

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TOPLU TAŞIMA ATAMASI YÖNTEMLERİ :
TRANSCAD VE TRANPLAN PROGRAMLARININ
KARŞILAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Orhan AKTAŞ**

**Anabilim Dalı: İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Programı: ULAŞTIRMA MÜHENDİSLİĞİ**

HAZİRAN 2008

ÖNSÖZ

Araştırmanın her aşamasında bilgisini ve desteğini benden esirgemeyen, beni yönlendiren ve her konuda yardımcı olan danışmanım Prof. Dr. Haluk Gerçek'e en içten teşekkürlerimi borç bilirim.

Tez çalışmam süresince maddi ve manevi tüm yardımları için aileme ve bana her konuda destek olan arkadaşlarıma en derin teşekkürlerimi sunarım.

Haziran 2008

Orhan Aktaş

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	v
ŞEKİL LİSTESİ	vi
ÖZET	vii
SUMMARY	viii
1. TOPLU TAŞIMA ATAMASI	1
1.1 Ya Hep Ya Hiç Ataması	4
1.2 Olasılıksal Kullanıcı Denkliği Ataması	5
2. TRANSCAD PROGRAMINDA TOPLU TAŞIMA ATAMASININ ÖZELLİKLERİ	7
2.1 Atama Yöntemleri	8
2.1.1 Ya hep ya hiç ataması	8
2.1.2 Olasılıksal kullanıcı denkliği ataması	9
2.2 En Kısa Yol Yöntemi İçin Ağ Ayarları	13
2.2.1 Genel ayarlar	14
2.2.2 Tür ayarları	16
2.2.3 Ücret ve transfer politikaları ayarları	19
2.2.4 Ağırlık sekmesi	20
2.2.5 Park-et-Bin ayarları	21
2.2.6 Diğer ayarlar	21
3. TRANPLAN PROGRAMINDA TOPLU TAŞIMA ATAMASININ ÖZELLİKLERİ	23
3.1 En Kısa Toplu Taşıma Yollarının Bulunması	24
3.2 Toplu Taşıma Atamasının Yapılması	28
4. ÖRNEK ÜZERİNDE UYGULAMA	30
4.1 Ya Hep Ya Hiç Ataması	33
4.1.1 Tranplan programında ya hep ya hiç ataması	33
4.1.2 Transcad programında ya hep ya hiç ataması	40
4.1.3 İki programda yapılan ya hep ya hiç atamalarının karşılaştırılması	45
4.2 Transcad Programında Olasılıksal Kullanıcı Denkliği Ataması	47

5. İSTANBUL ÜZERİNDE UYGULAMA	49
5.1 Ya Hep Ya Hiç Ataması	50
5.1.1 Tranplan programında ya hep ya hiç ataması	50
5.1.2 Transcad programında ya hep ya hiç ataması	51
5.1.3 İki programda yapılan ya hep ya hiç atamalarının karşılaştırılması	55
5.2 Transcad Programında Olasılıksal Kullanıcı Denkliği Ataması	55
6. SONUÇ	58
KAYNAKLAR	60
ÖZGEÇMİŞ	61

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1.1	Toplu taşıma atamalarının genel sınıflandırılması4
Tablo 2.1	Tür tablosu için gerekli alanlar..... 16
Tablo 2.2	Türler arası transfer tablosu 17
Tablo 2.3	Ağırlıklar sekmesinin açıklamaları.....21
Tablo 3.1	Tranplan programında toplu taşıma ataması süreci.....24
Tablo 3.2	Bölgeler arası en kısa toplu taşıma yolları bulunurken değiştirilebilen bazı özellikler25
Tablo 3.3	Tranplan'da toplu taşıma atamasında ayarlanabilen bazı önemli özellikler29
Tablo 4.1	Transcad ve Tranplan programlarının özelliklerinin karşılaştırılması30
Tablo 4.2	Örnek Ağda Yapılacak Atamada Kullanılacak Toplu Taşıma Matrisi.....32
Tablo 4.3	Tranplan programında yapılan atamanın durak bazlı sonuçları.....37
Tablo 4.4	Yolcuların Bölgeler Arası Hat Tercihleri38
Tablo 4.5	Tranplan programında yapılan atamanın bağ bazında sonuçları.....39
Tablo 4.6	Yolcuların Bölgeler Arası Hat Tercihleri43
Tablo 4.7	Tranplan ve Transcad programlarında yapılan ya hep ya hiç atamasının hat bazlı toplam yolcu sayıları.....45
Tablo 4.8	Tranplan ve Transcad programlarında yapılan ya hep ya hiç atamasının durak bazlı toplam binen ve inen yolcu sayıları46
Tablo 4.9	Örnek ağda yapılan atamaların hat bazlı bindi sayıları sonuçları48
Tablo 5.1	Tranplan'da yapılan ya hep ya hiç atamasında kullanılan türe özgü parametreler.....50
Tablo 5.2	İstanbul için kalibre edilmiş modelde Tranplan ile yapılan atamanın gözlem değerleriyle karşılaştırılması.....50
Tablo 5.3	Transcad programıyla yapılan ilk ya hep ya hiç atamasının sonuçlarının karşılaştırılması53
Tablo 5.4	Transcad'de kalibre edilen ya hep ya hiç atamasında kullanılan tür tablosu.....54
Tablo 5.5	Transcad'de ya hep ya hiç toplu taşıma atamasının sonuçları.....54
Tablo 5.6	Ya hep ya hiç atama sonuçlarının karşılaştırılması55
Tablo 5.7	Transcad programında ya hep ya hiç parametreleriyle yapılan ilk olasılıksal kullanıcı denkliği atamasının sonuçları.....56
Tablo 5.8	Transcad programında olasılıksal kullanıcı denkliği için elde edilen sonuç56

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1	Ya hep ya hiç ataması.....5
Şekil 1.2	Olasılıksal kullanıcı denkliği ataması.....6
Şekil 2.1	Olasılıksal kullanıcı denkliği ataması arayüzü..... 11
Şekil 2.2	En kısa yol yöntemi ağ ayarları genel sekmesi 14
Şekil 2.3	En kısa yol yöntemi ağ ayarları tür sekmesi 17
Şekil 2.4	En kısa yol yöntemi ağ ayarları ücret sekmesi..... 19
Şekil 2.5	En kısa yol yöntemi ağ ayarları ağırlıklar sekmesi 20
Şekil 2.6	En kısa yol yöntemi ağ ayarları diğer sekmesi..... 22
Şekil 4.1	Örnek toplu taşıma ağı 31
Şekil 4.2	Tranplan'da koordinat datası 33
Şekil 4.3	Tranplan'da bağ datası 34
Şekil 4.4	Tranplan'da hat datası 34
Şekil 4.5	Tranplan'da toplu taşıma ağını oluşturulurken kullanılan HUDNET.INA dosyası 35
Şekil 4.6	Genelleştirilmiş maliyete göre en kısa yollar bulunurken kullanılan TRNCSPH.INA dosyası 36
Şekil 4.7	Tranplan programında atama sonuç raporunun düğüm noktası bazında gösterim bölümü 37
Şekil 4.8	Tranplan programında atama sonuç raporunun hat bazlı gösterim bölümü 38
Şekil 4.9	Tranplan programında atama sonuç raporunun bağ bazında gösterim bölümü 39
Şekil 4.10	Toplu taşıma ağının oluşturulması 41
Şekil 4.11	Transcad programında ya hep ya hiç penceresinin seçenekler bölümü 42
Şekil 4.12	Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının durak bazlı sonuçları 43
Şekil 4.13	Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının toplu taşıma akım tablosu 44
Şekil 4.14	Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının hat bazlı toplam bindi sayıları tablosu 44
Şekil 4.15	Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının toplam yolcu sayılarının bağlar üzerinde gösterimi 45
Şekil 4.16	Transcad programında olasılıksal kullanıcı denkliği bölümü 47
Şekil 4.17	Transcad programında yapılan olasılıksal kullanıcı denkliği atamasının yolcu akımları 48
Şekil 5.1	İstanbul için kullanılan toplu taşıma ağı 49
Şekil 5.2	Transcad programında ilk ya hep ya hiç atamasında kullanılan tür tablosu 52

TOPLU TAŞIMA ATAMASI YÖNTEMLERİ: TRASCAD VE TRANPLAN PROGRAMLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

ÖZET

Bu çalışmanın amacı, kısaca insanların bölgeler arasında toplu taşıma sistemini kullanım biçimlerinin modellenmesi olarak özetlenebilecek toplu taşıma ataması yöntemlerini ve bu yöntemleri kullanarak toplu taşıma ataması yapan iki farklı ulaşım planlama yazılımı olan Transcad ve Tranplan programlarını karşılaştırmaktır.

Toplu taşıma ağları yollardan, yolları kullanan toplu taşıma hatlarından, duraklardan, bölge merkezlerinden ve yürüme yollarından oluşmaktadır. Bu şekilde oluşturulan toplu taşıma sisteminde, yolcuların en kısa yol tercihlerini nasıl yapacağını tanımlayan parametreler belirlendikten sonra, bölgeler arası yolcu akımlarını içeren matris sisteme atanır.

Çalışmada önce, 5 bölgeden ve bu bölgeleri birbirine bağlayan 10 hattan oluşan basit bir ağda, her bölge arasında 1000 yolculuk olduğunu gösteren bir matris kullanılarak her iki programda toplu taşıma atamaları yapılmıştır. Tranplan programı sadece ya hep ya hiç ataması, Transcad ise ya hep ya hiç atama yönteminin yanı sıra 3 farklı atama yöntemi daha kullanabilmektedir. Bu çalışmada Transcad programıyla ya hep ya hiç ve olasılıksal kullanıcı denklığı atama yöntemleri uygulanmıştır. Bu şekilde her iki programın ya hep ya hiç atama yöntemleri, her iki programın en iyi atamaları ve Transcad programındaki atama yöntemleri arasındaki temel farklar ortaya konulmuştur.

Daha sonra, önceki bir çalışmada 2006 yılı için oluşturulmuş bulunan İstanbul toplu taşıma ağı üzerinde, 2006 toplu taşıma yolcu matrisi kullanılarak aynı atamalar yapılmıştır. Bahsi geçen çalışmada Tranplan programıyla ya hep ya hiç ataması yapılmış ve bu model 2006 yılı için kalibre edilmiştir. Bu sebeple Transcad programıyla yapılan atamalar da kalibre edilmiş ve bu kez sonuçlar kendi aralarında karşılaştırılmasının yanı sıra gerçek toplu taşıma bindi değerleriyle de karşılaştırılmıştır.

TRANSIT ASSIGNMENT METHODS: COMPARING THE TRANSPORTATION PLANNING SOFTWARES, TRANSCAD AND TRANPLAN

SUMMARY

The aim of this study is to compare the transit (public transport) assignment methods, which can be summarized briefly like modelling of human behavior while using transit system between zone pairs, used in two transportation planning software, Tranplan and Transcad.

The transit networks consist of links, transit routes which use these links, stops, zon centroids and walking links. After determining the parameters that define how people behave while they choose their shortest paths in transit network, matrix which includes passenger volumes between zone pairs is assigned to the system.

A simple network consist of 5 zones and 10 routes that connect these zones with a matrix which shows 1000 passengers between all zones was first tested. Tranplan software uses only all-or-nothing transit assignment method, while Transcad software is capable of 3 other transit assignment methods beside all-or-nothing. In this study all-or-nothing and stochastic user equilibrium transit assignment methods were applied by Transcad software. In this way, the main differences of this three category were put forth: the all-or-nothing assignments of two softwares, the best assignments of two softwares and the two different assignments of Transcad.

Then same assignments were run on a larger transit network of İstanbul which had been created in a previous study. Same public transit O-D matrix estimated for 2006 was used for both softwares. In that study which is mentioned earlier, transit assignment model had been calibrated by Tranplan using all-or-nothing assignment. Because of this, the assignment which was run by Transcad were calibrated based on the observed transit traffic in İstanbul in 2006 and results were compared.

1. TOPLU TAŞIMA ATAMASI

Toplu taşıma sistem analizinin önemli bileşenlerinden biri olan toplu taşıma ataması, hatlardan oluşmuş bir toplu taşıma sisteminin yolcu akımlarını ve hizmet karakteristiklerini tahmin etme sorunlarıyla ilgilenmektedir. Toplu taşıma atama modelleri hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde, stratejik düzeyde ve işletme düzeyinde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Toplu taşıma ataması son 30 yıldır bir çok akademisyen tarafından çalışılmaktadır. Gelişmenin ilk evresinde sezgisel algoritmalar önerildi. Bu algoritmaların çoğu en kısa yollara ya hep ya hiç ataması ya da “makul” yollara çoklu yol ataması gibi yol ağı atama yöntemlerinde basit değişiklikler yapılarak oluşturulmuş algoritmalar. Hiç biri yolcuların hat seçimi davranışlarını açıklayan matematiksel denklemlerden yola çıkarak tanımlanmamıştır.

Matematiksel modeller sadece son 15 yıl içinde geliştirilmiştir. 1980’lerden önce birkaç araştırmacı ayrı bir problem ya da daha karışık modellerin bir alt problemi olarak toplu taşıma ataması ile ilgilenmiş ve çeşitli çözüm algoritmaları önermiştir. Bu algoritmalar gerçek büyüklükteki toplu taşıma ağlarını analiz etmek üzere dünyanın bir çok yerinde yaygın olarak kullanılan bilgisayar programlarında uygulanmıştır.

Bu ilk evrede önerilen yöntemlerden hiçbiri sıkışıklığın toplu taşıma sistemi üzerindeki etkisini göz önünde bulundurmamıştır. Bu yöntemlerde toplu taşıma hatlarının karşılaşılabilecekleri her talep karşısında sınırsız kapasiteye sahip olacakları varsayımı yapılmıştır. Ancak Last ve Leak (1976) tarafından önerilen algoritma bir istisnadır. Bu algoritmada araç kapasiteleri ve artan bekleme zamanları, sadece bazı özel “radial” ağlar için uygun olmasına yol açan her hat için ve bağ bazında yapılan ardışık bir yükleme yolu ile dikkate alınabilmiştir. Bu yüzden toplu taşıma sistemlerinin doğasında olan bir problemi farkına varmasından dolayı takdir edilmeyi hak eden bir çalışma, herhangi bir uygulama alanı bulamamıştır.

Toplu taşıma ataması için ilk matematiksel formülasyon Spiess (1983) ve Spiess ve Florian (1989) çalışmalarında önerilmiştir. Yolcuların “genelleştirilmiş yolculuk sürelerini” en küçüklediklerini ve akımlardan bağımsız yolculuk ve bekleme süreleri olan bir toplu taşıma ağına başlangıç – varış yolculuklarını yaparken basit yollardan çok yolculuk stratejileri ile karşılaştıkları varsayımlarından yola çıkan bir doğrusal programlama problemi ve çözümü önermişlerdir[1]. Daha sonra De Cea (1986) ve De Cea ve Fernandez (1989), Spiess’in yaklaşımından ilham alarak ve Le Clercq (1972) ve Chriqui (1974)’nin “ortak yollar” ve “toplu taşıma hattı” kavramlarından yola çıkarak toplu taşıma için başka bir doğrusal programlama modeli formüle etmiştir. Bu formülasyon toplu taşıma ağının “duraklar ve düğüm noktaları arasındaki ortak ya da çekici yollardan oluşan” hat parçaları gibi özel bir tanımı ile mümkün olabilmekteydi. Önerdikleri çözüm algoritması kendi özel ağlarında daha önce Chriqui’nin sezgisel algoritmasının çözdüğü problemi çok daha verimli bir şekilde çözen, temel olarak bir ya hep ya hiç atamasıydı. Last ve Leak tarafından önerilen algoritmalar dışında, daha önceki tüm sezgisel algoritmalar gibi bu iki modelde de sıkışıklık etkileri dikkate alınmamıştır.

Toplu taşıma atama modelleri, yüksek sıkışıklık düzeyleri karşısında yetersiz kapasitede işletilen toplu taşıma ağları için kullanılırken ya da yeni toplu taşıma sistemleri önerilir ve değerlendirilirken bu özellikle önemli bir kısıtlamadır.

Bu kısıtlamaya karşılık olarak bir sonraki basamak, literatürde toplu taşıma denkliği ataması olarak bilinen, sıkışıklığı dikkate alan modellerin geliştirilmesi oldu. Spiess (1983) ve Spiess ve Florian (1989), araç içinde yolculuk süresininin (ya da genelleştirilmiş yolculuk maliyetinin) yolcu akımının artan bir fonksiyonu (konforsuzluk fonksiyonları) olarak içinde bulunduğu doğrusal modellerinin genel halini tanıttı. Ancak aynı yazarların işaret ettiği gibi bu model, en önemlisinin durakta bekleme zamanının toplu taşımayı kullanan yolcu sayısından etkilenmemesinin (böylece sıkışıklık etkisi sadece konforsuzluk etkisine indirgeniyordu) olduğu bazı kısıtlamalar içermekteydi. Benzer bir formülasyon hiperyol kavramını tanıtan ve sıkışık yol ağlarında kullanılabilecek bir model geliştiren Nguyen ve Pallottino (1988) tarafından önerildi. Ancak bu modelde de durakta bekleme zamanlarının, Spiess ve Florian’ın önerdiği modelde olduğu gibi sabit ve yolcu sayısından bağımsız olduğu varsayılmıştı.

