazarlama yöntemlerinin seçimi"de dahil edilmiştir. İşletmeler ürünlerini pazara tanıtabilmek için reklamlardan ve promosyon

yöntemlerinden faydalanırlar. Günümüzün işletmecilik anlayışı bunu bir bakıma gerekli kılmaktadır. Çünkü hemen hemen aynı düzeyde bir hizmet sunulsa dahi kişiler, toplum üzerinde daha iyi izlenimler bırakmış olan şirketin ürünlerini tercih ederler. Bu sebeple iyi bir promosyon işletmenin kârlılığını artırıcı bir yol olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.4. SUNU EYLEMLERİNİN DIŞARIYA ETKİLERİ (Kullanıcılar Tarafından Algılanmaları ve Kullanıcı Olmayanlara Tesirler)

Yukarıda ayrıntıları ile açıklanmaya çalışılan sunu eylemleri, dışarıya bir çıktılar kümesi sunacaktır. Bu çıktılar kümesinin iki ana gruba etkisi olur.

- 1- Sistemi/işletmeyi kullananlara etkiler (kullanıcıların sunulan hizmeti algılamaları),
- 2- Kullanıcı olmayan kesime etkiler (canlılar-cansızlar).

3.4.1. Kullanıcılara Etkiler

Ulaştırma taleplerine karşılık olarak kendilerine bir hizmet sunulan kullanıcılar grubu sistemin/işletmenin çıktılarını;

- 1- Sunulan pratik kapasite,
- 2- Taşıt bekleme süresi (sefer sıklığı),
- 3- Fiyat tarifeleri,
- 4- Varsa güzergah seçenekleri,
- 5- Seyahat süresi,
- 6- Erişebilirlik,
- 7- Güvenirlilik, konfor, güvenlik, gibi değişkenler boyutunda algılarları.

Her kullanıcının işletme sunusunu kendi değer yargılarına göre farklı olarak algılayacağı açıktır. Bu farklılık sebebiyle, işletme sunusunun kullanıcı gözüyle değerlendirilmesinde ortak ölçütler saptanması, işletmece arzu edilen hedefe ne oranda ulaşıldığının belirlenmesi açısından önemlidir.

Sözü edilen bu ortak ölçütler olarak, gelir düzeyleri, eğitim düzeyleri, yaş grupları gibi ayrımlara gidilip, bu gruplar arasındaki benzeşimler yardımıyla performans ölçütleri saptamak mümkün olabilir. Daha sonra, saptanan bu performans ölçütleri ile istenilen araştırmalar rahatlıkla yapılabilir.

Zaman içerisinde sunulan hizmetten memnun olmayanların miktarı artarsa, önceden beri sürdürülen sunu eylemlerinde değişimlere gidilmesi gerekecektir. İşte, kurumun işleyişini sürekli olarak denetleyen bir performans ölçütleri kümesinin oluşturulması, işletmenin müşterilerine sürekli olarak yenilenip, çağın şartlarına uyabilmiş bir hizmet sunabilmesinde büyük yararlar sağlayacaktır.

3.4.2. Kullanıcı Olmayanlara Etkiler

İşletmenin kendisini kullanmayan kişilere ve içerisinde çalıştığı ortama da zaman içerisinde etkileri olacaktır. Şöyle ki;

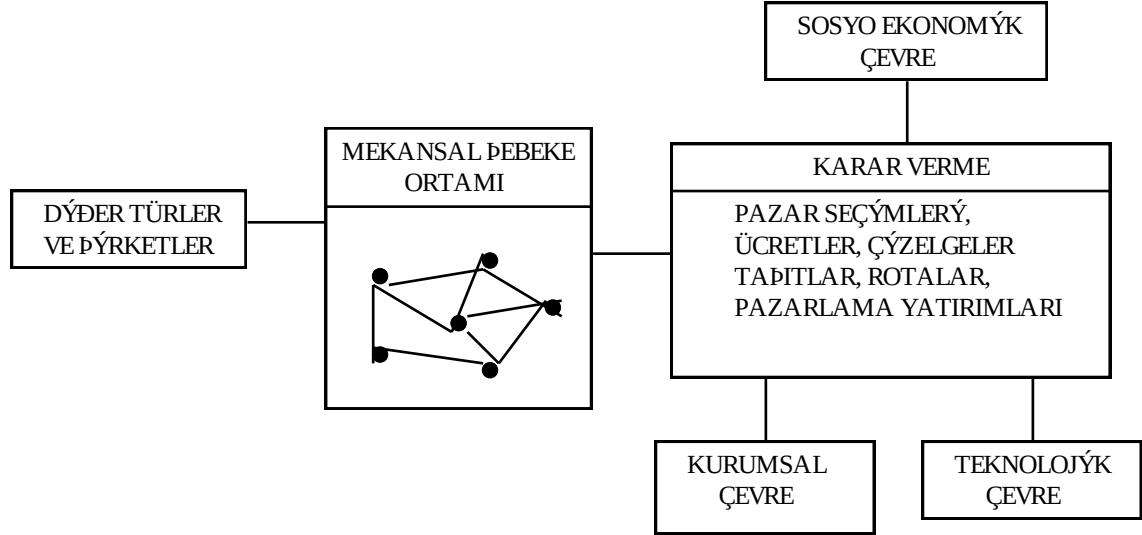
Ulaştırma işletmeleri/türleri geçtikleri bölgelerde gürültü yaratarak dışarıya olumsuz bir etki yapacaklardır (esasinda gürültü işletmeyi/sistemi kullananlar için de istenmeyen (olumsuz) bir durumdur, fakat bu konu konfor başlığı içerisinde addedilip derinine girilmemiştir). Yine hava, su, toprak kirliliklerine yol açarak çevrede yaşayan insanların sağlıklarında olumsuz sonuçlar yaratabilecekleri gibi, bunun yanında çevrenin doğal dengesi üzerinde de uzun vadede (bazen kısa vade olabilir-hava alanı, liman inşaatları gibi) olumsuz tesirler yaratabileceklerdir

Ulaştırma sistemleri/işletmeleri geçtikleri bölgelerde genelde sosyo-ekonomik değişimlere de sebebiyet vermektedirler (bilhassa bir yerden ilk kez büyük çaplı bir ulaştırma sistemi geçerken bu olay bütün açıklığı ile gözlemlenebilir). Mesela, yollara yakın yerlerde arazi fiyatları, diğer kısımlara kıyasla daha hızlı, yükselir. Büyük iş merkezleri veya aktivite merkezleri anayollar çevresine dizilirler (13). Bütün bu sayılan değişimler genellikle olumlu yönde gelişmelerdir. Buna karşın gelişmenin plan dahilinde yapılması da bir zorunluluktur. Aksi halde, örneğin arazi kullanımında düzensiz kentleşme (gecekondulaşma) gibi durumlar ortaya çıkar ki, bu hiç de arzu edilmeyen bir durumdur

Bunların yanında, kolay ulaşılabilirlik bölgelerin genel kültürle kucaklaşmasını (globalleşme) çok daha kolay ve ucuz kılar.

3.5.ULAŞTIRMA İŞLETMELERİNDE KARAR VERME SÜRECİ [5]

Rekabet ortamına açık bir ulaştırma sisteminde, işletmenin (tabii burada birden fazla türün birarada çalıştığı bir ulaştırma sisteminden sözedilmektedir [multi-modal]) çalışma şartlarına karar vermek, yöneticinin karşısına çok boyutlu bir karar problemi çıkarır. Bu çok boyutlu karar verme probleminin karmaşık yapısı C. Lardinois (5) tarafından şu gösterimle verilmiştir :



Şekil 4 Karar Vermenin İçsel ve Dışsal Karmaşıklığı

Bir ulaştırma işletmesinin amaçları, basit bir çerçeve dahilinde şu şekilde olabilir:

- Maliyet minimizasyonu,
- Pazar payının maksimizasyonu,
- Kârın maksimizasyonu.

Bu amaçlara arzu edilen düzeylerde erişebilmek için, kuruluşun etkin bir şekilde çalıştırılması ve sistem performansının belirli bir düzeye getirilmesi gerekir. Bu aşamada sistemin performansının nelere bağlı olduğunu (nelerle tanımlandığını) belirtmek gerekebilir; Bir ulaştırma sisteminin/işletmesinin performansı,

- a- Servis düzeyleri,
 - b- Servisi gerçekleştirmek için tüketilen kaynaklar,
 - c- Şebeke üzerinde hareket eden trafik hacimleri,
- gibi kriterlere bağlıdır.

Etkin bir hizmet sunabilmek için, şirket yöneticileri, çeşitli sosyo-ekonomik, teknolojik ve kurumsal faktörleri gözönünde bulundurmalarıdır. Bu faktörler;

Demografik eğilimler (nüfus hareketleri), enflasyon oranları, işgücü maliyetleri, enerji maliyetleri, faiz oranları, altyapı durumu (etkinliği), fiyatlar, teknolojik yenilikler, birlik kuralları, düzenlemeler ve sübvansiyon politikalarıdır.

Yukarıda işletmelerde karar vermenin zorluğundan sözedilip, karar vermenin karmaşıklığını ifade eden bir şekil verilmişti;

Genellikle, çoğu kurumlarda, üretim ve bilgi alış-verişi için, belirli prosesler tarafından desteklenen " organize bir karar verme prosesi " vardır. Karar vermedeki asıl zorluk KV (karar verici) konumundaki farklı kişilerin, bahsedilen bu farklı prosesler hakkında değişik anlayışlar ve/veya değerlendirmelere sahip olmalarındadır.

İşte, işletme yönetimlerindeki bu heterojenliği giderebilmek için " karar verme " ve " bilgi yönetimi " (information management) proseslerinin, inisiyatif e yolaçmayacak bir şekilde düzenlenmesi gerekecektir.

İşletmelerde karar verme ve bilgi yönetim sistemleri (konuları) belirli düzeyler dahilinde sınıflandırılmışlardır:

- Stratejik düzey,
- Taktik düzey,
- İşletmesel düzey.

Bu karar verme (veya işletme eylemleri) düzeyleri kısaca şu şekilde açıklanabilir: Stratejik düzeyde karar verme;

- + Sunu politikasının belirlenmesi,
- + Kaynak temini,
- + Temel yatırımların tahsisleri,

konularında uygulanır. Bu en geniş boyutlu ve uzun vadeli (neredeyse sistemin ömrü kadar) olan karar verme düzeyidir. Bu düzeyde şu konulara ilişkin kararlar alınır:

- Pazar seçimi,

- Şebeke konfigürasyonu,
- Filo ve işgücü kaynağının planlanması,
- Pazarlama stratejileri,
- Terminal kapasitelerinin planlanması,
- Terminal yerlerinin belirlenmesi,
- Bütçe planlaması, vb.

Daha alt grupta gelen planlama ve karar verme düzeyi **taktik düzey**`dir. Bu seviyede, işletmenin verimliliğini ve rekabet gücünü arttırmak için, elde bulunan kaynakların tahsisi ile ilgilenilir. Bu düzeyde alınan kararlar sıklıkla şu gruplara girerler;

- 1- Frekans ve ücret belirlenmesi,
- 2- Servis çizelgesi planlaması,
- 3- Bakım politikaları, vb.

En alt düzey olan ve en kısa süreli (periyotlu) olan planlama ve karar verme düzeyi ise **işletmesel düzey**dir. Bu düzeyde alınan kararlar genelde günlük periyotlarla değişimler gösterirler. Talebin durumuna göre taşıtların çizelgelerinin değiştirilmesi gibi bir örnek bu düzeyde verilen kararlardan sayılabilir. Bunun yanında, bir trafik işletmesinden şöyle bir örnek de konuya açıklık katabilir: Herhangibir ana arter üzerinde bulunan kavşakların sinyalizasyonlarında devre uzunlukları ve fazlar, trafiğin gün içindeki durumuna göre anında değiştirilebilir. İşte bu iş için işletme tarafından verilecek kararlar bahsedilen düzeylerden en kısa vadeli olan "işletmesel düzey" içinde yer alır

4. BÖLÜM

FİLO BOYUTLANDIRILMASI, KAYNAK TARAMASI, BİR ALGORİTMA ve DEĞERLENDİRMELER

Giriş

Bu bölümde taşıt filosu ve boyutlandırılması hakkında genel bilgiler verilecek ardından bu konuda yapılmış olan çalışmaların içerikleri verilecektir. Daha sonra üç adet çalışma daha geniş olarak incelenecektir. Bunların ardından filo boyutlandırılması probleminin çözümü için bir algoritma oluşturulacaktır. Bölüm sonunda da bu konu ile ilgili sayısal değerlendirmeler ile filo boyutlandırılması problemlerinin çözümünde en sık karşılaşılan değişkenler bir tablo halinde verilecektir.

4.1. TAŞIT FİLOSU

Bir ulaştırma işini (görevini) yerine getirmek amacıyla aynı türde (hız, kapasite, konfor vs. bakımlarından) veya aynı türde olmayan taşıtlardan meydana gelmiş olan araçların kümesi bir taşıt filosu oluşturur.

4.2. FİLO BOYUTLANDIRILMASI

Bilindiği gibi ulaştırma sistemleri yalnızca, ulaştırma işinin üzerinde (veya içerisinde -hava ulaştırmasında olduğu gibi-) yapıldığı ortamlardan oluşmaz. Aynı zamanda canlıların veya eşyaların bir yerden bir yere nakledilmesinde kullanılan taşıma araçları da ulaştırma sistemlerinin vazgeçilmez unsurlarından birisidir.

Bir önceki tanımda da verildiği gibi canlıların ve eşyaların naklinde (taşınmada) kullanılan taşıma araçlarının oluşturdukları gruba "taşıt filosu" denilmektedir. Zaman içerisinde ekonomik kısıtlar insan hayatında eski zamanlara kıyasla daha fazla etkili olmaya başlamıştır. Bu durum ulaştırma konusunda da aynı etkiye sahiptir. Hatta bilinen bir gerçek şudur ki; İnsan toplumunun ekonomik ve sosyal gelişmesi ulaştırma olanaklarının iyileşmesine (gelişmesine) paralel olarak bilhassa son iki yy.'da inanılmaz hızlara ulaşmıştır. Burada ulaştırmadan kasıt, yalnızca fiziki ulaştırma değildir, bilgiye (enformasyon) erişim de bir tür ulaştırmadır denilebilir.

Konuya geri dönülürse (fiziki ulaştırma); ulaştırma sistemlerinin kullanıcıları olduğu gibi işletmecileri de vardır, bu işletmeciler devlet kuruluşları olduğu gibi özel girişimciler de olabilmektedir. Bilhassa özel girişimcilerin işlettikleri (sundukları) ulaştırma hizmetlerinde ekonomik kazanç (kârlılık) ön plana çıkmaktadır. Bu durumda işletmeci ile kullanıcının bazı çıkar çatışmaları olacaktır. Şöyle ki;

- İşletmeci kendisine en uygun gelen işletme tarzını tercih edecektir (burada en uygun gelenden kasıt; İşletmecinin kendi değer ölçütlerine göre kullanıcıyı da belli ölçülerde tatmin edip kendi pazarından uzaklaşmasına sebep olmayacak bunun yanında da kendi çıkarlarını da kollayacak bir tarzdır).

- Kullanıcı da kendi isteklerini tam olarak karşılayan (en azından kendi seyahat isteklerine en yakın şartları sunan) işletmecileri tercih edecektir.

İşletmeciler, akılcı ve çekici bir hizmet sunmak istiyorlarsa, yukarıda kısaca bahsedilen bu çıkar çatışmasını sürekli olarak gözlemleyip işletme stratejilerini sürekli olarak günün şartlarına uydurmak durumundadırlar.

İşletmeci ile kullanıcı arasında olduğundan sözedilen çıkar çatışmasının bir benzeri de "düzenleyici" ile işletmeci arasında yaşanmaktadır. Esasında bundan bir çıkar çatışması olarak söz etmek o kadar doğru değildir. Çünkü, isminden düzenleyici olarak bahsedilen varlık (bir bakıma) kanun kuvvetini temsil etmektedir ve yaptırım uygulama yetkisi vardır. Bu açıdan bakıldığında işletmeci düzenleyici ile çalışamaz denebilir. Yani düzenleyicinin belirlemiş olduğu işletme kuralları çerçevesine uymak durumundadır. Düzenleyici sorumlu olduğu bölgedeki çalışma şartlarını duyurur, bu şartları kabul eden işletmeci adayları da işe girerler.

Bunlardan daha önce sözedilmesi gereken diğer bir varlık da "sunucu"dur. Sunucu, kısaca tanımlamak gerekirse, ulaştırma sistemini işletmecilerin ve kullanıcıların hizmetine sunan varlıktır (kurumdur) denebilir. Ulaştırma sistemlerinin yapılması çok büyük parasal harcamalar gerektirdiklerinden genelde özel teşebbüsler eliyle değil de resmi kurumlar (devlet, belediye gibi) tarafından finanse edilirler.

Ulaştırma sisteminin çerçevesinin tamamlanması için son olarak "çevreden" bahsetmek gereklidir. Burada bir sistemden bahsediliyorsa çevrenin sistemden ayrılmaz

bir bütün olduğunu da hatırdan çıkarmamak gereklidir. Çevre ile ulaştırma sistemi çok yoğun bir etkileşim içerisindeyler. Hutchinson çevreyi; "sistem dışında olan, sistemin davranışını etkileyen ve sistemin davranışından etkilenen bileşenler kümesi" olarak tanımlamıştır (2).

Taşıt filoları ulaştırma sisteminde işletmecilerin yönetimi altında bulunan sistem bileşenleridir denilebilir. Bir işletmenin yönetiminde en öncelikli amaç (eğer özel teşebbüs ise) işletmenin kârlılığının sürdürülmesidir. Bu durumda elde bulunan taşıtlar en kârlı şekilde kullanılmaya gayret edilecektir. Bunun sağlanması için taşıt filosunun sürekli bir şekilde sistem üzerinde yeniden dağıtımının yapılması gerektiğinde boş hareketler vasıtası ile taşıta ihtiyaç duyulan, sistem üzerindeki diğer noktalara gönderilmeleri gerekecektir. Ayrıca, sistem üzerinde her noktada aynı büyüklükte seyahat talebi olmayacağı açıktır. Bu sebeple düşük talep olan yerlerde daha küçük kapasiteli taşıtlar kullanılması daha verimli olabilecektir. Böylelikle eldeki taşıt filosunun tip açısından farklılık göstermesi durumu hasıl olacaktır. Farklı tipte taşıtların kullanılması filo boyutlandırılması konusunda etkili olan bir değişkendir.

