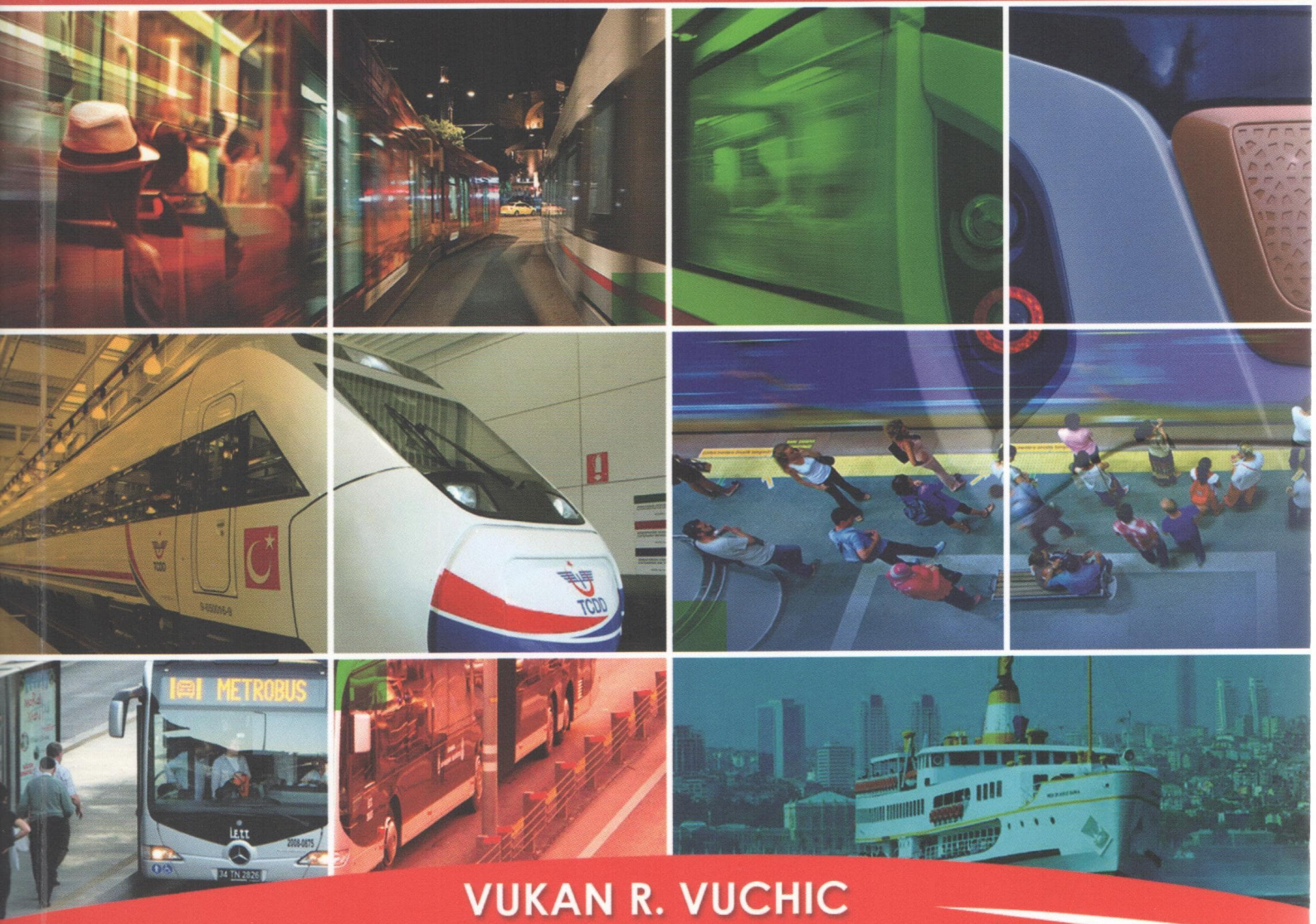
KENT İÇİ TOPLU ULAŞIM
ve
YAŞANABİLİR ŞEHİRLER

CİLT 1



VUKAN R. VUCHIC

İstanbulUlaşım
www.istanbululasim.com.tr
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

Copyright © 2015 Tüm hakları saklıdır. Bu derleme çeviri eser, orijinal yayımcı John Wiley& Sons Inc.'in lisansı altında yayınlanmakta olup orijinal eserlerin telif hakları yazar Vukan R. Vuchic'e, Türkiye'deki yayın hakları ise İstanbul Ulaşım A.Ş.'ye aittir.