Gendreau (1984) sıklık etkisini araç içinde yolculuk maliyetinde ve yolcular tarafından algılanan bekleme zamanlarında dikkate almıştır. Ortak hatların olmadığı (her duraktan bir hattın geçtiği) özel bir toplu taşıma sistemi için bir model geliştirmiştir. Toplu taşıma denkliği ataması için kullanışlı bir formülasyon olmasa da, genel durum için (duraklardan birden fazla hattın geçebildiği) kuyruklanma yaklaşımına dayalı bir denklik modeli önermiştir. Ancak çalışmasının gerçek önemi, durakta bekleme zamanının yolcu sayısından etkilendiğini dikkate almasıdır.

Son 15 yılda, duraklarda toplu taşıma hatlarının birleşmesinden doğan sıklık dikkate alan iki denklik modeli önerilmiştir. Bu iki modelde de yolcu sayısından etkilenen geliştirilmiş maliyet fonksiyonları tanımlanmış ve toplu taşıma yolcularının Wardrop'un birinci ilkesine göre davrandıkları varsayılmıştır (Wardrop, 1952).

İlk olarak, De Cea ve Fernandez (1993) toplu taşıma denkliği ataması için araca binme bağlarında bekleme zamanlarının yolcu sayısına bağlı olduğu yeni bir formülasyon önermiştir. De Cea ve Fernandez (1989)'da toplu taşıma ataması için önerilen özel toplu taşıma ağı tanımını kullanarak, durakta bekleme zamanının sabit bir terim (sıklık olmadığı bekleme zamanı) ve yolcu sayısına göre artan bir terimin toplamından oluştuğu geliştirilmiş maliyet fonksiyonlarını dikkate almışlardır.

Daha sonra Spiess ve Florian (1994), Spiess ve Florian (1989)'da sundukları doğrusal olmayan formülasyonun genişletilmiş halini önermiştir. Bu modelde bekleme zamanı hem toplu taşıma hattının sıklığının hem de duraklardaki kuyruklardan dolayı oluşan sıklığın fonksiyonudur.[2]

Aşağıdaki tabloda toplu taşıma atamalarının genel sınıflandırılması gösterilmiştir.

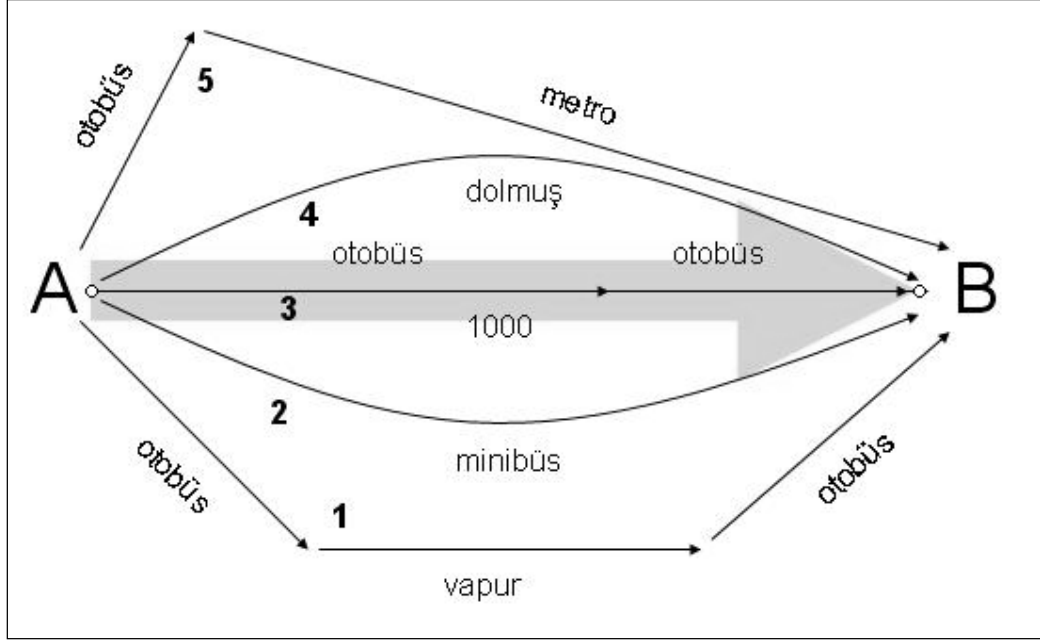
Tablo 1.1 Toplu taşıma atamalarının genel sınıflandırılması

		Olasılıksal etkiler dikkate alınıyor mu?	
		Hayır	Evet
Kapasite ve doluluk dikkate alınıyor mu?	Hayır	Ya hep ya hiç ataması	Olasılıksal atama
	Evet	Denklik ataması	Olasılıksal denklik ataması

Aşağıdaki bölümde en sık kullanan iki toplu taşıma atama yöntemi olan ya hep ya hiç ataması ve olasılıksal kullanıcı denkliği ataması açıklanmıştır.

1.1 Ya hep ya hiç ataması

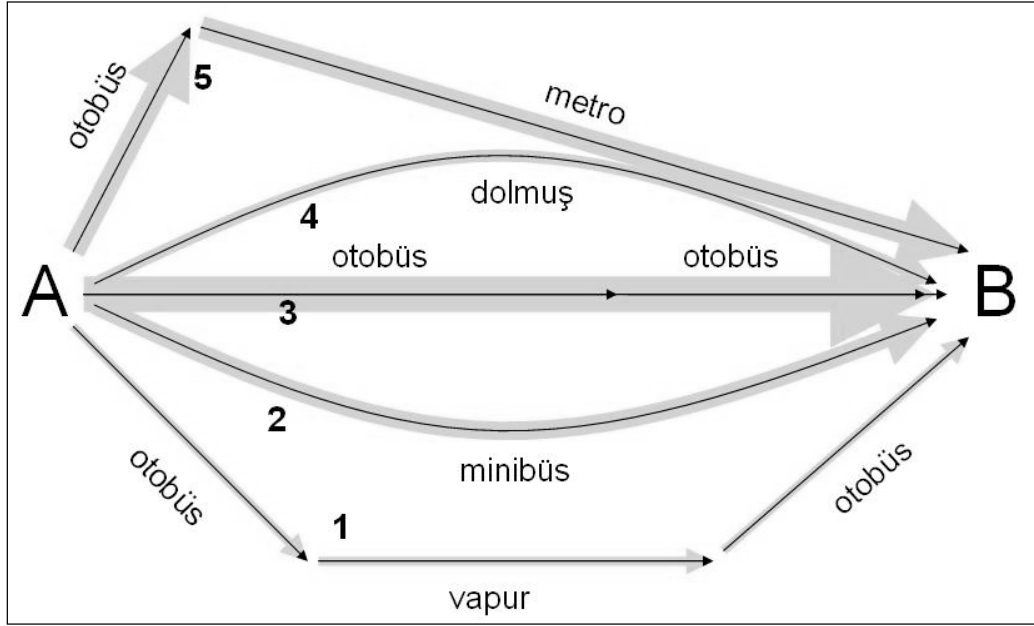
“Ya hep ya hiç” atama algoritması bütün akımları en kısa yoldan götürmektedir. Yoldaki sıkışıklık etkilerini ve yolcuların davranış farklılıklarını göz önünde bulundurmamaktadır. Toplu taşıma açısından literatürde en çok tercih edilen atama şeklidir. Atama algoritması oldukça basit ve hızlıdır. Aşağıdaki tabloda basit bir toplu taşıma ağına ya hep ya hiç atamasının olası bir sonucu gösterilmiştir. A ve B yerleşimleri arasında 5 farklı şekilde seyahat edilebilmekte ise bu seyahati yapmak isteyen bütün yolcular ya hep ya hiç ataması sonucunda tek bir şekilde seyahat edeceklerdir.



Şekil 1.1 Ya hep ya hiç ataması

1.2 Olasılıksal kullanıcı denklığı ataması

“Olasılıksal Kullanıcı Denklığı” (OKD) toplu taşıma atama algoritması, karayolu ataması için uygulanan OKD yönteminin bir uzantısıdır. Toplu taşıma için atamada yolcular seyahat başlangıç noktasından bitiş noktasına giderken, hesaplanan seyahat süresi bileşenleri, transfer bedelleri ve ücretlere göre o yolu seçmektedir. Ya hep ya hiç atamasında tüm yolcular aynı yolu kullanırken aşağıdaki tabloda da görüleceği gibi OKD yönteminde yolcular yollara dağılmaktadır.



Şekil 1.2 Olasılıksal kullanıcı denklığı ataması

Bu atama biçimi, en uygun yollara değil bütün yollara atama yaptıran, onların uygunluğu oranında tercih oranının değiştiğini varsayan bir algoritmadır. Bu atamaya göre bir yolun diğer yoldan biraz daha kötü olması, onun hiç akım almamasını değil, biraz daha az akım taşımaya sonucunu doğurur. Bu varsayım gerçeğe uygun bir varsayımdır. Kapasite aşmaları dikkate alınır ve yükleme kapasiteyi geçemez. Sıkışıklığın hesaba katıldığı bu atama şeklinde konfor da bu sayede belirtilebilmektedir.

2. TRANSCAD PROGRAMINDA TOPLU TAŞIMA ATAMASININ ÖZELLİKLERİ

Transcad coğrafi bilgi sistemi bazlı bir ulaşım planlama programıdır. Bu sebeple toplu taşıma ağında atama yapmak için öncelikle toplu taşıma ağının çizilmesi gerekmektedir. Toplu taşıma ağı ise yol ağının üzerine çizildiği için en başta bir yol ağının oluşturulması gerekmektedir.

Toplu taşıma atamasının yapılması için gerekli veriler:

- Hatları ve durakları tanımlanan bir toplu taşıma ağı sistemi
- Hat sisteminden oluşturulmuş, tamamlanmış ayarları ve ücret yapısı ile sayısal bir toplu taşıma ağı
- Duraktan-durağa veya düğüm noktasından - düğüm noktasına talepleri gösteren bir O-D yolcu talep matrisi
- Yol ağından alınacak bilgiler
- Bölge merkezleri ve bağlantıları
- Yürünebilir yollar
- Yol parçalarının süreleri
- Bağların özel oto süreleri
- Bağların toplu taşıma süreleri
- Yürüme süreleri
- Bağların türlere özgü süreleri
- Hatlardan alınacak bilgiler
- Kalkış aralığı (headway)
- Durak kayıp süreleri (dwell)

- Hattın saatlik yolcu kapasitesi
- Hat ücreti
- Hattın kullanılabilir aktarma adedi ve ücreti
- Hattın türü

O-D matrisi her başlangıç ve bitiş düğüm noktası arasında seyahat eden yolcuların sayısını göstermektedir. Matriste bulunan satır ve sütun ID'leri, bağ ağındaki düğüm noktası ID'leri ile veya durak tabakasındaki durak ID'leri ile eşleşmelidir. ID'leri ağda bulunmayan matristeki hücrelerin ataması yapılmamaktadır.

2.1 Atama Yöntemleri

Transcad programı toplu taşıma ataması için birden fazla yöntem önermiştir. Bu bölümde en bilinen atama yöntemleri olan ya hep ya hiç ataması ve olasılıksal kullanıcı denkliği ataması açıklanmıştır.

2.1.1 Ya Hep Ya Hiç ataması

“Ya Hep Ya Hiç” atamasında genelleştirilmiş maliyetin hesabı, şu formül ve parametreleri içermektedir:

$$C_k = \sum_{l \in L} [\gamma_f f_f + c_t (\gamma_w w_l + \gamma_x x_l)] + \sum_{i \in I} [c_t (\gamma_d d_i) + t_i] + \sum_{j \in J} [c_t (\gamma_k k_j)] \quad (2.1)$$

Burada,

C_k : toplam yolculuk maliyeti

l : k yolunda kullanılan hatlardan biri

L : k yolunda kullanılan hatlar

i : k yolundaki yol bağlarından biri

I : k yolundaki tüm yollar

j : k yolundaki yürünen yollardan biri

J : k yolundaki tüm yürünen yollar

c_t : Zamanın değeri
 f_l : l hattının maliyeti
 w_l : l hattını bekleme süresi
 x_l : l hattına transit geçiş ek süresi
 d_i : i yol parçasındaki durak kayıp süresi
 v_i : i yol parçasındaki yolcu akımı
 t_i : i yol parçasındaki araçla yolculuk süresi
 k_j : j yürünen yol parçasının yürüme süresi
 γ_f : ücretin ağırlığı
 γ_w : bekleme süresi ağırlığı
 γ_x : transfer ek süresi ağırlığı
 γ_d : durak kayıp süresi ağırlığı
 γ_v : araçta geçen sürenin ağırlığı
 γ_k : yürüme yolu ağırlığı

c_t zamanı temsil etmekte olup zamanın parasal değere çevrilmiş şeklidir.

2.1.2 Olasılıksal Kullanıcı Denkliği Ataması

OKD atamasında genelleştirilmiş maliyet denklemi aşağıdaki gibidir:

$$C_k = \sum_{l \in L} [\gamma_f f_l + c_t (\gamma_w w_l + \gamma_x x_l)] + \sum_{i \in I} \left[c_t (\gamma_d d_i) + t_i \left(1 + \alpha_i \left(\frac{v_i}{c_i} \right) \right) \right] + \sum_{j \in J} [c_t (\gamma_k k_j)] \quad (2.2)$$

Burada,

C_k : Toplam yolculuk maliyeti (para birimiyle)

l : k yolunda kullanılan hatlardan biri

L : k yolunda kullanılan hatlar

i : k yolundaki yol bağlarından biri

I: k yolundaki tüm yollar

j: k yolundaki yürünen yollardan biri

J: k yolundaki tüm yürünen yollar

c_t : Zamanın değeri

f_i : I hattının maliyeti

w_i : I hattını bekleme süresi

x_i : I hattına transit geçiş ek süresi

d_i : i yol parçasındaki durak kayıp süresi

v_i : i yol parçasındaki yolcu akımı

c_i : i yol parçasının kapasite yolcu akımı

α_i : BPR gecikme fonksiyonundaki alfa katsayısı (kapasite akımı durumunda süredeki gecikme oranı)

β_i : BPR gecikme fonksiyonundaki beta katsayısı

t_i : i yol parçasındaki araçla yolculuk süresi

k_j : j yürünen yol parçasının yürüme süresi

γ_f : maliyetin ağırlığı

γ_w : bekleme süresi ağırlığı

γ_x : transfer ek süresi ağırlığı

γ_d : durak kayıp süresi ağırlığı

γ_v : araçta geçen sürenin ağırlığı

γ_k : yürüme yolu ağırlığı

Olasılıksal kullanıcı denkleği atamasında ya hep ya hiç atamasından farklı olarak bir çok parametrenin belirlenmesi gerekmektedir. Bunlar;

- Denklik ile ilgili ayarlar

- Sıkışıklık ile ilgili ayarlar
- Araçların durakta yolcu için ne kadar bekledikleri ile ilgili ayarlar
- Hata terimleri ile ilgili ayarlar

olarak sınıflandırılabilir.

Şekil 2.1 Olasılıksal kullanıcı denklığı ataması arayüzü

Denklik ile ilgili ayarlar:

İterasyon sayısı (iterations) = Atamanın kaç iterasyon sonucunda tamamlanacağı belirlenir.

Yakınsaklık (convergence) = İki atama arasındaki fark bu değerden küçük olduğunda iterasyon sayısına bakılmaksızın atamanın duracağı değer belirlenir.

Sıkışıklık parametreleri:

Alfa = Denklem 2.2'deki BPR fonksiyonu içindeki katsayı. Bu katsayı hat bazında, tür bazında veya genel olarak belirlenebilir.

Beta = Denklem 2.2'deki bpr fonksiyonu içindeki katsayı. Bu katsayı hat bazında, tür bazında veya genel olarak belirlenebilir.

Kapasite (capacity) = Denklem 2.2'deki bpr fonksiyonu içinde kullanılacak kapasite. Bu katsayı da hat bazında, tür bazında veya genel olarak belirlenebilir.

Araçların durakta yolcu için ne kadar bekledikleri ile ilgili ayarlar:

Binen yolcu başına (on volume) = Bu süre binen her yolcu için toplam süreye eklenir.