Tabii burada ulaştırma sistemlerinin dinamik ve stokastik yapıda olduğu kabulünden hiç söz edilmedi. Gerçekten de ulaştırma sistemlerini statik deterministik yapıda ele almış olan eski çalışmalar da vardır. Fakat bunlar günümüzün hesaplama olanakları artık stokastik ve dinamik durumları incelemeye olanak tanıdığından artık geçerliliklerini yitirmişlerdir ve yalnızca karşılaştırmalarda örnek olmaları amacıyla kullanılmaktadırlar.

Ulaştırma sistemleri dinamik bir ortamdadırlar, çünkü sisteme olan talepte sürekli bir değişim söz konusudur. Aynı zamanda sistemde olan olaylar stokastiktirler, çünkü ulaştırma eyleminin en önemli değişkeni olan seyahat süresi (zaman) birçok dışsal etken tarafından etkilenmektedir ve böylelikle olasılıksal bir yapı arz etmektedir.

Yukarıdaki paragrafta ulaştırma sistemlerinde olan olayların stokastik süreçlerde gerçekleştiklerinden bahsedilmişti. Tüm bunların başında gelen sebep esasında insanların kendi davranışlarının stokastik yapılarda olmalarıdır. Sistem de, insanlar eliyle işletildiklerinden, sistemde gerçekleşecek olan olayların (eylemlerin) stokastik yapılar arz etmeleri doğal olacaktır.

Şimdi özel bir işletmecinin taşıt filosunu boyutlandırırken nelere önem verdiği incelenmeye çalışılacaktır: Daha önce söylenildiği gibi işletmecinin öncelikli amacının yapacağı işten kâr etmek olacağı açıktır. Aslında önceki söylenenlerde ufak bir düzeltme yapmak da mantıklı olacaktır. Çünkü, işletmelerde kârı maksimum yapan yönetim tarzı her zaman en verimli işletmeciliği sağlamayabilir. Şöyle ki; Uzun vadeli düşünülürse, en yüksek birim kârı getiren işletme tarzı uzun vadede sistemden kullanıcıların uzaklaşmasına sebep olabilecektir (bilhassa rekabet ortamının olduğu pazarlarda işletmeciler -kanuni sınırlamaların içerisinde kalmaları halinde bile- kendi başlarına karar veremezler ve pazardaki rakip şirketlerin hareketlerine de önem vermek zorunda kalırlar [oyun kuramı]). Böylece işletmeciler arasında bir etkileşim doğar ve işletmeciler birbirlerine bağlı olarak işletme tarzlarını (stratejilerini) oluşturmak durumunda kalırlar. Tam rekabetin olduğu bir pazarda ulaştırma hizmetini sunan işletmeciler kârları-pazar payları-sundukları hizmetin servis düzeyi gibi değişkenler arasında çok boyutlu bir karar problemi ile karşı karşıya kalırlar ki; bu karar sürecinde yapılacak hatalar, işletmenin pazar içindeki etkinliği ve dolayısıyla kârlılığı üzerinde hayli olumsuz etkilere sahip olurlar.

İşte bu noktada, işletmecinin hizmeti sunmasında faydalandığı en büyük yatırımı olan taşıt filosunun boyutunun (bunun yanı sıra sahiplik türünün) önemi ortaya çıkmaya başlar. Zira, işletmenin kendi ihtiyaçlarına cevap verebilecek olandan daha büyük bir taşıt filosunu elinde bulundurması atıl kaynaklar yaratacaktır. Tabii bu atıl kaynakların durdukları yerlerde işletmeye maliyetleri olacaktır. Bunun yanında işletme kendine yetecek büyüklükte bir taşıt filosuna sahip değilse, bu durumda pazar içerisinde kendisine gelecek olan seyahat talebinin bir kısmını geri çevirmek durumunda kalacak ve olası gelirlerinden zarar edeceği gibi zaman içerisinde güvenilirliğini de yitirip olan pazar payından da kayıpları olacaktır.

Bahsedilmesi gereken diğer önemli bir nokta da; Elde bulunan taşıt filosunun nasıl en etkin bir şekilde kullanılması gerektiğidir. İşletmecinin elinde yeterince büyük bir taşıt filosu bulunmasına karşın etkin bir hizmet sunamıyor olabilir. Bu gibi bir durumu şu şekilde özetlemek mümkündür ;

İşletmeci ulaştırma sisteminin dinamik ve stokastik yapısını dikkate almıyor ve durağan bir çevrede işletmecilik yaptığını varsayıyor olabilir. Böyle bir anlayışla kendi bölgesinde hizmet sunarken beklenmeyen durumlar meydana geldiğinde (kazalar, arızalar,

trafik tıkanıklıkları vb.) hizmeti aksamaya başlayacaktır. Bunun yanında, talep değişken olduğu için, her zaman beklediği kadar bir kârlılığa da erişemeyecektir. Taşıtlarının beklediği miktarda çalışmadığı zamanlarda, gereğinden fazla atıl kaynağa sahip olacak ve bunlar için maliyet ödemeye (depo, amortisman, taşıt personeli) mahkum olacaktır. Hele kiralama yolu ile taşıt filosu işleten kurumlarda etkin bir hizmet sunmak iyiden iyiye ön plana çıkacaktır. Çünkü işletme zaten gelirinin önemli bir kısmını taşıtların kira (veya leasing) ücretlerini ödemeye ayırıyor olacaktır.

İşletmecinin, sunucu gibi resmi bir kurum olduğunu kabul edersek farklı durumlar ile karşı karşıya kalınır. Çünkü devlet eliyle işletilen ulaştırma sistemlerinde asıl amaç işletmenin kârlılığını sürdürmekten ziyade toplumun ihtiyaçlarına, zararına bir işletmecilik sözkonusu olsa dahi, cevap verebilmektir. Bu işletmelerin yönetim ve işletmecilik bilimlerinin ihmal edilerek yönetilmesi yine de akıllıca bir hareket olmayacak ve düşüncesizce yapılacak işletmeciliğin faturası yine halka çıkacaktır. Çünkü resmi kurumlar sundukları hizmetlerin büyük bir oranını halktan topladığı vergiler kanalıyla finanse etmektedirler. Bu durumda işletmeciliğin halkın maksimum yararı gözetilse dahi belirli ekonomik kısıtlar altında yapılması gerekecektir (Örn; Ulusal demiryolları ve havayolları genellikle tüm ülkelerde zarar etmektedirler ve işbaşındaki hükümetler tarafından sürekli olarak sübvansede edilmektedirler. Sürekli olan bu desteklemelere karşın yine de bu sistemlerin sundukları hizmetler kullanıcıları tam olarak tatmin edememektedir).

Bu konuyu geçmeden önce, kısaca şu görüşlerden de söz etmekte yarar olabilir; Devlet eliyle (resmi kurumlar) halkın kullanımına sunulan hizmetler maddi kazançlar elde etmeyi amaçlamıyor olabilirler. Buna karşın, kullanıma sunulan her hizmette şu veya bu şekilde bir fayda sözkonusu olmaktadır. Şöyle ki; belirli bir bölgeye ulaştırma hizmeti götürmek özel teşebbüs açısından kârlılık getirmeyecek olabilir. Oysa, sözü edilen bölgeye ulaştırma hizmeti götürmek uzun vadede o bölgenin ekonomik olanaklarını erişilebilir bir hale getirir. Bu sayede milli ekonomi kendisine artık değer üretmiş hale gelir. Bunun yanında bölgenin, ülkenin diğer kesimleri ile alış-verişi kolaylaşır ve ekonomik aktiviteler artar. Sosyal değişimler de görülür. İşte bunlar, ekonomik olarak kazançlı olmayan bir hizmetin, devlet kanalıyla bir bölgeye sunulmasından uzun vadede elde edilebilecek kazançlardan bazılarıdır. Olay, makro ekonomik düzeyde ele alınırsa, esasında bu hizmetten dolayı bir kaybın değil bir kazancın varolduğundan sözedilebilir.

Tabii bu belirlemenin nasıl yapıldığından burada sözedilmemektedir, fakat farklı metotlar ile ekonomik karşılaştırmalar, bazen de değer analizi yapılması gerekmektedir.

Resmi kurumların sundukları ulaştırma hizmetlerinde de kullanılan taşıt filolarının boyutlandırılması, en azından zararlarını en aza indirmek yolunda atılmış faydalı bir adım olacaktır şeklinde düşünülmektedir.

4.3. FİLO BOYUTLANDIRILMASI KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALARIN İÇERİKLERİ [12]

1- Filo Yönetimi İçin Bir Karar Destek Sistemi (D.Avramovich, T.M. Cook, Interfaces 3 1982)

Bir şirketin filo planlaması bölümünde, filo konfigürasyonunu planlamak için bir karar destek sistemini açıklayan bir çalışma yapılmıştır. Sistemin özünde, müşterilere ne tür bir hizmet sunulacağını belirlemeye yardım eden (karar vermeye yardım eden) bir LP (lineer programlama) modeli vardır.

2- Bir Ulaştırma Şebekesi İçin Uçak Sayısının Minimize Edilmesi (J.A.M. Wolters, EJOR, (Ned), 1979)

Çalışmada, sekiz yerleşimli bir şebekeden oluşan bir ulaştırma problemi ele alınmıştır. Herbir yerden diğer 7 yere havayoluyla taşınacak malların miktarları bilinmektedir. Taşımacılık doğrudan veya aktarmalı olabilmektedir. Uçakların kapasiteleri bilinmektedir ve taşımacılık 22:00-5:00 arası tamamlanacaktır. Problem üç aşamada çözülmektedir: İlk olarak uçak sayısı için bir alt sınır belirlenmektedir. Ardından karışık tamsayı programlama ile, kapasite kısıtlarını ihlal etmeden yükleri son noktalarına, sırayla, toplam seyahat sürelerini minimize edecek şekilde taşıyan bir şebeke oluşturulmaktadır. Son olarak her uçak, şebekenin bir parçasına, toplam seyahat süreleri, belirlenen zaman periyodu içinde kalacak şekilde atanır.

3- Beton Dağıtımı İçin Kamyon Filosu Kompozisyonu (D.G. Woods, F.C. Harris, Loughborough Univ. of Tech., UK, 1979)

Bir beton üretim tesisinin taşıt filosu kompozisyonunun belirlenmesi için hesapsal bir model. Müşterilerin istem miktarları ve kullanılabilir kamyon boyutları arasındaki etkileşimi göstermek için bir simulasyon yaklaşımı kullanılmıştır.

4- Filo Boyutu ve Karışık Araç Rotalama Problemi (B. Golden, A.A Assad, Ops. Res., UK, 1984-11, 49-66)

Bu makalede, bir taşıt filosunun merkezi bir depodan talepleri bilinen müşterilere rotalanması problemi ile ilgilenilmektedir. Rotalar merkezi depoda başlayıp bitmektedir, ve kapasite kısıtları gözardı edilmektedir. Homojen filo kabulünden kaçınılmıştır (farklı tiplerde taşıtlara sahip olunduğu varsayılıyor). Amaç optimal filo boyutunu ve kompozisyonunu, sabit ve değişken maliyet bileşenlerinden oluşan toplam maliyet fonksiyonunu minimize ederek belirlemektir. Sezgisel yaklaşımlar ve alt sınır üretmek için tekniklerle beraber, optimal çözüme yakın çözümler açıklanmıştır.

5- Filo Boyutu ve Araç Rotalama Çözüm Tekniklerinin Karşılaştırılması (F. Gheysens, A. Assad, OR-Spectrum, 1984-4, 207-216)

Filo boyutu ve araç rotalama probleminde, araç temini ve rotalama maliyetlerini minimize edecek kararlar alınır. Varolan sezgiseller ve alt sınır prosedürleri gözden geçirilmiş ve yeni bir sezgisel sunulmuştur.

6- Minimum Filo Boyutu Problemine Geliştirilmiş Bir Alt Sınır (H.I. Stern, A.Ceder, Trans. Sci 17, 1983, 471-477)

Boş seyahatlere izin verildiği durumlarda minimum filo boyutu için bir alt sınır veren bir prosedür sunulmaktadır. Bunun, yazarların önceki çalışmasında sunulan URDHC (unit reduction deadheading trip chain-boş seyahat zincirinde birim azalma) programından daha iyi sonuçlar verdiği gösterilmektedir. URDHC programı, zaman tablosuna (çizelgesine) gerekli filoyu azaltmak için boş seyahatler eklenmesine olanak tanıyan interaktif otobüs çizelgeleme programı idi.

7- Genel Taşıyıcı Opsiyonu Varlığında Kamyon Filosu Boyutlandırılması İçin Planlama (B.L. Golden, A:Assad, L.D.Bodin, Decision Sci, 1984-14, 103-120)

Problemin çözümü şebeke optimizasyon problemleri dikkate alınarak yapılmıştır. Konu bir dağıtım planlaması problemi olarak ele alınmıştır. Ticari bir firma, birçok O-D (başlangıç- son) çiftine servislerini, kendi araçlarını veya genel bir taşıyıcıyı kullanarak yapmak durumundadırlar. Problem, optimal filo boyutunu ve sonucu olan, rota-zaman kısıtlarını maksimum düzeyde tatmin eden araç rotalarını bulmaktır.

8- İşletme Menzili Maksimize Etmek İçin Araç Filosu Yakıt Doldurma Stratejileri (A. Mehrez, Ben Gurion Univ., Israel)

Bu çalışmada, taşıtların şebeke üzerinde yakıtlarını yenileyecekleri en iyi yerler bulunmaya çalışılarak çalışma menzilleri maksimize edilmeye çalışılmıştır. Bu sayede işletmenin aynı görevi yerine getirebilmesi için daha az taşıt kullanabileceği umulmaktadır. Problemin çözümü için matematiksel programlama teknikleri kullanılmıştır.

9- Taşıt Filosu Kompozisyonu (J.E. Beasley, JORS, UK, 1983-1, 87-91)

Bu makalede bir taşıt filosunun optimal kompozisyonunu belirleme problemi üzerinde durulmuştur (en iyi filo boyutu ve en iyi filo düzeni). Problemin yeni bir formülasyonu ve literatür taraması sunulmuştur.

10- Filo Boyutu ve Karışık Araç Rotalama Problemi İçin Yeni Bir Sezgisel (M. Desrochers, Opns. Res, UK, 1991-3, 263-274)

Bilinen taleplerle, bir filoyu etkin bir şekilde kullanmaya gayret eden sezgisel bir metot geliştirilmeye çalışılmıştır. Amaç, minimum toplam maliyetli filo kompozisyonunu ve rotalar kümesini bulmaktır.

11- Başka Taşıyıcıların Bulunabildiği Ortamda Filo Boyutu Planlaması (J.G. Klincewicz, Trans. Sci., 1990-3, 169-182)

Eşyaların bir depodan yerel tüketicilere iletilmesi malzeme lojistiği (desteği) sistemlerinin kritik bir yönüdür. Bu işin yapılmasında işletmenin kendi özel taşıt filosu mu yoksa kiralık bir filo mu kullanacağını belirleyen stratejik bir karar verilmelidir. Hangi türün daha iyi olacağına veya nasıl bir karışımın (işletmenin kendi araçları ve kiralık araçların kombinasyonu) kullanılacağına karar veren bir sezgisel yöntem oluşturulmuştur.

12- Tamsayılı Lineer Programlamanın Filo Atanması Problemine Uygulanması (J. Abara, Interfaces, US, 1989-4, 20-28)

İki veya daha fazla filonun bir uçuş çizelgesine atanmasına olanak tanıyan bir çalışmadır. Amaç fonksiyonu farklı formlar alabilmektedir : Karın maksimum, maliyetin minimum veya belirli bir filo tipinin optimal kullanımı gibi. American Havayolları modeli, filo planlaması ve çizelge iyileştirmesinde kullanılmaktadır.

13- Yük Taşımacılığında Boş Akımların ve Filo Yönetimi Modellerinin Gözden Geçirilmesi (P.J. Dejax, T. Crainic, Trans. Sci., 1987-4, 227-248)

Hangi türle olursa olsun yük taşımacılığı büyük ölçüde boş akımlar yaratır. Bunun iyi analiz edilmesi her düzeyde planlama için önemlidir. Bu çalışmada boş araç akımı problemleri ile ilgili bir yöntem sunulmuştur.

14- Taşıt Filosu Yenilenmesi İçin Yıllık Bakım Maliyeti Limitlerinin Belirlenmesi (A. Jardine, Univ. Birmingham, UK, 1976)

Sabit ekonomik ömür yaklaşımı ile araç yenilenmesi kararı hakkında bir çalışma yapılmıştır. Filodaki araçların yenilenmesi kararı için kriter olarak "yıllık bakım maliyeti" sınır olarak alınmıştır.

15- Rota Kısıtlı Filo Çizelgelemesi (C.S. Orloff, Tras. Sci., 1976-2, 149-168)

Geniş boyutlu filolarda sabit çizelgeler kolaylıkla yapılabilir. Buna karşın esnek çizelgelerin yapıları daha karmaşıktır ve problemin kesin çözümü için etkin bir algoritma oluşturulamamaktadır. Problemin çözümünde sezgisel bir yöntem kullanılmıştır ve bu çözüm okul servisleri işletmelerinde kullanıldığında iyi sonuçlar vermiştir.

16- Filo Operasyonlarının Döngüsel Kuyruk Modelleri (E. Koenigsberg, R.C. Lam, Opns. Res., 1976-3, 516-528)

Bir başlangıç ve bir veya iki boşaltma yerli sistemler bu tip problemlere örneklerdir. Bu çalışmada sıvı gaz taşıyan gemiler incelenmiştir. Filo boyutunu minimize etmek için analitik ve simülasyon modelleri kullanılmıştır.

