



# Toplu Taşıma Planlaması

26 Haziran 2024  
Ankara

Doç. Dr. Fikret ZORLU

Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mersin Üniversite   
[fikretzorlu@mersin.edu.tr](mailto:fikretzorlu@mersin.edu.tr)



T.C. ULAŞTIRMA VE  
ALTYAPI BAKANLIĞI



ULAŞTIRMA  
SEKTÖREL  
OPERASYONEL  
PROGRAMI

smart  
Sustainable  
Transport



T.C. ANKARA  
BÜYÜKŞEHİR  
BELEDİYESİ

EGC  
Eğilim Genel Müdürlüğü



## Eğitim

- **Lisans:** Ortadođu Teknik Üniversitesi, 1991 - 1996
- **Yüksek Lisans:** Orta Dođu Teknik Üniversitesi, 1996 – 1999
- **Doktora:** Orta Dođu Teknik Üniversitesi, 2000-2006





# Program

Saat	Başlık/Etkinlik
09:30-10:00	Varış ve Kayıt
10:00-10:05	Gündem Tanıtımı
10:05-11:00	Otobüs Güzergah ve Tarife Planlamasına Giriş
11.00-11:15	Ara
11:15-12:30	Sürdürülebilir Otobüs Güzergah ve Tarife Planlaması: Stratejiler, Ölçütler ve Tedbirler
12:30-13:30	Öğle Yemeği
13:30-14:45	Otobüs Güzergah Planlaması: Sorun Çözümü, Verimlilik ve Sosyal Faktörler
14:45-15:00	Ara
15:00-15:50	Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme
15:50-16:00	Sorular ve Kapanış Değerlendirmesi





## Amaç

Bu eğitimin amacı aşağıdaki soruların cevapları hakkında bilgi sahibi olmaktır:

- Otobüs güzergahı planlama ve tarife planlamanın temel ilkeleri nelerdir?
- Otobüs güzergah, filo ve tarife planlama süreci hangi çalışmaları kapsamaktadır?
- Sürdürülebilir otobüs güzergahı, filo planlaması ve yönetiminin ilkeleri nelerdir?
- Sürdürülebilir otobüs tarife planlamasının ve karbon ayak izinin azaltılmasının ilkeleri nelerdir?
- Otobüslerin verimli çalıştırılması ve dalgalanan talebin karşılanması için ne tür önlemler alınmaktadır?
- Hizmetin/işletmenin/faaliyetin yeterliliğini ölçecek göstergeler nelerdir?
- Başarılı otobüs hizmetinin temel göstergeleri/yönleri nelerdir?
- Yoğun saatlerde artan talebi karşılamak için ne tür stratejiler uyarlanabilir?
- Talebin asimetrik (yönlü ve zamansal) olduğu durumlarda ne tür stratejiler uyarlanabilir?



# İÇERİK

- Güzergah Planlama
- Filo Planlama
- Yönetim ve İşletme
- Performans Göstergeleri
- Sürdürülebilirlik
- Enerji/Yakıt ve Karbon Ayak İzi Hesaplama
- Hizmet Kalitesi
- Verimlilik
- Maliyetler ve Faydalar



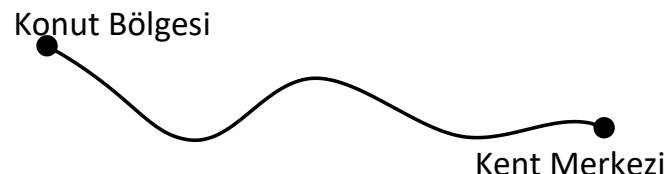

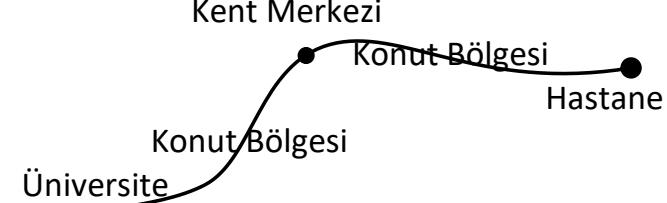
# Otobüs Güzergah Planlaması:

## Güzergah Türleri

- Otobüs hatları verdikleri hizmet alanları, kentsel kullanımlar, uzunluk, yoğunluk ve zamansal (saatlik, günlük, haftalık ve sezonluk) talebe göre sınıflandırılır. Tablo 1’de bu sınıflama kategorilerine göre güzergâh türleri gösterilmiştir:

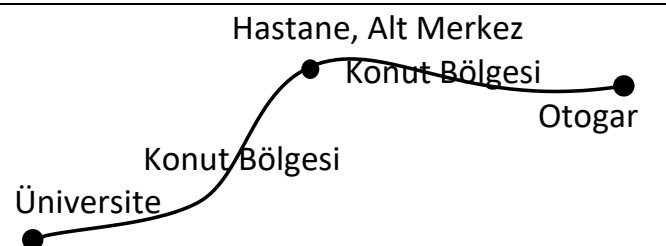
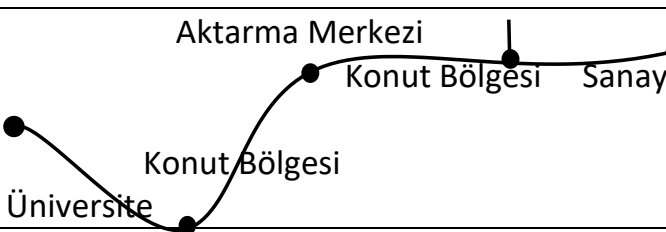

### A-Hizmet Bölgelerine (Başlangıç ve Bitiş Noktalarının Özelliğine) Göre Sınıflama

**Tablo 1a: Hizmet Bölgelerine Göre Güzergah Türleri**  
Kaynak: Zorlu ve Özen, 2020

A	Güzergah Özelliği	Güzergah Şeması	Olumlu/ Olumsuz Yönler
A-1	Tek Varış Noktasına Hizmet Veren Konut Uçlu Hatlar (Kent merkezi, sanayi bölgesi, üniversite, hastane, otogar gibi tek varış noktasına hizmet veren)		Asimetrik talep Yüksek zirve saat faktörü
A-2	Hizmet Tesisi-Konut-Kent merkezi arasında çalışan hatlar (Konut bölgesinden iki yönde her saat yolcu akışı)		Simetrik talep Verimli ve yön kolay hatlar
A-3	Birden Fazla Çalışma Alanı ve Varış Noktasına Hizmet Veren hatlar (Birden fazla konut bölgesi ile birden fazla çalışma alanı/hizmet tesisi arasında çalışan)		Simetrik yoğun Tüm saatlerde talep