İnen yolcu başına (off volume) = Bu süre inen her yolcu için toplam süreye eklenir.

Hata terimleri ile ilgili ayarlar:

Yol parçasının katetme süresi (link time) = Bu hata terimi büyüdükçe toplu taşıma aracının seyahat süresi belirsizleşir ve güvensizleşir. Bu katsayı hat bazında, tür bazında veya genel olarak belirlenebilir.

İlk sefer sıklığı (initial headway) = Bu hata terimi büyüdükçe toplu taşıma aracının seyahatin ilk aracı olarak gelme vakti belirsizleşir ve güvensizleşir. Bu katsayı hat bazında, tür bazında veya genel olarak belirlenebilir.

Transfer sefer sıklığı (transfer headway) = Bu hata terimi büyüdükçe toplu taşıma aracının seyahatin içinde gelme vakti belirsizleşir ve güvensizleşir. Bu katsayı hat bazında, tür bazında veya genel olarak belirlenebilir.

İlk sefer sıklığı fonksiyonu (initial headway function) = İlk sefer sıklığı hata terimini üretmeye yarayan olasılıksal fonksiyon.

Transfer sefer sıklığı fonksiyonu (transfer headway function) = Transfer sefer sıklığı hata terimini üretmeye yarayan olasılıksal fonksiyon.

Yol parçasının katetme süresi fonksiyonu (link time function) = Aracının seyahat süresi hata terimini üretmeye yarayan olasılıksal fonksiyon.

2.2 En Kısa Yol Yöntemi İçin Ağ Ayarları

Toplu taşıma ataması yapılırken en kısa yolların bulunması gerekmektedir. Tranplan'da bu ayrı olarak yapılırken Transcad'de toplu taşıma atamasıyla birlikte yapılır. Bu sebeple toplu taşıma ataması yapılırken aşağıdaki ayarların yapılması gerekmektedir.

En kısa yol yöntemi ağ ayarları penceresinde altı farklı sekme vardır:

Genel (General)

Yolculuk süresi, en fazla yolculuk süresi, transfer süresi, en fazla transfer sayısı ve bölge merkezleri belirlenir.

Tür (Mode)

Toplu taşıma tür tablosu, türler arası transfer tablosu ve türe özgü bazı kısıtlar belirlenir.

Ücret (Fare)

Ücretin sabit mi, bölgesel mi yoksa karma mı olacağı belirlenir.

Ağırlıklar (Weights)

En kısa yollar belirlenirken toplu taşıma ağının her türlü bileşeninde kullanılan ağırlıklar belirlenir.

Park et Bin (Park & Ride)

Park et bin ayarları belirlenir.

Diğer (Other)

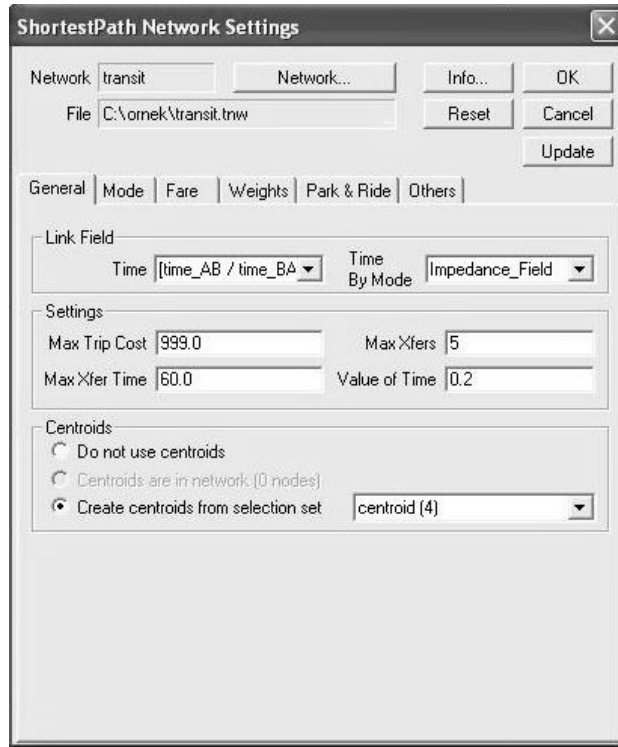
Hat kalkış aralığı, transfer süresi, araçların durakta durma ve son durakta bekleme süreleri belirlenir Ayrıca yolcuların durakta bekleme, erişim ve yolculuk süreleri için en büyük ve en küçük değerler belirlenir

Bir çok toplu taşıma ağı ayarı hat bazında, tür bazında ya da tüm hatlar için genel olarak belirlenebilir. Hat bazında değerler hat tabakasındaki bir alandan, tür bazında değerler tür tablosundaki bir alandan alınır. Genel değerler ise toplu taşıma ağı

ayarları penceresine doğrudan girilir. En büyük öncelik hat bazındaki değerlere verilir. Eğer hat bazında bilgi yoksa ya da genel olarak olduğu halde bazı hatlarda eksikse, Transcad değeri (tanımlandıysa) önce tür tablosunda arayacak, orada da bulamazsa genel olarak tanımlanmış değeri kullanacaktır.

2.2.1 Genel Ayarlar

Genel ayarlar, en uygun yol matrisi oluşturma ve atama yapmada kullanılacak toplu taşıma ağının genel parametrelerini belirlendiği sekmedir. Aşağıdaki tabloda genel ayarlar sekmesi arayüzü gösterilmiştir.



Şekil 2.2 En kısa yol yöntemi ağ ayarları genel sekmesi

Aşağıda genel ayarlar sekmesinde olan her bir alan ve kullanılış biçimi açıklanmıştır.

Yolculuk Süresi (Link Field Time)

Yol katmanında bir alan olarak belirlenmiş olması gereken toplu taşıma yolculuk süresi belirenir. Bu alandan bir toplu taşıma aracının o yol bağlantısını ne kadar sürede katedeceği hesaplanır.

Türe Özgü Süre (Time By Mode)

Bir tür tablosu oluşturulursa, her tür kendine özgü süre alanıyla ilişkilendirilebilir. Tür tablosundaki bir karakter alanıyla yol katmanındaki hangi alanın o türün süresi için kullanılacağı belirlenir. Bu seçenek farklı hızlardaki türler (ekspres ve normal otobüsler) aynı yolları kullandığı durumlarda kullanılır. Bu tür durumlarda bu performansı modellemek için farklı süre alanları mutlaka gerekmektedir.

En Büyük Yolculuk Maliyeti (Max. Trip Cost)

Anlamsız yolculuk güzergahlarını engellemek amacıyla geliştirilmiş maliyet birimiyle izin verilen en büyük yolculuk maliyeti belirlenir.

En fazla transfer sayısı (Max Xfers)

Anlamsız yolculuk güzergahlarını engellemek amacıyla bir yolculukta izin verilen en fazla transfer sayısı belirlenir.

Zamanın Değeri (Value of Time)

Pathfinder algoritması beklenen geliştirilmiş maliyeti en küçük maliyeti hesaplamak için bütün zamansal özellikler parasal birimlere çevrilir. Zamanın değeri (ZD) katsayısı çevirme faktörü olarak kullanılır. Karşılık gelen parasal maliyeti bulmak için bütün zamansal birimler ZD katsayısıyla çarpılır. Ücret ve zaman geliştirilmiş maliyeti hesaplamak için kullanılır. Eğer pathfinder algoritması sadece yolculuk süresiyle çalıştırılmak istenirse, ZD katsayısının 1 olarak ayarlanması ve bütün ücret katsayılarının da 0 yapılması gerekir. Alternatif olarak da ağırlıklar sekmesindeki tüm ücret ağırlıkları 0 yapılabilir. Zamanın değeri dakikanın parasal değeridir. Örnek vermek gerekirse, fabrika ayarı değer olan 0.2 (Amerikan doları olarak) \$0.20/dakika, ya da \$12.00/saat anlamına gelmektedir.

Bölge Merkezleri (Centroids)

Yol ağındaki bölge merkezleri belirlenir. Merkezlerin belirlenmesi için, önce bağ tabakasına bağlı olan düğüm noktası tabakasında seçilmeleri, daha sonra da seçimin bu sekmede belirtilmesi gerekmektedir. Merkezler belirlendikten sonra yolculukların başı ve sonu dışında bölge merkezi bağlantılarından geçmeleri önlenir.

Sadece Yürüyerek Yapılan Yolculuklar (Permit Walk-only Trips)

Sadece yürüyerek yapılan yolculukların izin verilip verilmeyeceği belirlenir.

2.2.2 Tür Ayarları

TransCAD programı ağın toplu taşıma ve toplu taşıma dışı bileşenleri için türe özgü bilgi ve ayarları desteklemektedir. Türleri kullanabilmek için bir tür tablosu oluşturmak gerekmektedir. Tür tablosu aşağıdaki tabloda gösterilen alanları içermek zorundadır:

Tablo 2.1 Tür tablosu için gerekli alanlar

Alan	Türkçe	Tür	İçerik
Mode_ID	Tür ID'si	Tamsayı	Hat tablosundaki mode (tür) alanıyla eşleşen, türlerin tamsayı ID'leri.
Mode_Name	Tür Adı	Metin	Türün adı
Mode_Used	Tür Kullanımı	Tamsayı	1 = Kullanımda, 0 = Kullanım dışı

Kaynak: Transcad Kullanıcı Elkitabı

Tür tablosuna türleri daha iyi tanımlayabilecek başka alanlar da eklenebilir.

Buna ek olarak hat tablosuna, her hattın tür ID'sini belirten bir alan; toplu taşıma olmayan (non-transit) yollar içinse yol tablosuna, yürüme yollarının tür ID'sini belirten bir alan açılması gerekmektedir.

Bunun dışında Mode_Used adlı, belirlenmiş bazı türleri kullanıma sokmak ya da kullanım dışı bırakmak için kullanılan bir alan oluşturma zorunluluğu vardır. Örnek vermek gerekirse, banliyo hatları bir seçenek olmadığında, kullanılacak ücretleri ve yolları değerlendirmek için banliyo hatlarını kullanım dışı bırakmak için banliyo türünün Mode_Used alanını 0 yapmak gerekmektedir. Toplu taşıma dışı türler içinse, bağımsız olarak başlangıç ve bitiş erişimi yolları tür tablosundan kullanıma sokulabilir ya da kullanım dışı bırakılabilir. Özel araçla bitiş erişimi yapılabilen ve yürüyerek başlangıç erişimi yapılabilen yolların kullanım dışı bırakılmasıyla sabah saatleri için özel araçla başlayan bir transit network matrisi oluşturmak bu özelliğin kullanımı için bir örnek olabilir. Bunun için tür tablosuna, başlangıç erişimi ve bitiş erişimi yol türlerini kullanıma sokabilen ya da kullanım dışı bırakabilen ayrı iki alan açılması gerekmektedir.

Tür tablosu toplu taşıma network ayarlarındaki bir çok katsayıyı hat bazında ya da genel olarak belirlemek yerine tür bazlı belirleyebilmeyi sağlar. Örneğin ekspres

otobüs hatlarının yolculuk süresi katsayısı için 1 kullanırken, normal otobüs hatlarının yolculuk süresi katsayısı 2 olabilir.

Ayrıca türler arası transfer tablosu kullanılarak türler arası transfer cezaları belirlenebilir.

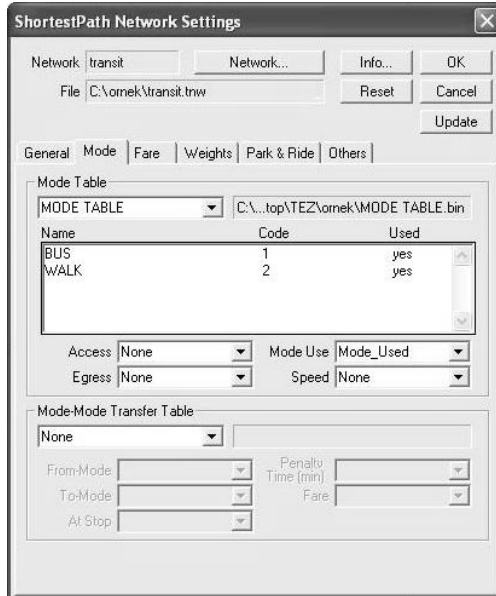
Bir toplu taşıma en kısa yol problemi çözmek gerekiyor ve olası türler arası transferleri kontrol etmek isteniyorsa, bir türden diğerine geçerken ne kadar ceza ekleneceğini belirten bir tablo oluşturulabilir. Türler arası transfer tablosu şu alanları içerebilir:

Tablo 2.2 Türler arası transfer tablosu

Alan	Türkçe	Alan_türü	İçerik
From_Mode	İnilen Tür	Integer	Tür ID'si
To_Mode	Binilen Tür	Integer	Tür ID'si
At_Stop	Durak	Integer	Transferin olduğu durak
Transfer Penalty	Transfer Cezası	Real (time)	Dakika olarak transfer cezası
Transfer Fare	Transfer Ücreti	Real	Bu transferde verilen ücret

Kaynak: Transcad Kullanıcı Elkitabı

Transfer cezası ve ücreti bir sonraki toplu taşıma durağında uygulanacaktır. At_Stop alanında boşluk olması, belirtilen türlerin kesiştiği her yerde transfer cezalarının uygulanacağı anlamına gelmektedir.



Şekil 2.3 En kısa yol yöntemi ağ ayarları tür sekmesi

Aşağıda Tür sekmesinde olan her bir alan ve kullanılış biçimi açıklanmıştır:

Tür Tablosu (Mode Table)

Kullanılacak tür tablosu belirlenir. Hemen altındaki tablo ise türlerin tek tek adını, ID'sini ve kullanımda olup olmadıklarını göstermektedir.

Tür Kullanımı (Mode Used)

Türleri kullanımda olup olmadığını belirleyen tür tablosu alanı.

Hız (Speed)

Türün hızının belirlendiği tür tablosu alanıdır. Bu hız genel yol süresi değeri olmadığında yolculuk süresini hesaplamak için kullanılır.

Başlangıç Erişimi (Access)

Başlangıç erişimi için toplu taşıma dışı yolların kullanımda olup olmadığını belirleyen tür tablosu alanı.

Bitiş Erişimi (Egress)

Bitiş erişimi için toplu taşıma dışı yolların kullanımda olup olmadığını belirleyen tür tablosu alanı.

Türler arası ceza tablosu (Mode-Mode Penalty Table)

Kullanılacak türler arası transfer tablosu belirlenir.

Türden (From-mode)

Türler arası transfer tablosundaki From_Mode alanını belirtilir.

Türe (To-mode)

Türler arası transfer tablosundaki To_Mode alanını belirtilir.

Durak (At Stop)

Türler arası transfer tablosundaki At_Stop alanını belirtilir.

Ceza süresi (Penalty Time)

Türler arası transfer tablosundaki Transfer Penalty alanını belirtilir.

Ücret (Fare)

Türler arası transfer tablosundaki Transfer Ücreti alanını belirtir.

2.2.3 Ücret ve transfer politikaları ayarları

Toplu taşıma ağındaki 4 farklı ücret tipi kullanılabilir:

Ücretin yolculuk uzunluğundan bağımsız olduğu sabit ücretler.

Ücretin başlangıç ve bitiş bölgesine göre belirlendiği ve transfer sayısından bağımsız olan bölge bazlı ücretler.

Ücretin başlangıç ve bitiş bölgesine göre tür bazında belirlendiği bölge bazında ücretler.

Ücretin sabit ve bölge bazında ücretlerin kombinasyonu şeklinde hesaplandığı karışı ücretler.

Aşağıdaki tabloda Transcad'deki ücret sekmesi gösterilmektedir.

The screenshot shows the 'ShortestPath Network Settings' dialog box with the 'Fare' tab selected. The 'Fare System' section has three radio buttons: 'Flat Fare' (selected), 'Zonal Fare', and 'Mixed Fare'. Below this, there are three columns: 'ROUTE', 'MODE', and 'GLOBAL'. Under 'Mixed Fares', there are three dropdown menus for 'Fare Type'. Under 'Flat Fares', there are two rows: 'Regular' and 'Transfer'. Each row has a dropdown for 'fare', a dropdown for 'None', and a text box for the value. The 'Regular' fare is set to 1.00 and the 'Transfer' fare is set to 0.40. Under 'Allowed Transfers', there are two rows: 'Free Fares' and 'Xfer Fares'. Each row has a dropdown for 'num_fre_xfer', a dropdown for 'None', and a text box for the value. The 'Free Fares' value is 1 and the 'Xfer Fares' value is 1. Under 'Zonal Fares', there are three dropdown menus for 'Matrix Index', a dropdown for 'Matrix File', and a dropdown for 'Stop Zone ID'. There is also a 'Charge By' dropdown menu.