17- Yatırım Amaçları İçin Gemi Filo Boyutunun Optimum Seçimi (Y. Murotsu, K. Taguchi, Opns. Res., 1976, 301-302)

Bu çalışmada, doğrusal olmayan çözüm teknikleri ile (ve dinamik programlama) maliyetleri minimize eden optimum filo boyutu belirlenmeye çalışılmıştır.

18- Filo Boyutunun Azaltılması İçin Boş Seyahat Eklemeleri İle Açık (deficit function) Fonksiyon Otobüs Çizelgeleri (A. Ceder, H.I. Stern, Trans. Sci., Nov-1981)

Makalede İsrail ulusal otobüs işletmesi ele alınmaktadır. Daha önceden Gantt tabloları vasıtasıyla manuel olarak yapılan çizelgeleri, açık fonksiyon tekniği kullanılarak kompüterize edilmiştir. Ayrıca bu teknik, terminallerde gerekli olan taşıt sayıları tespit edilip, diğer terminallerden oralara aktarma yapılması önerileri getiren çözümler üretilmiştir. Bu sayede, tüm görevleri yerine getirebilmek için işletme elindeki olanakları sonuna dek kullanmış olacaktır.

19- Araç Dağıtımı ve Filo Boyutu İçin Bir Model (G.J. Beaujon, M.A. Turnquist, Trans. Sci., Feb-1991)

Bu çalışmada, bir araç filosu boyutunun belirlenmesi ile, bu filonun kullanımı (faydası-utilizasyon) arasında ilişkiler olduğu açıklanmış ve dinamik ve belirsiz koşullar altında boyutlandırma yapabilmek için (optimizasyon yapabilmek için) bir model formüle edilmiştir. Modele bir şebeke yaklaşımı sunulmuş ve bir çözüm yöntemi önerilmiştir. Sonuçta, hayali örnekler yardımıyla modelin doğruluğu test edilmiştir.

20- Dinamik Uçak Filosu Boyutlandırılması (U. Laeuchli, E. Landa, OR, Ned., 1981, 673-686)

Havayollarının geleneksel filo planlaması yöntemleri kısıtlı sayıda seçeneğe dayanılarak yapılır. Buna karşın olası pazar senaryoları ve kullanılabilir uçak tipleri sürekli artmaktadır ve bu alternatiflerin parametre değişimlerine duyarlılıklarının ölçülmesine daha çok çaba sarfedilmesi gerekmektedir. Bu makalede, belirli bir zaman periyodundaki olası filo değişimlerini temsil eden dinamik programlama ile oluşturulmuş bir şebeke açıklanmaktadır. Model kullanıcıya, şebekenin farklı gelişme yollarından değerlendirilmesi ve etkili faktörlerdeki değişimleri tahmin edebilmesi olanaklarını sunar.

21- “MOV-EM: Boş Yük Vagonu Dağılımı İçin Bir Şebeke Optimizasyon Modeli” (M.A. Turnquist, School of Civil Eng., Cornell Univ., Ithaca, 1986)

Bu çalışma iki yönden yeniliklerle doludur: Birincisi; yazarlar kârları maksimize etmeye çalışırken, bazı maliyet elemanlarını birarada dikkate almışlardır: karşılanan taleplerden gelen kârlar, depolarda kullanılmadan bekletilen vagonlar, talepleri karşılayamamaktan ötürü doğan yetersizlik maliyetleri ve istasyonlar arası seyahat eden vagonların maliyetleri gibi. İkinci olarak; yazarlar modellerini, sununun, talebin ve seyahat sürelerinin stokastik yapıda olduklarını kabul ederek kurmuşlardır.

Model bir zaman-mekan şebekesi kullanmaktadır ve doğrusal bölünebilir (linear decomposable) kısıtları olan nonlinear bir optimizasyon problemidir. Modelle, beklenen karlılık amacı maksimize edilmektedir. Bu yapılırken, bilinen ve tahmin edilen sunular ve yük sahibinin boş vagon talebi (farklı tiplerde ve şebekenin farklı yerlerinde), seyahat süreleri, gelirler, bekletme maliyetleri ve yetersizlik maliyetleri kullanılır.

Elde bulunan bilgiler ve tahminler kullanılarak, şu an için en iyi karar verilir ve gelecekteki dağıtım kararları hazırlanır. Zaman ilerlerken, ek bilgiler elde edilir ve model yeni “ şu an “ için güncellenmiş veriler kullanılarak tekrar çalıştırılır.

22- “Boş Yük Vagonlarının Optimal Yerleştirilmesi”, (L.L. Ratcliffe ve diğerleri, Simulation, 269-275, 1984)

Yazarlar, belirli bir zaman periyodunda, yük vagonu kullanımını, gelir getirecek tamamlanmış seyahat sayısını arttırmak yolu ile yükseltmeyi hedeflemişlerdir. Bu işi, boş vagonları beklenen taleplere yakın yerlere önceden yerleştirerek yapmışlardır, böylece boş seyahat mesafesi azaltılmış ve sistemin boş vagonları anında ve kısa yoldan ihtiyaç duyulan yere servis yeteneği arttırılmış olmaktadır.

Modelde, optimal vagon hareketlerini bulabilmek için, toplam seyahat süresini minimize eden lineer ulaştırma programı kullanılmıştır. Eğer bilinen taleplerin olduğu yerlerde fazladan vagon varsa, bunlar talep oluşması muhtemel yerlerin yakınlara gönderilirler. Bu iş de stokastik bir LP ile yapılmaktadır.

23- “Boş Konteyner Konuşlandırılması ve Kiralanması: Bir Optimizasyon Modeli”, (H. Florez, Doktora Tezi, Polyt. Ins. NY, 1986)

Çalışmada, boş gemi konteynerlerinin konuşlandırılma ve kiralama problemleri ele alınmaktadır. Bu sahada yapılmış çalışmalara dayanılarak, dinamik bir taşımacılık şebekesi kurulmuş ve daha sonra problem iki farklı LP algoritması ile çözülmüştür. Bu bir gemicilik şirketinin yönetiminde, şebekedeki herhangi bir yerden (limanlar veya iç terminaller) her aracın (şilep, tren, kamyon, mavna) ayrılıma kadar kullanılabilecek işletmesel bir modeldir. Yöntem, yapılacak her sefer (taşımacılık) için, gidecek araca yüklenecek boş birimler ve kiralanacak birim (konteyner) sayıları hakkında, zaman ve yer önerileri ile birlikte stratejiler sunmaktadır. Planlama süresi kullanıcı tarafından

belirlenebilmektedir. Yöntem ABD-Brezilya arasında yapılan ticari taşımacılıkta kullanılmaktadır.

24- “Yük Vagonu Deposu Mantiğı İle Boş Yük Vagonu Dağıtım Modeli”, (Trans. Res. 19B, 169-185, 1985)

Farklı demiryolu şirketlerine ait yük vagonlarının ortak kullanımı ile ilgili bu çalışmada , aynı tipteki vagonların oluşturduğu deponun sürekli olarak merkezi bir şekilde kontrol edildiği ve vagonların gönderildiği bir model önerilmektedir. Burada depo kelimesi ile vagonların beklemeleri için oluşturulmuş bir alan ifadesi verilmek istenmemektedir. Ortak çalışan şirketlerin vagonları bir depo (veya filo) oluşturmaktadırlar. Talebin (yük sahiplerinden dolayı) ve sununun (merkezi izleme sisteminden) yeterince bilindiği kabul edilmektedir.

Modelin amacı, sistemdeki her vagon için inceleme periyodundaki vagon depolama ve seyahat maliyetlerini, yetersizlik cezalarını minimize edecek günlük bir dağıtım yönergesi geliştirmektir. Model bir zaman-mekan şebekesinde doğrusal ulaştırma problemi olarak formüle edilmiştir.

25- “Zaman İçinde Boş Yük Vagonu Depolarının Büyük Boyutlu Şebekelerde Dağıtımları”, (T.S.Glickman, H.D.Sherali, Trans. Res. 19, 85-94, 1985)

Şirketlerin ortak vagon kullanımı ilkesi bu çalışmada da yer almıştır. Yalnız burada, kısıtlı değiştirme olanakları ile beraber farklı tipte vagonların olabileceği varsayılmıştır. Modelde, herbiri boş vagonları optimal dağıtmaya yönelik olan farklı yaklaşımlar sunulmaktadır. Öncelikle sistem modeli basitçe, boş vagon deposundaki değişimlerin ve dağıtımların toplam maliyetini minimize etmektedir. Bu, yetersizliklerin belirlendiği zaman-mekan şebekesinden çıkarılan klasik ulaştırma problemi ile formüle edilmektedir. İkinci olarak, sistem modeli demiryolu şirketleri arasındaki görelî faydaların dengesini iyileştirmeye çalışır. Üçüncü olarak, “ şirket merkezli “ model, vagonların

dağılımından ve değişimlerinden kaynaklanan maliyetleri minimize eder. Modellerin çözümlerini kıyaslaması ile demiryollarının amaçlarının gerçekleştirildikleri görülmüştür.

26- “Belirsiz Taleplerde Dinamik Araç Dağıtım Problemi”, (W.B. Powell ve diğerleri, 9th. Int. Symposium on Trans. & Traff. Theory, 357-374, VNU Sci. Press. The Netherlands, 1984)

Çalışmada, beklenen net geliri maksimize etmeye yönelik olarak, aynı tipte olan bir kamyon filosunu bir zaman-mekan şebekesinin uygun noktalarına/bölgelerine yerleştiren bir model açıklanmaktadır. Talep tahminleri, ortalama ve varyansları Erlang Dağılımı’ndan bilinen rasgele değişkenler olarak alınmışlardır. Tersine, kamyon sunusu deterministik kabul edilmiştir. Sonuç modeli, nonlinear (konkav) şebeke optimizasyonu problemi şeklindedir. Formülasyon FW yaklaşımı ile yapılmıştır. Verilen her iki formülasyonda da karar değişkenleri, zaman içinde bölge çiftleri arasında hareket eden raslansal araç akımlarıdır. Gerçek bir taşıma şirketine uygulanan modelin sayısal sonuçları sunulmaktadır.

27- “Belirsiz Taleplerde Dinamik Araç Dağıtım Problemi İçin Bir İşletme Planı Modeli”, (W.B. Powell, Trans. Res. 21B, 217-232, 1987)

Bu çalışmada, aynı tipte araçlardan oluşan bir filonun, gerçek zaman çevresinde (real time environment), belirsizlik durumunda, nasıl dağıtımının yapılacağını anlatan bir model verilmektedir. Burada dinamik şebeke formülasyonu kullanılmaktadır. Çalışmanın yeni olan tarafı, kısmen stokastik kısmen deterministik yapıda olmasıdır. Deterministik yaylar (arcs) (genel olarak ilk zaman periyodunda bölgelerden/düğümlemlerden yayılırlar) maliyetleri ve gelirleri bilinen ilk boş ve dolu araç hareketlerini temsil ederler. Stokastik olan yaylar (arcs) belirsiz olan bilgileri temsil ederler: Boş aracın, planlama periyodu içinde belirsiz bir yüke ikinci veya üçüncü kez yollanması, gibi. Bu yaylar üzerindeki maliyetler, planlama döneminin sonuna dek olan süre içindeki tüm yük seyahatlerinden beklenen kazançların değerlerini ifade ederler.

28- “Büyük Şebekelerde Ekipman Kullanımı ve Üretim Dağılımı Kararlarının Koordinasyonu”, (M.A. Turnquist, W.C. Jordan, Report GM-5705, Mich., 1987)

Birkaç türle birlikte taşımacılık yapmak günümüzde oldukça revaçta olan bir nakliyat çeşididir. Çok türlü dağıtım sistemlerini kullanan bir şirket için, problem her yük çeşidi için dolu ve boş araç maliyetlerini minimize edecek nakliye türünün belirlenmesi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu çalışmada bahsedilen problemi çözmeye yönelik olarak bir model sunulmaktadır. Çalışmaya başlanılmasının ana sebebi büyük bir otomobil üreticisinin ürünlerini tren ve/veya kamyonlarla satıcılara nakliye etme sorununa bir çözüm getirmek olmuştur. Yazarlar problemi öncelikle bir lineer programlama modeli olarak formüle etmişlerdir. Burada, türlerarası alternatiflerdeki yüklü akımlar (eldeki durumda yalnızca demiryolu kamyon kombinasyonu mümkündür) ve her türün boş akımlarının kesin olarak belli olduğu varsayılmıştır. Boş vagonlar üretim tesislerine geri gönderilirlerken, kamyonlar rotalama kısıtlarına uymak durumunda olacaklardır. Bundan sonra model, nonlinear bir şekilde yazılmıştır. Bu dönüştürme ile problem, alt problemleri LP ulaştırma problemleri olan, bir FW algoritması şekline dönüştürülmüş ve çözüme gidilmiştir.

29- “Ulaştırma Sistemi Özellikleri ve İşletmesi Alanında Araştırma Olanakları”, (M.A. Turnquist, Trans. Res. 19A, 357-366, 1985)

Araştırmacı genel olarak birçok farklı filo boyutlandırılması problemini incelemiştir. Sonuç olarak çözülmesi gereken önemli problemler olduğu kanaatine ulaşmıştır. Araç filosu boyutlandırılması konusunda deterministik ve stokastik modelleri birbirinden ayıran bir öneri (yöntem) sunmuştur: Bir’den bir’e (bir başlangıç bir son noktası), bir’den çok’a (klasik rotalama problemlerinin çoğu bir depodan birçok müşteriye servis yapıldığını varsayar) ve çok’tan çok’a problemleri; tam veya kısmi yüklü araç problemleri şeklinde gruplandırmalara gitmiştir.

30- “Çok Demiryolu Şiketi Olan Yerlerde Yük Vagonu Yönetimi İçin Genel Model”, (R.V. Muehlke, Tras. Res. Rec. 966, 14-22, 1984)

Taşıyıcılar arasında işbirliği ve ortak depolar oluşturulması, boş araç kullanımını artırarak filo boyutunu azaltan bir etken olarak görülmektedir. Amerika demiryolu sistemi birçok bağımsız demiryolu kuruluşundan oluşmakta ve yük vagonlarının çoğu yüklendikleri demiryolu şirketinin alanı dışındaki başka bir demiryolu şirketinin bölgesinde boşaltım yapmaktadır. Buradaki soru; ilk şirketin vagonunun boşaltıldıktan sonra nasıl kullanılacağıdır. Geleneksel çözümler, diğer şirketin alanında kullanılan vagonun kullanımından doğan gelirlerin miktarına dayanmakta idi.

Yapılan çalışmaya göre, yukarıdaki ve benzeri stratejilerin vagonların kullanım oranlarını azaltmakta olduğunu ve vagon sahipliği için fazladan yatırım yapıldığı gösterilmektedir. Bu durumu göstermek için iki basit model geliştirilmiştir. Model, demiryolları arasında koordine çalışmaların gerekliliğini, eğer şirketler karlılıklarını artırmak ve yük sahiplerine verilen hizmetin düzeyini iyileştirmek istiyorlarsa, göstermektedir. Eldeki vagoların daha iyi kullanımı, icelenen tüm demiryolu şirketleri için gelecekteki vagon sahiplik maliyetlerini ve şimdiki işletme maliyetlerini azaltacaktır.

31- “New York Kenti Halk Sağlığı Kurumu Deniz Kısımında Filo Boyutlandırılması ve Dağıtımı”, (R.C. Larson, MIT; A. Minkoff, IBM Corp.; P. Gregory, NYC DOS; Vehicle Routing: Methods & Studies, Elsevier Publishers, 1988)

New York Kenti Halk Sağlığı Kurumu (NYC DOS), kentin farklı kesimlerinden, mavnalar, römorkörler ve bazı sabit tesislerden oluşan bir ulaştırma şebekesi ile, kentin atık maddelerini, dünyanın en büyük açık depolama alanı olan Staten Adası'na taşımaktadır. Bu çalışmanın amacı, gittikçe katlanmakta olan atık miktarının taşınması için gerekli olacak mavna ve römorkör filosu büyüklüğünün ve çalışma şeklinin belirlenmesine yönelik bir model oluşturmaktır. Bu bağlamda araç rotalaması, römorkörleri liman içinde mavnalara noktadan noktaya atamaktan ibaret olacaktır.

Geliştirilmiş olan model filo boyutlandırılması ve diğer stratejik (kapital planlaması) kararlar için kullanılmış ve yılda en az 6 Milyon US\$ tasarruf sağlanmıştır.

32- “Mavna İle Taşımacılıkta Römorkör Filosunun Boyutunun Belirlenmesi: Polinomal Bir Algoritma”, (R. Jaikumar, M.M. Solomon, Trans. Sci., Vol:21, NO. 4, 1987)

Bu çalışmada, bir nehir sistemindeki farklı iskeleler arasında yapılacak taşımacılıkta kullanılacak mavnaları çekmek için gerekli römorkörlerin sayılarının minimize edilmesi problemi ele alınmaktadır. Gelenek olduğu üzere problem, bir araç rotalama problemi olarak görülmektedir ve bu yüzden rotalama sezgiselleri kullanılmaktadır. İskelelerdeki transfer sürelerinin toplam süreye kıyasla ihmal edilebilir olmasının avantajları kullanılmış ve problem farklı bir şekilde modellenmiştir. Problemi polinomal bir yapıda $\{O(n)\}$ çözen bir algoritma geliştirilmiştir. Talep yapısının stokastikliği ve genel nehir yapısının dikkate alınması ile problemin genişletilmesine gidilmiştir. Nehir katarının seyahat süresini etkileyen değişkenler olarak;

- 1- Nehirin akış yönü,
- 2- Nehirin akış hızı,
- 3- İçinde bulunulan mevsim,
- 4- Dalga durumu,
- 5- Katardaki mavna sayısı, alınmıştır.