# Otobüs Güzergah Planlaması: Güzergah Türleri

**Tablo 1b:** Hizmet Bölgelerine Göre Güzergah Türleri  
Kaynak: Zorlu ve Özen, 2020

A	Güzergah Özelliği	Güzergah Şeması	Olumlu/ Olumsuz Yönler
A-4	Kent merkezine hizmet vermeyen ancak birden fazla konut, çalışma alanı ve hizmet tesisi arasında çalışan hatlar		Yüksek talep, ortalama hız, Uzun saatlere talep Ortalama hız d
A-5	Birden Fazla Konut ve Çalışma Alanını Arasında Çalışan ve Aynı Zamanda Aktarma Noktaları Yoğun Olan Hatlar		Yüksek talep, ortalama hız, Uzun saatlere talep Ortalama hız d
A-6	Mekik Hatlar İki Ulaşım Terminali ya da birbirine yakın iki yoğun kullanım arasında en az durakla ulaşım sağlayan hatlar		Kısa mesafede frekans Ortalama hız y

## A-Hizmet Bölgelerine (Başlangıç ve Bitiş Noktalarının Özelliğine) Göre Sınıflama





# Otobüs Güzergah Planlaması: Güzergah Türleri

## B-Güzergâh Uzunluğuna Göre Sınıflama

**Tablo 2: Güzergâh Uzunluğuna Göre Sınıflama**  
*Kaynak: Zorlu ve Özen, 2020*

B	Güzergâh Özelliği	Güzergâh Uzunluğu	Avantaj/Dezavantajları
B-1	Çok Kısa Güzergahlar	<10 km	Yönetimi kolay Yoğunluk düşük, sefer süresi çok kısa
B-2	Kısa Güzergahlar	11-15 km	Yönetimi kolay Yoğunluk orta, sefer süresi kısa
B-3	Orta Mesafe Güzergahlar	16-25 km	Yoğunluk orta, sefer süresi normal
B-4	Uzun Güzergahlar	26-35 km	Yönetimi zor Dalgalı yoğunluk, sefer süresi uzun
B-5	Çok Uzun Güzergahlar	>35 km	Kırsal mahalle hatları





# Otobüs Güzergah Planlaması: Güzergah Türleri

**Tablo 3: Zamansal Yolcu Talebine Göre Sınıflama**  
*Kaynak: Zorlu ve Özen, 2020*

## C-Zamansal Yolcu Talebine Göre Sınıflama

C	Güzergah Özelliği	Zamanlama Değişkenliği
C-1	Tüm zamanlarda düzenli yolcu	Gün, saat ve mevsime göre yolcu sayısı istikrarlı
C-2	Zirve saate göre yolcu sayısı değişken	Gün içi iki yönde düzenli yolculuk talebi olan ancak sadece zirve saatlerinde yoğun hatlar
C-3	Sabah-akşam saatleri ve yönler ve göre yolcu sayısı değişken	Sabah-Akşam saatlerine göre yön bazında yolcu talebi değişken/dengeli olmayan hatlar
C-4	Hafta içi ve hafta sonuna göre yolcu sayısı değişken	Hafta içi-Hafta sonu yolcu talebi çok değişken hatlar (normal koşullarda tüm hatlarda hafta sonu yolcu sayısı hafta içine göre düşüktür ancak bazı hatlarda öğrenci yolculukları hafta sonu çok az olabilmektedir)
C-5	Yaz-kış sezonuna göre yolcu sayısı değişken	Kış sezonu düşük ancak yaz sezonunda yüksek yolcu talebi yüksek olan hatlar. Öğrenci yolcuların yüksek olması nedeniyle yaz aylarında yolcu sayısı düşen hatlar.



# Otobüs Güzergah Planlaması: Güzergah Türleri

## D-Hizmet Verilen Yerleşim Yerine Göre Sınıflama

**Tablo 4:** Hizmet Verilen Yerleşim Yerine Göre Sınıflama  
*Kaynak: Zorlu ve Özen, 2020*

D	Güzergah Özelliği	Güzergah Özelliği
D-1	Sadece kentsel yerleşimlere hizmet veren hatlar	Sadece kent içi mahalleler
D-2	Sadece kırsal yerleşimlere hizmet veren hatlar	Kentin uzağındaki köyler
D-3	Hem kentsel hem de kırsal yerleşimlere hizmet veren hatlar	Kentin çeperindeki ya da yakınındaki köyler



# Otobüs Güzergah Planlaması: Güzergah Türleri

**Tablo 5:** Taşıttaki Zamansal Doluluk ve Hizmet Kalitesi Düzeyine Göre Sınıflama  
Kaynak: Zorlu ve Özen, 2020

## E-Taşıttaki Zamansal Doluluk ve Hizmet Kalitesi Düzeyine Göre Sınıflama

E	Doluluk Düzeyi	Anlık/kesitte Yolcu/taşıt kapasitesi
E-1	Günün her saati iki yönde aşırı dolu	Gün boyu Yolcu/taşıt>90% Zirve saat Yolcu/taşıt>100%
E-2	Gün içi doluluk düzeyi yüksek Zirve saate iki yönde aşırı dolu	80%<Gün boyu Yolcu/taşıt>80% Zirve saat Yolcu/taşıt>100%
E-3	Gün içi tek yönde ortalama dolu, zirve saatte (tek yönde) aşırı dolu	60%<Gün boyu Yolcu/taşıt>70% Zirve saat Yolcu/taşıt>100%
E-4	Gün içi düşük zirve saatte dolu	40%<Gün boyu Yolcu/taşıt>60% Zirve saat Yolcu/taşıt>80%
E-5	Gün içi düşük zirve saatte ortalama yolcu	Gün boyu Yolcu/taşıt<50% Zirve saat Yolcu/taşıt>70%
E-6	Gün içi çok düşük zirve saatte düşük	Gün boyu Yolcu/taşıt<50% Zirve saat Yolcu/taşıt<60%



# Otobüs Güzergah Planlaması: Güzergah Türleri

**Tablo 6:** Verimlilik Düzeyine Göre Düzeylerine Göre Sınıflama  
Kaynak: Zorlu ve Özen, 2020

F-Verimlilik Düzeyine Göre  
Düzeylerine Göre Sınıflama

F	Verimlilik	Yolcu/taşıt.km, Yolcu/taşıt (hafta içi gün ortalaması)
F-1	Verimliliği çok yüksek düzeyde	Yolcu/km>4,0 Yolcu/taşıt/gün>1000
F-2	Verimliliği yüksek düzeyde	2,5<Yolcu/km<4,0 700<Yolcu/taşıt/gün <1000
F-3	Verimliliği orta düzeyde	2,0<Yolcu/km<2,5 500<Yolcu/taşıt/gün <700
F-4	Verimliliği düşük düzeyde	1,0<Yolcu/km<2,0 300<Yolcu/taşıt/gün <500
F-5	Verimsiz Çok az yolcu	Yolcu/km<1,0 Yolcu/taşıt/gün <300



## Otobüs Güzergah Ağ Planlaması

Ulaşım planlamasında toplu taşıma güzergahları kavramsal olarak 4 farklı ağ sistemi arasından kentin nüfusu, büyüklüğü, işlevlerin dağılımı, mekânsal dağılımı, yol sistemi dikkate alınarak belirlenir. Bunlar çizgisel (lineer), tek merkezli ışınsal, çok merkezli ışınsal ve yaygın ağ (konveks) sistemlerdir.