Yazar

Prof. Vukan R. VUCHIC

Çeviri Editörleri

Sibel GÜRSOY

Zehra SAVAN

Akademik Editörler

Doç. Dr. Darçın AKIN (Gediz Üniversitesi)

Doç. Dr. Banihan GÜNAY (Akdeniz Üniversitesi)

Prof. Dr. Y. Şazi MURAT (Pamukkale Üniversitesi)

Doç. Dr. Turan ARSLAN (Uludağ Üniversitesi)

Gökmen ÖZKAN (Imperial College)

Yrd. Doç. Dr. Gökhan ERDEMİR (Kırklareli Üniversitesi)

Dr. Fatih GÜNDOĞAN (İSBAK A.Ş.)

Grafik Tasarım

Bülent ENGEZ

Şekil-Tablo Grafik Tasarım

Özgür BAHÇE - Şehrigül GENÇAY- Elif TOKBAŞ - Aleyna SEVİNÇ

Baskı

SEÇİL OFSET

100. Yıl Mah. MAS-SİT Matb. Sitesi 4. Cadde No:77 Bağcılar-İstanbul Tel:0212 629 06 15

ISBN

978-605-84484-1-4

978-605-84484-0-7 (Tk.)

Yayımcı Sertifika No: 31658

İSTANBUL ULAŞIM A.Ş.