Şekil 2.4 En kısa yol yöntemi ağ ayarları ücret sekmesi

Sabit ücret sisteminde normal ücretler ve transfer ücretleri hat bazlı, tür bazlı ve genel olarak belirlenebilir. Normal ücretler bir seyahatin ilk hattında ödenir. Transfer

ücretleri ise takip eden hatlarda ödenir. Ücret ayarlarında ayrıca izin verilen ücretsiz ve indirimli transfer sayısı belirlenebilir.

Eğer toplu taşıma sisteminde ücretsiz tür içi transfer yapılabiliyorsa, bunun türler arası transfer tablosunda belirtilmesi gerekmektedir.

Bölge bazında ücret sisteminde, her durağın hangi bölgede (burada bölge çalışmadaki bölgelerle aynı olmak zorunda değildir) olduğu belirtilmesi gerekmektedir. Daha sonra ücret başlangıç ve bitiş duraklarının bölgelerine göre belirlenmektedir. Bunun için bir ücret matrisi oluşturulması gerekmektedir.

2.2.4 Ağırlık sekmesi

Değişik sürelerin yolcuların algılamalarındaki farklılıkları, toplu taşıma atamasının ilginç bölümlerinden biridir ve yol seçimleri doğrudan etkilemektedir. Sözelimi bir yolcu için durakta beklerken geçen 10 dakika ile bir aracın içinde gitmek istediği yere giderken geçen 10 dakika aynı kefeye koyulmaz. Bu evrensel sorun için genel olarak ağırlıklar kullanılır. Transcad'ın ağırlar sekmesi bu sebeple kullanılmaktadır. Aşağıdaki şekilde bu arayüz göstermektedir.

	ROUTE	MODE	GLOBAL
Transit			
Fare	None	None	1.00
Link Time	None	None	1.00
Transfer Penalty Time	None	None	1.00
Wait Time	None	None	2.00
Dwell Time	None	None	1.00
Non-Transit			
Walking Time	3.0000		Driving Time: 3.0000
Interarrival Parameter	0.50		

Şekil 2.5 En kısa yol yöntemi ağ ayarları ağırlıklar sekmesi

Ağırlıklar da yine hat bazlı, tür bazlı veya genel olarak verilebilmektedir. Aşağıdaki tabloda, sekmedeki her bir kutucuğun ne işe yaradığı açıklanmaktadır.

Tablo 2.3 Ağırlıklar sekmesinin açıklamaları

AĞIRLIK	AÇIKLAMA
Ücret	Ücrete uygulanacak ağırlık
Yol parçası süresi	Toplu taşıma aracının yolu katetme süresine uygulanacak ağırlık
Transfer ceza süresi	Her transferde eklenecek ceza süresine uygulanacak ağırlık
Bekleme süresi	Bekleme süresine uygulanacak ağırlık
Aracın yolcu alırken durma süresi	Aracın yolcu alırken durma süresine uygulanacak ağırlık
Yürüme süresi	Yürüme süresine uygulanacak ağırlık
Özel araçla gitme süresi	Özel araçla gitme süresine uygulanacak ağırlık
Gelişler arası katsayısı	Bekleme süresiyle hattın sıklıklarının nasıl ilgili olduğunu belirten katsayı

Kaynak: Transcad Kullanıcı Elkitabı

2.2.5 Park-et-Bin ayarları

Transcad'ın bir diğer özelliği park-et-bin sistemine uygun olmasıdır. Bu özelliği kullanabilmek için önce park edilebilen düğüm noktalarının ve araçla gidilebilen bağların belirlenmesi gerekmektedir. Bu yapıldıktan bu özellik kullanılabilir.

2.2.6 Diğer ayarlar

Toplu taşıma ağ ayarlarındaki diğer sekmesi, zaman bazlı maliyetleri belirlemeye yarar. Bu zaman bazlı süreler araçların geliş sıklığına bağlı olan bekleme süreleri,

transfer süreleri, araçların durakta yolcu alırkenki durma süreleri ve yine araçların son durakta bir dahaki sefere kadarki bekleme süreleridir. Bu sekmede ayrıca en küçük ve en büyük bekleme sürelerini belirlenir. Bir bekleme süresi en küçük sürede daha küçükse ya da en büyük süreden daha büyükse bu belirlenen süreler otomatik olarak kullanılır. Ayrıca en büyük başlangıç erişimi, bitiş erişimi ve yolculuk süreleri ayarlanabilir. Bu belirlenen sürelerden daha büyük sürelerle sahiğ yolculuklar otomatik olarak değerlendirme dışı bırakılacaktır. Bu parametreler hat bazlı, tür bazlı ya da genel olarak belirlenebilir. Aşağıdaki şekilde diğer sekmesi gösterilmektedir.

	ROUTE	MODE	GLOBAL
Times (Minutes)			
Headway	headway	None	15.00
Transfer Penalty	None	None	3.00
Max Init Wait	None	None	60.00
Max Xfer Wait	None	None	60.00
Min Init Wait	None	None	2.00
Min Xfer Wait	None	None	2.00
Dwelling	dwelling	None	0.50
Layover	None	None	5.00
Max Access Walk	None	None	20.00
Max Egress Walk	None	None	20.00
Max Total Time	None	None	240.00

Şekil 2.6 En kısa yol yöntemi ağ ayarları diğer sekmesi

3. TRANPLAN PROGRAMINDA TOPLU TAŞIMA ATAMASININ ÖZELLİKLERİ

Tranplan'ın coğrafi bilgi sistemine dayalı bir ulaşım planlama programı olmaması sebebiyle toplu taşıma ağı, Transcad'de olduğu gibi çizilerek değil sayısal olarak tanımlanır. Atama süreci şu şekilde çalışmaktadır:

Bölge çiftleri arasında en kısa toplu taşıma yolları belirlenir. Burada belirtilen kısalık, mesafeyi değil belirtilecek birimin küçüklüğünü ifade etmektedir. Bu yollar belirlenirken Tranplan'ın sunduğu iki alternatif söz konusudur.

süreye göre en kısa yollar

Bu alternatif seçildiğinde bir bölgeden diğerine gidecek bir yolcunun sadece toplam yolculuk süresine göre karar verdiği varsayılır. Örneğin çok pahalı ama çok kısa süreli bir toplu taşıma aracı çok fazla rağbet görecektir.

genelleştirilmiş maliyete göre en kısa yollar

Bu alternatif seçildiğinde ise süre dışındaki faktörler de hesaba katılır. Ancak zamanın değerinin bulunması zorunluluğu ise bu alternatifin uygulanmasını zorlaştıran bir engel olarak ortaya çıkar.

Belirlenen en kısa yollara “Ya Hep Ya Hiç” ataması yapılır.

Tranplan'da sadece ya hep ya hiç ataması yapılır. Bunun anlamı iki bölge çifti arasındaki bütün yolcuların tek bir güzergaha atanmalarıdır. Ancak bu bölüm içinde daha sonra bahsedileceği gibi aynı yol üzerinden giden farklı hatlara, seçilen özelliğe göre yolcu atanmaktadır. Bunun anlamı aynı yolu kullanan hatlardan birden fazlasına atama yapılabileceğidir.

Tranplan içinde bir çok küçük program barındıran bir programdır. Yukarıda anlatılan her işlem bu küçük programlar aracılığıyla yapılır. Hangi işleminin hangi program yardımıyla yapıldığının gösterildiği Tranplan'da genel toplu taşıma ataması süreci aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3.1 Tranplan programında toplu taşıma ataması süreci

SIRA	GİRDİ	PROGRAM	ÇIKTI
1	Toplu taşıma koordinat datası	HUDNET	Toplu taşıma networku
	Toplu taşıma hat datası		
	Toplu taşıma bağ datası		
2	Toplu taşıma ağı	TRNCSPTH	Bölgeler arası en küçük genelleştirilmiş maliyetli yollar
3	Bölgeler arası toplu taşıma matrisi	MTX	Bölgeler arası toplu taşıma matrisi (atama formatında)
4	Toplu taşıma ağı	TRLOAD	Atama sonuçları
	Bölgeler arası en küçük genelleştirilmiş maliyetli yollar		
	Bölgeler arası toplu taşıma matrisi (atama formatında)		
5	Atama sonuçları	TRPRAS	Raporlanmış atama sonuçları

3.1 En kısa toplu taşıma yollarının bulunması

Aşağıdaki tabloda Tranplan programında en kısa yollar bulunurken önemli olan bazı kritik özellikleri açıklanmıştır.

Tablo 3.2 Bölgeler arası en kısa toplu taşıma yolları bulunurken değiştirilebilen bazı özellikler

ÖZELLİK	AÇIKLAMA
NETWORK = period	Yollar oluşturmak için kullanılacak olan ağ belirlenir. Günün saat dilimi (period) için kullanılacak değerler şunlardır: AM (sabah zirve), PM (akşam zirve), MIDDAY (günüci), NIGHT (gece). Bu parametre her zaman gereklidir.
SELECTED ZONES = list	Başlangıç bölgesi ya da başlangıç bölgeleri belirlenir. Eğer PRINT PATHS seçeneği seçilmişse, otomatik olarak 1. bölge belirlenir. BUILD PATHS seçilmişse otomatik olarak tüm bölgeler belirlenir.
MAXIMUM TIME = mt	Algoritmanın “mt” (tamsayı olarak dakika)’den uzun olan bölgeler arası yolculukları yokmuş gibi değerlendirmesini sağlar. Otomatik olarak atanan değer 255’dir. Bu parametre için verilecek gerçekçi bir değer yol oluşturma işlemini önemli ölçüde kısaltır.
MAXIMUM TRANSFER = n	En kısa yolu bulurken izin verilen en yüksek transfer sayısı (1-255) belirlenir. Otomatik olarak atanan değer 10’dur.
FIRST FREQUENCY FACTOR = ffac	İlk toplu taşıma aracını beklerken sefer aralığının bölüneceği sayı belirlenir. Otomatik olarak atanan değer 2’dir.
SECOND FREQUENCY FACTOR = sfac	Transferlerde gelecek toplu taşıma aracını beklerken sefer aralığının bölüneceği sayı belirlenir. Otomatik olarak atanan değer 2’dir.
MAXIMUM WAIT	Herhangi bir türden m1 türüne transfer olurken

<p>PENALTIES = (m1,p1) (m2-m3,p2)...</p>	<p>olabilecek en büyük bekleme zamanı olan p1 ve 2.türden 3.türe transfer olurken olabilecek en büyük bekleme zamanı olan p2 belirlenir. Eğer sefer aralıklarından hesaplanan bekleme zamanı en büyük zamanı geçerse bu parametre kullanılır. Gösterilen iki format kombine bir şekilde kullanılabilir. Bekleme zamanları dakika cinsindedir. Herhangi belirlenmemiş bir türden türe transfer için otomatik atanan değer 60 dakikadır.</p>
<p>MINIMUM WAIT PENALTIES = (m1,p1) (m2-m3,p2)...</p>	<p>Herhangi bir türden m1 türüne transfer olurken olabilecek en küçük bekleme zamanı olan p1 ve 2.türden 3.türe transfer olurken olabilecek en küçük bekleme zamanı olan p2 belirlenir. Eğer sefer aralıklarından hesaplanan bekleme zamanı en küçük zamandan daha küçükse bu parametre kullanılır. Gösterilen iki format kombine bir şekilde kullanılabilir. Bekleme zamanları dakika cinsindedir. Herhangi belirlenmemiş bir türden türe transfer için otomatik atanan değer 0 dakikadır.</p>
<p>WAIT TIME FACTORS = (m1,f1) (m2,f2)...</p>	<p>mi türlerinin bekleme zamanları için kullanılacak fi (0,0-10,0) ağırlıklar belirlenir. Belirlenmemiş türler için otomatik olarak 1 atanır.</p>
<p>RUN TIME FACTORS = (m1,f1) (m2,f2)...</p>	<p>mi türlerinin araç içi zamanları için kullanılacak fi (0,0-10,0) ağırlıklar belirlenir. Belirlenmemiş türler için otomatik olarak 1 atanır.</p>
<p>TRANSFER PENALTIES = (m1,p1) (m2-m3,p2)...</p>	<p>Herhangi bir türden m1 türüne transfer olurken hesaplanan bekleme zamanına eklenecek olan p1 ceza zamanı ve 2.türden 3.türe transfer olurken hesaplanan bekleme zamanına eklenecek olan p2 ceza zamanı</p>

	belirlenir.
NO TRANSFERS = fmode1-tmode1, imode1- tmode1,...	Birbirleri arasında transfer yapılması istenmeyen tür çiftleri belirlenir. Transfer yapılması istenmeyen her tür çifti yöne göre fmode inilen tür, tmode binilen tür biçiminde sırayla yazılmalıdır. İstenildiği kadar tür çifti yazılabilir. Yazılmayan türler arasında transfer serbest olacaktır.
WALK MAXIMUM PENALTIES = (m1,p1) (m2-m3,p2)...	Herhangi bir toplu taşıma dışı türden m1 türüne transfer olurken olabilecek en büyük bekleme zamanı olan p1 ve toplu taşıma dışı m2 türünden, toplu taşıma m3 türüne transfer olurken olabilecek en büyük bekleme zamanı olan p2 belirlenir. Eğer sefer aralıklarından hesaplanan bekleme zamanı en büyük zamanı geçerse bu parametre kullanılır. Gösterilen iki format kombine bir şekilde kullanılabilir. Bekleme zamanları dakika cinsindedir. Herhangi belirlenmemiş bir türden türe transfer için otomatik atanan değer 60 dakikadır.
WALK MINIMUM PENALTIES = (m1,p1) (m2-m3,p2)...	Herhangi bir toplu taşıma dışı türden m1 türüne transfer olurken olabilecek en büyük küçük bekleme zamanı olan p1 ve toplu taşıma dışı m2 türünden, toplu taşıma m3 türüne transfer olurken olabilecek en küçük bekleme zamanı olan p2 belirlenir. Eğer sefer aralıklarından hesaplanan bekleme zamanı en küçük zamandan küçükse bu parametre kullanılır. Gösterilen iki format kombine bir şekilde kullanılabilir. Bekleme zamanları dakika cinsindedir. Herhangi belirlenmemiş bir türden türe transfer için otomatik atanan değer 60 dakikadır.

<p>WALK TRANSFER PENALTIES = (m1,p1) (m2-m3,p2)...</p>	<p>Herhangi toplu taşıma dışı türden transfer olurken hesaplanan bekleme zamanına eklenecek olan p1 ceza zamanı ve toplu taşıma dışı m2 türünden toplu taşıma m3 türüne transfer olurken hesaplanan bekleme zamanına eklenecek olan p2 ceza zamanı belirlenir. Belirlenecek transfer sayısında bir kısıtlama yoktur. Gösterilen iki format kombine bir şekilde kullanılabilir. Bekleme zamanları dakika cinsindedir. Herhangi belirlenmemiş bir türden türe transfer için otomatik atanan değer 0 dakikadır.</p>
<p>THROUGH CENTROIDS</p>	<p>Uygun olduğu durumlarda en kısa yolların bölge merkezleri üzerinden de geçebileceğini belirtir. Bu özellik seçilmezse en kısa yollar bölge merkezlerinden geçemez.</p>

Kaynak: Tranplan Kullanıcı Elkitabı

3.2 Toplu taşıma atamasının yapılması

Daha önce de belirtildiği gibi Tranplan bölgeler arasında belirlenmiş en kısa yollara sadece ya hep ya hiç ataması yapmaktadır. Ancak bir en kısa yol içindeki bir yol parçasını birden fazla hat kullanıyor olabilir. Böyle durumlarda yolcuların bahsi geçen hatlara nasıl atanacağı aşağıdaki tabloda açıklanan ilk üç özellikten birinin seçimiyle belirlenmektedir.

Tranplan toplu taşıma ağı seçiminde, ağı özelliklerinin değiştiği günün 4 farklı zaman dilimini alma seçeneği sunmaktadır. Aynı yolu kullanan hatlarda eğer yolcular, hatların sıklıklarına göre atanacaksa, günün hangi saatinin sıklıklarının alınması gerektiği de belirlenir.

Ayrıca birden fazla amaç için OD yolculuk matrisi olduğu durumlarda hangi matrisinin alınacağı da belirlenebilir. Aşağıdaki tabloda bu iki özellik de açıklanmıştır.

Tablo 3.3 Tranplan'da toplu taşıma atamasında ayarlanabilen bazı önemli özellikler

ÖZELLİK	AÇIKLAMA
FREQUENCY SPLIT	Yolcuların, birbiriyle rekabet eden hatlara sıklıkları oranında atanacağını belirler.
EQUAL SPLIT	Yolcuların, birbiriyle rekabet eden hatlara eşit olarak atanacağını belirler.
LOWEST NUMBER SPLIT	Birbiriyle rekabet eden hatlar olduğunda, yolcuların en küçük hat numarası olan hatta atanacağını belirler.
NETWORK = period	FREQUENCY SPLIT özelliği seçildiği takdirde sıklıklarının alınacağı network belirlenir. Alınabilecek zaman aralıkları AM (sabah zirve), PM (akşam zirve), MIDDAY (gün içi) ve NIGHT (gece)'dir.
SELECTED PURPOSE = p	Yüklenen toplu taşıma yolculuğu tablosundaki amaç numarası belirlenir. Otomatik atanan değer 1'dir.