**1-Omurga sistemi**, yüksek kapasiteli bir koridora (omurga) üzerine kurulan bir metro, hafif raylı sistem, otobüs yolu, ya da otobüs hatlarının olduğu çeşitli seçeneklerden oluşmaktadır. Sistemde bu ana koridora bağlanan alt kollar (besleyici hatlar) ana istasyona aktarma yaparak yolcuların büyük bölümü koridor üzerindeki varış noktalarına taşınmaktadır.

**2-Tek merkezli ışınsal sistem** çoğunlukla çalışma alanı, okul ve sağlık tesislerinin tek merkezde toplandığı küçük ölçekli kentlerde uygulanmaktadır. Bu istemde merkezden konut alanlarına erişim sağlayan düşük kapasiteli hatlar planlanarak ulaşım ihtiyacı karşılanmaktadır.





# Otobüs Güzergah Ağ Planlaması

**3-Çok merkezli ışınsal sistem** ise kentin ana merkezi dışında birden çok alt merkezin bulunduğu, merkez dışında eğitim kampüsü, hastane, otogar, sanayi bölgesi, iş merkezi gibi yoğun yolcu hareketlerinin olduğu kentlerde uygulanmaktadır. Örneğin Ankara kentinde birden çok kent merkezi ve çalışma alanı (sanayi bölgeleri) ile terminal noktaları havaalanı, otogar) bulunduğundan her merkezden konut bölgelerine ve merkezler arasında ışınsal otobüs hatları çalışmaktadır.

**4-Yaygın ağ,** büyük ölçekli metropoliten kentlerde çok merkez ve geniş bir konut yayılma alanları arasında yaygın bir ağ oluşturan otobüs sistemlerini kapsamaktadır. İstanbul kentinde bütün merkezler arasında, merkezler ve terminaller, sanayi bölgeleri, konut bölgeleri arasında geniş bir otobüs ulaşım ağı oluşturulmuştur. Bu ağ aynı zamanda raylı sistemlerle ve metrobüs hattıyla bütünleşmektedir.





Avrupa Birliği tarafından  
eş finanse edilmektedir

## Kahve Arası



T.C. ULAŞTIRMA VE  
ALTYAPI BAKANLIğI



ULAŞTIRMA  
SEKTÖREL  
OPERASYONEL  
PROGRAMI

smart  
Sıhırsız Akıllı



ANKARA  
T.C. ANKARA  
BÜYÜKŞEHİR  
BELEDİYESİ

EGC  
EGC Genel Müdürlüğü





# Otobüs Güzergah ve Sefer Planlaması

## Güzergah Planlama İlkeleri ve Ölçütleri (Zorlu, Yoloğlu, 2023)

- **Kapasite:** talebe yeterli araç, hat, sistem kapasitesi (otobüs/nüfus, sefer/nüfus, koltuk.sefer/nüfus)
- **Maliyet:** yolculara maliyeti en az, işletmeye maliyeti en az (bilet ücreti, yolcu başına maliyet, yolcu.km başına maliyet sefer.km başına maliyet)
- **Sıklık:** en kısa aralıklarla bekleme süresini en aza düşüren sefer aralığı (sefer/saat, sefer/gün)
- **Yolculuk süresi:** en kısa zamanda (km/saat)
- **Konfor:** ayakta seyahat yolcu ve seyahat süresinin en az düzeyde olması (anlık yolcu/taşıt, yolcu/sefer, yolcu/taşıt, yolcu/km)
- **Dakiklik ve düzenlilik** (Güvenilirlik) (gecikme sayısı, gecikme süresi, aksayan sefer sayısı/ay)
- **Güvenlik:** kaza yapmaması, bunun için trafik kurallarına uyması ve özellikle yüksek hızla sürüş yapılmaması (kaza/sefer.km, kaza/araç/yıl)
- **Çevresel etki:** emisyon salınımının en düşük düzeyde olması (emisyon/km, emisyon/yolcu).



# Sürdürülebilir Otobüs Güzergah ve Sefer Planlaması: Stratejiler, Ölçütler ve Tedbirler

## Stratejiler

- Talebe uygun güzergah belirleme
- Talebe uygun filo belirleme
- Talebe uygun sıklık belirleme
- Erişilebilirlik/yaygınlık
- Rekabet Etmeme, tamamlayıcılık
- Maliyet etkin araç ve sefer planlama
- Enerji etkin araç seçimi
- Birim tüketimi azaltma (verimsiz hatlarda iyileştirme)





Avrupa Birliği tarafından  
eş finanse edilmektedir

## Yeterlilik/Verimlilik Göstergeleri

- **1-Kişi başına toplu taşıma yolculuk sayısı (kullanım):** Günlük ortalama yolcu sayısının nüfusa oranıdır. Bu oranın hane geliri ile ters orantılı toplu taşıma hizmet olanakları ile doğru orantılı artışı beklenir.
- **2-Otobüs hizmetine erişebilen nüfusun oranı:** Hizmetten yararlanan nüfusun (hizmetin erişilebilirliği) kentin toplam nüfusu içindeki payı hizmetin yaygınlığı ve mekânsal adalete uygun sunulup sunulmadığının göstergelerinden biridir.
- **3-Hizmetin nüfusa başına sunum sıklığı (günlük sefer/nüfus)** yine hizmetin yaygınlığı ve mekânsal adalete uygun sunulup sunulmadığının göstergelerinden biridir. 1000 kişiye düşen günlük sefer sayısı (arz), gerek kent genelinde ve gerekse mahalleler ölçeğinde hizmet sunum sıklığını gösteren temel göstergelerden biridir. Araç sayısı tek başına gösterge olmayıp hizmet yeterliliği aynı zamanda ne kadar sıklıkta sefer yapıldığı ile ölçülmektedir.
- **4-10.000 Kişiye düşen otobüs sayısı (kapasite):** Kent genelinde otobüs sayısının ne düzeyde yeterli olduğunu ölçen temel göstergelerden biridir.



## Yeterlilik/Verimlilik Göstergeleri

- **5- Taşıt başına günlük yolcu sayısı (verimlilik):** Taşıt başına günlük ortalama yeterli yolcu olup olmadığı, ya da taşıt sayısının talebi karşılayıp karşılamadığı bu gösterge ile ölçülmektedir.
- **6-Kilometre sefer başına günlük yolcu sayısı (yeterlilik ve verimlilik)** Belirli bir hatta yapılan günlük sefer sayısı ve güzergah uzunluğu işletme giderlerini belirleyen maliyet göstergesi iken sefer.km başına yolcu sayısı ise talep düzeyini dolayısıyla talep/kapasite oranını ölçen göstergelerden biridir.
- **7-Maliyeti karşılama oranı** (doğrudan parasal getiri ve sübvansiyon miktarı): Hizmet sunumundan elde edilen bilet gelirlerinin işletme maliyetlerine oranını ölçen bu gösterge mali değerlendirmenin temel göstergelerinden biridir.