Yavuz Selim Mh. Metro Sk. No: 3 34220 Esenler/İSTANBUL

Telefon: +90 212 568 99 70

Fax: +90 212 568 89 00

Kurumsal İletişim: info@istanbul-ulasim.com.tr

İÇİNDEKİLER

I. KISIM:
KENT İÇİ ULAŞIM SİSTEMLERİ

1. BÖLÜM: KENT İÇİ YOLCU TAŞIMACILIĞINDA MODLAR 3

1.1 ULAŞIM SİSTEMLERİNİN TANIMLARI VE SINIFLANDIRMALARI 3

1.1.1 Kullanım Türüne Göre Sınıflandırma 3

1.1.2 Toplu Ulaşım Modları 5

1.1.2.1 Yol Kullanım Hakları 6

1.1.2.2 Sistem Teknolojileri 6

1.1.2.3 İşletme Türleri 7

1.1.2.4 Toplu Ulaşım Modlarının Genel Sınıfları 8

1.1.3 Toplu Ulaşım Sisteminin Bileşenleri 10

1.1.4 Toplu Ulaşım Sisteminde İşletme, Hizmet ve Özellikler 12

1.2 KENT İÇİ YOLCU TAŞIMACILIĞI MODLARI TEORİSİ 13

1.2.1 Örnek Bir Kent Alanında Bir Ulaşım Sisteminin Geçirdiği Evrim 14

1.2.1.1 Küçük Yerleşimler: Özel Ulaşım ve Ara Toplu Taşımacılık 14

1.2.1.2 Küçük Şehirler: Otobüs Toplu Taşımacılığı ve Anayollar 16

1.2.1.3 Orta Ölçekli Şehirler: Toplu Ulaşım Yolu Tahsisi ve Kılavuzlu Teknoloji 19

1.2.1.4 Büyük Şehirler: Tam Kontrollü Yolların İnşası 21

1.2.2 Türel Özelliklerin Özeti 24

1.3 TOPLU ULAŞIM MODLARI AİLESİ: SINIFLAMALAR VE TANIMLAR 26

1.3.1 Ara Toplu Taşımacılık 27

1.3.2 Cadde Toplu Ulaşım Modları 28

1.3.3 Orta Kapasiteli Modlar: Yarı Hızlı Toplu Ulaşım 30

1.3.4 Yüksek Performanslı Modlar: Hızlı Toplu Ulaşım 34

1.3.5 Özel Toplu Ulaşım Modları 35

1.3.6 Düzenli Toplu Ulaşım Modları Ailesinin Özeti 37

1.3.7 Banliyö Toplu Taşımacılığı 43

II. KISIM:
TOPLU ULAŞIM MODLARININ TANIMLARI 123

3. BÖLÜM: KARAYOLU ULAŞIMI: OTOBÜS, TROLEYBÜS VE METROBÜS **125**

3.1 KARAYOLU TOPLU ULAŞIM MODLARI AİLESİ *125*

3.1.1 Tanımlar *125*

3.1.2 Genel Özellikler *126*

3.1.3 Otobüsle Toplu Ulaşım Sistemi ve Metrobüs Kavramları *127*

3.2 TAŞITLAR *128*

3.2.1 Tahrik Sistemine Göre Sınıflandırma *129*

3.2.1.1 Dizel Otobüs *130*

3.2.1.2 Troleybüs *131*

3.2.1.3 Çift Modlu Otobüs *131*

3.2.1.4 Hibrit Otobüs *133*

3.2.1.5 Diğer Tahrik Sistemleri *135*

3.2.2 Şasi Türüne Göre Sınıflandırma *137*

3.2.2.1 Optimum Otobüs Boyutu *137*

3.2.2.2 Minibüs *140*

3.2.2.3 Standart Otobüs *141*

3.2.2.4 Standart Troleybüs *145*

3.2.2.5 Körüklü Otobüs *145*

3.2.2.6 Çift Körüklü Otobüs *150*

3.2.2.7 Çift Katlı Otobüs *150*

3.2.2.8 Kılavuzlu Otobüsler *154*

3.2.3 Tahrik, Ekipman ve Performans *157*

3.2.3.1 Motor ve Aktarma Organları *157*

3.2.3.2 Performans *158*

3.2.4 Gövde Yapısı ve Biçim *160*

3.2.4.1 Taşıt Dış Yüzeyi *160*

3.2.4.2 Kapılar ve Basamaklar *162*

3.2.4.3 Alçak Tabanlı Otobüsler *163*

3.2.4.4 Taşıt İçi ve Kapasitesi *165*

3.2.5 Otobüs Modelleri, Özellikleri ve Tasarım Eğilimleri ile İlgili Özet *169*

1.4 TOPLU ULAŞIM YOLCU SAYILARINDA VE FARKLI MODLARIN KULLANIMINDAKİ EĞİLİMLER ... 46
1.4.1 Kent İçi Yolculuklar ve Toplu Ulaşım Yolculuk Sayıları ... 47
1.4.2 Toplu Ulaşım Modlarının Artan Çeşitliliği ... 51
ALIŞTIRMALAR ... 55
KAYNAKLAR ... 57

2. BÖLÜM: KENT- ULAŞIM İLİŞKİSİ ... 59
2.1 KENTLER VE ULAŞIM SİSTEMLERİ ... 59
2.2 ULAŞIM BİR SİSTEMDİR ... 62
2.2.1 Kent İçi Ulaşım Modlarının Karmaşıklığı ... 62
2.3. ÖZEL ULAŞIM, TOPLU ULAŞIM VE ARA TOPLU TAŞIMACILIK ... 66
2.3.1. Özel Ulaşım ... 66
2.3.2 Toplu Ulaşım ... 71
2.3.3 Ara Toplu Taşımacılık ... 73
2.4 KENT İÇİ TOPLU ULAŞIM MODLARI AİLESİ ... 74
2.5 ŞEHİR BÜYÜKLÜĞÜNE GÖRE ULAŞIM SİSTEMLERİNİN BİLEŞENLERİ ... 82
2.5.1 Küçük Şehirler ... 83
2.5.2 Büyük Şehirler ... 83
2.6 TRAFİK SIKIŞIKLIĞININ SEBEP VE SONUÇLARI ... 84
2.7 YOLCULUK TERCİHİNDE BİREYSEL DENGE VE SOSYAL OPTİMUM ... 91
2.8 YOLCULUK MALİYETLERİ, ÜCRETLER, AÇIK VE GİZLİ DESTEKLER ... 96
2.8.1 Farklı Modlarda Yolculuk Maliyetleri ... 96
2.8.2 Tahmini Kent İçi Ulaşım Maliyetleri ve Sübvansiyonlar ... 97
2.8.3 Otomobil Kullanım Maliyetlerinin Yapısı ... 99
2.8.4 Maliyet Yapılarının Grafik Gösterimi ... 103
2.8.5. Düşük Marjinal Fiyatlandırma Probleminin Gösterimi ... 108
2.9 DÖRT SEVİYELİ ULAŞIM PLANLAMASI ... 110
2.10 ÖZET VE SONUÇLAR ... 116
KAYNAKLAR ... 119