33- “Atık Çamurun 106 Mil Uzaklığa Taşınması : Filo Boyutu ve Lojistik Sistem Tasarımında Bir Envanter/Rotalama Modeli”, (R.C. Larson, Trans. Sci., Vol.22, No. 3, 1988)

Bu makalede, New York Kenti'nin atık maddelerini, 106 mil açığındaki yeni okyanus atık sahasına nakil için geliştirilmiş bir lojistik sistem modeli sunulmaktadır. Model aşağıdaki stratejik plalama konularını dikkate alarak bütünleşik bir çerçeveye sunmaktadır; filo boyutlandırılması, nakil gemisi boyutunun seçimi, bölgesel bekletme

tanklarının kapasitelerinin seçimi ve; sistemin, yük transferinin olduğu ve olmadığı durumlardaki analizi. Modelin bütünleşik yapısında; tesislere uğrama frekansları, dış kısıtlar şeklinde ifade edilmekten çok, doğal bir şekilde problemin karakteristikleri (nakliye gemisinin boyutu, bekletme tankları kapasiteleri, atık üretimi istatistikleri, diğer tesislerin yakınlığı) tarafından belirlenir. Formülasyon, endüstriyel gazların dağıtımının da dahil olduğu, daha genel sınıf depodan-müşteriye dağıtım sistemlerinde de faydalı olacaktır.

Modelin anahtar karar çıktısı; en az maliyetli filo boyutlandırması ve kompozisyonudur.

34- “Ulaştırma Sistemleri İçin Minimum Filo Boyutu Modelleri”, (F.J.M.Salzborn, Transportation & Traffic Theory, D.J.Buckley (Editor), 1974)

Ulaştırma sistemlerinde filoların ve çalışanların çizelgelenmelerinde bilgisayar kullanımına karşı artan bir ilgi vardır. Bu konuyla ilgili programların çoğu sezgiseldir, bununla beraber bazen optimizasyon yaklaşımları uygundur ve sonuçlar daha güvenilir olur. Bundan başka, sezgisel programlar teorik çalışmalardan yararlanırlar ve içinde bulunulan durum hakkındaki bilgimizi artırırılar.

Bu çalışmanın amacı, genel filo çizelgelemesi modelini farklı ulaştırma türlerine uygulamalarının derlemesi ile birlikte sunmaktır. Genel filo boyutu formülasyonunun (araç varışı ve kalkışı miktarları ile ifade edilen, gerekli ulaştırma kapasitesi) farklı türlere; Kentsel demiryolları, otobüsler ve uçaklar gibi, uygulanabilirliği gösterilmektedir Bu modellerin herbirinde yolcuların baş-son istatistikleri verilmiş kabul edilmekte, çizelge periyodunda (genelde bir gün) araç varışları ve ayrılışları değişkenleri oluşturmaktadır.

35- “Otobüs İşletmesi İçin Çok Amaçlı Programlama : Tai-Pei Kenti İçin Bir Örnek”, (G.H.Tzeng, T.Shiau, Trans. Res. 22B, 195-206, 1988)

Bu makalede, hem işletmecinin hem de kullanıcının bakışlarına dayanılarak, etkin bir otobüs işletme sistemi kurmaya yönelik, bir çok amaçlı fayda fonksiyonu kullanılmaktadır. Fayda fonksiyonunda yolcuyla ilgilenen altı faktör; seyahat süresi, kalabalıklık derecesi, bekleme süresi, aktarma sıklığı, ayakta kalma olasılığı ve yürüme süresi ile otobüs işletmecisini ilgilendiren iki ana faktör; maliyet ve kâr bulunmaktadır. Çok amaçlı programlama teknikleri kullanılarak tatmin edici sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca Tai-Pei Kenti için bir uygulama da sunulmuştur.

36- “Yük Vagonu Havuzu (Pool) Kavramı Varlığında Boş Yük Vagonu Dağıtım Modeli”, (S.Kikuchi, Trans. Res. 19B, 169-185, 1985)

Son yıllarda, yük vagonu ortaklığı (pool) kavramının maliyet düşürücü potansiyeline artan bir önem verilmektedir. Bu mantıkla; tek tipte yük vagonlarından oluşan bir filo birçok yükleme noktasında bekletilebilir ve boşaltma terminallerinde boşaltılan vagonlar boş vagon-km ve boş vagon-saat'leri azaltmaya yönelik olarak herhangi bir yükleme noktasına gönderilebilir. Bu makalede, boş vagon sunusunun günlük değişimi ve talep yapısı konuya dahil edilerek, geleneksel LP ulaştırma problemi yaklaşımı iyileştirilmektedir. Önerilen metot, belirli dağıtım tarihi ile birlikte, vagonları talep ve sunu noktaları arasında yerleştirir, böylelikle dispeyçer, vagonlar için günlük yer değiştirme kararları verebilirler. Ayrıca model, seyahat maliyetini ve terminallerde boş bekleyen vagon maliyetlerini de amacın içerisine katmaktadır. Eğer boş vagonların, gelecekteki dağıtımlar için istasyonlarda tutulmalarına izin veriliyorsa, problem “aktarmalı taşımacılık problemi” şeklinde oluşur.

37- “Periyodik Araç Rotalama Problemi İçin Bir Sezgisel”, (M.Gaudisio, G.Paletta, Trans. Sci., V.26, 1992, 86-92)

Makalede belirli bir yük tipinin periyodik nakillerinin optimal yönetimi için bir model tanıtılmaktadır. Amaç; nakil günlerinin uygun kombinasyonlarına göre nakilleri çizelgelemek ve; planlama döneminde aynı anda kullanılacak taşıt sayısının maksimum

değerini minimize etmeye yönelik olarak (filo boyutu), taşıtların rotalama ve çizelgeleme politikalarını belirlemektir. Çözüm için sezgisel algoritmalar önerilmiş ve sayısal çözümler sunulmuştur.

38- “Belisiz Seyahat Sürelerinde Taşıt Rotalama Problemi”, (G. Laporte ve diğerleri, Trans. Sci., V.26, 1992, 161-170)

Bu makalede araçların önceden belirlenmiş rota sürelerini aşmaları halinde, aşıkları süreler ile orantılı bir cezaya maruz kalacaklarının varsayıldığı, stokastik servis ve seyahat süreleri varlığının kabul edildiği bir araç rotalama problemi (VRP) dikkate alınmaktadır. Çalışmada üç matematiksel programlama modeli sunulmaktadır; Şansla kısıtlanmış model, üç indeksli basit başvuru (recourse) modeli ve iki indeksli başvuru modeli. Üç model için de genel dal ve kesme (branch & cut) algoritması verilmektedir. Sayısal örnekler orta boyutlu problemlerin optimal şekilde çözülebildiklerini göstermektedir.

39- “Simultane (Eşanlı) O-D Ataması ve Araç Rotalama Problemi”, (F. Soumis ve diğerleri, Trans. Sci.; V.25, 1991, 188-200)

Burada dikkate alınan problem, aşağıdaki iki alt problemi eşanlı çözerek minimum maliyetli ulaştırma planı hazırlanmasıdır: Birinci olarak; eldeki birimlerin bir grup baş noktasından talepleri karşılayacak şekilde bir grup talep noktasına gönderilmesi vardır. İkinci olarak; Araçların çıkış noktalarına dönmeleri zorunlu olduğunda, taşımacılıkta kullanılacak araçların turlarının oluşturulması vardır. Yazarlar tarafından bu probleme, sezgisel tur oluşturulması ve iyileştirilmiş yöntemlerin takip ettiği minimum maliyetli akım modeli kullanılarak bir çözüm metodu önerilmektedir. Bu yaklaşımla büyük boyutlu problemler kolaylıkla (ve çabucak) çözülebilmekte ve sonuçlar optimalden %1 veya %2’den daha fazla farketmemektedirler. Modelin başarıyla uygulandığı bir problem de son kısımda yer almaktadır.

40- “Stokastik, Dinamik Araç Dağıtım Problemleri İçin Bir Lineer Yaklaşım Yöntemi” (L.F.Frantzeskakis, W.B.Powell, Trans. Sci., V.24, 1990, 40-57)

Stokastik, dinamik araç dağıtım problemine, beklenen toplam karları maksimize etmeye yönelik olarak, taleplerin belirsiz olduğu bir çevrede, belirli bir periyotta araç filosu yönetimi de dahildir. Burada problem, stokastik programlama problemi olarak formüle edilmiştir. Yani bir sezgisel algoritma geliştirilmiş ve farklı deterministik yaklaşımlarla kıyaslanmıştır. Makalede bir kamyon şirketinin işletmesinin simulasyon sonuçlarını veren çözüm sunulmaktadır. Sonuçlar yeni algoritmanın, test edilmiş olan eski yaklaşımlara üstünlüklerini de göstermektedir.

4.4. ÜÇ ADET ÇALIŞMANIN İNCELEMESİ

4.4.1. ÜRETİM DÖNGÜLERİ VE BELİRSİZ SEYAHAT SÜRELERİ ALTINDA FİLO BOYUTLANDIRILMASI [9]

Fabrikalar arası malzeme taşımacılığı hakkında bir çalışma yapılmıştır.

Bu makalenin amacı, bir üretim tesisinden farklı montaj tesislerine parçalar taşınırken, bu görevin tamamlanması için gerekli olan filo boyutunun belirlenmesi olacaktır.

Öncelikle seyahat süresinin sabit ve belirli olduğu kabulü yapılarak bu duruma göre bir filo boyutlandırılması yoluna gidilmiştir. Bunun yanında konteynerler için sistem içerisinde tek bir depo yeri olduğu varsayılmıştır.

Bu durumda sistemde gerekli olan konteyner sayısı şu etkenlere bağlı olacaktır :

- 1- Üretim döngüsünün yapısı,
- 2- Konteyner boyutları (taşıma kapasiteleri) ve taşıma çizelgeleri,
- 3- Konteyner sahiplik maliyetleri,
- 4- Üretim tesislerinde konteynerlerin bitmesi maliyeti,
- 5- Montaj tesislerinde birleştirilecek parçaların bitmesi maliyeti.

Seyahat süreleri belirli ve aynı zamanda üretim döngüleri sabit olduğunda, problem tam anlamıyla deterministik bir hal alır. Böylesi bir durum söz konusu olduğunda (ki pratikte bu mümkün değildir) gerekli olan filo boyutu, önceden belirlenmiş üretim ve nakliyat çizelgelerine yetecek kadar konteyner sahibi olmaktır.

Bunun yanında, seyahat süreleri belirsiz olduğunda, bazı sevkiyatların gecikip üretimde aksamalara yolaçma olasılığı vardır. Bu gibi durumlardan sakınmak amacıyla filo boyutunu artıran ek konteynerler (yedek, tampon) bulundurulur.

Optimal filo boyutunu bulabilmek için yetersizlik maliyeti ile fazladan konteyner sahibi olma maliyeti karşılaştırılır, buna göre karar verilir.

Sunulan modelde çözüm şu şekilde verilmektedir :

" Konteynerlerin yetersiz kalma olasılığı x 'den büyük değilse, gerekli olan filo boyutu y olacaktır ".

Filo boyutlandırılması probleminin iki önemli karakteristiği şunlardır :

1- Filo'nun şebekede nasıl çalıştırıldığı (mekik hareketleri mi yapıyor, yoksa bir rotalama çizelgeleme söz konusu mu) ,

2- Tek bir aracın kapasitesine bağlı olarak tekil nakliyatların boyutu.

Filo boyutlandırılması için şöyle basit bir şema verilebilir :

		TRAFİK ÖZELLİĞİ		
		BİR'DEN BİR'E	BİR, DEN ÇOK'A	ÇOK'TAN ÇOK'A
MALİYET BOYUTU	TAM ARAÇ YÜKÜ	DÖNGÜSEL KUYRUK MODELLERİ	FİLO DAĞITIMI MODELLERİ	
	KISMİ YÜKLEME	GÖNDERME (DISPATCHING) MODELLERİ	ARAÇ ROTALAMA MODELLERİ	ÇİZELGELEYİCİ TAĞİMACILIK (HAVA YOLU vb.)

Şekil 5 Filo Boyutlandırılması Modellerinin Sınıflandırılması

Seyahat süresinin belirsizliği dikkate alınmadığında modelin deterministik hal alacağı açıktır. Öyleyse öncelikle bu durumu inceleyelim:

Konteynerler sistem üzerinde; üretim tesislerinde, montaj tesislerinde veya transit halde olabilirler. Filo boyutunun belirlenmesi için her aşamadaki konteyner sayıları analiz edilmelidir:

ÜRETİM TESİSİNDEKİ KONTEYNERLER :

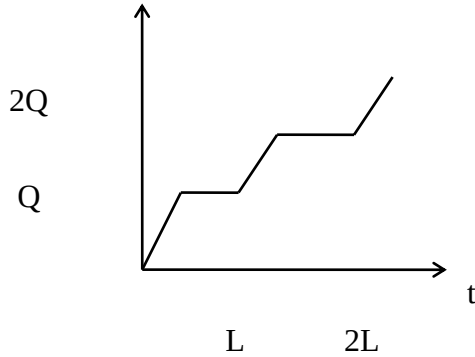
Burada parçalar günde R adet üretilmektedir. Montaj tesislerinde günde λ_i adet kullanılmaktadır. Böylelikle toplam kullanılan parça adedi ; $\Lambda = \sum \lambda_i$ olacaktır.

Düzgün (kesintisiz) bir parça montajı gerekli ise $R > \Lambda$ olmalıdır ki, genelde de böyle olur.

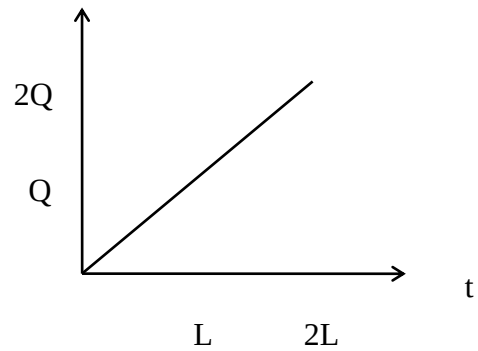
Üretim döngülerinde, montaj tesislerinde L gün kullanıma yetecek kadar parça üretilmektedir (Q adet). Buradan; $Q = L \cdot \Lambda$ olduğu söylenebilir.

Bu Q adet parça $\tau = Q/R \leq L$ zaman zarfında üretilir. Üretim döngüsünün geri kalan kısmında ($L - \tau$), üretim tesislerinde diğer tipte parçalar üretilir. L gün sonunda, bizim ilgilendiğimiz tipteki parçanın üretim döngüsü tekrarlanır.

Parça üretimi miktarı, günlük parça kullanımı miktarına yaklaştıkça ($R \cong \Lambda$) üretim sürekli bir hal almaya başlar.



$R \gg \Lambda$ olması durumunda
yaklaşık üretim şeması

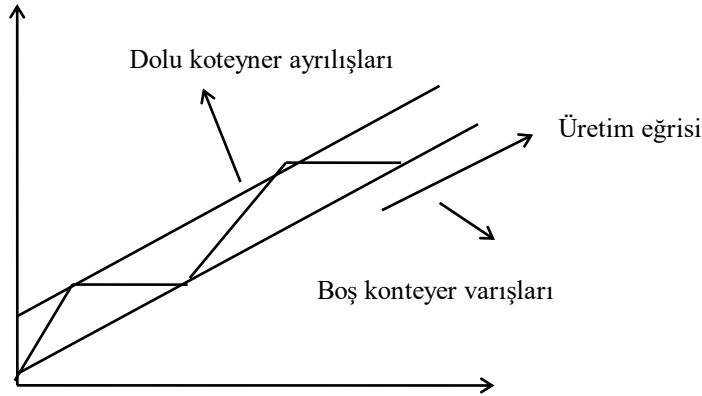


$R \cong \Lambda$ olması halinde yaklaşık
üretim şeması

Şimdi yukarıdaki bu iki durumu ele alalım ;

Daha önce sistemdeki her aksiyonun kesinlikle bilindiği kabulü yapılmıştı. Buna göre; Parça üretimi 2. şekildeki gibi sabit ve sürekli ise üretim tesisinde konteyner deposuna gerek kalmayacaktır. Boş konteynerler tesise düzenli bir şekilde gelecek ve doldurulur doldurulmaz geri yollanacaktır.

Buna karşın parça üretimi aralıklarla yapılıyorsa (1. şekil) konteyner depoları oluşacaktır. Üretim döngülerinin sonunda tesisteki tüm konteynerler nakliyatı bekler vaziyette dolu olacaktır. Üretim döngülerinin başında ise doldurulmayı bekler halde boş olacaklardır. Bu durumda tesiste sabit bir konteyner envanteri bulunacaktır (Üretim döngüsünün anına bağlı olarak boş ve dolu konteyner oranları değişim gösterecektir).



Tesisteki konteyner sayısı şu şekilde bulunabilir :

$t=\tau$ anında Q adet parça üretilmiştir. Bir konteynerde p adet parça var olsun. Öyleyse yüklenen konteyner sayısı Q/p olur. Bu toplamın $\Lambda \cdot \tau/p$ adedi gönderilmiş durumdadır. Tesiste kalan konteyner sayısı şu şekilde bulunur.

$$M = Q/p - \Lambda \cdot \tau/p, \quad Q = L \cdot \Lambda \text{ olduğunu biliyoruz. Öyle ise;}$$

$$M = \Lambda \cdot (L - \tau)/p \text{ şeklinde yazılabilir.}$$

Filo boyutu belirlenirken, üretim döngüsünün uzunluğu da dikkate alınmaktadır.

Uzun üretim döngüleri daha büyük filolar gerektirebilecektir. Tabii daha önce, bitirilmiş parçaların depo maliyeti ile filo sahiplik maliyeti karşılaştırılmalıdır. Karar da buna göre verilmelidir.

MONTAJ TESİSİNDEKİ KONTEYNERLER :

Montaj tesislerinde 1-2 günlük üretime yetecek kadar tamamlanmış parça konteynerler içerisinde tampon olarak bekletilir. Bu sayı η_i ile gösterilmektedir. Burada i montaj tesisini ifade etmektedir.

TRANSİT (SEYAHAT) HALDEKİ KONTEYNERLER :

Filo boyutunu belirlemede kullanılan belki de en önemli değişken seyahat süresidir. Seyahat süresi iki tesis arasındaki mesafeyi katederken geçirilen toplam süredir.