## Sürdürülebilirlik Politika ve Tedbirleri

Verimlilik arttırıcı önlemler (maliyet azaltma, enerji tüketimini azaltma) temelde sürdürülebilirliği amaçlar. Emisyon performansı temelde yolcu başına emisyon göstergesi ile ölçülmektedir. Emisyon ise birim mesafe ve yolcu başına enerji tüketiminin bir fonksiyonudur.

- Kilometre başına enerji tüketimi ( $E/L$ )=Sefer başına enerji tüketimi ( $E$ )/güzergah uzunluğu ( $L$ )
- Yolcu başına enerji tüketimi ( $E/P$ )= Sefer başına enerji tüketimi ( $E$ ) Sefer başına yolcu ( $P$ )
- Kilometre başına yolcu ( $P/L$ )= sefer başına yolcu sayısı ( $P$ )/güzergah uzunluğu ( $L$ )
- Kilometre başına ortalama yolcu ( $P/VKT$ )= Günlük yolcu sayısı ( $P$ )/(günlük sefer sayısı\*güzergah uzunluğu ( $L$ ))



# Sürdürülebilir Otobüs Güzergah ve Sefer Planlaması: Stratejiler, Ölçütler ve Tedbirler

Otobüs güzergahlarında verimsizlik sorunu olması veya kapasite sorunu olması durumunda sistemin sürdürülebilirliği olumsuz etkilenir. Kapasitenin talebe uyumlu planlanması ve yolcu başına enerji azaltımı temel amaç olarak belirlenir.

- Sefer arttırma
- Sefer azaltma
- Güzergah kısaltma
- Güzergah uzatma
- Güzergah değişikliği
- Ek sefer
- Yeni güzergah
- Araç değiştirme (kapasite veya teknoloji değişikliği)



Avrupa Birliği tarafından  
eş finanse edilmektedir

## Öğlen Arası



T.C. ULAŞTIRMA VE  
ALTYAPI BAKANLIğI



ULAŞTIRMA  
SEKTÖREL  
OPERASYONEL  
PROGRAMI

smart  
Sıhırsız Akıllı Trafik



T.C.  
ANKARA  
BÜYÜKŞEHİR  
BELEDİYESİ

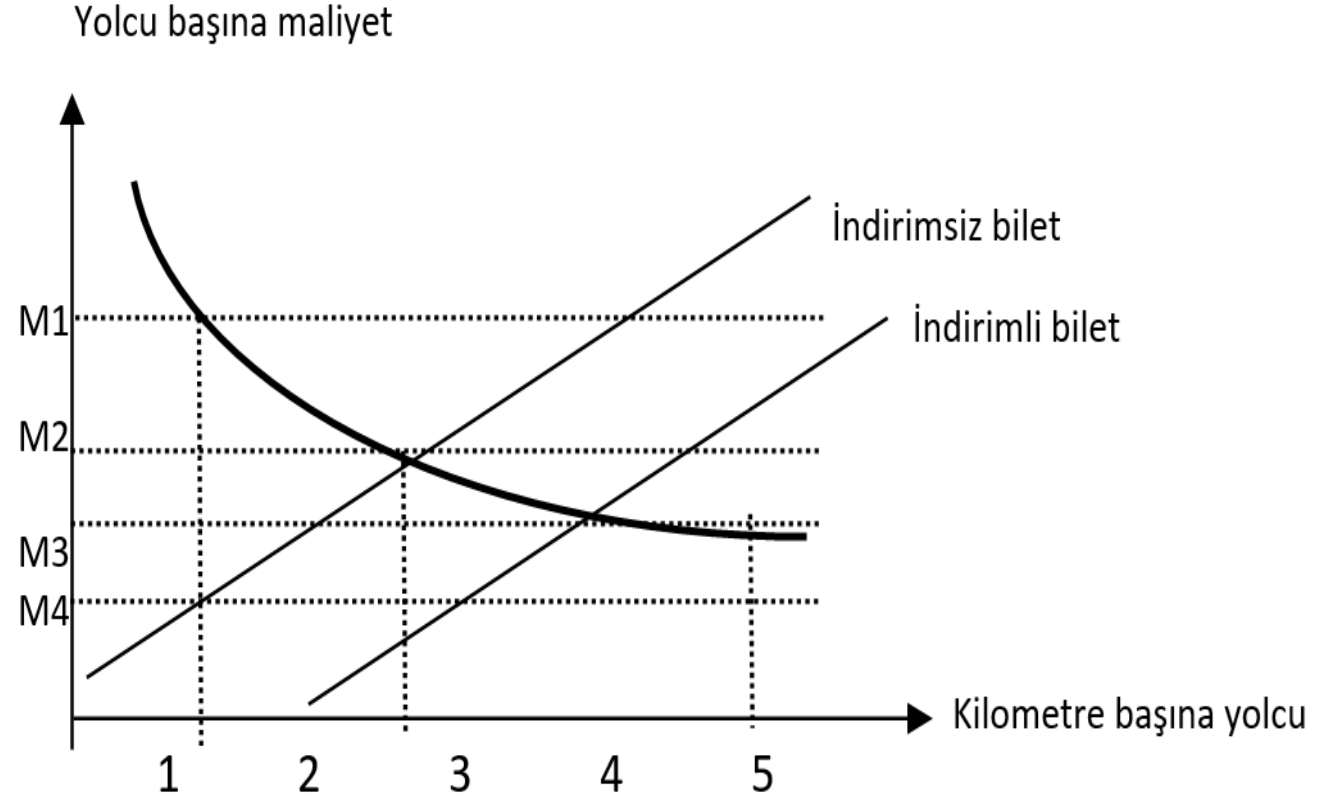


EGO Genel Müdürlüğü



## Yoğunluk, Maliyet, Verimlilik

- Sistemin verimliliği ve kapasite kullanım oranını ölçmek için kullanılan temel göstergelerden birim **sefer kilometre başına taşınan yolcu** (yolcu/sefer.km) sayısıdır (Şekil 1)
- Yolcu sayısı çok az olan bir sistemde kilometre başına yolcu sayısı düşük, buna karşın birim maliyet çok yüksek olacaktır (M1). Örneğin 20 km. uzunluğunda bir güzergahta bir seferde 50 yolcu taşınıyor ise sefer-kilometre başına yolcu  $50/20$  (2,5) olacaktır ve bu durumda yolcu başına maliyet M2 düzeyinde olacaktır.