3.3 GÜZERGÂHLAR ... *169*
3.3.1 Geometrik Unsurlar ... *170*
3.3.2 Karma Trafikte İşletme ... *170*
3.3.3 Otobüsler için Şerit Tahsisli Uygulamalar ... *171*
3.3.3.1 Amaçlar ve Önem ... *173*
3.3.3.2 Uygulamalar Önündeki Engeller ... *174*
3.3.3.3 Kavşaklardaki Öncelikler ... *175*
3.3.4 Caddelerde Otobüs Şeritleri ... *177*
3.3.5 Otoyolda Otobüs İşletmesi ... *184*
3.3.6 Otobüs Yolları ... *188*
3.4 METROBÜS ... *190*
3.4.1 Otobüsle Toplu Ulaşım Modlarının Tanımları ... *191*
3.4.2 METROBÜS'ün Mod olarak Ortaya Çıkışı ... *191*
3.4.3 Taşıtlar ... *196*
3.4.3.1 Gövde Boyutu ve Yapısı ... *197*
3.4.3.2 Taban Yüksekliği ... *197*
3.4.3.3 Direksiyonla Kumanda ve Kılavuzlama ... *198*
3.4.3.4 Kapılar, Koltuklar ve Kapasite ... *199*
3.4.3.5 Taşıt Tahrik Sistemi ... *200*
3.4.3.6 Taşıt Biçimi ve Estetik ... *200*
3.4.4 Altyapı: Hatlar ve İstasyonlar ... *200*
3.4.5 Çalışma Şekilleri ve Akıllı Ulaşım Sistemi Uygulamaları ... *202*
3.4.6 Otobüsle Toplu Ulaşım Sistemi ve Metrobüs Hakkında Özet ve Değerlendirme ... *202*
3.4.6.1 Seçilmiş Örnek Olay Çalışmaları ... *202*
3.4.6.2 Otobüsle Toplu Ulaşım Sistemi ve Metrobüs Modlarının Mevcut ve Potansiyel Rolleri ... *210*
3.5 DURAKLAR, İSTASYONLAR VE BAKIM TESİSLERİ ... *213*
3.5.1 Caddelerde Otobüs Durakları ... *213*
3.5.1.1 Durak Aralıkları ... *213*
3.5.1.2 Durak Yerleri ... *214*
3.5.1.3 Tasarım ... *216*
3.5.2 İstasyonlar ve Terminaller (Son duraklar, Otogar) ... *217*
3.5.3 Garajlar, Depolama Tesisleri ve Bakım Atölyeleri ... *222*

3.6 İŞLETME, PERFORMANS VE MALİYETLER ... 226
3.6.1 İşletme ve Sefer Türleri ... 226
3.6.2 Performans Özellikleri ... 228
3.6.3 Hizmet Kalitesi ve Sistem Etkileri ... 229
3.6.4 Maliyetler ... 229
3.6.5 Troleybüsler: Özellikleri ve Uygulamaları ... 230
3.7 KARAYOLU TOPLU ULAŞIM MODLARININ MEVCUT VE GELECEKTEKİ ROLLERİ ... 232
ALIŞTIRMALAR ... 237
KAYNAKLAR ... 239