Kaynak: Tranplan Kullanıcı Elkitabı

4. ÖRNEK ÜZERİNDE UYGULAMA

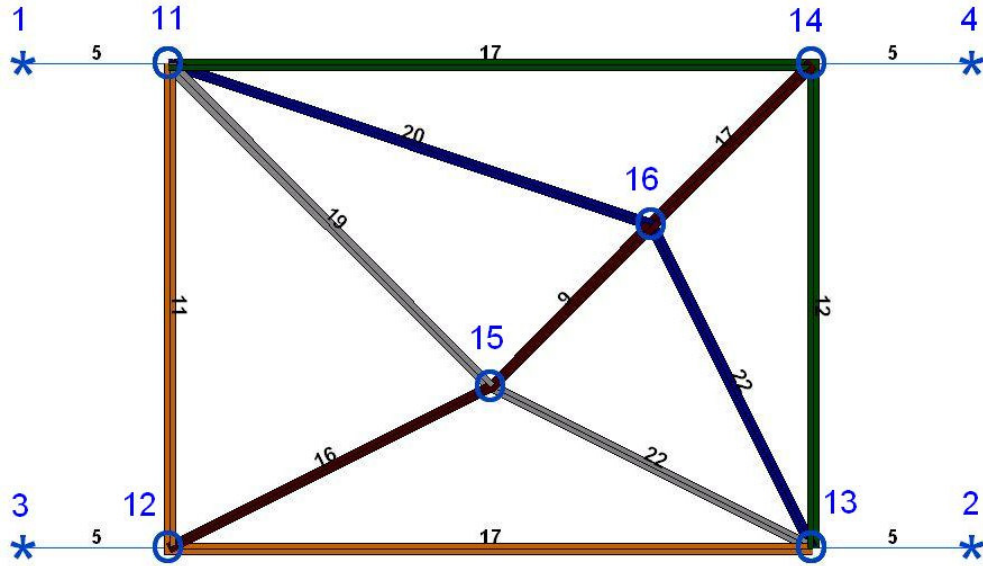
Bu bölümde küçük bir örnek ağ hazırlanmış ve bu ağ üzerinde Tranplan programıyla ya hep ya hiç, Transcad programıyla ise hem ya hep ya hiç hem de olasılıksal kullanıcı denklığı atamaları yapılmıştır. Ancak bu örneği göstermeden, önceki iki bölümde toplu taşıma atama özellikleri anlatılan iki ulaşım planlama programının toplu taşıma atamasında kullanılabilir olan özellikleri aşağıdaki tabloda karşılaştırılmıştır.

Tablo 4.1 Transcad ve Tranplan programlarının özelliklerinin karşılaştırılması

Özellikler	Transcad	Tranplan	Açıklama
Ya hep ya hiç ataması	√	√	
Olasılıksal Kullanıcı Denklığı ataması	√	-	
Zamanlara ağırlık verilmesi	√	√	
Tür bazlı bilgilendirme	√	√	
Hat bazlı bilgilendirme	√	-	
Durak bazlı bilgilendirme	√	-	
Park – et – bin özelliği	√	-	

Transcad ve Tranplan programlarında atama yapabilmek için önce yol ağı ve daha sonra da toplu taşıma ağını oluşturacak hatlar tasarlanmıştır. Yol ağı 1, 2, 3, 4 numaralı bölge merkezlerini birbirine bağlayan 15 yol parçasından oluşan basit bir ağıdır. Burada bölge merkezlerine bağlanan yol parçaları bölge merkezi

bağlayıcılarıdır ve sadece yürünebilir yollardır. 1 no'lu bölge merkezi 11 no'lu düğüm noktasına , 2 no'lu bölge merkezi 12 no'lu düğüm noktasına, 3 no'lu bölge merkezi 13 no'lu düğüm noktasına ve 4 no'lu bölge merkezi 14 no'lu düğüm noktasına bağlanmıştır. Bu 4 düğüm noktası arasında ise 5 (dönüşleriyle birlikte 10) ayrı hat hizmet vermektedir. Her hat çifti (gidiş dönüş) ayrı renkte gösterilmiştir. Yol parçalarının üzerindeki siyah sayılar, o yol parçasının katedilme süresidir. Sözelimi yeşil hat, 11 ve 14 no'lu düğüm noktaları arasını 17 dakikada katetmektedir. Mavi yuvarlaklarla gösterilen kesişme noktaları durakları belirtmektedir. Bu kesişme noktalarında yolcular hat değiştirme olanağına sahiptir. Örnek toplu taşıma ağı aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Örnek toplu taşıma ağı

Transcad programı, Tranplan toplu taşıma şebeklerini çalıştırabilmek için bir import özelliği sunmaktadır. Bu sebeble örnek ağ Tranplan programında kurulmuş, daha sonra da Transcad programına import edilmiştir. Ağın nasıl kurulduğu bir sonraki bölümde anlatılacaktır.

Bu ağda, tüm bölge merkezlerinden diğerlerine 1000'er yolcunun toplu taşıma ile gitmek istediği varsayılarak önce Tranplan ve Transcad programlarında ya hep ya

hiç, daha sonra da Transcad programında olasılıksal kullanıcı denkliği toplu taşıma atamaları yapılmıştır. Bu toplu taşıma matrisi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.2 Örnek Ağda Yapılacak Atamada Kullanılacak Toplu Taşıma Matrisi

	1	2	3	4
1		1000	1000	1000
2	1000		1000	1000
3	1000	1000		1000
4	1000	1000	1000	

4.1 Ya hep ya hiç ataması

Bu bölümde önce Tranplan programında daha sonra da Transcad programında ya hep ya hiç ataması yapılmış, daha sonra da sonuçları karşılaştırılmıştır.

4.1.1 Tranplan programında ya hep ya hiç ataması

Her iki programda da kullanılacak olan örnek toplu taşıma ağının ilk kez oluşturulması bu bölümde anlatılmıştır.

Tranplan programında toplu taşıma ağının oluşturulması için 3 temel datanın hazırlanması gerekmektedir. Bunlar Tablo 3.1'de de gösterildiği gibi koordinat datası, hat datası ve hatların üzerinde gittiği bağ datasıdır. Koordinat datası düğüm noktalarının bilgilerini içermektedir ve 4 ayrı bilgidir oluşmaktadır. Bu data satırının koordinat datası olduğunu belirten sabit 4 sayısı, düğüm noktasının id'si, düğüm noktasının x ve y koordinatı. Toplu taşıma ağının dünyadaki gerçek yerini belirleyen tek data bu datadaki x ve y koordinatlarıdır. Gerçek bir çalışmada bu koordinatları doğru verilmelidir. Ancak örnek ağda sadece temsili değerler verilmiştir. Örnek ağın koordinat datası aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
4	1	1	30	
4	2	60	0	
4	3	1	0	
4	4	60	30	
4	11	10	30	
4	12	10	0	
4	13	50	0	
4	14	50	30	
4	15	30	10	
4	16	40	20	

\$END TP FUNCTION

Şekil 4.2 Tranplan'da koordinat datası

Bağ datası koordinat datasında tanımlanan düğüm noktalarının arasındaki bağları ve bu bağların özelliklerinin bilgilerini içeren datadır. Bu datada ilgili bağın ilk düğüm noktası ve son düğüm noktası, üzerinden hangi türe ait hattın geçtiği, katedilme süresi ya da bağda gidilme hızı ve tek yönlü mü çift yönlü bir bağ olduğunu belirten bilgiler bulunmaktadır. Örnek ağın bağ datası aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
1	1	11	1 0	5 50
1	2	13	1 0	5 50
1	3	12	1 0	5 50
1	4	14	1 0	5 50
1	11	12	2 0	11 110
1	12	13	2 0	17 170
1	13	14	2 0	12 120
1	14	11	2 0	17 170
1	11	15	2 0	9 190
1	15	13	2 0	11 220
1	11	16	2 0	10 200
1	16	13	2 0	11 220
1	14	16	2 0	8 170
1	16	15	2 0	4 90
1	15	12	2 0	8 160

Şekil 4.3 Tranplan'da bağ datası

Hat datası toplu taşıma sistemindeki hatların tanımlandığı datadır. Her hattın türü, tür numarası, kalkış aralığı gibi özellikleri ve sırasıyla hangi düğüm noktalarından geçtiği bu datada tanımlanır. Örnek ağın bağ datası aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

Dosya	Düzen	Biçim	Görünüm	Yardım
2	2	1	11100	11 15 13 T
2	2	2	11100	11 16 13 T
2	2	3	11100	11 12 13 T
2	2	4	11100	13 14 11 T
2	2	5	11100	14 16 15 12 T
2	2	6	11100	13 15 11 T
2	2	7	11100	13 16 11 T
2	2	8	11100	13 12 11 T
2	2	9	11100	11 14 13 T
2	2	10	11100	12 15 16 14 T

Şekil 4.4 Tranplan'da hat datası

Bu 3 temel data, HUDNETX.BAT adlı programın girdileridir. HUDNETX.BAT, HUDNET.INA adlı dosyadan gerekli parametreleri alır ve toplu taşıma ağını oluşturur. Aşağıdaki tabloda HUDNET.INA dosyası gösterilmiştir.

```
HUDNET.INA - Not Defteri
Dosya Düzen Biçim Görünüm Yardım
$BUILD TRANSIT NETWORK
$FILES
  OUTPUT FILE = TRNET, USER ID = $DENTRN.NET$
$HEADERS
  TRANSIT NETWORK
  TEZ ORNEK
  ORHAN AKTAS
$OPTIONS
  BUILD NETWORK
$PARAMETERS
  NUMBER OF ZONES = 4
  MAXIMUM NODE = 16
  NETWORK = AM
  MAXIMUM NON TRANSIT MODE =1
  MAXIMUM MODE NUMBER = 10
$DATA
0
```

Şekil 4.5 Tranplan'da toplu taşıma ağını oluşturulurken kullanılan HUDNET.INA dosyası

Toplu taşıma ağı oluşturulduktan sonra en küçük genelleştirilmiş maliyetli yollar bulunmuştur. Bu yollar atama sırasında yolcuların hat kombinasyonlarını atanacağını göstermektedir. En kısa yollar genelleştirilmiş maliyet dışında zamana göre de belirlenebilir. Ancak bu yöntem ücretleri göz ardı ettiği için tercih edilmemiştir.

TRNCSPH.BAT programı TRNCSPH.INA adlı dosyada belirtilen parametrelerle en kısa yolları bulur. Atamada en kısa yolları etkileyecek 6 adet parametre kullanılmıştır. İzin verilen en fazla transfer sayısı 9, en fazla bekleme zamanı 6, en az bekleme zamanı 4 olarak belirlenmiştir. Araç içinde giderken geçen zaman için zaman faktörü (zamanın değeri YTL/dk) 0.1684, aracı beklerken geçen zaman için ise zaman faktörü (zamanın değeri YTL/dk) 0.1684'ün 2 katı olan 0.3368 kabul edilmiştir. Tranplan programında ücret için bir bölüm bulunmamaktadır. Bu sebeple ücretlerin yerine transfer penaltısı kullanılmıştır. Diğer zamanlar, zaman faktörleriyle küçültülürken, transfer penaltısı küçültülmediği için ücret gibi hesaba katılmaktadır. Aşağıdaki şekilde bu parametrelerin belirtildiği TRNCSPH.INA dosyası gösterilmektedir.

```
$BUILD TRANSIT PATHS
$FILES
  INPUT FILE = TRNET, USER ID = $DENTRN.NET$
  OUTPUT FILE = TRPATH, USER ID = $TRNCOS.PTH$
$HEADERS
      TEZ ÖRNEK
      TRANSIT NEWTORK
      ZONLAR ARASI EN KISA YOLLAR (GENELLETTİRİLMİŞ MALİYET)
$OPTIONS
  BUILD PATHS
$PARAMETERS
  NETWORK = AM
  MAXIMUM TRANSFER = 9
  TRANSFER PENALTIES = (2,1.80)
  MAXIMUM WAIT TIME = (2,6.0)
  MINIMUM WAIT TIME = (2,4.0)
  RUN TIME FACTOR = (1,0.1684)(2,0.1684)(3,0.1684)(4,0.1684)
  WAIT TIME FACTOR = (1,0.3368)(2,0.3368)(3,0.3368)(4,0.3368)
$END TP FUNCTION
0
```

Şekil 4.6 Genelleştirilmiş maliyete göre en kısa yollar bulunurken kullanılan TRNCSPTH.INA dosyası

En kısa yollar oluşturulduktan sonra bölgeler arası toplu taşıma yolculuklarını içeren INPMTX.PRN dosyası MTX.BAT programı kullanılarak toplu taşıma atamasında kullanılabilecek formata getirilmiştir. Daha sonra TRLOADX.BAT programıyla daha önce belirlenen en kısa yollara bu yolculuklar atanmıştır. Sonuçların ise okunabilir bir formata gelmesi TRPRASS.BAT programıyla yapılmıştır. Ortaya çıkan rapor dosyası sırasıyla şu bilgileri vermektedir.

İstenilen hatlar için durak bazlı binen ve inen yolcu sayıları

Hat bazlı toplam binen yolcu sayısı

Her bağdaki toplam yolculuk sayısı

Durak bazlı bilgiler her hat için istenirse uzun olabileceği için seçilen hatlar için istenebilmektedir. Ancak örnek ağda az sayıda hat olması nedeniyle kullanılan her hat raporlanmıştır. Aşağıdaki şekilde rapor dosyasının durak bazında bilgileri içeren kısmının bir bölümü gösterilmiştir. 2 numaralı türün 3 numaralı hattının geçtiği 3 düğüm noktasında (durakta) aldığı ve indirdiği yolcu sayıları gösterilmektedir. Bu hatta 11 no'lu düğüm noktasında 2000 kişi, 12 no'lu düğüm noktasında 1000 kişi binmiştir. Yine bu hattın 12 no'lu düğüm noktasında 1000 kişi, 13 no'lu düğüm noktasında 2000 kişi inmiştir. Read down kısmı, hattın hat datasında belirtilen düğüm noktası sırasına göre, read up kısmı ise eğer hat iki yönlü ise hat datasında

belirtilen düğüm noktası sırasının tersine göre giden hatlar hakkında atama sonuçlarını verir.

PASSENGER LOADINGS MODE 2 LINE 3											
NODE	-----READ DOWN-----			-----READ UP-----			NODE	-----READ DOWN-----			
	ON	OFF	LOAD	ON	OFF	LOAD		ON	OFF	LOAD	
1	11	2000	0	0							
2	12	1000	1000	2000							
3	13	0	2000	2000							

Şekil 4.7 Tranplan programında atama sonuç raporunun düğüm noktası bazında gösterim bölümü

Aşağıdaki tabloda hat hat ve ayrı ayrı verilen durak bazında toplu taşıma atama sonuçları tablo haline getirilmiştir.

Tablo 4.3 Tranplan programında yapılan atamanın durak bazlı sonuçları

HAT	NOKTA SIRA	NOKTA	BİREN	İNEN	YOLCU
3	1	11	2.000	0	0
3	2	12	1.000	1.000	2.000
3	3	13	0	2.000	2.000
4	1	13	1.000	0	0
4	2	14	1.000	1.000	1.000
4	3	11	0	1.000	1.000
5	1	14	1.000	0	0
5	2	16	0	0	1.000
5	3	15	0	0	1.000
5	4	12	0	1.000	1.000
8	1	13	2.000	0	0
8	2	12	1.000	1.000	2.000
8	3	11	0	2.000	2.000
9	1	11	1.000	0	0
9	2	14	1.000	1.000	1.000
9	3	13	0	1.000	1.000
10	1	12	1.000	0	0
10	2	15	0	0	1.000
10	3	16	0	0	1.000
10	4	14	0	1.000	1.000

Yukarıdaki tablodan anlaşılmaktadır ki komşu köşelere (11'den 12'ye ve 14'e; 12'den 11'e ve 13'e; 13'ten 12'ye ve 14'e; 14'ten 13'e ve 11'e) iki düğüm noktasını bağlayan bağı kullanan hatlarla gidilmektedir. Karşı köşelerde ise farklılık vardır. 11 ve 13 no'lu düğüm noktaları arasında 3 ve 8 no'lu (Şekil 4.1'de açık kahverengi hatlar) hatlar kullanılmaktadır. Ancak 12 ve 14 no'lu düğüm noktaları arasında 12,

15, 16, 14 no'lu düğüm noktalarından geçen 5 ve 10 no'lu (Şekil 4.1'de koyu kahverengi hatlar) hatlar kullanılmaktadır. Bunun en önemli sebebi 12 ve 14 no'lu düğüm noktaları arasında kenar bağlardan gidilmek istendiğinde iki hat kullanma mecburiyetidir. Yukarıdaki tablodan yola çıkılarak oluşturulan bölgeler arası yolculuklarda kullanılan hatlar matrisi aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 4.4 Yolcuların Bölgeler Arası Hat Tercihleri

	11	12	13	14
11		3	3	9
12	8		3	10
13	8	8		4
14	4	5	9	

Rapor dosyasındaki hat bazlı bilgiler, hatlara toplam binen yolcu sayılarını, hattın bir bölümünde hatta olan en fazla yolcu sayısını, toplam yolcu mili ve toplam yolcu saati vermektedir. Aşağıdaki şekilde tüm hatların sayılarının değerleri gösterilmiştir.