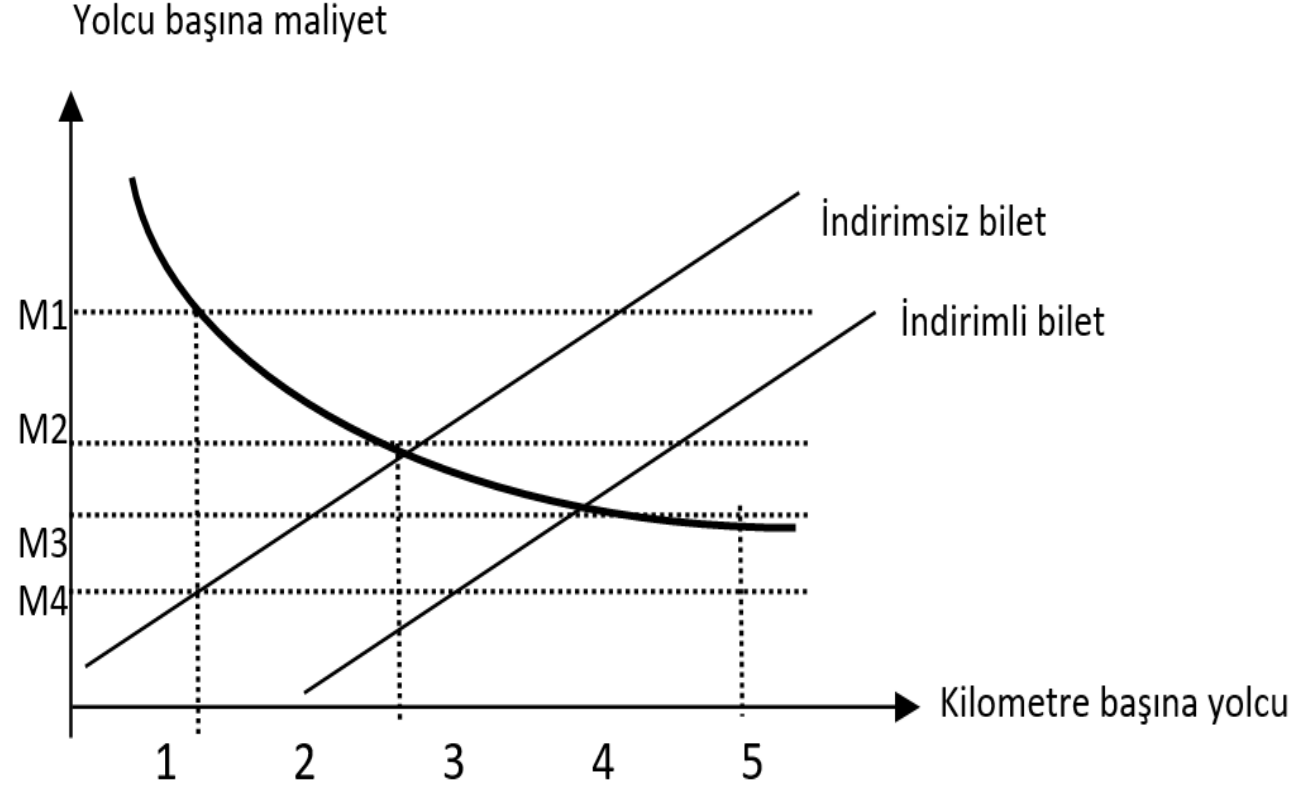


**Şekil 1:** Yolcu Yoğunluğu-Birim Maliyet İlişkisi

Kaynak: Zorlu ve Yoloğlu, 2023

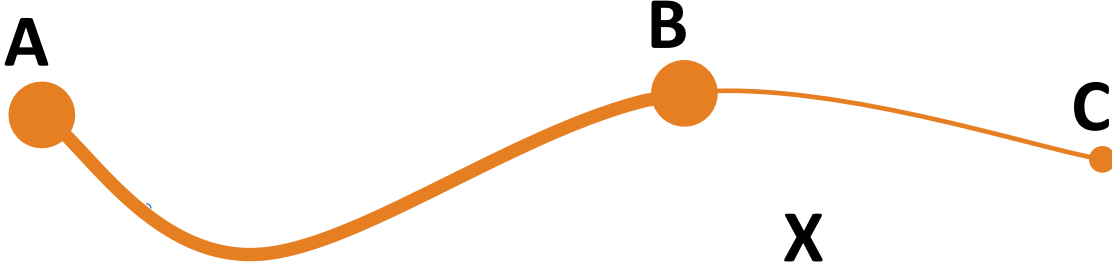
## Yoğunluk, Maliyet, Verimlilik

- Talebin düşük olduğu bir hatta veya saate yolcu sayısı 20 ise kilometre başına yolcu 1 düzeyine düşecektir. Yolcu sayısının 20'den az olduğu durumda aynı maliyete daha az yolcu taşınacağından yolcu başına maliyet yüksek olacaktır ( $>M1$ ).
- Yoğun hatlarda veya saatlerde 100 yolcu ise yolcu/kilometre değeri 4'e ulaşacaktır. Bu durumda otobüste aşırı doluluk, ayakta yolcu ve konforsuz yolculuk nedeniyle kalite düşük kalacak buna karşın yolcu başına maliyet düşecektir ( $M3$ ).



**Şekil 1:** Yolcu Yoğunluğu-Birim Maliyet İlişkisi  
Kaynak: Zorlu ve Yoloğlu, 2023

## Otobüs Güzergah Planlaması: Sorun Çözümü, Verimlilik ve Sosyal Faktörler

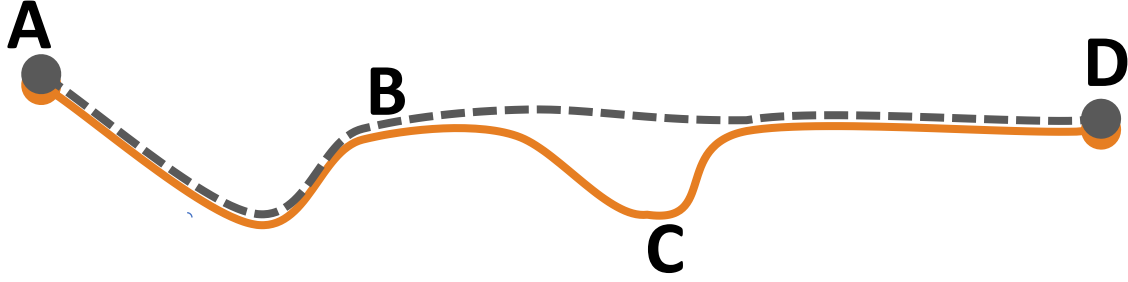


*Şekil 2: Talebin Dengesiz Olduğu Güzergah Örneği*

Soru: Günlük toplam yolcu sayısının 10.000 olduğu, A-C arasında 12 standart araçla hizmet veren hattın verimsizlik sorunu nasıl çözülebilir?

- Körüklü otobüs çalıştırma (-)
- Ek araç, sefer sıklığını arttırma (-)
- Yoğun saatlerde AC arasında ek seferler (-)
- A-B arasında ek seferler (+)
- A-B arasında yeni güzergah (+)
- A-X arasında erişim sınırlı ancak talep var ise A-B-X hattı (+)
- A-C arasında sefer ve araç azaltma (+)
- Diğer çözümler...