4. BÖLÜM: RAYLI TOPLU ULAŞIM: TRAMVAY, HAFİF RAYLI SİSTEM, HIZLI TOPLU ULAŞIM VE BÖLGESEL DEMİRYOLU ... 241
4.1 RAYLI ULAŞIM MODLARI AİLESİ ... 241
4.1.1 Genel Özellikler ... 241
4.1.1.1 Harici Kılavuzlama ... 241
4.1.1.2 Raylı Teknoloji ... 242
4.1.1.3 Elektrikli Tahrik ... 242
4.1.1.4 Yol Kullanım Hakkının Ayrılması ... 242
4.1.1.5 Raylı Sistem Özelliklerinin Özeti ... 244
4.1.2 Raylı Ulaşım Modlarının Tanımları ve Özellikleri ... 245
4.1.2.1 Cadde Tramvayları ... 245
4.1.2.2 Hafif Raylı Ulaşım ... 247
4.1.2.3 Raylı Hızlı Ulaşım ... 250
4.1.2.4 Bölgesel Demiryolu ... 252
4.1.2.5 Tramvay-Tren Modu ... 255
4.1.2.6 Raylı Ulaşım Modları Ailesinin Özeti ... 255
4.2 ARAÇLAR ... 257
4.2.1 Raylı Sistem Araçlarının Türleri ve Temel Bileşenleri ... 258
4.2.1.1 Araç Sınıflandırmaları ... 258
4.2.1.2 Aks Düzenleri ve Bojilerin Amacı ... 261
4.2.2 Bojiler ve Mekanik / Elektrik Ekipman ... 264
4.2.2.1 Motorlar ... 265

4.2.2.2 Fren Sistemleri *267*
4.2.2.3 Diğer Ekipmanlar *269*
4.2.3 Araç Gövdesi *270*
4.2.3.1 Gövde Yapısı ve Boyutu *272*
4.2.3.2 Araç Dış Yüzeyi *280*
4.2.3.3 Araç İçi *286*
4.2.4 Farklı Demiryolu Araç Modellerinin Özelliklerinin Özeti *288*
4.2.4.1 Boyutlar, Ağırlıklar ve Güç *288*
4.2.4.2 Araç Tasarımındaki Trendle *296*
4.2.5 Temel Araç Birimleri ve Tren Konfigürasyonları *297*
4.2.5.1 Optimum Araç Dizilerini Belirleyen Faktörleri *298*
4.2.5.2 Yaygın İşletme Birimi Türleri *300*
4.2.5.3 Filo Konfigürasyonları *301*
4.3 RAYLI ULAŞIM YOLLARI: GEOMETRİ VE TESİSLER *302*
4.3.1 Geometrik Elemanlar *304*
4.3.1.1 Kurp ve Eğim *304*
4.3.1.2 Enkesit Profili *307*
4.3.2 Hat Üstyapısı *308*
4.3.2.1 Balast, Traversler ve Raylar *308*
4.3.2.2 Hat Makasları *311*
4.3.2.3 Hat Planı *315*
4.3.3 Yol Kullanım Hakları *317*
4.3.3.1 Ortak Yol Kullanım Hakları (C Sınıfı) *317*
4.3.3.2 Ayrı Yol Kullanım Hakları (B Sınıfı) *321*
4.3.3.3 Kavşaklarda ve Geçitlerde Raylı Sisteme Yönelik Uygulamalar *323*
4.3.3.4 Yükseltilmiş / Havai Yol Kullanım Hakları (A Sınıfı) *329*
4.3.3.5 Tüneller (A Sınıfı) *333*
4.3.3.6 Ayrıcalıklı Yol Kullanım Haklarının Diğer Türleri *338*
4.4 LASTİK TEKERLEKLİ HIZLI ULAŞIM *340*
4.4.1 Teknolojinin Tanımı *340*
4.4.2 Özellikler ve Raylı Sistem Teknolojisi ile Karşılaştırma *341*
4.4.3 Lastik Tekerlekli Hızlı Ulaşımın Potansiyel Uygulamaları *344*