MODE	LINE	TRIPS	MILES	HOURS	PEAK LOAD	ORIG
2	3	3000	5600	933	2000	
2	4	2000	2900	483	1000	
2	5	1000	2000	700	1000	
2	8	3000	5600	933	2000	
2	9	2000	2900	483	1000	
2	10	1000	2000	700	1000	
2		12000	21000	4232	2000	
	TOTAL	12000	21000	4232	2000	

Şekil 4.8 Tranplan programında atama sonuç raporunun hat bazlı gösterim bölümü

Rapor dosyasındaki bağ bazında bilgiler ise toplu taşıma ağındaki bağların üzerindeki yolcu akımlarını gösterir. Aşağıdaki tabloda rapor dosyasının bağ bazında sonuçlarını içeren kısmının bir bölümü gösterilmiştir.

ANODE	BNODE	MODE	VOLUME
11	12	2	2000
11	14	2	1000
11	15	TOTAL	0
11	16	TOTAL	0
12	11	2	2000
12	13	2	2000
12	15	2	1000
13	12	2	2000
13	14	2	1000
13	15	TOTAL	0
13	16	TOTAL	0

Şekil 4.9 Tranplan programında atama sonuç raporunun bağ bazında gösterim bölümü

Tüm bağlardaki akımlar aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 4.5 Tranplan programında yapılan atamanın bağ bazında sonuçları

A NOKTASI	B NOKTASI	TÜR	YOLCU
11	12	2	2.000
11	14	2	1.000
11	15	-	0
11	16	-	0
12	11	2	2.000
12	13	2	2.000
12	15	2	1.000
13	12	2	2.000
13	14	2	1.000
13	15	-	0
13	16	-	0
14	11	2	1.000
14	13	2	1.000
14	16	2	1.000
15	11	-	0
15	12	2	1.000
15	13	-	0
15	16	2	1.000

16	11	-	0
16	13	-	0
16	14	2	1.000
16	15	2	1.000

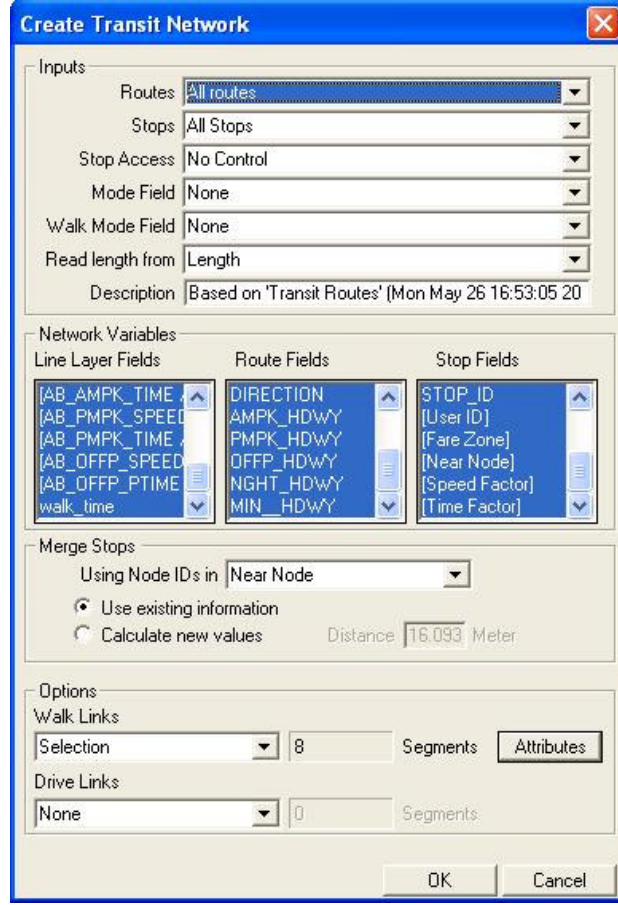
4.1.2 Transcad programında ya hep ya hiç ataması

Transcad programı, Tranplan toplu taşıma ağlarını okuyabilmektedir. Bu sebeple Tranplan programında atama yapabilmek amacıyla oluşturulmuş toplu taşıma ağı Tranplan'ın TRCARD.EXE programıyla uygun formata getirildikten sonra Transcad'e import edilmiştir. Ağın özelliklerini Transcad otomatik olarak almaktadır. Bu ağ daha önce 4. bölümün başında Tablo 4.1'de gösterilmiştir.

Toplu taşıma ağı import edildikten sonra atama yapabilmek için hazırlık yapılmıştır. Bu hazırlık, şu aşamalardan oluşmaktadır:

- Bölge merkezlerinin seçilmesi
- Yürüme yollarının seçilmesi
- Bağ datasında yürüme sürelerini gösteren bir alanın yaratılması
- Durak datasına, ilgili durağın hangi düğüm noktasına bağlı olduğunu belirten bir alanın yaratılması
- Bölgeler arası toplu taşıma matrisinin açılması

Bu hazırlıklar yapıldıktan sonra, sayısal toplu taşıma ağı oluşturulmuştur. Tranplan'dan import edilen ağ; bağları, hatları, düğüm noktalarını ve durakları oluşturan bir ağıdır. Sayısal toplu taşıma ağı ise en kısa yolların bulunması, atamanın yapılması gibi işlemler için gereklidir. Ağ kurulumuna, hat tabakası seçiliyken Transit/Create Transit Network sekmesiyle ulaşılmaktadır. Toplu taşıma ağı oluşturma bölümü aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 4.10 Toplu taşıma ağının oluşturulması

Ağ oluşturulduktan sonra ya hep ya hiç ataması yapılmıştır. Ya hep ya hiç atama bölümüne, hat tabası seçiliyken Transit/Assignment/All or Nothing sekmesiyle ulaşılmaktadır. AoN arayüzünden network düğmesiyle atama yapılırken kullanılacak parametrelerin seçildiği bölüm gelmektedir. Burada Tranplan programında belirlenen parametre değerlerinin aynıları kullanılmıştır. Genel sekmesinde bağ datasındaki süre alanı, daha önceden seçilmiş olan bölge merkezleri, en fazla transfer sayısı ve Tranplan'de zaman faktörü olarak geçen zamanın değeri belirlenmiştir. Diğer parametreler atamayı etkilemeyecek değerler olarak belirlenmiştir.

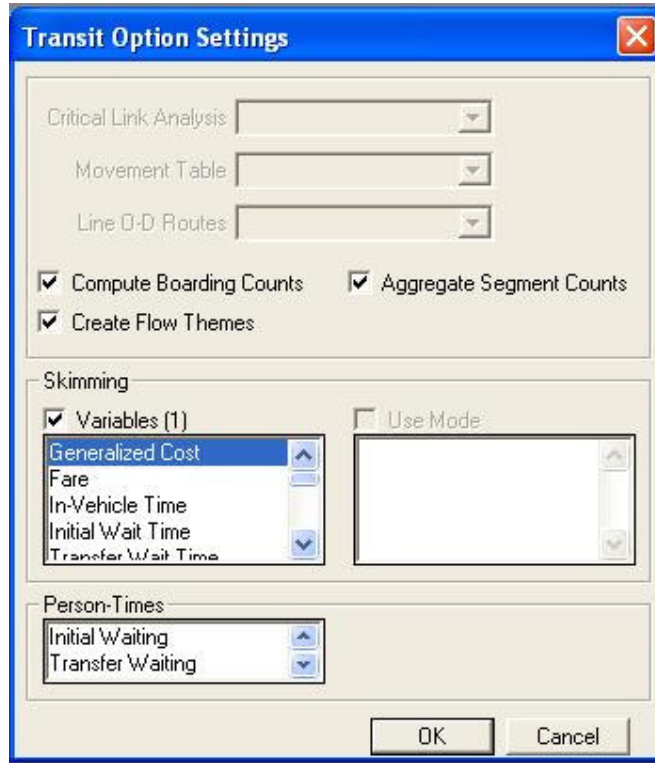
Yürüme dışında sadece tek bir toplu taşıma türü olması sebebiyle tür sekmesinde herhangi bir ayar yapılmamıştır.

Ücret sekmesinde Tranplan programında transfer penaltısı olarak geçen 1.8 değeri ücret olarak girilmiştir. Tranplan programında transferler de daha düşük ücret

kullanılmadığı için bu değer hem normal ücrete hem de transfer ücretine girilmiştir. Ağırlık sekmesinde bekleme zamanının ağırlığı 2, onun dışında tüm değerler 1 alınmıştır. Böylece Tranplan programında olduğu gibi bekleme zamanının değeri normal zaman değerinin iki katı olarak hesaba girmiştir.

Diğer sekmesinde kalkış aralığına, hat tabakasındaki ilgili alan girilmiştir. Onun dışındaki parametreler atamayı etkilemeyecek şekilde belirlenmiştir.

Atama sonunda incelenmek istenen raporların seçimi ya hep ya hiç atama penceresinin seçenekler (options) bölümünde belirlenmektedir.



Şekil 4.11 Transcad programında ya hep ya hiç penceresinin seçenekler bölümü

Bu şekilde parametreler ayarlandıktan ya hep ya hiç ataması yapılmıştır. Oluşan durak bazlı indi bindi datası aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

STOP	ROUTE	On	Off
1	1	0.0000	0.0000
2	1	0.0000	0.0000
3	1	0.0000	0.0000
4	2	0.0000	0.0000
5	2	0.0000	0.0000
6	2	0.0000	0.0000
7	3	2000.0000	0.0000
8	3	1000.0000	1000.0000
9	3	0.0000	2000.0000
10	4	1000.0000	0.0000
11	4	1000.0000	1000.0000
12	4	0.0000	1000.0000
13	5	1000.0000	0.0000
14	5	0.0000	0.0000
15	5	0.0000	0.0000
16	5	0.0000	1000.0000
17	6	0.0000	0.0000
18	6	0.0000	0.0000
19	6	0.0000	0.0000
20	7	0.0000	0.0000
21	7	0.0000	0.0000
22	7	0.0000	0.0000
23	8	2000.0000	0.0000
24	8	1000.0000	1000.0000
25	8	0.0000	2000.0000
26	9	1000.0000	0.0000
27	9	1000.0000	1000.0000
28	9	0.0000	1000.0000
29	10	1000.0000	0.0000
30	10	0.0000	0.0000
31	10	0.0000	0.0000
32	10	0.0000	1000.0000

Şekil 4.12 Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının durak bazlı sonuçları

Yukarıdaki tablodan yola çıkılarak oluşturulan bölgeler arası yolculuklarda kullanılan hatlar matrisi aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Tablo 4.6 Yolcuların Bölgeler Arası Hat Tercihleri

	11	12	13	14
11		3	3	9
12	8		3	10
13	8	8		4
14	4	5	9	

Aşağıdaki şekilde her hattın ardışık iki durağı arasındaki bölümünde ne kadar akım geçtiğini, bu bölümün ilgili hatla ne kadar sürede kat edildiği ve bu sürenin yolculara ne kadar parasal maliyete denk geldiğini gösteren toplu taşıma akım tablosu gösterilmektedir.

ROUTE	FROM_STOP	TO_STOP	CENTROID	FROM_MP	TO_MP	FLOW	BaseVTT	Cost
2	5	6	0	0.0022	0.0037	0.0000	22.0000	3.7048
3	7	8	0	0.0000	0.0021	2000.0000	11.0000	1.8524
3	8	9	0	0.0021	0.0048	2000.0000	17.0000	2.8628
4	10	11	0	0.0000	0.0021	1000.0000	12.0000	2.0208
4	11	12	0	0.0021	0.0048	1000.0000	17.0000	2.8628
5	13	14	0	0.0000	0.0010	1000.0000	17.0000	2.8628
5	14	15	0	0.0010	0.0020	1000.0000	9.0000	1.5156
5	15	16	0	0.0020	0.0035	1000.0000	16.0000	2.6944
6	17	18	0	0.0000	0.0015	0.0000	22.0000	3.7048
6	18	19	0	0.0015	0.0035	0.0000	19.0000	3.1996
7	20	21	0	0.0000	0.0015	0.0000	22.0000	3.7048
7	21	22	0	0.0015	0.0037	0.0000	20.0000	3.3680
8	23	24	0	0.0000	0.0028	2000.0000	17.0000	2.8628
8	24	25	0	0.0028	0.0048	2000.0000	11.0000	1.8524
9	26	27	0	0.0000	0.0028	1000.0000	17.0000	2.8628
9	27	28	0	0.0028	0.0048	1000.0000	12.0000	2.0208
10	29	30	0	0.0000	0.0015	1000.0000	16.0000	2.6944
10	30	31	0	0.0015	0.0025	1000.0000	9.0000	1.5156
10	31	32	0	0.0025	0.0035	1000.0000	17.0000	2.8628

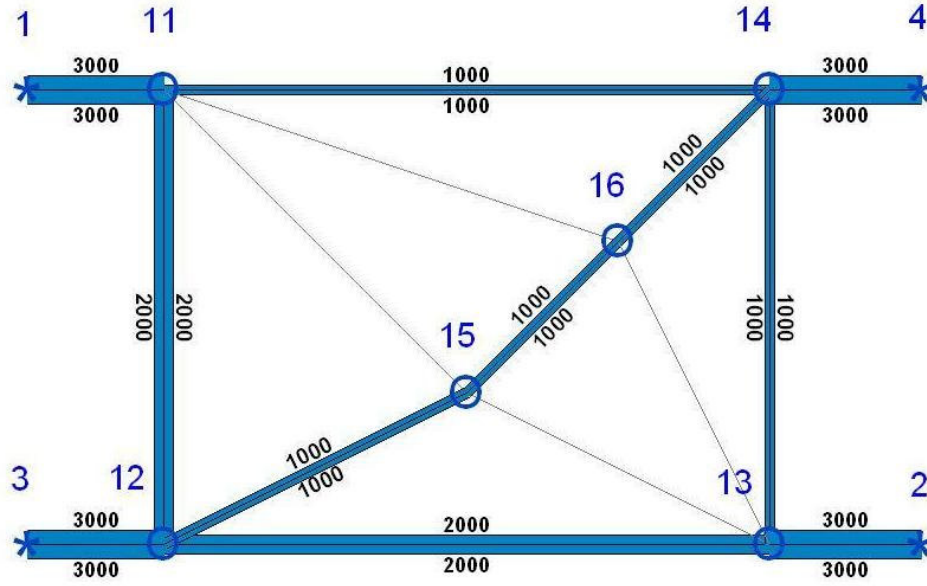
Şekil 4.13 Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının toplu taşıma akım tablosu

Aşağıdaki şekilde ise bindi sayılarının hat bazında toplandığı tablo gösterilmektedir.

ROUTE	TYPE	BOARD
1	Route	0.00
2	Route	0.00
3	Route	3000.00
4	Route	2000.00
5	Route	1000.00
6	Route	0.00
7	Route	0.00
8	Route	3000.00
9	Route	2000.00
10	Route	1000.00

Şekil 4.14 Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının hat bazlı toplam bindi sayıları tablosu

Yapılan atamanın ağ üzerindeki görüntüsü ise aşağıdaki şekilde gibidir. Bu şekilde yolların üzerindeki mavi bantların genişlikleri geliş ve gidiş yönünde taşınan yolcu sayısına göre belirlenmiştir. Bantların üzerindeki sayılar ise bu sayıları göstermektedir.



Şekil 4.15 Transcad programında yapılan ya hep ya hiç atamasının toplam yolcu sayılarının bağlar üzerinde gösterimi

4.1.3 İki programda yapılan ya hep ya hiç atamalarının karşılaştırılması

İki programla yapılan atamalar önce hat bazlı, daha sonra durak bazlı karşılaştırılmıştır. Aşağıdaki tabloda iki programda yapılan atamalarda hatlarda oluşan toplam bindi sayıları gösterilmektedir. Değerler tamamen aynıdır.