## Otobüs Güzergah Planlaması: Sorun Çözümü, Verimlilik ve Sosyal Faktörler



*Şekil 3: Sefer Süresi Uzun Güzergah Örneği*

Soru: Günlük toplam yolcu sayısının 10.000 olduğu, A-D arasında 12 standart araçla hizmet veren hattın şehir merkezinde (C) yarattığı sıkışıklık ve zaman kaybı sorunu nasıl çözülebilir?

- Körüklü otobüs çalıştırma (-)
- Ek araç, sefer sıklığını azaltma (-)
- AC ve C-D hattı olarak iki ayrı hatta bölme (-)
- A-D arasında yeterli talep var ise A-B-D hattı (+)
- B-D arasında yeterli talep var ise B-D hattı (+)
- A-B-C-D arasında sefer ve araç azaltma (+)
- Diğer çözümler...

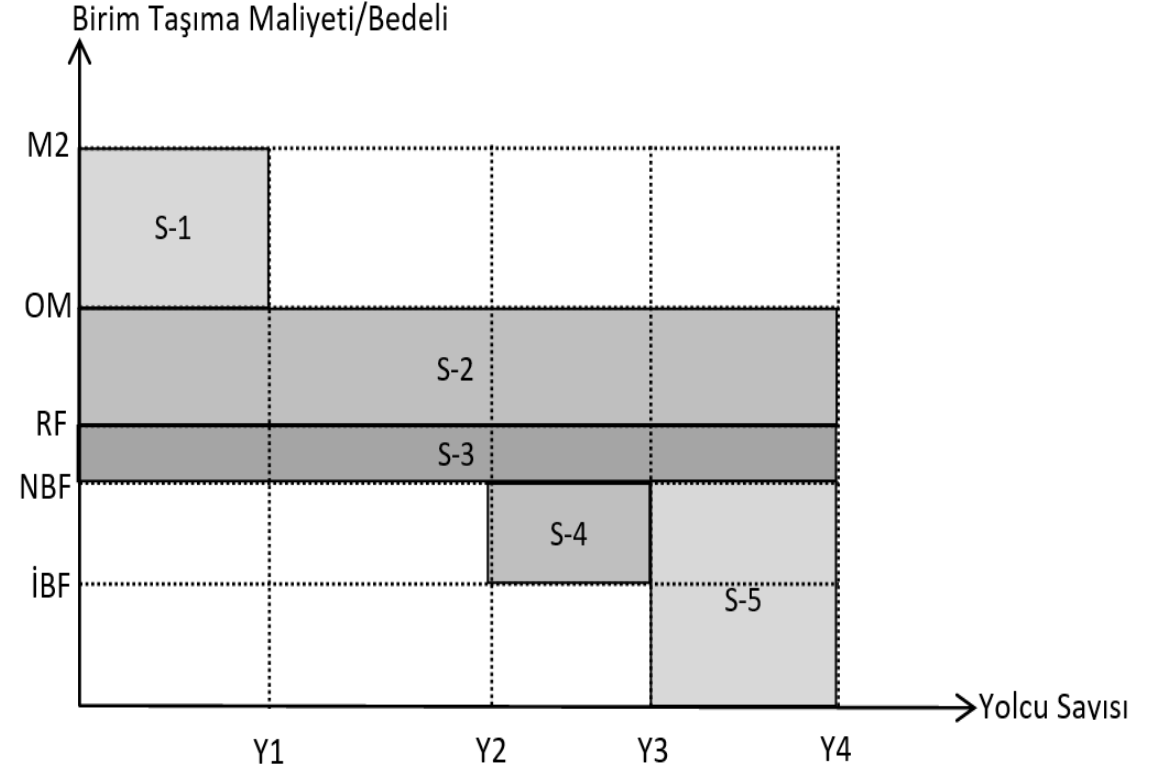


## Otobüs Güzergah Planlaması: Sosyal Faktörler

- Otobüs toplu taşıma hizmetinin ekonomik ve sosyal yararları ölçülebilen yarar ve maliyetlerinin dışında doğrudan parasal olmayan ancak ölçülebilir çeşitli etkileri (maliyet ya da yarar yönünde) bulunmaktadır (Zorlu ve Yoloğlu, 2023).
- Bu etkiler kamunun diğer sosyal politikalarını (barınma, sosyal adalet, kamu hizmetlerine erişim, eğitimde fırsat eşitliği, sosyal ayrışmanın azaltılması) destekleyici olabilir. Hizmetin yetersiz olması durumunda ise aksi yönde etkilere neden olabilmektedir (Zorlu ve Yoloğlu, 2023).
- Sosyal Yararlar: Hizmetlere erişim, ulaşım maliyetlerinin azaltılması, toplumsal eşitlik
- Dolaylı Yararlar: Akaryakıt tüketiminin azaltılması, yol maliyetlerinin azaltılması, hanelerin ulaşım maliyetlerinin azaltılması, emisyonların azaltılması, kazaların azaltılması, kentsel gelişimin teşvik edilmesi.

## Sübvansiyon Türleri ve Hesaplaması

- Uygulamada *brüt sübvansiyon* her zaman sosyal fayda sağlandığı anlamına gelmemektedir.
- Giderlerin bir bölümü sistemin verimsiz çalışması nedeniyle yüksek çıkabilmektedir.
- Bu nedenle sübvansiyonlar çeşitli amaçlara ve göstergelere göre farklı hesaplanabilir. Sübvansiyon türleri Şekil 2’de yolcu gruplarına göre açıklanmıştır.
- Şekilde dikey eksende yolcu başına **ortalama taşıma maliyeti (OM)**, otobüslerle eşdeğer güzergahlarda taşıma yapan özel taşıma işletmelerinin taşıma bedeli olan **referans fiyat (RF)**, otobüslerle taşıma **indirimsiz bilet fiyatı (NBF)** ve öğrenci ve diğer **indirimli taşıma bedeli (İBF)** görülmektedir.