4.5 DURAKLAR, İSTASYONLAR VE MANEVRA ALANLARI ... 345
4.5.1 Hemzemin Duraklar ... 345
4.5.2 Hemzemin Aktarma İstasyonları ... 346
4.5.3 Kontrollü Erişim İstasyonları ... 346
4.5.3.1 İstasyon Peronları ... 349
4.5.3.2 İstasyon Düzeyleri ... 356
4.5.3.3 Aktarma İstasyonları ... 357
4.5.3.4 Girişler ve Çevredeki Diğer Unsurlarla Entegrasyon ... 358
4.5.3.5 Besleme Hatlar için Tasarı ... 363
4.5.4 Otomobil - Toplu Ulaşım Transfer İstasyonları ... 363
4.5.5 Raylı Ulaşım Manevra Alanları ve Bakım Atölyeleri ... 365
4.6 İŞLETME, PERFORMANS VE MALİYETLER ... 366
4.6.1 Otomatik ve Kontrollü Araç Yolculuğu ... 367
4.6.1.1 Manuel / Görsel Kontrol ... 368
4.6.1.2 Sinyalle Kontrol ... 369
4.6.1.3 Otomatik Tren İşletmesi (ATO) ... 373
4.6.1.4 Otomatik Tren Denetimi (ATS) ... 378
4.6.1.5 Raylı Ulaşım Sistemi Otomasyonunun Özeti ... 379
4.6.2 Raylı Modların Performans Özellikleri ... 379
4.6.2.1 Operasyonel Özellikler ... 379
4.6.2.2 Hizmet Kalitesi ... 385
4.6.2.3 Etkiler ... 385
4.6.3 Raylı Ulaşım Maliyetleri ... 387
4.6.3.1 Yatırım Maliyetleri ... 387
4.6.3.2 İşletme ve Bakım Maliyetleri ... 392
4.7 RAYLI ULAŞIMIN BUGÜNKÜ VE GELECEKTEKİ ROLÜ ... 393
4.7.1 Kent içi Nüfus Trendleri ve Etkileri ve Araç Sahipliğinin Artması ... 396
4.7.2 Raylı Hızlı Ulaşım Sistemleri Kurmadaki Amaçlar ve Hedefler ... 396
4.7.3 Hangi ölçekteki şehirler metroya sahip olabilir? ... 399
4.7.4 Amerika Birleşik Devletleri'nde Raylı Ulaşımın Gelişimi ... 400
4.7.5 Raylı Ulaşımın Dünyada Bugünkü ve Gelecekteki Rolü ... 403
ALIŞTIRMALAR ... 407
KAYNAKLAR ... 410