Tablo 4.7 Tranplan ve Transcad programlarında yapılan ya hep ya hiç atamasının hat bazlı toplam yolcu sayıları

Hat	Transcad	Tranplan
1	0	0
2	0	0
3	3.000	3.000
4	2.000	2.000
5	1.000	1.000
6	0	0
7	0	0
8	3.000	3.000
9	2.000	2.000
10	1.000	1.000

Daha sonra sonuçlar durak bazlı kontrol edilmiştir. Aşağıdaki tablodan da görüleceği gibi iki programda yapılan atamaların durak bazlı indi bindi sonuçları da aynıdır.

Tablo 4.8 Tranplan ve Transcad programlarında yapılan ya hep ya hiç atamasının durak bazlı toplam binen ve inen yolcu sayıları

DURAK	HAT	NOKTA	TRANSCAD		TRANPLAN	
			Binen	İnen	Binen	İnen
1	1	11	0	0		
2	1	15	0	0		
3	1	13	0	0		
4	2	11	0	0		
5	2	16	0	0		
6	2	13	0	0		
7	3	11	2000	0	2000	0
8	3	12	1000	1000	1000	1000
9	3	13	0	2000	0	2000
10	4	13	1000	0	1000	0
11	4	14	1000	1000	1000	1000
12	4	11	0	1000	0	1000
13	5	14	1000	0	1000	0
14	5	16	0	0	0	0
15	5	15	0	0	0	0
16	5	12	0	1000	0	1000
17	6	13	0	0		
18	6	15	0	0		
19	6	11	0	0		
20	7	13	0	0		
21	7	16	0	0		
22	7	11	0	0		
23	8	13	2000	0	2000	0
24	8	12	1000	1000	1000	1000
25	8	11	0	2000	0	2000
26	9	11	1000	0	1000	0
27	9	14	1000	1000	1000	1000
28	9	13	0	1000	0	1000
29	10	12	1000	0	1000	0
30	10	15	0	0	0	0
31	10	16	0	0	0	0
32	10	14	0	1000	0	1000

Tablo 4.4 ve Tablo 4.6'ya da dikkat edilirse bölgeler arasında tercih edilen hatlar da aynıdır. Sonuç olarak bu küçük örnek ağda iki programın ya hep ya hiç toplu taşıma atamaları aynı parametreler verildiğinde aynı sonuçları vermişlerdir. Bunun en önemli sebebi ağın küçük ve sade bir ağ oluşudur. Gerek Transcad Kullanıcı Elkitabında belirtildiği gibi gerekse sonraki bölüm olan İstanbul örneğinde görüleceği gibi iki programın en kısa yol algoritmaları aynı değildir.

4.2 Transcad programında olasılıksal kullanıcı denkleği ataması

Olasılıksal kullanıcı denkleği ataması bölümünde ya hep ya hiç atamasından farklı olarak denklik ayarları, sıklık parametreleri, durakta kaybedilen süre (dwell) parametreleri ve hata terimleri ayarları bulunmaktadır. Denklik ayarları kısmında iterasyon sayısı 1, sıklık parametreleri kısmında alpha katsayısı 0, durakta kaybedilen süreler kısmında her iki süre de 0 ve hata terimleri kısmında tüm değerler 0 yapılarak ya hep ya hiç atamasıyla aynı değerler elde edilebilmektedir. Örnek ağda yapılan olasılıksal kullanıcı denkleği atamasında ya hep ya hiç atamasından farklı olarak sadece hata terimleri default değerleri olarak alınmış ve iterasyon sayısı 20 olarak belirlenmiştir. Onun dışında en kısa yol parametrelerinde değişiklik yapılmamıştır. Olasılıksal kullanıcı denkleği ataması bölümünde atama yapılırken kullanılan ayarlar aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

The screenshot shows the 'Stochastic User Equilibrium Transit Assignment' dialog box. The 'Inputs' section includes 'Route Layer' (Transit Routes), 'Network File' (C:\D...plan23_04_2008\stl2\s.tnw), and 'Method' (Stochastic User Equilibrium). The 'OD Matrix Settings' section includes 'Matrix File' (TRANPLAN Mat) and 'Matrix' (Table 1). The 'Equilibrium Settings' section includes 'Iterations' (20) and 'Convergence' (0.0001). The 'Congestion Parameters' section includes 'Alpha' (None), 'Beta' (None), and 'Capacity' (None). The 'Dwelling Parameters' section includes 'On Volume' (0.0000) and 'Off Volume' (0.0000). The 'Error Terms' section includes 'Link Time' (None), 'Init Headway' (None), 'Xfer Headway' (None), 'Init Headway Function' (Normal), and 'Link Function' (Normal).

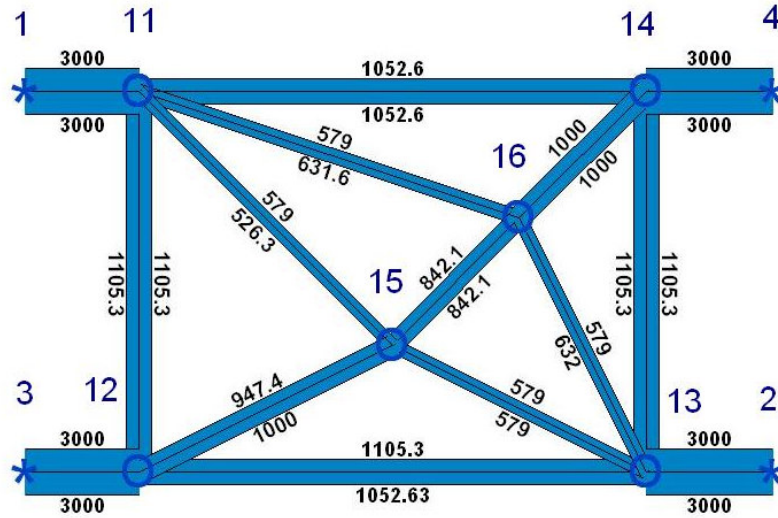
Şekil 4.16 Transcad programında olasılıksal kullanıcı denkleği bölümü

Atama sonuçlarının raporlanması açısından Transcad programında ya hep ya hiç ataması ve olasılıksal kullanıcı denkliği arasında fark yoktur. Ya hep ya hiç ataması bölümünde anlatılan her rapor burada da alınabilir. Sonuçları ya hep ya hiç ataması ile karşılaştırmak için sadece hat bazlı toplamlara bakılmıştır. Üç atamanın da sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 4.9 Örnek ağda yapılan atamaların hat bazlı bindi sayıları sonuçları

Hat	Tranplan YHYH	Transcad	
		YHYH	OKD
1	0	0	579
2	0	0	842
3	3.000	3.000	2.158
4	2.000	2.000	2.158
5	1.000	1.000	1.210
6	0	0	684
7	0	0	684
8	3.000	3.000	2.053
9	2.000	2.000	2.000
10	1.000	1.000	1.211

Yukarıdaki tabloda görüldüğü gibi ya hep ya hiç atamalarında çok yolcu taşıyan hatlar, olasılıksal atamada da çok yolcu almışlardır. Ancak olasılıksal atamada hiç yolcu taşımayan hat yoktur. Her hattın kullanıldığı bu atamanın yolcu akımlarının gösterildiği aşağıdaki şekilde de görülmektedir. 11 ve 13 no'lu düğüm noktaları arasındaki 1, 2, 6 ve 7 no'lu hatlar bu atama yolcu alabilmişlerdir. Zaten bu atama biçimini gerçekçi kılan en önemli özellik de bu esnekliktir.

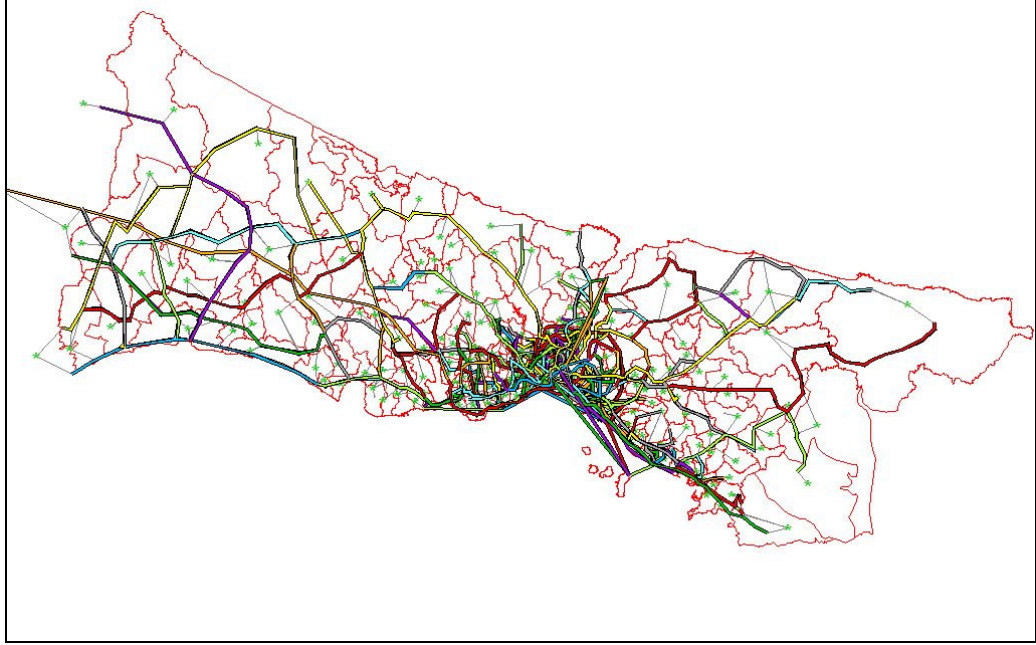


Şekil 4.17 Transcad programında yapılan olasılıksal kullanıcı denkliği atamasının yolcu akımları

5. İSTANBUL ÜZERİNDE UYGULAMA

Bu bölümde daha önce Tranplan programıyla tüm İstanbul'un 2006 yılı için kalibre edilmiş bir ulaşım modelinin [5] toplu taşıma ataması bölümü Transcad programıyla sırasıyla ya hep ya hiç ve olasılıksal kullanıcı denkliği atamaları ile tekrarlanacaktır. Sonuçlar gerçek değerlerle, birbirleriyle karşılaştırılacaktır.

Modeldeki toplu taşıma ağı 250 bölgeyi birbirine bağlayan 9443 bağdan ve 829 toplu taşıma hattından oluşan bir ağıdır. Bu ağ aşağıdaki şekilde gösterilmektedir.



Şekil 5.1 İstanbul için kullanılan toplu taşıma ağı

Bu ağa 589.973 yolculuk içeren bir toplu taşıma matrisi atanmaktadır.

5.1 Ya hep ya hiç ataması

5.1.1 Tranplan programında ya hep ya hiç ataması

Bahsi geçen çalışmada toplu taşıma ataması Tranplan programıyla ya hep ya hiç atamasıyla yapılmıştır.

Tablo 5.1 Tranplan'da yapılan ya hep ya hiç atamasında kullanılan türe özgü parametreler

TÜR	TÜR_NO	TRANSFER PENALTISI	EN AZ BEKLEME SÜRESİ	EN FAZLA BEKLEME SÜRESİ
Yürüme	1	0,00	0,00	0,00
Boğaz Otobüs	2	1,80	4,25	6,00
Otobüs3	3	0,90	4,25	6,00
Otobüs4	4	0,90	4,25	6,00
Otobüs5	5	0,90	4,00	6,00
Minibus	6	0,90	2,50	6,00
Otobüs7	7	0,90	2,50	6,00
Deniz Otobüsü	8	0,90	5,00	10,00
Vapur+Deniz Motoru	9	0,00	1,00	3,00
Metro	10	0,90	2,50	6,00
LRT	11	0,90	2,50	6,00
Kullanılmıyor	12	0,90	2,50	6,00
Kullanılmıyor	13	0,90	4,00	6,00
Banliyö	14	0,90	2,50	6,00
Kullanılmıyor	15	0,90	2,50	6,00
Ktas_Zb Tram	16	0,90	2,00	5,00
Tünel	17	0,40	2,00	5,00
Kullanılmıyor	18	0,90	2,50	6,00
Zb-Bag Tram	19	0,90	2,50	6,00
Kullanılmıyor	20	0,90	2,50	6,00
Bölgesel Tren	21	0,90	2,50	6,00
Bölgesel Otobüs	22	3,00	2,50	6,00

Bu parametreler dışında zaman faktörü olarak araçta geçen süre için 0.1684, bekleme süresi içinse bu değer iki katı olan 0.3368 alınmıştır. Bu parametrelerle en kısa yollar bulunmuş ve bu en kısa yollarla ya hep ya hiç ataması yapılmıştır. Bu atamanın sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 5.2 İstanbul için kalibre edilmiş modelde Tranplan ile yapılan atamanın gözlem değerleriyle karşılaştırılması

Tür	Tranplan	Zirve Saat	Tranplan	Gözlem	Model/
	Kişi/Zirve	Faktörü	(Kişi/Gün)	(Kişi/Gün)	Gözlem
İETT / Özel Halk Otobüsleri	401.473	6,64	2.664.403	2.681.104	0,99
Minibüsler	256.184	6,67	1.707.893	1.750.000	0,98
Deniz Otobüsleri	5.033	6,67	33.553	33.025	1,02

TDİ Şehir Hatları Vapurları	27.546	6,67	183.640	275.479	0,67
Metro	15.659	11,20	175.441	163.151	1,08
LRT	25.264	8,01	202.312	181.160	1,12
Tramvay	25.900	10,69	276.948	248.759	1,11
Füniküler	2.073	12,82	26.583	24.980	1,06
Batı Banliyö	17.205	4,05	69.708	65.385	1,07
Doğu Banliyö	13.701	4,05	55.511	57.321	0,97
TOPLAM			5.395.993	5.480.364	0,98

5.1.2 Transcad programında ya hep ya hiç ataması

Transcad programıyla atama yapabilmek için önce Tranplan programında kurulmuş olan toplu taşıma ağının import edilmesi gerekmektedir. Tranplan'de TRCARD.EXE programıyla dönüştürülen toplu taşıma ağı, formatındaki bazı dönüşüm hataları da düzeltildikten sonra Transcad'de kurulmuştur. Bölüm 4.1.2'de bahsedilen toplu taşıma öncesi yapılan hazırlıklar da tamamlandıktan sonra ilk olarak Tranplan'deki atamanın parametrelerinin aynısını Transcad'de ya hep ya hiç ağ ayarları bölümüne girilmiştir. Daha önce Tablo 5.1'de gösterilen türe özgü parametrelerin Transcad'e tanıtılabilmesi için uygun formatta bir tür tablosu da (mode table) hazırlanmıştır. Bu tablo aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.

MODE_NAME	MODE_ID	MODE_USED	Fare	[Min wait Time]	[Max Wait Time]
Walk	1	1	0.00	0.00	0.00
BC Bus	2	1	1.80	4.25	6.00
Bus3	3	1	0.90	4.25	6.00
Bus4	4	1	0.90	4.25	6.00
Bus5	5	1	0.90	4.00	6.00
Minibus	6	1	0.90	2.50	6.00
Bus7	7	1	0.90	2.50	6.00
IDO	8	1	0.90	5.00	10.00
Ferry	9	1	0.00	1.00	3.00
Metro	10	1	0.90	2.50	6.00
LRT	11	1	0.90	2.50	6.00
Mode 12	12	0	0.90	2.50	6.00
Mode 13	13	0	0.90	4.00	6.00
Commuter Rail	14	1	0.90	2.50	6.00
Mode 15	15	0	0.90	2.50	6.00
Ktas_Zb Tram	16	1	0.90	2.00	5.00
Tunel	17	1	0.40	2.00	5.00
Mode 18	18	0	0.90	2.50	6.00
Zb-Bag Tram	19	1	0.90	2.50	6.00
Mode 20	20	0	0.90	2.50	6.00
Regional Rail	21	1	0.90	2.50	6.00
Regional Bus	22	1	3.00	2.50	6.00

Şekil 5.2 Transcad programında ilk ya hep ya hiç atamasında kullanılan tür tablosu

Bu ayarlarla yapılan ilk ya hep ya hiç ataması bir önceki bölümde anlatılan örnek ağdan gelen beklentinin aksine Tranplan'de yapılan ya hep ya hiç atamasından oldukça farklı çıkmıştır. Bu atamanın tür bazlı sonuçları Tranplan'de yapılan atamanın tür bazlı sonuçlarıyla birlikte aşağıdaki tabloda gösterilmiştir. Tranplan'de atama sonucunda 790.038 bindi elde edilirken Transcad'de bu sayı 799.729'dur. Toplam bindi sayılarında sadece %1.2'lik bir fark olmasına rağmen bu bindilerin türlere dağılımı oldukça değişmiştir. Yine toplam bindi sayısı olarak gerçek gözleme Tranplan'den elde edilen bindilerden daha çok yaklaşmıştır. Ancak tür bazlı kontrol edildiğinde oldukça fazla sapmalar olduğu görülmektedir.