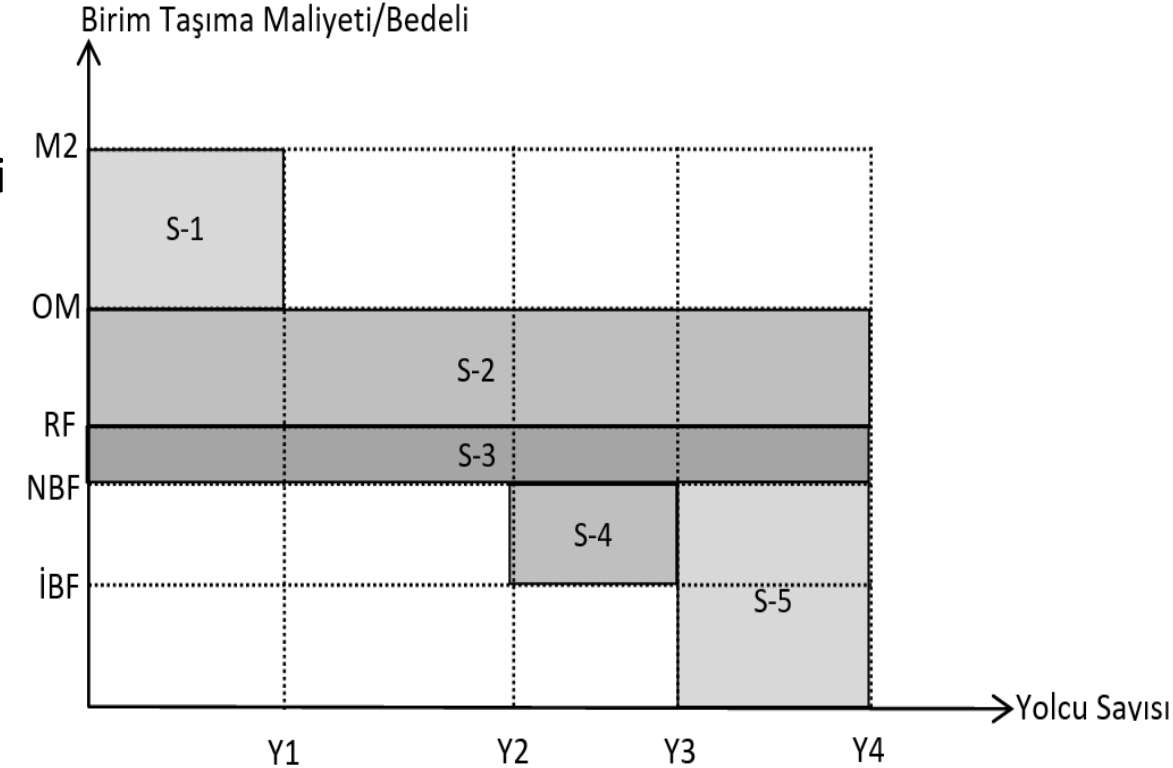


**Şekil 3: Sübvansiyon Türleri**  
Kaynak: Zorlu ve Yoloğlu, 2023



## Sübvansiyon Türleri ve Hesaplaması

- Talebin düşük olduğu (kırsal veya nüfusu az olan mahalleler) için sunulan hizmetin yolcu başına maliyeti (M2) ortalama maliyetten (OM) daha yüksektir. İlgili yerleşim alanlarına sunulan hizmetin sübvansiyon düzeyi erişilebilirlik veya verimsizlik maliyeti olarak hesaplanır (Zorlu ve Yoloğlu, 2023).
- Yatay ekseninde az yolcu taşınan ve bu nedenle birim maliyeti yüksek olan hatlardaki yolcu sayısı (Y1), ortalama kalite ve konfor şartlarında taşıma yapılan hatlardaki indirimsiz yolcu sayısı (Y2-Y1), indirimli taşımadan yararlanan (öğrenci vd.) yolcu sayısı (Y3-Y2) ve ücretsiz taşınan (65 yaş üstü yolcular, personel, vd.) (Y4-Y3) görülmektedir (Zorlu ve Yoloğlu, 2023).



**Şekil 4: Sübvansiyon Türleri**  
Kaynak: Zorlu ve Yoloğlu, 2023





## Zaman Kazancı/Süre Azaltımı

- Sistemin yaygınlığı ve sıklığı yolcuların zaman kayıplarını azaltarak sosyal fayda sağlamaktadır.
- Yolcuların otobüs bekleme, gerektiğinde aktarma yapması ve yolcu yoğunluğu nedeniyle duraklardaki zaman kayıpları yolculuk süresini arttıran etkenlerdir.
- Bu durumda yolcu başına zaman kayıpları sosyal maliyetler olarak kabul edildiğinden sefer sıklığı ve yaygınlığı bu maliyetleri azaltarak parasal olmayan ancak parasal karşılığı hesaplanabilecek aynı yardım olarak kabul edilir.
- Sistemin zaman yönünden sosyal faydası, hizmet öncesi zaman kaybı ile hizmet sonrası zaman kaybı arasındaki fark ile ölçülür (Zorlu ve Yoloğlu, 2023)



Avrupa Birliği tarafından  
eş finanse edilmektedir

## Kahve Arası



T.C. ULAŞTIRMA VE  
ALTYAPI BAKANLIğI



ULAŞTIRMA  
SEKTÖREL  
OPERASYONEL  
PROGRAMI

smart  
Sıhırsız Akıllı Trafik



T.C.  
ANKARA  
BÜYÜKŞEHİR  
BELEDİYESİ

EGC  
EGO Genel Müdürlüğü



## Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme

- Standart otobüs konforlu kapasite=600
- Aktif araç sayısı ihtiyacı=Günlük yolcu sayısı/600
- Düşük yoğunluklu hatlar nedeniyle ortalama aktif araç sayısı ihtiyacı=Günlük yolcu sayısı/500
- Yedek araç ihtiyacı= Aktif araç\*1,20 (zirve saat faktörü, arıza oranı, araç başına günlük ortalama mesafe, bakım süresi esas alınarak yedek araç oranı %15-30 arasında değişebilir)
- Araç başına sürücü sayısı=2,5-3,0 (günlük hizmet süresi, haftalık mesai saati, sürücü başına günlük ortalama mesafe, esas alınarak taşıt başına sürücü sayısı 2,5-3,0 arasında değişebilir)



# Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme

## Hat bazında otobüs ihtiyacı

- Hatta günlük yolcu sayısı
- Zirve saatte yolcu sayısı
- Yön bazında saatlik yolcu sayısı
- Hizmet standardı (konfor, sıklık, ortalama hız, doluluk)
- Verimlilik ve doluluk standardı (yolcu/km)

Bu değişkenlere göre hat bazında standart otobüs sayısı= günlük yolcu/500 (hatlara göre 300 ile 800 arasında değişebilmektedir).

Hat bazında standart otobüs sayısı= günlük yolcu/900 (hatlara göre 800 ile 1100 arasında değişebilmektedir).





# Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme

## Sefer aralıkları (Headway)

Sefer aralıkları, yönler göre saatlik yolcu sayısı, araç ve sürücü yeterliliği, zirve saat faktörü, konfor standardı esas alınarak belirlenir

- Tavsiye edilen maksimum aralık (kent içi) 60 dakika
- Tavsiye edilen minimum aralık 5 dakika (yolcu yoğunluğu yüksek ise körüklü araç, otobüs şeridi veya otobüs yolu, metrobüs seçenekleri değerlendirilir)
- Metrobüslerde sefer aralıkları 30 saniyeye kadar düşürülebilmektedir.



## Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme

Araç ihtiyacı (B)= (sefer süresi (T)+dinlenme süresi (R)\*2/sefer aralığı (H)

Örneğin:

Sefer süresi (T)=60 dakika

Dinlenme süresi (R)=15 dakika

Aralık (H)= 15 dakika ise

Araç ihtiyacı= 150/15=10 otobüs.