5. BÖLÜM: KONVANSİYONEL OLMAYAN KAVRAMLAR VE SİSTEMLER: KILAVUZLU TOPLU ULAŞIM VE MONORAYLAR *413*

5.1 KONVANSİYONEL SİSTEMLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YENİLİK POTANSİYELİ *413*

5.2 SİSTEM BİLEŞENLERİ ANALİZİ *414*

5.2.1 Araç Mesnetleme, Kılavuzlama ve Makaslar *415*

5.2.2 Araç/Toplu Taşıma Birimi Kapasitesi *422*

5.2.3 Çift Modlu İşletme *425*

5.2.4 Tam Otomatik İşletme *426*

5.3 KONVANSİYONEL OLMAYAN MODLAR VE SİSTEMLER *427*

5.3.1 Otomatik Kılavuzlu Toplu Ulaşım ve Otomatik İnsan Taşıma Sistemleri *428*

5.3.2 Monoraylar *442*

5.3.3 Kişisel Hızlı Ulaşım *446*

5.4 KONVANSİYONEL OLMAYAN MODLARIN VE YENİ KAVRAMLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ *449*

ALIŞTIRMALAR *451*

KAYNAKLAR *452*

6. BÖLÜM: ÖZEL TEKNOLOJİ SİSTEMLERİ *453*

6.1 KISA MESAFELİ VE MEKİK YAPAN TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİ *453*

6.1.1 Yayalar ve Yayaya Yardımcı Modlar *453*

6.1.2 Kısa-Mesafeli Toplu Ulaşım Modları *456*

6.1.3 Kısa-Mesafeli Ulaşımın Önemi *457*

6.1.4 İki Nokta Arasında Çalışan Ringler ve Hatlar *458*

6.2 ARAZİYE ÖZEL TEKNOLOJİLER *459*

6.2.1 Yardımcı Çekişli Raylı Sistemler *460*

6.2.1.1 Dişli Demiryolları *460*

6.2.1.2 Kablolu Tramvaylar *461*

6.2.1.3 Füniküler Raylı Sistemleri *463*

6.2.1.4 İlave Çekişli Raylı Modların Karşılaştırılması *467*

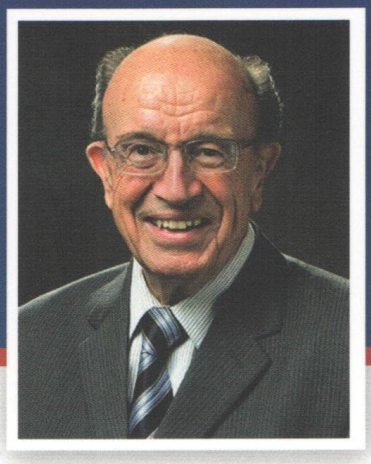
6.2.2 Teleferikler *469*

6.3 SU YOLU TOPLU ULAŞIM SİSTEMLERİ *472*

6.3.1 Gemi Türleri *473*

6.3.1.1 Konvansiyonel (Tek Gövdeli) Gemiler ... *474*
6.3.1.2 Katamaranlar ... *474*
6.3.1.3 Hidrofoiller ... *475*
6.3.1.4 Hava Yastıklı Gemi (Hoverkraft) ... *476*
6.3.2 Feribot Hizmetleri ... *477*
ALIŞTIRMALAR ... *481*
KAYNAKLAR ... *482*

7. BÖLÜM: ARA TOPLU TAŞIMACILIK ... 483
7.1 TANIMLAMA VE SINIFLANDIRMA ... *483*
7.2 ÖZEL OTOMOBİLİN FARKLI KULLANIMLARI ... *485*
7.2.1 Araç Kiralama ... *485*
7.2.2 Araç Paylaşımı ... *485*
7.3 YARI TOPLU TAŞIMACILIK ... *487*
7.3.1 Minibüs paylaşımı ... *487*
7.3.2 Servis Otobüsleri ... *488*
7.3.3 Araç paylaşımı ... *489*
7.4 DÜZENLİ ARA TOPLU TAŞIMACILIK ... *490*
7.4.1 Taksiler ... *490*
7.4.2 Dolmuşlar ... *493*
7.4.3 Çağrılı Taşımacılık ve Diğer Hibrit Mod Hizmetleri ... *499*
7.5 ARA TOPLU TAŞIMA VE ROLLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ ... *503*
7.5.1 Ara Toplu Taşıma Özellikleri ... *503*
7.5.2 Potansiyel İyileştirmeler ... *504*
7.5.3 Ara Toplu Taşımanın Mevcut ve Potansiyel Rolleri ... *505*
ALIŞTIRMALAR ... *508*
KAYNAKLAR ... *509*
ALIŞTIRMALARIN YANITLARI ... *511*
TERİMCE ... *515*
İNDEKS ... *521*



Prof. Vukan R. Vuchic

ABD'de Ulaşım Mühendisliği alanında profesör olan Vukan R. Vuchic dünya çapında tanınan bir toplu ulaşım uzmanıdır. ABD Ulaştırma Bakanlığı'na ulaşım sistemlerinin planlaması, tasarımı ve işletmesi konusunda danışmanlık yapmış; dünyadaki çeşitli toplu ulaşım ve planlama kurumlarında konferanslar vermiş ve 75'ten fazla üniversitede farklı konularda dersler ve seminerler sunmuştur. 1935 yılında doğan ve 1966 yılında Berkeley Üniversitesi'nden doktora derecesini alan Prof. Vukan R. Vuchic çalışmalarını 150'den fazla makale ve raporda ve artık alanında birer klasik sayılan kitaplarında yayınlamıştır.

Ulaşım Sistem Mühendisliği, Ulaşım Sistemleri ve Tesislerinin Tasarımı, Toplu Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri gibi konularda dersler veren ve Belgrad, Hamburg, Napoli, San Francisco ve Washington gibi çeşitli şehirlerde raylı toplu ulaşım sistemlerinin planlanması ve tasarımı konularında pek çok toplu ulaşım kurumuna danışmanlık yapan Profesör Vuchic'e 1982'de Almanya'da "Dr. Friedrich Lehner Madalyası" verilmiştir.

Elinizdeki bu kitap, Prof. Vukan R. Vuchic'in Transportation for Livable Cities (1999); Urban Transit Operations, Planning and Economics (2005) ve Urban Transit Systems and Technology (2007) adlı üç kitabından bizzat yazar tarafından seçilen çeşitli bölümlerin bir araya getirilmesiyle oluşturulmuş derleme bir eserdir.

İstanbulUlaşım
www.istanbululasim.com.tr
İSTANBUL BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ
ISBN 978-605-84484-1-4
9 786058 448414