Eğer tek yöndeki seyahat süresi (üretim tesisinden i montaj tesisine) T_i ile ifade edilirse; iki tesis arasında seyahat halinde olan toplam konteyner sayısı ;

$2.\lambda_i.T_i/p$ ile ifade edilir.

Sonuç olarak sistemdeki işleyişin kesintisiz sürmesi için gerekli olan filo boyutu yukarıda verilen üç durumdaki konteyner sayılarının toplanması ile bulunur.

$$S = M + \sum_i \lambda_i (2.T_i + \eta_i)/p$$

$$S = \Lambda. (L-\tau)/p + \sum_i \lambda_i (2.T_i + \eta_i)/p$$

KONUNUN DEĞİŞKEN SEYAHAT SÜRESİ İLE BERABER ELE ALINMASI

Konteynerlerin seyahat süreleri belirsiz olduğunda üretim ve montaj tesislerine konteyner eklenmesi gerekir. Üretim tesislerinde üretim döngüsü bitmeden konteyner tükenmesinden sakınmak amacıyla ek konteyner bulundurulur. Yine montaj tesislerinde η_i günlük tampon stoğunun altına düşülüp tesisin üretimi zorunlu olarak durdurması maliyetinden kaçınmaya yönelik olarak sevkiyat çabuklaştırılır. İşte bu çabuklaştırma olasılığını azaltmak için fazladan ek konteyner bulundurulur.

i . tesisi ele alalım. $A_i(t)$, t anına dek gelen eklenik konteyner sayısı olsun. $U_i(t)$ yine t anında kullanıma hazır konteyner sayısı olsun (üretim tesisinde boş, montaj tesisinde dolu). Konteyner sayısı yetersiz ise $U_i(t) < 0$ olur. İşte böylesi bir durumdan sakınmak istenilmektedir.

Konteyner kullanımının belirli sayıda olduğu varsayılmaktadır. Montaj tesislerinde bu sayı λ_i/p 'dir. Üretim tesislerinde, üretim sırasında bu rakam R/p 'dir ve diğer anlarda (eğer incelenen parçanın üretimi sürekli değilse) 0 olur. $\rho_i(t)$ konteyner kullanım oranı olarak varsayılmaktadır. Bu kabullerle akımın korunumu da dikkate alınarak ;

$$U_i(t) = U_i(0) + A_i(t) - \int \rho_i(\tau) \cdot d\tau \text{ ile ifade edilmektedir.}$$

Varış ve kullanım miktarları eşit olduğunda $U_i(t)$ 'nin beklenen değeri kısaca $U_i(0)$ 'a eşit olur. Fakat konteyner varış adetleri belirsiz seyahat süreleri sebebi ile değiştiğinden $U_i(t)$ için bir olasılık dağılımı söz konusu olacaktır. t değeri büyüdükçe varış miktarı olan $A_i(t)$ 'yi çok daha fazla rasgele olay etkileyecektir. Burada $A_i(t)$ 'nin yaklaşık olarak normal dağıldığı kabul edilmektedir. Ayrıca $U_i(t)$ de yaklaşık normal dağılıyor kabul edilmektedir.

$$E[U_i(t)] = U_i(0) \text{ ve } V[U_i(t)] = V[A_i(t)]$$

Her tesiste başlangıçta bulunması gerekli görülen konteyner sayısı şu şekilde bulunur;

x = Tesisteki konteyner deposunun altına düşmesinin istenmediği sınır,

P = x sayısının altına düşülmesinin kabul edilebilir olasılığı,

$\Phi(.)$ = Bir eklenik dağılım fonksiyonu

$$P = \text{prob} \{U_i(t) \leq x\} = \Phi \left\{ \frac{x - U_i(0)}{(V[A_i(t)])^{1/2}} \right\}$$

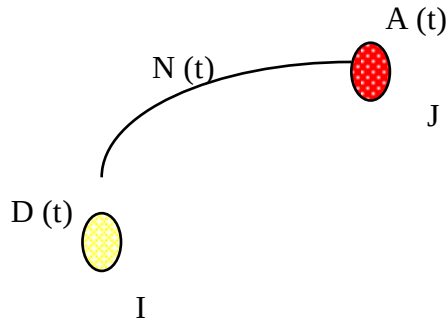
Yani başlangıç için tesiste gerekli olan filo boyutu;

$$U_i(0) = x - \Phi^{-1}(P) \cdot (V[A_i(t)])^{1/2} \text{ şeklinde bulunur.}$$

Bu aşamadan sonra, sistemde filo boyutunu belirlemek için dikkate alacağımız ve bulmamız gereken en önemli faktör; " Konteyner varışlarındaki değişkenliğin" tahmin edilmesi olacaktır.

$V[A_i(t)]$ 'yi belirleyebilmemiz için seyahat süresi değişkenliğini bir şekilde katmamız gerekir. Bu değişkenlik tesisler arasındaki uzaklık gibi niceliklerden kolaylıkla ölçülebilir.

I ve J gibi iki tesis ele alalım:



Şekilden yola çıkarak; $D(t) - N(t) = A(t)$ olacağı söylenebilir.

T : I-J arası seyahat süresi (raslansal bir değişken)

μ : T 'nin beklenen değeri,

σ : T 'nin standart sapması,

$f(t)$: T 'nin olasılık yoğunluk fonksiyonu,

$F(t)$ T 'nin eklenik dağılım fonksiyonu.

Konteyner seyahatleri ile ilgili olmak üzere iki ayrı durum ele alınabilir:

- 1- Konteynerlerin seyahat süreleri tamamen bağımsız,
- 2- Aynı aralıkta gönderilen konteynerlerin seyahat süreleri eşit ve bağımlı.

Bağımsız Seyahat Süreleri:

Öncelikle süre herbiri eşit Δ uzunluklu aralıklara bölünmüştür. $D_m(t)$ 'nin m . aralıkta gönderilen konteyner sayısı olduğu belirtilmiştir.

$N(t)$ 'nin ortalama ve varyansı incelenmiştir,

Yine; $D(t)$ 'nin ortalama ve varyansı incelenmiştir.

İncelemeler sonucunda (yapılan kısaltmalarla beraber)

$$E[N(t)] = \rho \cdot \mu \quad V[N(t)] = \rho \cdot (\mu - \mu')$$

$$E[D_m(t)] = \rho \cdot \Delta \quad V[D_m(t)] = \text{cov}[D_m(t), D_n(t)] = 0, \text{ bulunurlar.}$$

Öyleyse konteyner varışlarının ortalama ve varyansını bulmak için;

$$E[A(t)] = E[D(t)] - E[N(t)] = \rho \cdot (t - \mu)$$

$$V[A(t)] = V[N(t)] = \rho \cdot (\mu - \mu') \text{ denklemleri kullanılır.}$$

Bağımlı seyahat süreleri:

Bu durumda konteynerlerin birarada gönderildikleri (tren, gemi, kamyonlar içinde vb.) düşünülmektedir:

$B(t)$: j 'ye t anına dek varan konteyner kümelerinin sayısı,

b : Her kümedeki konteyner sayısı,

$A(t) = b.B(t)$ olacağı açıktır.

Her aralıkta tek bir küme gönderildiği varsayılırsa;

$E[B(t)] = (t - \mu)/\Delta$ ve $V[B(t)] = (\mu - \mu')/\Delta$ olur.

Küme boyutu her aralıkta gönderilen konteyner sayısıdır; $b = \Delta.p$. Bu durumda;

$E[A(t)] = p.(t - \mu)$ ve $V[A(t)] = p^2.\Delta.(\mu - \mu')$ olur

$\mu' = \mu - [\sigma/(\pi)^{1/2}]$ olarak verilmiştir.

Öyleyse;

1. durum için $V[A(t)] = p.[\sigma/(\pi)^{1/2}]$

2. durum için $V[A(t)] = p^2.\Delta.[\sigma/(\pi)^{1/2}]$ olacaktır.

$\Delta = 1$ gün olursa (gönderme -sevkiyat- aralığı) iki durum için de ortak bir $V[A(t)]$ gösterimi yapılabilir:

$$V[A(t)] = p.k.[\sigma/(\pi)^{1/2}]$$

STOKASTİK MODELİN KURULMASI:

Şimdiye dek elde edilen sonuçlar başlangıç depo miktarının bulunması için yerine konulursa;

$$U_i(0) = x - \Phi^{-1}(P).(\lambda_i/p).(\Delta.\sigma_i/(\pi)^{1/2})^{1/2} \text{ elde edilir.}$$

Üretim tesisine gelen boş konteynerlerin sayısı şu şekilde bulunur:

$$\begin{aligned} V[A_0(t)] &= \sum_i n (\lambda_i/p)^2.(\Delta.\sigma_i/(\pi)^{1/2}) \\ &= \Delta/(p^2.(\pi)^{1/2}).\sum_i \lambda_i^2.\sigma_i \end{aligned}$$

Sonuç filo boyutunu bulmak için şöyle bir birleştirme yapılır; Montaj tesislerinde altına düşülmesi istenilmeyen eşik düzeyi $\eta_i.(\lambda_i/p)$ adet konteyner olsun. Bu düzey üretim tesisinde de 0 olsun. Stokastik terimler en başta verilen ve deterministik filo boyutunu veren eşitliğe eklenerek;

$$S = 1/p [\Lambda.(L-\tau)-\Phi-1.(P).0,751.(\sum_{j=1}^n \lambda_j 2.\sigma_j)1/2 + \sum_{j=1}^n \lambda_j.(2.\mu_j+\eta_j-\Phi-1.(P).0,751.(\sigma_j)1/2)]$$

sonuç eşitliği elde edilir.

4.4.2.OPTİMAL FİLO BOYUTUNUN BULUNMASI İÇİN BİR MODEL [10]

Bir ulaştırma görevini (işini) tamamlamak için bir araç filosu çalıştırılır.

Amaç:

Beklenen toplam maliyeti minimize eden filo boyutunun bulunması.

- ◆ Görevin tamamlanabilmesi için gerekenden daha az taşıt varsa toplanamayan atıkların yaratacağı hoşnutsuzluk bir ceza maliyeti gerektirecektir.
- ◆ Görevin tamamlanabilmesi için gerekenden fazla taşıt varsa, bu kez atıl kaynaklar (araçlar, insan gücü) sebebiyle bir maliyet (bu da bir çeşit ceza maliyeti olarak algılanabilir) söz konusu olacaktır.
- ◆ Görevin bitirilmesinden sorumlu şirket (burada çöp toplama görevi) beklenmeyen işletme aksaklıklarına karşı (bozulmalar, trafik sıkışmaları) tampon olmak üzere elde yedek araç bulundurulmalıdır.
- ◆ Ayrıca taşıtların olağan bakım dönemleri de dikkate alınarak ayrı bir ihtiyat daha bulundurulmalıdır.

Yukarıdaki kısıtlar dikkate alınarak amaç fonksiyonu; beklenen maliyeti minimize edecek şekilde şöylece yazılabilir:

$$\min_{n \geq k} EC(n)$$

Burada;

n: Filodaki toplam taşıt sayısı,

k: Görevi tamamlamak için gerekli taşıt sayısı,

EC(n): Beklenen maliyet, değerlerini ifade etmektedir.

Bu amaç fonksiyonuna " önceden belirlenmiş " sabit yedeklerin maliyetlerini de katarsak sonuçta şu hali alır:

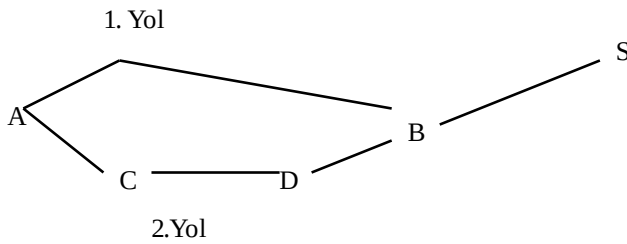
$$\min_{n \geq k} EC(n) + c(m)$$

Burada c(m): Yedek taşıtların maliyeti olarak verilmektedir.

♦ Bu andan sonra, bu görevi tamamlaması gereken taşıt filosunun boyutunun nelere bağlı olduğunun incelenmesi gerekir:

- + Öncelikle sorumluluk alanının sınırları belirlenmelidir (ilçe, bir kentin belirli bir kesimi veya tüm bir kent).
- + Sonra bu sahanın içerisinde bulunan ulaşım olanaklarının tesbiti yapılmalıdır (ulaşım şebekesinin ağ yapısı).

Bu tesbit önemlidir, çünkü, ileride bir zamanda işletme aşamasına geçildiğinde taşıtların çizelgelenmelerinde ve rotalanmalarında şebeke yapısının tesiri hayli büyük olacaktır (Örn; Hizmet verilmesi gereken bir noktaya ulaşabilmek için alternatif güzergahlar olabilecek ve bunlardan birisi daha kısa iken diğerleri [veya diğeri] daha uzun olmalarına rağmen daha fazla noktadan geçiyor olabilecektir).



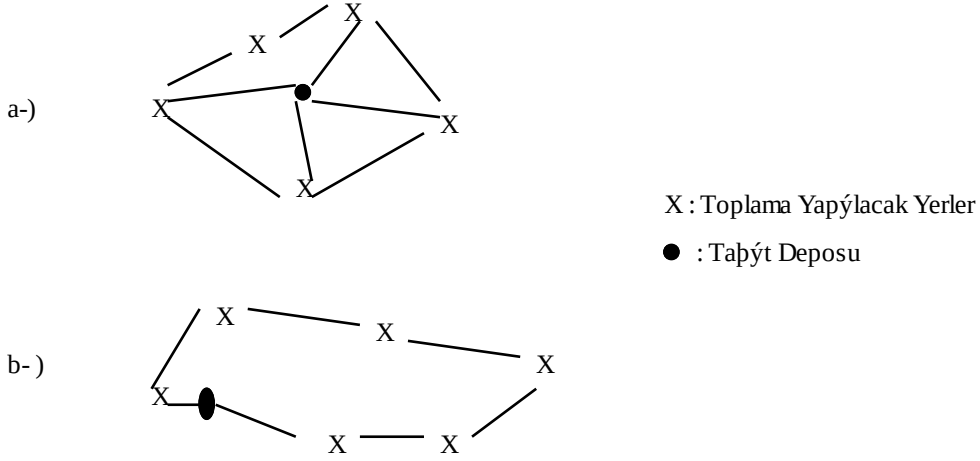
Şekil 6 İki Alternatif Yolun Karşılaştırılması ($L_1 < L_2$)

Şekildeki durumda taşıt kapasitelerinin de (taşıt tipi, filonun taşıt kompozisyonu) önemi vardır. Geçekten de A'dan S'ye harekette 1. yol izlendiğinde tek bir taşıt yeterli olabilecekken (burada sayısal kapasiteler üzerinde durulmamıştır, aslında bu da önemle üzerinde durulması gereken bir konudur), 2. yol izlendiğinde belki de bir taşıt yeterli olmayacaktır. Burada rotalama olayının önemi, biraz da olsa ortaya çıkmaktadır.

- + Artık sorumluluk sahası ve bu sahanın ulaşım şebekesi detaylı olarak tanındığına göre, şimdi yapılması gerekli olan; Elde bulunan taşıtların konuşlandırılacakları yerlerin seçimidir. Bu yerler depo alanları olarak da tanımlanabilir.

♦ Depo yeri (veya yerleri; Eğer alan büyükse birden fazla yerde depo yapmak , işletme maliyeti açısından avantajlı olabilir) seçimi de filo boyutu belirlenmesinde önemli bir yere sahiptir.

Sorumluluk sahasının tüm noktalarına en çabuk ulaşabilecek yer (veya yerler) seçilirse taşıtların seyahat süreleri azalacağından her bir taşıtın gün içerisinde yapacağı döngü sayısı artar. Böylelikle daha az sayıda taşıtla görev tamamlanmış olur.



Şekil 7 Depo Yeri Seçimi

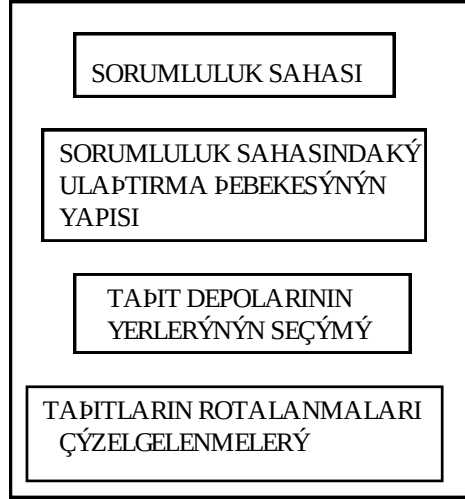
b'deki gibi bir depo yeri seçimi taşıtların şebeke üzerinde daha fazla yolalmalarına (daha uzun süreli döngülere), dolayısıyla da daha büyük bir taşıt filosuna sebebiyet verir.

♦ Taşıt filosunun boyutunu etkileyen olasılıksal olaylar da sözkonusudur. Mesela; çizelge gecikmelerini ele alalım; Bir sistem dahilinde çalıştırılan taşıt filoları şebeke boyunca (üzerinde) güzergahlara atanırlar (hangi yolları izleyip hangi noktalardan geçecekleri önceden belirlenir). Bu işleme rotalama adı verilir. Zaman faktörü her türlü olayda belirleyici olduğu gibi burada da baş aktörlerden birisidir. Bu sebeple taşıtlar rotalanırken geçecekleri yerlerde ne zaman olmaları gerektiği de önceden varsayılır. Bu işlem de çizelgeleme (scheduling) olarak adlandırılır.

Görevin tamamlanmasında kullanılacak taşıtların rotalanmaları ve çizelgelenmeleri yapıldıktan sonra, taşıtlar hizmete girerler. Ulaştırma sistemleri deterministik yapıda olmadıklarından, hizmet süresince bazı rasgele olaylar ile karşılaşılabilir (beklenmeyen araç arızaları, kazalar sebebiyle yolların tıkanması gibi). Bu gibi durumlarda taşıtlar kendi günlük çizelgelerini tamamlayamayacaklardır. İşte bu durum çizelge gecikmelerine dolayısıyla tamamlanamamış görevlere sebep olur.