Aralık (H) talebe göre 10-20 dakika arasında değişebilir.





## Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme

Talebe göre yön bazında sefer sıklıkları çeşitli biçimlerde düzenlenebilir:

- Simetrik statik seferler (sefer saatleri iki yönde eşit aralıklı)
- Asimetrik statik seferler (sefer saatleri yönlere ve saatlere göre farklı aralıklı)
- Simetrik dinamik seferler (sefer saatleri iki yönde eşit aralıklı, ancak saatlere göre değişken)
- Asimetrik dinamik seferler (sefer saatleri yönlere ve saatlere göre farklı aralıklı, anlık talebe göre uyarlanabilir, ek seferler, sefer azaltma)

## Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme

**Tablo 7:** Statik-Simetrik Sefer Planı

ARAÇ NO	A YÖNÜ HAREKET SAATİ	AKTİF SEFER SÜRESİ (DAKİKA)	DİNLENME SÜRESİ (DAKİKA)	TOPLAM TEK YÖN SÜRESİ (DAKİKA)	ARAÇ NO	B YÖNÜ HAREKET SAATİ	AKTİF SEFER SÜRESİ (DAKİKA)	DİNLENME SÜRESİ (DAKİKA)	TOPLAM TEK YÖN SÜRESİ (DAKİKA)
A1	06:00	60	15	75	B1	06:00	60	15	75
A2	06:15	60	15	75	B2	06:15	60	15	75
A3	06:30	60	15	75	B3	06:30	60	15	75
A4	06:45	60	15	75	B4	06:45	60	15	75
A5	07:00	60	15	75	B5	07:00	60	15	75
B1	07:15	60	15	75	A1	07:15	60	15	75
B2	07:30	60	15	75	A2	07:30	60	15	75
B3	07:45	60	15	75	A3	07:45	60	15	75
B4	08:00	60	15	75	A4	08:00	60	15	75
B5	08:15	60	15	75	A5	08:15	60	15	75

# Otobüs Filo Planlaması ve Sefer Düzenleme

**Tablo 8:** Statik-Asimetrik Sefer Planı

ARAÇ NO	A YÖNÜ HAREKET SAATİ	AKTİF SEFER SÜRESİ (DAKİKA)	DİNLENME SÜRESİ (DAKİKA)	TOPLAM TEK YÖN SÜRESİ (DAKİKA)	ARAÇ NO	B YÖNÜ HAREKET SAATİ	AKTİF SEFER SÜRESİ (DAKİKA)	DİNLENME SÜRESİ (DAKİKA)	TOPLAM TEK YÖN SÜRESİ (DAKİKA)
A1	06:00	60	15	75	B1	06:00	60	30	90
A2	06:15	60	15	75	B2	06:20	60	20	80
A3	06:30	65	10	75	B3	06:40	60	15	75
A4	06:45	65	10	75	B4	07:00	60	30	90
A5	07:00	60	15	75	A1	07:15	60	30	90
A6	07:15	60	15	75	A2	07:30	60	15	75
B1	07:30	60	15	75	A3	07:45	60	20	80
B2	07:45	60	15	75	A4	08:00	60	20	80
B3	08:00	60	15	75	A5	08:15	60	15	75
B4	08:30	60	15	75	A6	08:30	60	15	75
A1	08:45	60	15	75	B1	08:45	60	30	90



## Kaynakça

- Black A. (1979) Optimizing urban mass transit systems: a general model, *Transportation Research Record*, 677:41-47
- Byrne B. (1975) Public transportation line positions and headways for minimum user and system cost in a radial case, *Transportation Research Record*, 9 : 97-102
- Byrne, B., Vuchic, V., (1972) Public transportation line positions and headways for minimum cost. In: Newell, F. (Ed.), *Proceedings of the Fifth International Symposium on Traffic Flow and Transportation*, 347–360.
- Bagloee S., Ceder A. (2011) Transit-network design methodology for actual-size road networks, *Transportation Research Part B*, 45: 1787-1804
- Clifton, K and Lucas, K. (2004) Examining the Empirical Evidence of Transport Inequality in the US and UK, in Lucas, K. (Ed.) *Running on empty*:
- Daganzo C. (2010) Structure of competitive transit networks, *Transportation Research Part B*, 44: 434-446.
- Holryod, E. (1967). Optimum bus service: a theoretical model for a large uniform urban area, L. Edie (Ed.), *Proceedings of the Third International Symposium on the Theory of Traffic Flow*, Elsevier (1967), pp. 308-328
- Hurdle, V. (1973) Minimum cost locations for parallel public transit lines, *Transportation Science*, 7: 340-350



Avrupa Birliği tarafından  
eş finanse edilmektedir

## Kaynakça

- Lyons, G. (2004) Transport and society, *Transport Reviews*, 24(4), pp. 485-509.
- Marwah, B. Umrigar, F. Patnaik S. (1984) Optimal design of bus routes and frequencies for Ahmedabad, *Transportation Research Record*, 994: 41-47
- Pulido, D., Darido, G., Munoz-Raskin, R., & Moody, J. (Eds.). (2018). *The urban rail development handbook*. World Bank Publications.
- Root, A, (2003) *Delivering Sustainable Transport: A Social Science Perspective*. Pergamon, Amsterdam, London
- Salzborn, F. (1972) Optimum bus scheduling, *Transportation Science*, 6: 137-148
- Tahmasbi, B., & Haghshenas, H. (2019). Public transport accessibility measure based on weighted door to door travel time. *Computers, Environment and Urban Systems*, 76, 163-177.
- UN-Habitat (United Nations Human Settlements Programme) (2013). *Planning and Design for Sustainable Urban Mobility: Global Report on Human Settlements*. Nairobi, Kenya: UN- .<https://unhabitat.org/planning-and-design-for-sustainable-urban-mobility-global-report-on-human-settlements-2013/>.
- Zorlu, Özen (2020) Otobüs Ulaşımı Planlaması, Yayınlanmamış Teknik Rapor, Mersin Üniversitesi.
- Zorlu, F., Yoloğlu A.C. (2023) Kamu Sosyal Politikası Olarak Belediye Otobüs Ulaşım Hizmeti: Mersin Örneği, 17. Ulusal Sosyal Bilimler Kongresi, 1-3 Şubat 2023, ODTÜ, Ankara.



Avrupa Birliği tarafından  
eş finanse edilmektedir

# Göstermiş Olduđunuz İlgi için Teşekkür Ederiz!



T.C. ULAŞTIRMA VE  
ALTYAPI BAKANLIğI



ULAŞTIRMA  
SEKTÖREL  
OPERASYONEL  
PROGRAMI

smart  
Sıhırsız Akıllı



ANKARA  
T.C. ANKARA  
BÜYÜKŞEHİR  
BELEDİYESİ



EGO Genel Müdürlüğü