Tablo 5.3 Transcad programıyla yapılan ilk ya hep ya hiç atamasının sonuçlarının karşılaştırılması

Toplu Taşıma Türü	Pik Saat Taşımaları			Türel Dağılım			Model / Gözlem	
	Gözlem	Tranplan	Transcad	Gözlem	Tranplan	Transcad	Tranplan	Transcad
İETT+ÖHO	403.989	401.473	510.910	0,50	0,51	0,63	0,99	1,26
Minibüsler	262.500	256.184	147.146	0,33	0,32	0,18	0,98	0,56
Deniz Ot.	4.954	5.033	6.376	0,01	0,01	0,01	1,02	1,29
Vapur+Motor	41.322	27.546	23.051	0,05	0,03	0,03	0,67	0,56
Metro	14.562	15.659	21.226	0,02	0,02	0,03	1,08	1,46
LRT	22.623	25.264	22.719	0,03	0,03	0,03	1,12	1,00
Tramvay	23.264	25.900	23.587	0,03	0,03	0,03	1,11	1,01
Füniküler	1.948	2.073	2.549	0,00	0,00	0,00	1,06	1,31
Batı Banliyö	16.138	17.205	14.544	0,02	0,02	0,02	1,07	0,90
Doğu Banliyö	14.148	13.701	27.621	0,02	0,02	0,03	0,97	1,95
TOPLAM	805.448	790.038	799.729	1,00	1,00	1,00	0,98	0,99

Bu durum Tranplan ve Transcad'deki ya hep ya hiç atama algoritmalarının farklı olduğunu açık bir şekilde göstermektedir. Zaten Transcad Kullanıcı Elkitabı[4]'ında da bu farklılıktan bahsedilmektedir.

Transcad'de yapılan bu ilk atamada sonuçların farklı çıkmasından sonra Transcad'de de ayrı bir kalibrasyon yapılmıştır. Kalibrasyon sürecinde ücretlerde mümkün olduğunca az değişiklik yapılmıştır. Bu değer genel olarak 0.9 YTL'dir. Ancak yaka geçişi yapan otobüslerde iki bilet alındığı için 1.8 YTL, deniz otobüsleri ve bölgesel taşımacılık yapan otobüslerde ise 3 YTL alınmıştır. Sadece başka hiçbir koşulda yolculuk sayıları artmayan vapur ve motor türü için ücret 0 YTL alınmıştır. Bir de Tranplan'de ücreti 0.4 YTL olan tünel değiştirilmemiştir.

Üzerinde değişim uygulanan parametreler en az ve en fazla bekleme zamanı parametreleridir. Ancak hiçbir türde bu parametreler mantık dışı değerler almamıştır. Sadece ücretlerdeki duruma benzer bir şekilde vapur ve deniz motorlarındaki yolcu sayıları hiçbir koşulda artmadığı için bu tür için bekleme zamanı 0 alınmıştır.

Aşağıda bu parametrelerin tanımlandığı ve kalibre edilen toplu taşıma atamasında kullanılan tür tablosu gösterilmektedir.

Tablo 5.4 Transcad'de kalibre edilen ya hep ya hiç atamasında kullanılan tür tablosu

TÜR	TÜR_NO	ÜCRET	EN AZ BEKLEME SÜRESİ	EN FAZLA BEKLEME SÜRESİ
Yürüme	1	0,00	0,00	0,00
Boğaz Otobüs	2	1,80	4,25	8,50
Otobüs3	3	0,90	4,25	8,50
Otobüs4	4	0,90	4,25	8,50
Otobüs5	5	0,90	4,00	8,50
Minibus	6	0,90	1,00	3,00
Otobüs7	7	0,90	2,50	8,50
Deniz Otobüsü	8	3,00	5,00	15,00
Vapur+Deniz Motoru	9	0,00	0,00	0,00
Metro	10	0,90	4,80	6,00
LRT	11	0,90	2,50	6,00
Kullanılmıyor	12	0,90	2,50	6,00
Kullanılmıyor	13	0,90	4,00	6,00
Banliyö_Avr	14	0,90	2,50	5,50
Kullanılmıyor	15	0,90	2,50	6,00
Ktas_Zb Tram	16	0,90	2,00	5,00
Funiküler	17	0,90	2,80	5,00
Kullanılmıyor	18	0,90	2,50	6,00
Zb-Bag Tram	19	0,90	2,50	6,00
Kullanılmıyor	20	0,90	2,50	6,00
Bölgesel Tren	21	0,90	2,50	6,00
Bölgesel Otobüs	22	3,00	2,50	6,00
Banliyö_Ana	23	0,90	6,00	9,80
Tünel	24	0,40	2,00	5,00

Transcad programıyla 24 ya hep ya hiç ataması sonucunda yukarıdaki parametrelerin kalibre edildiği toplu taşıma ataması modelinin sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.

Tablo 5.5 Transcad'de ya hep ya hiç toplu taşıma atamasının sonuçları

Tür	Gözlem	Transcad	Model/
	kişi/ph	kişi/ph	Gözlem
İETT / Özel Halk Otobüsleri	403.989	425.723	1,05
Minibüsler	262.500	259.962	0,99
Deniz Otobüsleri	4.954	5.037	1,02
Vapur ve Deniz Motorları	41.322	31.556	0,76
Metro	14.562	14.223	0,98
LRT	22.623	22.981	1,02
Tramvay	23.264	24.536	1,05
Füniküler	1.948	1.860	0,95
Batı Banliyö	16.138	15.613	0,97
Doğu Banliyö	14.148	14.161	1,00
Toplam	805.448	815.652	1,01

5.1.3 İki programda yapılan ya hep ya hiç atamalarının karşılaştırılması

Aşağıdaki tabloda İstanbul için 2006 yılı değerleri kullanılarak Tranplan ve Transcad programlarıyla ayrı ayrı kalibre edilen toplu taşıma ataması modellerinin sonuçları gösterilmektedir. Tranplan programı genel yolcu sayısını %98, Transcad programı ise %99 oranında yakalamıştır. Tür bazlı oranlara bakıldığında iki modelin de vapur ve deniz motorları dışında gözlem değerlerine oldukça yakın olduğu söylenebilir. Bir karşılaştırma yapmak amacıyla gözlem değerlerinden yüzde farkların mutlak değerleri ortalamalarına bakılmıştır. Sonuç olarak Tranplan programı gözlem değerlerini ortalama % 0,8, Transcad ise % 0,5 hata ile tahmin etmiştir.

Tablo 5.6 Ya hep ya hiç atama sonuçlarının karşılaştırılması

Tür	Model/Gözlem		Mutlak Değer Farklar	
	Tranplan	Transcad	Tranplan	Transcad
İETT / Özel Halk Otobüsleri	0,99	1,05	0,01	0,05
Minibüsler	0,98	0,99	0,02	0,01
Deniz Otobüsleri	1,02	1,02	0,02	0,02
Vapur ve Deniz Motorları	0,67	0,76	0,33	0,24
Metro	1,08	0,98	0,08	0,02
LRT	1,12	1,02	0,12	0,02
Tramvay	1,11	1,05	0,11	0,05
Füniküler	1,06	0,95	0,06	0,05
Batı Banliyö	1,07	0,97	0,07	0,03
Doğu Banliyö	0,97	1,00	0,03	0,00
		(ort)	0,08	0,05
Genel	0,98	1,01		

5.2 Transcad programında olasılıksal kullanıcı denklığı ataması

Olasılıksal kullanıcı denklığı atamalarında atamanın bir denklığe ulaşması için 20 iterasyon kullanılmıştır. Yapılan ilk atamada ya hep ya hiç atamasında elde edilen sonuçlardan çok farklı sonuçlar elde edilmiştir. Bu atamada olasılıksal kullanıcı denklığıne özgü genel parametreler default değerler olarak alınmıştır. Sadece kapasite bölümüne türlerin gerçek kapasiteleri koyulmuştur. Aşağıdaki tabloda bu ilk atamanın sonuçları gösterilmiştir.

Tablo 5.7 Transcad programında ya hep ya hiç parametreleriyle yapılan ilk olasılıksal kullanıcı denklığı atamasının sonuçları

Toplu Taşıma Türü	Pik Saat Taşımaları		Model / Gözlem
	Gözlem	Transcad	
İETT / Özel Halk Otobüsleri	403.989	1.017.729	2,52
Minibüsler	262.500	72.761	0,28
Deniz Otobüsleri	4.954	24.849	5,02
Vapur+Motor	41.322	72.588	1,76
Metro	14.562	9.913	0,68
LRT	22.623	18.590	0,82
Tramvay	23.264	17.523	0,75
Füniküler	1.948	1.584	0,81
Batı Banliyö	16.138	27.236	1,69
Doğu Banliyö	14.148	24.511	1,73
TOPLAM	805.448	1.287.284	1,60

Bu durum gözlemlendikten sonra atama sonucunda oluşan tür bazlı bindi sayıları gerçek değerlere yaklaştırılmaya çalışılmıştır. Bu konuda olasılıksal kullanıcı denklığı atamasının ya hep ya hiç atamasına göre çok daha fazla değiştirilebilir parametresi vardır. Bunlar sıklık parametreleri alpha, beta ve bunların katıldığı fonksiyonda bulunan hat kapasiteleri, durakta inen ve binen yolcu sayısı başına artabilen durakta bekleme zamanı parametreleri, bağ süresi hata oranı ve kalkış aralığı hata oranları olarak sıralanabilir. Bunlara bir de ya hep ya hiç atamasındaki parametreler olan bekleme zamanları ve ücretlerini de eklemek gerekir. Tüm bu parametreler genel, tür bazlı ya da hat bazlı değiştirilebilmektedir. Bu parametrelerde değişiklikler yapılarak farklı atamalar yapılmıştır. Bu atamalar sonucunda elde edilen en iyi sonuç aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 5.8 Transcad programında olasılıksal kullanıcı denklığı için elde edilen sonuç

Toplu Taşıma Türü	Pik Saat Taşımaları		Gözlem Türel Dağılım	Model / Gözlem
	Gözlem	Transcad		
İETT / Özel Halk Otobüsleri	403.989	411.378	0,50	1,02
Minibüsler	262.500	263.423	0,33	1,00
Deniz Otobüsleri	4.954	9.885	0,01	2,00
Vapur+Motor	41.322	40.452	0,05	0,98
Metro	14.562	32.279	0,02	2,22
LRT	22.623	34.373	0,03	1,52
Tramvay	23.264	42.304	0,03	1,82
Füniküler	1.948	11.090	0,00	5,69
Batı Banliyö	16.138	31.503	0,02	1,95
Doğu Banliyö	14.148	38.101	0,02	2,69
TOPLAM	805.448	914.788	1,00	1,14

Her ne kadar tüm yolculukların %88'ini oluşturan otobüs, minibüs ve vapur-deniz motoru yolculuklarında %2 hata oranı içinde değerler yakalansa da diğer türlerdeki değerlere yaklaşamamıştır. Bunun birkaç önemli nedeni vardır.

Birincisi, değiştirecek parametre sayısının fazla olması nedeniyle ortaya denenebilecek bir çok kombinasyonun çıkmasıdır. Bir olasılıksal kullanıcı denkliği atamasının normal bir bilgisayarda 10-25 dk sürmesi göz önünde bulundurulduğunda sınırlı zaman içinde modelin kalibre edilmesi uzun bir zaman alacaktır. Örneğin bu çalışmada İstanbul örneği için ancak 40 atama yapılabilmektedir. Bu atamalarda da birkaç parametre, diğerlerinden neredeyse bağımsız olarak değiştirilmiştir. Tam olarak her parametrenin sonuçları nasıl etkilediği ancak deneme – yanılma süreciyle anlaşılabilirdiği için daha fazla atamanın yapılması gereklidir.

İkinci neden ise Tranplan ağındaki erişim bağları ile ilgilidir. Parametreler dışında atama değerlerini gerçek gözlem değerlerine yaklaştırabilecek bir diğer yöntem de ağda ilgilenilen hatlara olan bağlantı sayılarının artırılıp, azaltılması ya da bağlantı sayıları sabit bırakılarak sürelerinin artırılıp, azaltılmasıdır. Bu çalışmada ağda bu tip değişikliklerle yapacak kadar zaman bulunamamıştır. Ayrıca mevcut durum Tranplan programında ya hep ya hiç ataması için geliştirildiği için olasılıksal kullanıcı denkliği için uygun olmayan sonuçlara da yol açıyor olabilmektedir.

6. SONUÇ

Bu çalışmada Tranplan ve Transcad ulaşım planlama yazılımlarıyla toplu taşıma atamalarının uygulama ve sonuç olarak nasıl farklılaştığı incelenmiştir.

İlk olarak 4 bölgeyi birbirine bağlayan küçük bir örnek ağ hazırlanıp, bu ağ üzerinde toplu taşıma ataması yapılmıştır. Her iki programla yapılan ya hep ya hiç atamalarının sonuçları aynı çıkmıştır. Olasılıksal kullanıcı denklığı ataması ise iki atamadan da farklı sonuçlar vermiş, ya hep ya hiç atamasında kullanılmayan hatlar, bu atamada az da olsa kullanılmıştır.

Sonraki bölümde ise daha önce Tranplan programıyla tüm İstanbul'un 2006 yılı için kalibre edilmiş bir ulaşım modelinin [5] toplu taşıma ataması bölümü Transcad programıyla ya hep ya hiç ve olasılıksal kullanıcı denklığı ataması yapılarak tekrar kalibre edilmiştir. Buradan çıkan sonuçlar daha önceden Tranplan ile kalibre edilmiş toplu taşıma ataması modelinden çıkan sonuçlarla ve gözlem değerleriyle karşılaştırılmıştır.

Ya hep ya hiç ataması için iki modelin de sonuçları gerçeğe çok yakın çıkmıştır. Karşılaştırma ölçütü olarak tür bazında hata oranlarının mutlak değerlerinin ortalamasına bakılmıştır. Bu değerler Tranplan için % 0.8 (binde sekiz), Transcad için ise % 0.5 (binde 5) bulunmuştur.

Olasılıksal kullanıcı denklığı için ise tüm bindi sayısının %88'ini oluşturan 3 tür için gözlem değerleri yakalansa da, diğer türlerde böyle bir yakınsamaya ulaşılamamıştır. Bunun iki nedeni vardır: Birincisi olasılıksal kullanıcı denklığı atamasıyla modelin kalibre edilebilmesi için değiştirilebilen parametre sayısının fazlalığından dolayı daha fazla denemeye ve tek bir atama için geçen sürenin uzun (10-25dk) olması dolayısıyla da daha fazla zamana ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışmada ise bu zaman bulunamamıştır. İkincisi ise ağda (bağ datasında), hatlara olan erişim bağlantılarının yine zaman kısıtından dolayı hiç değiştirilememesi ve mevcut bağlantıların da Tranplan ile yapılan ya hep ya hiç atamasına göre olması dolayısıyla olasılıksal

kullanıcı denkliğine uygun olmayan sonuçlara yol açmış olabileceğidir. Bu ikinci neden Transcad ile yapılan ya hep ya hiç atamasını kolaylaştırırken, olasılıksal kullanıcı denkliğini zorlaştırmış olabilir.

KAYNAKLAR

- [1] **Spiess, H. and Florian, M.**, 1988. Optimal Strategies : A new assignment model for transit networks, *Transportation Research PartB*, **23B**, 83-102.
- [2] **Hensher, D.A. and Button, K.J.**, 2000. Handbook of Transport Modelling, pp. 497-508, Eds. De Cea, J. & Fernandez, Oxford.
- [3] **Transcad Kullanıcı Elkitabı**
- [4] **Tranplan Kullanıcı Elkitabı**
- [5] **Gerçek H. ve Demir O.**, 2006-2007. İBB Raylı Sistem Projeleri Ulaşım ve Fizibilite Etütleri, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

Orhan Aktaş, 1980 yılında İstanbul'da doğdu. Orta ve lise eğitimine devam ettiği Özel Ortadoğu Koleji'nden 1998 yılında mezun oldu. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversite'sinde İstatistik lisans eğitimini tamamladıktan sonra 2004 yılında İTÜ İnşaat Anabilim Dalı Ulaştırma Programı'nda yüksek lisansa başladı. 2005 yılı Haziran ayında İstanbul Metropolitan Planlama ve Kentsel Tasarım Merkezi Ulaşım Grubu'na girdi. Ulaşım Ana Planı Model Kalibrasyonu işinde çalıştı ve halen bu grupta İstanbul Metropolitan Alanı Entegre Kentsel Ulaşım Master Planı işinde çalışmaktadır.