Böylesi durumlarda yolda kalmış taşıtın görevini tamamlayacak ek taşıtlara gereksinim duyulur. Buradan şöyle bir sonuç çıkarılabilir: "Ulaştırma sistemlerinin stokastik (olasılıksal) yapısı her zaman için filo boyutunu artırıcı yönde etki yapar".

Şimdiye dek söylenilenler tablolastırılırsa filo boyutunu şu değişkenlerin etkilediğini görürüz:



Şekil 8 Filo Boyutunun Belirlenmesinde Etkili Olan Bazı Parametreler

Burada incelenen olay, çöp toplanması işidir. Filo boyutlandırması işi uzun vadeli olmadığından, bölgenin çöp üretimi sabit kabul edilebilir (esasında bu üretim- nüfus artışı, ekonomik gelişme, tüketici topluma dönüşme gibi sebeplerden ötürü- sürekli bir şekilde artmaktadır).

Hizmet talebini de üretilen çöp miktarı belirlemektedir. Yani burada incelenen durumda, talep sunulan hizmetten pek de fazla etkilenmemektedir -esasında daha nadir çöp toplanması yoluna gidilerek *bir bakıma talep yönlendirilerek* talebin etkilenmesi sağlanabilir, fakat bu durum şimdilik ilgi alanımızın dışında kalmaktadır,-(çöp üretimi sunulan çöp toplama hizmetlerine bağımlı değildir denebilir).

Çöp toplanması hizmetlerinde rekabet sözkonusu olmadığından (toplum hizmetidir, parasız sunulur ve maliyeti yurttaşlardan vergiler yoluyla endirek olarak geri alınır) talep de sunulan hizmete göre yönünü değiştirme şansına sahip olamayacaktır.

Çöp üretimi de (talep) filo boyutu üzerinde belirleyici bir yere sahiptir. Şu halde talep de yukarıda verilen tabloya eklenebilir.

4.4.3. KUZEYDOĞU KORİDORUNDA OPTİMUMUM FİLO BOYUTUNUN BELİRLENMESİ [11]

Boston - Washington arasındaki demiryolu hattında yapılan çalışmada eldeki filonun revize edilerek, boyutunun minimize edilmesine gayret edilmiştir. Çalışmanın yapılmasındaki amaçlar şunlardır:

+ İncelenen hat üzerinde elektrifiye ve elektrifiye olmayan kesimler vardır. Bu ikiliğin ortadan kaldırılıp hat üzerinde tek tip trenlerin kullanılması. Bu sayede yolcuların ara istasyonlarda aktarma yapma zorunlulukları ortadan kalkacak ve zaman tasarrufu sağlanmış olacaktır.

+ Yapılacak yeni düzenlemelerle hat üzerindeki küçük istasyonlarda durmayan trenler servise konulacaktır. Büyük yerlere seyahat edecek yolcular küçük istasyonlardan ayrı trenler ile alınacak ve en yakın büyük istasyona taşınacaktır. Böylelikle ekspres benzeri sistemler ile istasyonlarda durularak kaybedilen süreler en aza indirilmeye çalışılacaktır.

Sistemi işletirken çalıştırılacak filonun yönetim tarzı ise; " İşletme maliyetlerini düşüren filo boyutunu azaltan buna karşın doluluğu (veya katedilen vagon-km`yi) artırmaya çalışan bir tarz olacaktır.

+ Şebekede vagonların iki tür hareketleri`nin (durumlarının) varolduğu düşünülmektedir.

- a-) Hizmet dışında olan vagonların hareketleri (depolanma hareketleri),
- b-) Hizmet dahilinde olan vagonların hareketleri (yolcu taşımacılığı yapılırken).

Bu hareketler böylece tanımlandıktan sonra, şebeke, LP (Lineer Programlama) yöntemi ile çözülebilir. Bunların ışığında işletmede şu kısıtların varolduğu söylenebilir:

1- Şebeke üzerindeki akım her zaman periyodunda sabit olmalıdır; Yani bir periyotta kullanılmayan vagonlarla kullanılan vagonların toplamı bir sonraki periyottaki

kullanılmayan vagon sayıları ile kullanılan vagon sayılarının toplamına eşit olmalıdır (sisteme dışarıdan vagon giriş çıkışı olmamalıdır).

$$U_C(t-1) + \sum X_{C1C}[t_1, t] = U_C(t) + \sum X_{C2C}[t, t_2] \quad , t: \text{Zaman Periyotları}$$

2- Tüm talep karşılanmalıdır (açıkta yolcu kalmamalıdır). Yani, şebeke üzerinde hareket eden vagonların kapasiteleri, talepten büyük veya o'na eşit olmalıdır.

$$X_{CC'}[t, t'] \geq d_{CC'}[t, t'] \quad (c, c') : \text{Varış ve kalkış noktaları (O-D'ler)}$$

3- Şebekede tüm değişkenler, boş hareketler dahi (U_C) pozitif veya 0 olmalıdır.

$$U_C(t) \geq 0$$

Eğer bu şart sağlanamazsa vagon ihtiyacı var demektir. Bunun anlamı da karşılanamayan talep olabileceğidir.

4- Yine, şebekedeki tüm değişkenlerin değerleri tamsayı olmalıdır. Çünkü tamsayı olmayan vagon veya katar sayısı yoktur.

$$U_C(t), \quad X_{CC'}[t, t'] \quad \text{tamsayılardır.}$$

Vagon filosu boyutu belirlenmesinde yardımcı olacak Kapital Maliyeti, İşletme Maliyeti, Doluluk Faktörü gibi değişkenler vardır:

+ Kapital Maliyeti olarak; Vagon filosunun günlük amortisman maliyeti olacaktır. Böylelikle filo boyutu minimize edilirken kapital maliyeti de minimize edilmiş olacaktır.

$$Z_{car} = \sum U_C(\tau-1) + \sum X_{CC'}(t, t') \quad [\text{Sistemdeki toplam vagon sayısı (depodakiler ve çalışır halde olanlar)}].$$

+ İşletme Maliyeti; Km başına vagon işletme maliyeti ile bir günde katedilen km'lerin çarpılması ile bulunur.

+ Doluluk Faktörü; Sunulan servisin işletme maliyetini azaltmak için doluluk oranını yükseltmeye çalışmak doğru bir hareket olur.

$$Z_{LF} = (\text{Yolcu-km/gün})/(\text{Koltuk-km/gün})$$

$$= [(Yolcu-km/gün)/(koltuk/vagon)]/(Vagon-km/gün)$$

LP modelinin çözümü için öncelikle bir başlangıç çözümü bulunmuştur. Ardından bu çözümden yola çıkılarak toplam kapital ve işletme maliyetlerinin minimize edilmesi yoluna gidilmiştir:

$\min (P_{car} \cdot Z_{car} + P_{km} \cdot Z_{km})$ Burada;

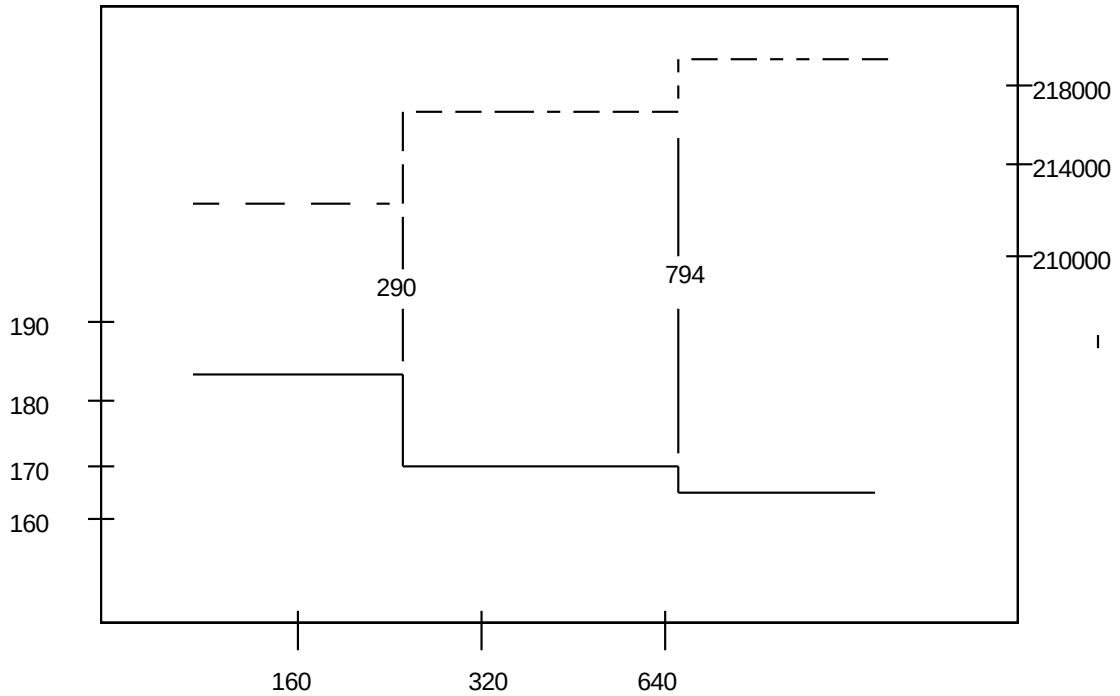
P_{car} : vagon/gün kapital maliyeti

Z_{car} : Vagon sayısı,

P_{km} : İşletme maliyeti/vagon-km,

Z_{km} : Vagon-km/gün.

Optimum çözüm P_{car}/P_{km} oranına bağlıdır [Günlük kapital maliyeti/ Km başına işletme maliyeti] Bu sebeple farklı oranlarda çözümler üretilmiş ve farklı sonuçlar bulunmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda gerekli vagon sayıları katedilen vagon-km'ler ve P_{car}/P_{km} arasında şöyle bir ilişki bulunmuştur:



Şekil 9 Toplam Maliyet Minimize Edildiğinde Vagon Sayıları ve Vagon-Km Maliyetleri

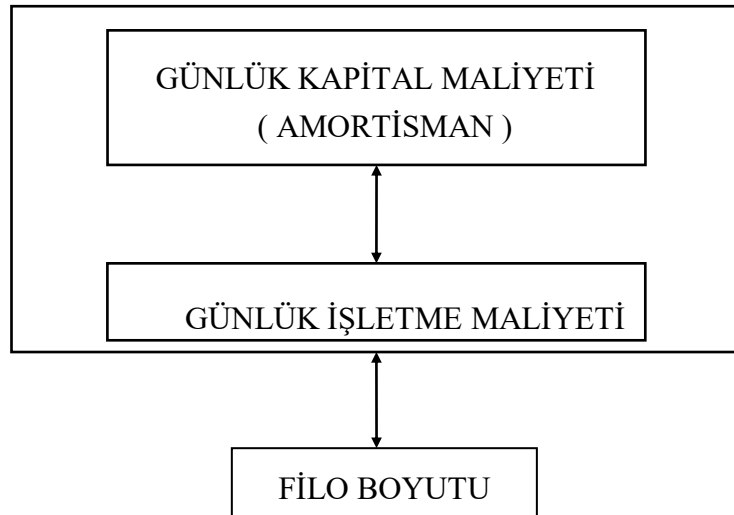
Şekilde görüldüğü gibi iki belirgin eşik noktası vardır:

- $[P_{\text{car}}/P_{\text{km}}] = 290$ olan ilk eşik noktasında filo boyutu ve katedilen toplam km'de daha belirgin bir atlama vardır; Sol tarafta 185 vagon ve 211400 km sayıları varken sağ tarafta 167 vagon ve 216700 rakamları vardır.

- $[P_{\text{car}}/P_{\text{km}}] = 724$ 'ün sağında vagon sayısı 164 olurken katedilen km 218800 km'ye çıkacaktır.

Bu durumda söylenebilecek olan; $[P_{\text{car}}/P_{\text{km}}] \geq 724$ olduğunda filo boyutu minimize edilirken katedilen km sayısı artacaktır, buna karşın sistemin doluluk oranı incelenen durumların en düşüğü olacaktır (%71,65). Görüldüğü gibi; km başına işletme maliyeti, günlük vagon sahiplik maliyetine göre azaltıldıkça filo boyutu küçülmesine karşın toplam km artmaktadır. Bu çalışmaya dayanılarak;

Filo boyutu belirlenmesinde günlük kapital maliyeti ile işletme maliyetinin etkileşim içinde oldukları söylenebilir. Aynı zamanda bu değişkenler filo boyutu belirlenmesinde doğrudan rol de oynamaktadırlar. Şu küçük ve basit gösterim yapılabilir:



Şek 10 Filo Boyutunun Bağlı Olarak Bulunduğu İki Değişken

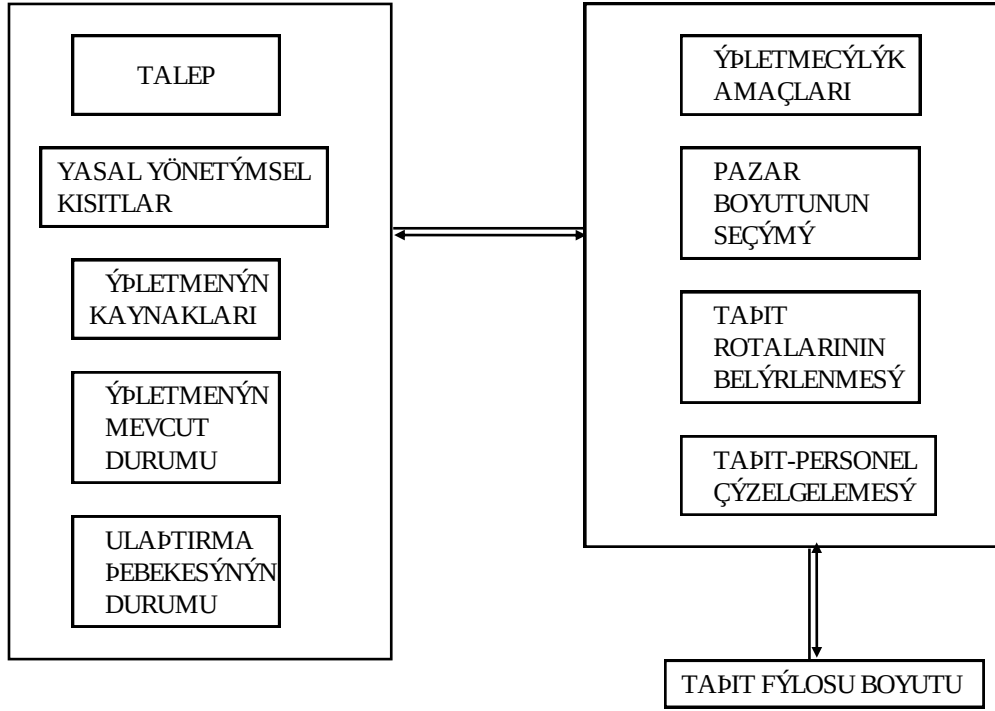
4.5. FİLO BOYUTLANDIRILMASI İÇİN BİR ALGORİTMA

Çalışmanın ana konusunu oluşturan "filo boyutlandırılması" işinin (görevinin) yerine getirilmesinde etkili olan değişkenler, şimdiye dek anlatılan kısımlarda ayrı başlıklar altında yeri geldikçe verilmişti. Şimdi burada, önceki anlatılanların tümüne bağlı olarak bir ulaştırma işletmesinde filo boyutunu belirleyen değişkenler fonksiyonları çıkarılarak, sunulacaktır.

Daha önce işletme girdileri ve bunlar sonunda oluşturulan sunu eylemleri ayrıntılı bir tablo halinde verilmişti. Şimdi de girdilerin ve sunu eylemlerinin etkileşimleri sonucu filo boyutu bir çıktı olarak sunulacaktır.

Burada işletmenin sunu eylemlerini etkileyen girdiler arasında; Talep (T), Yasal Yönetimsel Yapılar (YY), Şebeke Yapısı (Ş), İşletmenin Kaynakları (İK), İşletmenin Mevcut Durumu (MD) verilmektedir.

İşletmenin sunu eylemlerini oluşturan bileşenler olarak da; İşletmecilik Amaçları (İA), Pazar Boyutunun Seçimi (PB), Rotalama ve Çizelgelemelerin Yapılması (RÇ) dikkate alınmaktadır. Sonuç olarak "taşıt filosu boyutu", bu sunu eylemlerinin bir çıktısı olarak verilmektedir. Anlatılanların bir şekil ile gösterilimi aşağıdaki gibi olabilir :



Şekil 11 İşletme Girdilerinin Etkisi Altında Sunu Eylemlerinin Çıktısı Olarak Filo Boyutu

Artık, yukarıdaki şekilde verilen, girdiler ve sunu eylemleri bileşenlerinin birer fonksiyon halinde yazılıp, nelere bağlı oldukları belirtilecektir.

Talep (**T**) fonksiyonu :

$T = f(A, P, Ü, TÖ)$, burada;

A: Aktivitelerin (ekonomik ve sosyal) zaman ve mekan içinde dağılımları,

P: İşletmenin şimdiki performansı,

Ü: Sunulacak hizmet için talep edilecek ücret,

TÖ: Toplumun sosyo-ekonomik özellikleri.

İşletme Kaynakları (**İK**) fonksiyonu :

$İK = f(İG, F, TE)$, burada;

İG: İşletmenin işgücü kaynağı,

F: İşletmenin finansal kaynakları.

TE: İşletmenin teknolojik düzeyi (ellerinde bulunan taşıtların hızları, yakıt tüketimleri, taşıma kapasiteleri vb. özellikler).

İşletmenin Mevcut Durumu (**MD**) fonksiyonu :

MD = f (P, İK, T'), burada;

P: İşletmenin şu anki performansını, (bunu belirleyen değişkenler; hizmet düzeyleri, kaynak tüketimleri ve pratik kapasite olarak verilebilir),

İK: İşletmenin kaynaklarını,

T': İşletmeyi şu anda kullanan talebi, ifade etmektedir.

Ulaştırma şebekesinin durumunu (**Ş**) ifade eden fonksiyon :

Ş = f (YK, D, TR, H, SS), burada;

YK: Yol koşullarını (geometrik [fiziksel] özellikler, iklimin yol koşullarına etkisi),

D: Denetim koşullarını,

TR: Terminal özelliklerini (terminal sayıları, kapasiteleri, elleçleme süreleri vb.),

H: Şebeke kullanan mevcut trafik hacmi ve özellikleri (taşıt kompozisyonu, ortalama hızlar vb.),

Yasal ve yönetsel kısıtlar (**YY**) , bir fonksiyona bağlı olarak verilmemiştir. İşletmenin sunu eylemlerinin fonksiyonları ise aşağıdaki şekilde verilmektedir:

İşletmecilik Amaçları (**İA**)`da bir fonksiyon halinde verilmemiştir. Bunun yerine işletmecilik amaçları arasında;

1- Pazar payının maksimizasyonu,

2- Maliyetlerin minimizasyonu,

3- Karın maksimizasyonu, ve bunların yanında ek olarak kamu yararını ön planda tutulduğu işletme tarzları bulunduğu daha önce belirtilmişti.

İşletmenin içinde çalışacağı pazar boyutunu (**PB**) belirten fonksiyon:

PB = f (T, YY, İK, İA), burada,

T: İşletmeye çekilebilecek olası talebi,

YY: Yasal yönetsel kısıtları,

İK: İşletmenin kaynaklarını,

İA: İşletmecilik amaçlarını, göstermektedir.

Rotalama ve çizelgeleme (**RÇ**) fonksiyonu;

RÇ = f (PB, Ş, TM) olarak verilmektedir ve burada;

PB: Pazar boyutunu,

Ş: Ulaştırma şebekesinin yapısını,

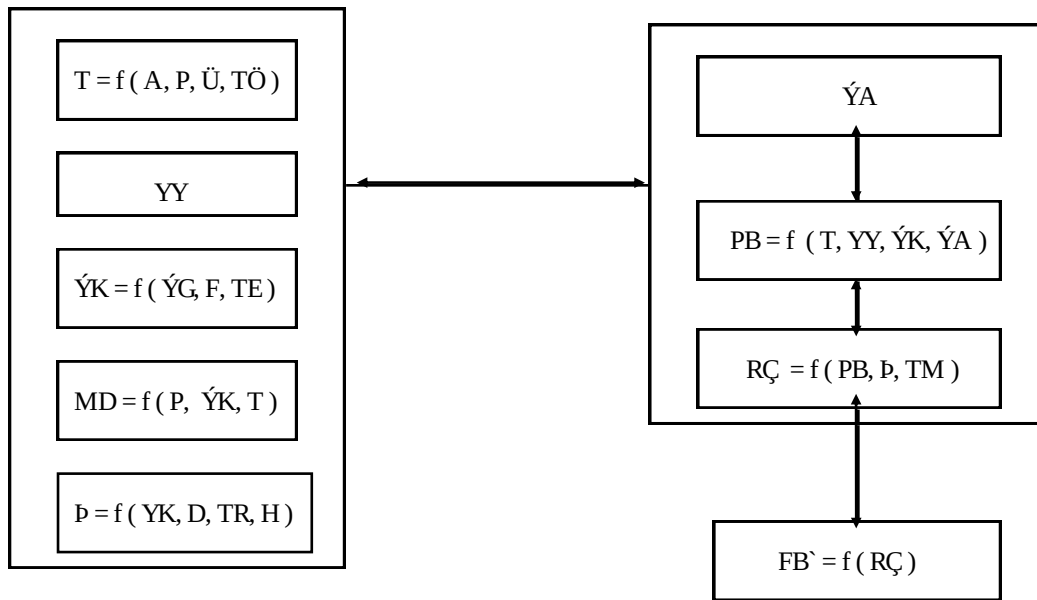
TM: Taşıt toplam maliyetlerini, göstermektedir.

En son olarak taşıt filosunun boyutu, işletmecilik amaçlarının (İA), pazar boyutunun (PB) ve rota ve çizelgelerin (RÇ), bir fonksiyonu olarak verilmektedir. Fakat dikkat edilirse sunu eylemleri fonksiyonları aşağıdan yukarıya birbirlerini kapsamaktadırlar. Bu nedenle de filo boyutu tek başına rotalama-çizelgeleme'nin bir fonksiyonu olarak verilebilir:

$FB' = f(RÇ)$, burada,

FB', filo boyutunu ifade etmektedir.

Yukarıda verilen şekli değişkenleri fonksiyonları ile birlikte yazılmış olarak vermek istersek;



Şekil 12 Taşıt Filosu Boyutunu Belirleyen Değişkenlerin Fonksiyonları İle Birlikte Verilmesi

Tabii burada bulunmuş olan yalnızca net taşıt filosu boyutudur (işletmeye çekilebileceği varsayılan talebi karşılayabilecek kadar taşıttan oluşan). Bu taşıt filosunun yanında ek bir taşıt filosu daha bulundurulmalıdır (tampon filo). Taşıtların periyodik (rutin) bakım zamanları vardır ve bu süreler içinde çalışamazlar, beklenmeyen aksaklıklar ortaya çıkabilir (taşıtların yolda bozulmaları, kaza yapmaları, yol üzerinde trafiğin diğer

taşıtlar sebebiyle uzun süre kesilmesi vb. arzu edilmeyen durumlar), bu gibi durumlara karşı yedek taşıtlar bulundurulmalıdır.

Bu tampon filo boyutunu (**FB''**) ifade eden bir fonksiyon şu şekilde yazılabilir:

FB'' = f (H, RB,BD), burada;

H: Yollar üzerindeki trafik hacmi (akımı),

RB: Taşıtların rutin bakım periyotları ve süreleri,

BD: Taşıt arızası, kaza, trafik tıkanıklığı gibi beklenmeyen durumlar.

Yukarıda verilen bu üç değişkenin olasılıklarına bağlı olarak net taşıt filosuna ek olarak bir de tampon taşıt filosu boyutu hesaplanabilir. Sonuç olarak;

Bir ulaştırma işletmesinin pazardaki T' toplam ulaştırma talebinden çekebilmeyi umduğu T talebine, müşterilerini menmün edebilecek bir hizmet sunması için gerekli olan taşıt filosu büyüklüğü:

FB = FB' + FB'' şeklinde bulunur. Bunun açık halde yazılışı ise;

FB = f (RÇ) + f (H, RB, BD) veya,

FB = f (RÇ, H, RB, BD) şeklindedir.

4.6. DEĞERLENDİRMELER

DEĞERLENDİRME 1

Bu kısımda, yukarıda incelemesi yapılan üç adet makalenin değişkenleri toplu halde verilip, bunlar bir tablo haline getirilecektir. Bu sayede bu çalışmalarda ortak olarak

kullanılmış olan değişkenler ortaya çıkarılacak ve bu konuda çok küçük çaplı bir genellemeye gitmek olanağı doğmuş olacaktır.

MODELLER DEĞİŞKENLER	1. MODEL	2. MODEL	3. MODEL
SEYAHAT SÜRESİ	+	+	+
YEDEK TAĞIT MİKTARI	+	+	
YETERSİZLİK-FAZLALIK MALİYETLERİ	+	+	
FİLO ÇALIĞMA ĐEKLİ (Mekik hareketi veya rotalı çizelgeli hareketler)	+		+
TEK ARACIN TAĞIMA KAPASİTESİ	+	+	+
AKTARMA ĐEKİLLERİ			+
ARAÇ SAĞİPLİK MALİYETLERİ		+	+
ARAÇ YĐLETME MALİYETLERİ		+	+

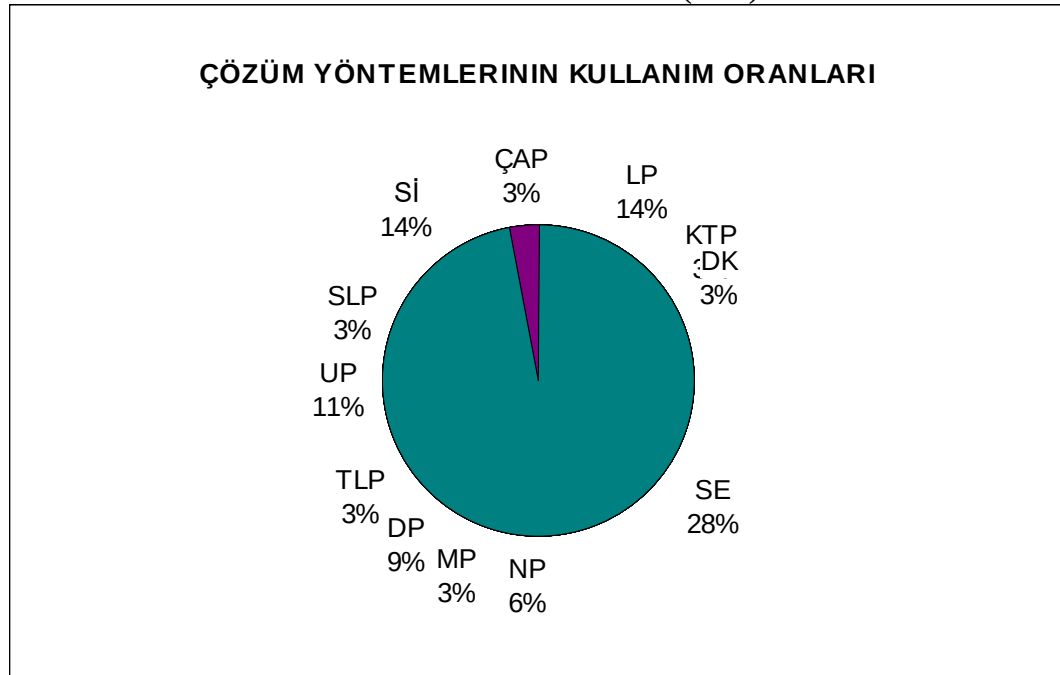
Şekil 13 İncelenen Çalışmalardan Çıkarılmış Olan Değişkenler

DEĞERLENDİRME 2

Bu kısımda elde bulunan kısıtlı sayıdaki dokümandan taşıt filosu boyutlandırılması problemlerinin çözümünde en çok kullanılan teknikler dağılımları ile birlikte verilecektir.

Elde bulunan 41 adet çalışmada oniki farklı türde çözüm tekniği kullanıldığı görülmüştür. Dağılımları aşağıdadır:

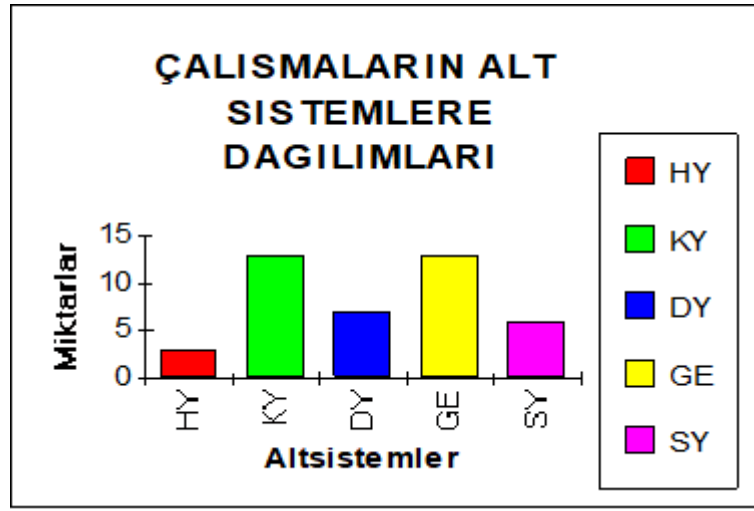
1- Lineer programlama :	6/35	(0.17)
2- Karışık tamsayılı programlama :	1/35	(0.03)
3- Simulasyon :	5/35	(0.14)
4- Sezgiseller :	10/35	(0.29)
5- Ulaştırma problemi :	4/35	(0.11)
6- Matematiksel programlama:	1/35	(0.03)
7- Tamsayılı lineer programlama :	1/35	(0.03)
8- Dinamik programlama :	3/35	(0.09)
9- Non-Lineer programlama :	2/35	(0.06)
10- Çok amaçlı programlama :	1/35	(0.03)
11- Dal ve Kesme yöntemi :	1/35	(0.03)
12- Stokastik-Lineer Ulaştırma Problemi :	1/35	(0.03)



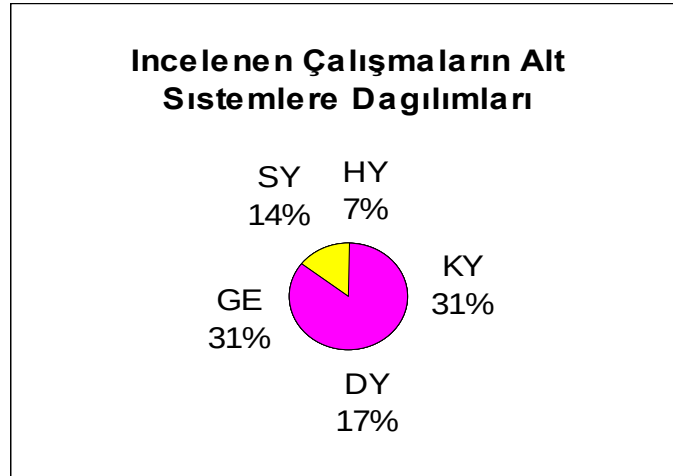
Şekil 14 Filo Boyutlandırılması Problemlerinin Çözüm Yöntemlerinin Sınıflandırılması

AÇIKLAMA :

LP: Lineer programlama, KTP: Karışık tamsayı programlama, Sİ. simulasyon, SE: Sezgisel UP: Ulaştırma problemi, MP: Matematiksel programlama, NP: Non-Lineer programlama, TLP: Tamsayı lineer programlama, DP: Dinamik programlama, SLP: Stokastik lineer ulaştırma problemi, ÇAP: Çok amaçlı programlama, DK: Dal ve kesme yöntemi



Şekil 15 İncelenen Çalışmaların Altsistemlere Dağılımları



Şekil 16 İncelenen Çalışmaların Altsistemlere Dağılımları

AÇIKLAMA:

GE: Genel, KY: Karayolu, DY: Demiryolu, HY: Havayolu, SY: Suyolu
DEĞERLENDİRME 3

Bu kısımda yapılmış olan literatür taramasında edinilen bilgiler özet halinde tablollaştırılmış ve incelemeye sunulmuştur Ayrıca, incelenmiş bulunan 41 adet çalışmadan aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır :

- 1- Filo boyutlandırılma problemlerinde en çok kullanılan çözüm tekniği “ 10 adet “ ile **Sezgiseller** olmuştur.
- 2- İncelenen çalışmalar altsistemlere göre gruplandırıldıklarında üzerinde en çok çalışılan grup “ 13 adet “ ile karayolu altsistemi olarak görülmektedir.
- 3- Filo boyutlandırılması konusunda altsistemler gözetilmeden genel anlamda sayılabilecek “ 13 adet “ çalışmanın yapıldığı görülmektedir.
- 4- Eğer Tablo 1 ‘e dikkat edilirse modellerde en çok karşılaşılan değişkenler’in “ Yük ve Yolculuk talebi ile Seyahat süreleri “ oldukları görülmektedir.

Bu iki değişkenin dışında her türlü maliyet bileşeninin de modellerde kullanılan değişkenler arasında ağırlıkta olduğu kolaylıkla görülür

- 5- İncelenen çalışmaların 6’sı açıklayıcı “**descriptive**” mahiyette çalışmalardır. Ayrıca incelenen çalışmaların 3’ünde herhangi özel bir çözüm yöntemine raslanılmamıştır.

TABLO 1: ELDE BULUNAN VE İNCELENMİŞ ÇALIŞMALARIN İÇERİKLERİ HAKKINDA TOPLU BİR GÖSTERİM

PROBLEMİN KONUSU	MODELİN YAPISI	AMAÇ	DEĞİŞKENLER	ÇÖZÜM YÖNTEMİ	AÇIKLAMA (Bulunabilen Kısıtlar)
1. Genel filo yönetimi için bir karar destek sistemi	Lineer Programlama	Müşteri memnuniyetini maksimum düzeye çıkarmak	- Yük talebi, - Taşıt kapasiteleri	LİNEER PROGRAMLAMA Ç.T	- Talebin karşılanması, - Araç sayısının tamsayı olması
2. Havayolu filo planlaması	Karışık tamsayılı programlama	Toplam seyahat süresinin minimize edilmesi	- Taşımacılık tipi (direk, aktarmalı), - Uçak kapasiteleri, - Seyahat süreleri	KARIŞIK TAMSAYILI PROGRAMLAMA Ç.T.	- Çalışma saatleri, - Talebin karşılanması, - Şebekenin her bağının kullanılması
3. Beton taşıyıcı kamyon filosu planlaması	Simulasyon	Müşteri talebi ile temin edilebilir kamyon boyutları arasındaki etkileşimi gösteren açıklayıcı bir çalışma	- Kamyon talebi, - Seyahat süresi, - Kamyon kapasiteleri	SİMULASYON	Talebin tamamıyla karşılanması
4. Genel filo planlaması ve araç rotalaması	Sezgisel	Toplam maliyetin minimizasyonu	- Sabit ve değişken maliyetler, - Araç tipleri, - Seyahat süresi	SEZGİSEL Ç.T.	- Talebin karşılanması, - Yolculukların aynı yerde başlayıp bitmesi
5. Filo boyutu ile ilgili modellerin kıyaslanması	Sezgisel	Filo boyutu ve araç rotalama problemlerini karşılaştırmalı sunan, açıklayıcı bir çalışma	-	SEZGİSEL Ç.T.	-
6. Kamyon filolarının dağıtım planlaması	Ulaştırma Problemi	Maliyetin minimizasyonu	- Seyahat süresi, - Araç kiralama maliyeti, - Araç sahiplik ve işletme maliyeti	ULAŞTIRMA PROBLEMİ	- Rota-zaman kısıtı, - Talebin karşılanması
7. Location (yerleşim)	-	Maliyetin minimizasyonu	Araç deposu kapasitesi	MATEMATİKSEL PROGRAMLAMA Ç.T.	-

PROBLEMİN KONUSU	MODELİN YAPISI	AMAÇ	DEĞİŞKENLER	ÇÖZÜM YÖNTEMİ	AÇIKLAMA (Bulunabilen Kısıtlar)
problemi					
8. Genel bir kaynak taraması, taşıt filosu kompozisyonunun belirlenmesi için yapılan bazı çalışmaların özetleri ve en iyi filo boyutu ve karışımını bulmaya yönelik bir formülasyonun sunulduğu bir çalışma					
9. Min. maliyetli filo kompozisyonu ve rotalar kümesinin bulunması	Sezgisel	Maliyetin minimizasyonu	- Talep, - Seyahat süresi	SEZGİSEL Ç.T.	Talebin karşılanması
10. Kamyon filosu planlaması	Sezgisel	Kârın maksimizasyonu	- Yük talebi, - Boş ve dolu seyahat maliyetleri	SEZGİSEL Ç.T.	Talebin karşılanması
11. Uçak filolarının optimal atanması	Tamsayılı Lineer programlama	1. Kârın maksimizasyonu veya 2. Maliyetin minimizasyonu veya 3. Optimal filo kullanımı	- Yük talebi, - Seyahat süresi, - Boş ve dolu seyahat süreleri	TAMSAYILI LİNEER PROGRAMLAMA Ç.T.	- Talebin karşılanması, - Rota kısıtları
12. Genel filo planlamayı ve boş akımların önemi konusunda bir çalışma ve yeni bir yöntem sunulması					
13. Karayolu taşıt filolarının yeilenme kararlarının alınması					
14. Karayolu filosu	Sezgisel	Maliyetin minimizasyonu	- Yük talebi, - Seyahat süresi,	SEZGİSEL Ç.T.	Çizelge kısıtları
15. Sıvı gaz gemileri filosu planlaması	Kuyruk modeli + Simulasyon	Maliyetin minimizasyonu	-	SİMULASYON	Rota kısıtları
16. Deniz taşımacılığı planlaması	Dinamik Programlama	Maliyetin minimizasyonu	- Depo maliyetleri, - Geçiş ücretleri, - Talep	DİNAMİK PROGRAMLAMA VE NON-LİNEER PROG. Ç.T.	-
17. Otobüs servilerinin planlanması	-	Taşıt toplam bekleme sürelerinin minimizasyonu	- Kalkış-varış terminaleri ve zamanları, - Seyahat süreleri	-	-
18. Kamyon	Stokastik LP'nin	Toplam kârın maksimizasyonu	Talep,	LP Ç.T.	-

PROBLEMİN KONUSU	MODELİN YAPISI	AMAÇ	DEĞİŞKENLER	ÇÖZÜM YÖNTEMİ	AÇIKLAMA (Bulunabilen Kısıtlar)
filosunun optimum boyutunun tesbiti	Deterministik LP'ye dönüştürüldüğü bir model		- Seyahat süresi, - Dolu ve boş seyahat maliyetleri	(FW ALGORİTMASI İLE)	
19. Uçak filosu boyutlandırılması	Dinamik programlama	Toplam kârın maksimizasyonu	Pazardaki rekabet koşulları	DİNAMİK PROGRAMLAMA Ç.T.	- Zaman kısıtları, - Talebin karşılanması
20. Boş yük vagonu filosu dağılımı	Non-Linear Optimizasyon modeli	Beklenen karın maksimizasyonu	- Yük talebi, - Seyahat süresi, - Bekletme, yetersizlik maliyetleri	FW ALGORİTMASI (SEZGİSEL)	- Talebin karşılanması, - Maliyet kısıtları
21. Boş yük vagonu filosu dağıtımı	Simulasyon, LP ve Stokastik LP'yi birleştiren bir model	Toplam seyahat süresinin minimizasyonu	Geçmişteki talep ve sunu değerleri	STOKASTİK LİNEER ULAŞTIRMA PROBLEMİ	- Talebin karşılanması, - Zaman kısıtı
22. Boş gemi konteyner filosu tahsisi	Dinamik nakliyat şebekesi	Maliyetin minimizasyonu	- Talep, - Seyahat süresi, - Araç türü	LİNEER PROGRAMLAMA ÇÖZÜM TEKNİKLERİ	-
23. Yük vagonu filosu dağılımı	Klasik ulaştırma modeli	Toplam maliyetin minimizasyonu	- Maliyetler - Yük talebi	ULAŞTIRMA PROBLEMİ Ç.T.	Talebin karşılanması
24. Tek tip kamyon filosu tahsisi	Non-Linear Şebeke Optimizasyon Modeli	Beklenen karın maksimizasyonu	Araç akımları	FW ALGORİTMASI	-
25. Kamyon filosu dağılımı	Yarı stokastik-yarı deterministik, dinamik bir model	Maliyetin minimizasyonu ve servis kalitesinin artırılması	- Dolu ve boş seyahat maliyetleri, - Dolu seyahat gelirleri	DİNAMİK PROGRAMLAMA (FW ALGORİTMALI)	-
26. Kombine sistemle otomobil taşımacılığı	Non-Linear ve LP'nin birlikte kullanıldığı bir model	Çok türlü taşımacılıkta toplam maliyetin minimizasyonu	Her türün dolu ve boş akım değerleri	LİNEER PROGRAMLAMA Ç.T. (FW ALGORİTMASI İLE)	Rota kısıtları,

PROBLEMİN KONUSU	MODELİN YAPISI	AMAÇ	DEĞİŞKENLER	ÇÖZÜM YÖNTEMİ	AÇIKLAMA (Bulunabilen Kısıtlar)
1					
27. Filo boyutu problemle-rinin det. ve sto. yanlarının kıyılanmaı					
28. Boş yük vagonu filolarının ortak kullanımı hakkında bir çalışma					
29. Deniz yolu ile çöp taşınması	Simulasyon ve Markov tekniğinin kullanıldığı hibrid bir model	Maliyetin minimizasyonu	- Karada çöp nakli zamanları, - Mavna sayısı	MONTE-CARLO SİMULASYONU	
30. Nehir taşımacılığında römorkör filosu boyutu belirlenmesi	Tamsayılı Programlama	Römorkör sayısının minimize edilmesi	- Nehir akış yönü, - Nehir akış hızı, - Mevsim, Katardaki mavna sayısı	ARAÇ ROTALAMA SEZGİSELLERİ	- Talebin karşılanması, - Kullanım süresi, - Çıkış noktasının dönme zorunluluğu
31. Deniz taşımacılığında tanker filosu boyutlandırılması	Envanter/Rotalama modelleri	Maliyetin minimize edilmesi	- Yük alma frekansı, - Depo kapasiteleri	ENVANTER MODELLERİ (SİMULASYON)	- Talebin karşılanması, - Zaman kısıtı, - Rota kısıtı,
32. Ulaştırma altsistemleri için genel filo modelleri	Dispatching modelleri	Genel bir filo çizelgelemesi modelinin sunulması	- Yolcu O-D değerleri, - Araç varışları ve ayrılışları	-	-
33. Kentiçi otobüs taşımacılığının iyileştirilmesi	Çok amaçlı programlama	İşletmeci ve yolcuların hoşnutsuzluklarını minimize etmek	- Seyahat süresi, - Bekleme süresi, - Maliyet, - Kâr, - Aktarma frekansı - Ücret seçeneği	ÇOK AMAÇLI PROGRAMLAMA Ç.T.	-
34. Boş yük vagonu	Lineer Programlama	Toplam maliyetin minimizasyonu	- Yük talebi, - Boş vagon-km,	LİNEER ULAŞTIRMA PROBLEMİ Ç.T.	-

PROBLEMİN KONUSU	MODELİN YAPISI	AMAÇ	DEĞİŞKENLER	ÇÖZÜM YÖNTEMİ	AÇIKLAMA (Bulunabilen Kısıtlar)
filosu dağıtımı			Boş, vagon-saat değerleri		
35. Genel araç rotalama problemi	Non-Lineer programlama	Maliyetin minimizasyonu	- Araç kapasitesi, - Günlük çalışma süresi, - Seyahat süresi	SEZGİSEL Ç.T.	- Talebin karşılanması, - Rota ile aracın uygunluğu,
36. Stokastik araç rotalama problemi	Stokastik programlama	Gecikme sürelerinin minimizasyonu	- Uyulması gereken zaman aralığı, - Sabit araç maliyeti, - İzin verilen maks. araç sayısı, - Seyahat maliyeti	DAL VE KESME YÖNTEMİ (Branch&Cut)	- Süre, - Süre aşımı
37. Karayolu araç rotalaması	Sezgisel ve minimum maliyetli akım modeli	Toplam seyahat maliyetinin minimizasyonu	- Dolu seyahat sayıları, - Dolu olmayan seyahat sayıları	SEZGİSELLER VE LİNEER ULAŞTIRMA PROBLEMİ Ç.T.	- Talebin karşılanması, - Rota kısıtları
38. Stokastik-Dinamik araç tahsisi problemi	N aşamalı stokastik programlama	Belirli bir işletme periyodunda toplam kârın maksimize edilmesi	-	SEZGİSEL Ç.T.	-
39. Karayolu için konteyner filosu boyutlandırılması	Stokastik-Deterministik tanımlayıcı bir model	-	- Yetersizlik maliyeti, - Depo maliyeti, - Üretim döngüsünün süresi - Seyahat süresi, - Üretim miktarı	-	Sevkiyatın devamı
40. Çöp toplama işine uygun kamyon filosu boyutlandırılması	Lineer Programlama	Toplam maliyetin minimizasyonu	- Seyahat süreleri, - Seyahat talepleri, - Boş ve dolu seyahat maliyetleri	LİNEER PROGRAMLAMA Ç.T.	-
41. Vagon ve Lokomotif filosu boyutlandırılması	Lineer Programlama	Maliyet minimizasyonu	- Şebeke üzerindeki akım, - Sisteme gelen talep, - Seyahat süreleri,	LİNEER PROGRAMLAMA Ç.T.	Şebekedeki akımın korunumu,

PROBLEMİN KONUSU	MODELİN YAPISI	AMAÇ	DEĞİŞKENLER	ÇÖZÜM YÖNTEMİ	AÇIKLAMA (Bulunabilen Kısıtlar)
rılması			- İşletme maliyetli, - Kapital maliyeti		- Talebin karşılanması, - Tamsayılık ve pozitiflik şartı

5. BÖLÜM

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu tezde ulaştırma sistemlerinde taşıt filosu boyutlandırılması konusuna elden geldiğince açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

Yapılan çalışmanın neticesinde varılan sonuçlar aşağıda sıralanmıştır :

Olay ulaştırma işletmeleri açısından ele alındığında, taşıt filolarının büyüklüğü işletmelerin performanslarını belirleyen en önemli değişkenlerden birisidir denilebilir.

Taşıt filolarının büyüklüğüne karar verilirken, işletmelerin etkilendikleri değişkenler ortaya konulmuşlardır. Sonuç olarak, bu çalışmada filo boyutunun rotalama ve çizelgeleme çalışmalarının bir sonucu olarak ortaya çıktığı gösterilmiştir. Elbette farklı açılardan da konuya yaklaşılabildi.

Bu çalışmada, işletmenin sunu eylemlerine etki eden dış etkenler ve kendi iç değişkenleri çıkarılıp bunların üzerinde durulmuştur. Aslında bu değişkenler de konuyu oldukça iyi bir şekilde tanımlamaktadır. Bu şekilde aşama aşama gidilmiş ve sonuçta kendi amacımız olan filo boyutu bir çıktı halinde verilmiştir.

Filo boyutunu çıktı olarak veren şekle bakılınca (şek. 11-12), filo boyutundan önce diğer bazı kararların da işletme tarafından bu akış izlenerek kolaylıkla alınabileceği gözlenir. Mesela girdilere ve işletme amaçlarına bağlı olarak "Pazar Boyutunun" seçimi ve "Rotalama-Çizelgeleme" çalışmaları rahatlıkla yapılabilir.

Bundan başka, daha önce verilmiş olan Şekil 3'e dikkat edilirse, bir ulaştırma işletmesinin, bu şeklin değerlendirilmesi ile kullanıcılarından talep etmesi en mantıklı ücret seçeneklerinin çıkarabileceği görülür.

Ayrıca, işletmenin çıktıları da açık bir şekilde verilmişlerdir. Bunların değerlendirilmesi ile de işletmenin genel performansı rahatlıkla saptanabilir. Bu yapılacak saptamalara bağlı olarak, ileride işletme şeklinde ne gibi değişikliklere gidilmesinin, işletmenin geleceği açısından daha faydalı olabileceği hakkında fikir edinilebilir.

Bu konudaki çalışma sürdürülürse ele alınması ve daha ayrıntılı incelenmesi gereken konular şunlardır; baş kısımlarda biraz bahsedilmiş olan taşıt rotasyon süreleri daha derinlemesine incelenerek, bunun taşıt filosu boyutu üzerindeki etkileri daha açıklıkla ortaya konulabilir.

Bunun yanında, taşıtların periyodik bakım süreleri ve seyahat esnasındaki beklenmeyen duraklamalar konuları üzerinde de biraz daha fazla durulabilir.

Son olarak, işletmenin taşıt depolarının yerlerinin seçimi de filo boyutu üzerinde etkili olacaktır diye düşünülmektedir. Bu konu da ele alındığı zaman taşıt filolarının boyutlandırılması konusu tam anlamıyla bir temele oturtulabilmiş olur düşüncesindeyiz.. Burada yapılan çalışmanın boyutu şimdilik bu kadarla sınırlı kalmıştır. İleride yapılacak çalışmalarda bu konuların da ele alınmasının bütünlüğün temini açısından gerekli olacağına inanmaktayız.

EK 1

Bu kısımda tezde adından sıkça bahsedilmiş olan rotalama ve çizelgeleme konusuna kısaca bir açıklık getirilmeye çalışılacaktır.

ROTALAMA VE ÇİZELGELEME (ROUTING-SCHEDULING) [4]

Üzerinde taşıtların seyahat ettiği bir ulaştırma şebekesinin farklı noktalarındaki servisler için belirli talepler vardır. Bu talepleri karşılayacak hareketlerin uzaysal konfigürasyonu ile ilgili kararlar **Rotalama** problemleri olarak sınıflandırılırlar. Bu tür problemlerde genellikle, bir taşıtın uğraması gereken yerlerin sırası verilir.

Eğer uğranılacak yerlere ne zaman varılacağı ve ayrılacağı dikkate alınırsa, karşımıza **Çizelgeleme** problemi çıkar.

Çoğu durumlarda uzaysal (mekansal) ve zamansal kararlar yoğun bir şekilde ekileşirler ve bu durumda "**Bütünleşik Rotalama ve Çizelgeleme Problemi**" ortaya çıkar.

Rotalama işinde, öncelikle, konuya zaman boyutu dahil değildir. Yalnızca rotalamadan bahsediliyorsa, taşıtlar çalıştırıldıkları şebekede yolculukları boyunca izleyecekleri güzergahlara atanıyorlar demektir.

Tabiidir ki bu, tek başına bir anlam ifade etmez. Tüm işletme sistemlerinde zaman çok önemli bir değişkendir. Dikkate alınan sisteme gelecek olan talep, zamanın etkisinden soyutlanamaz. İşte bu andan itibaren konuya **Çizelgeleme** kavramı da dahil olur.

KAYNAKLAR

- [1] Erel, A., Aralık 1994, "Ulaştırma Planlamasında Talep Sunu İlişkileri", 3. Ulaştırma Kongresi için hazırlanmış bildiri, Y.T.Ü
- [2] Hutchinson, B. G., 1974, Principles of Urban Transport System Planning, Scripta Book Company, Washington, D.C
- [3] Mannheim, M.L., 1979, Fundamentals of Transportation Systems Analysis, Vol. 1, MIT Press, Cambridge, Mass.
- [4] Bodin, L., 1983, "Routing and Scheduling of Vehicles and Crews", Ops. Res. Vol. 10, No.2, 63-211
- [5] Lardinois, C., 1989, "Simulation, Gaming and Training in a Competetive, Multimodal, Multicompany Intercity Passenger - Transportation Environment", JORS, Vol. 10, 849-861
- [6] Kanafani, A., 1983, Transportation Demand Analysis, McGraw-Hill Book Company, USA
- [7] Şahin, M. K., 1994, "İşletme Eksikliklerinin Trafik Kazalarındaki Etkisinin Araştırılması", (Basılmamış Yüksek Lisans Tezi), Y.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, İst.
- [8] Papacostas, C.S., 1987, " ", Prentice Hall International Editions
- [9] Jordan, W.C., Turnquist, M.A., "Fleet Sizing Under Production Cycles and Uncertain Travel Times", Trans. Sci., Vol. 20, No. 4, November 1986
- [10] Erkip, N., 1993, "A Model to Find Optimal Fleet Size", Yöneylem Araştırması Dergisi 1, 93-102, Endüstri Müh. Böl. ODTÜ, Ankara
- [11] R. Fourer, J. B. Gertler, H. J. Simkowitz, 1977, "Optimum Fleet Sizing in the Northeast Corridor", Trans. Res. Rec.656, 40-45

[12] International Abstracts in Operations Research, Vol. 16 (1976), Vol. 19 (1979), Vol. 22-23 (1981), Vol. 24-25 (1982), Vol. 26-27 (1983), Vol. 28-29 (1984), Vol. 34-35 (1987), Vol. 38-39 (1989), Vol. 40-41 (1990), Vol. 42 (1991)

[13] Yol İnşaatı 1, Ders Kitabı, F. Umar, N. Yayla, İ.T.Ü. yayını, 1987, İstanbul

ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi ve Yeri :	6 Şubat 1970, İstanbul
İlkokul :	Beyazıt İlkokulu (1975-1980), İstanbul
Ortaokul :	Bozdoğan Ortaokulu (1980-1983), İstanbul
Lise :	İstanbul Pertevniyal Lisesi (1983-1986)
Üniversite :	Yıldız Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü (1987-1992), İstanbul
Yüksek Lisans :	Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı Ulaştırma Programı (1992-), İstanbul

Mustafa Gürsoy, halen Y.T.Ü İnşaat Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Ulaştırma Anabilim Dalı'nda Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır.