



**TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİNDE KENT İÇİ RAYLI SİSTEM  
ETKİNLİĞİNİN ARTTIRILMASINA YÖNELİK YATIRIM KRİTERLERİ  
ETKİLEŞİM GÜCÜNÜN BELİRLENMESİ**

**Büşra Hilal KUTLU**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**OCAK 2019**

Büşra Hilal KUTLU tarafından hazırlanan “TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİNDE KENT İÇİ RAYLI SİSTEM ETKİNLİĞİNİN ARTTIRILMASINA YÖNELİK YATIRIM KRİTERLERİ ETKİLEŞİM GÜCÜNÜN BELİRLENMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Hayri ULVİ

Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Başkan:** Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ORMAN

Bilgisayar Programcılığı Ana Bilim Dalı, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 21/01/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Büşra Hilal KUTLU

21/01/2019



# TÜRKİYE VE AVRUPA BİRLİĞİNDE KENT İÇİ RAYLI SİSTEM ETKİNLİĞİNİN ARTTIRILMASINA YÖNELİK YATIRIM KRİTERLERİ ETKİLEŞİM GÜCÜNÜN

## BELİRLENMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Büşra Hilal KUTLU

GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2019

## ÖZET

Kentlerde toplu taşıma yatırımının temel amacı ulaşım hizmetini daha hızlı ve konforlu, daha güvenli ve dengeli, erişebilirlik düzeyi yüksek ulaşım sistemine sahip yaşanabilir kentler oluşturmaktır. Metro, tramvay, hafif raylı sistem ve monoray olarak çeşitlenen raylı sistem taşımacılığı bu amaçları gerçekleştirmede tercih edilen alternatif toplu taşıma türüdür. Kentler yerel özelliklerine uygun olarak raylı sistemler konusunda belirledikleri kriterlerle yatırım kararlarını verebilirler. Fakat birden fazla kriter bulunması, yatırım kararlarını etkileyen kriterlerin seçimi problemini beraberinde getirmektedir. Bu çalışma Avrupa Birliği ve ülkemizdeki eğilimler çerçevesinde sürdürülebilir bir kent içi raylı sistem yatırımında dikkate alınacak kriterleri belirlemekte ve bu kriterler çerçevesinde yapılacak raylı sistemlerin etkinliğini arttırmak için kriterler arasındaki etkileşim gücünü ortaya koymaktadır. Çalışmada yapılan uzman görüşmeleri sonucunda belirlenen yatırım kriterleri sosyal, çevresel ve ekonomik parametreler çerçevesinde geliştirilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan DEMATEL analizi kullanılarak kriterler sıralanmakta ve aralarındaki etkileşim ile bu etkileşimin düzeyleri belirlenmeye çalışılmaktadır.

Bilim Kodu : 80201  
Anahtar Kelimeler : Kent içi Raylı sistem, Dematel Analizi  
Sayfa Adedi : 186  
Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Hayri ULVİ

DETERMINATION OF INVESTMENT CRITERIA OF INTERACTION STRENGTH  
FOR INCREASING THE URBAN RAILWAY SYSTEM EFFICIENCY IN TURKEY

AND EUROPEAN UNION

(M. Sc. Thesis)

Büşra Hilal KUTLU

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2019

ABSTRACT

The main purpose of the public transportation investment in cities is to provide transportation services faster, safer, more comfortable, and balanced and to constituting livable cities with high accessibility. The rail system transportation which is diversified as metro, tram, light rail and monorail are the alternative type of public transport that is preferred in realizing these purposes. Cities can make their investment decisions with the criteria they have determined comport with their local characteristics on rail systems. However, existence of more than one criterion, brings along the selection problem of criteria that affect investment decisions. This study determines the criteria to be taken into consideration in the investment of a sustainable urban rail system within the framework of the trends in the European Union and our country and reveals the interaction power between the criteria to increase the efficiency of the rail systems to be made within the framework of these criteria. The investment criteria which has been determined as a result of expert interviews conducted in the study were developed within the framework of social, environmental and economic parameters. By using DEMATEL analysis, which is one of the multi-criteria decision making methods, the criteria are listed and the interaction amongst them and the levels of this interaction are tried to be determined.

Science Code : 80201

Key Words : Urban Railway System, Dematel Analysis.

Page Number : 186

Supervisor : Lecturer Dr. Hayri ULVİ

## TEŞEKKÜR

Yoğun ve uzun süren tez çalışmam süresinde fikir ve yardımlarıyla çalışmalarımda desteğini esirgemeyen değerli hocam, tez danışmanım Dr. Öğr. Üyesi Hayri ULVİ'ye, çalışmamın sonuca erme sürecinde değerli bilgilerinden ve katkılarından dolayı Dr. Öğr. Üyesi Kürşat YILDIZ ve Dr. Öğr. Üyesi Abdullah ORMAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğüsleyen, emek veren ve her evresinde bana destek olan, kullandıkları her kelimenin hayatıma kattığı önemini asla unutmayacağım, her zaman ve her durumda en büyük destekçilerim olan sevgili babam Prof. Dr. Sönmez KUTLU, annem Nuray KUTLU ve canım kardeşim Fatih Emre KUTLU'ya, çalışmam esnasında desteğini eksik etmeyen değerli fikir ve önerileriyle çalışmama yön veren dayım Cihat KUTLU'ya, , çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen her desteği ve ortamı sağlayan ve bana her daim inanan; başta kuzenim Özge KUTLU'ya ve dostlarım Kezban BECERİKLİ, Mihraç KÜPELİ, Ayşe Gül GÜRDAL, Esra ÖZKAN AKSU'ya ve çalışmam sırasında küçük veya büyük yardımını esirgemeyen herkese teşekkür ederim.

## İÇİNDEKİLER

|                                                                       | Sayfa |
|-----------------------------------------------------------------------|-------|
| ÖZET .....                                                            | iv    |
| ABSTRACT.....                                                         | v     |
| TEŞEKKÜR.....                                                         | vi    |
| İÇİNDEKİLER .....                                                     | vii   |
| ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....                                             | ix    |
| ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....                                               | xii   |
| HARİTALARIN LİSTESİ.....                                              | xiv   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR.....                                          | xv    |
| 1. GİRİŞ .....                                                        | 1     |
| 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE; SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM..... | 5     |
| 2.1. Ulaşım .....                                                     | 5     |
| 2.2. Sürdürülebilirlik .....                                          | 9     |
| 2.3.Sürdürülebilir Ulaşım.....                                        | 16    |
| 2.4. Sürdürülebilir Toplu Taşıma.....                                 | 34    |
| 2.5. Raylı Sistem Türleri .....                                       | 43    |
| 2.5.1. Tarihi/nostaljik (heritage) tramvay .....                      | 45    |
| 2.5.2. Modern tramvay .....                                           | 47    |
| 2.5.3. Hafif raylı sistem .....                                       | 48    |
| 2.5.4. Ağır ray (metro).....                                          | 50    |
| 2.5.5. Banliyö .....                                                  | 52    |
| 2.5.6. Monoray .....                                                  | 53    |
| 2.6. Raylı Sistem Faydaları .....                                     | 54    |

|                                                                                     |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3. KENT İÇİ RAYLI SİSTEM TARİHÇESİ .....                                            | 65  |
| 4. TÜRKİYE'DE KENTİÇİ RAYLI SİSTEM MEVZUATI VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ.....              | 73  |
| 4.1. Türkiye'de Raylı Sistem Mevzuatı .....                                         | 73  |
| 4.2. Kent içi Raylı Sistem Uygulama Örnekleri.....                                  | 78  |
| 4.2.1. Konya örneği .....                                                           | 78  |
| 4.2.2. Eskişehir örneği.....                                                        | 80  |
| 4.2.3. Bursa örneği.....                                                            | 82  |
| 5. AB POLİKALARI (ORTAK ULAŞIM POLİTİKASI VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ.....                | 87  |
| 5.1. AB Kent içi Raylı Sistem Mevzuatı.....                                         | 87  |
| 5.2. AB Kent içi Raylı Sistem Uygulama Örnekleri .....                              | 96  |
| 5.2.1. İsveç.....                                                                   | 96  |
| 5.2.2. Almanya .....                                                                | 98  |
| 5.2.3. Hollanda .....                                                               | 105 |
| 6. RAYLI SİSTEM YATIRIM KRİTERLERİNİN DEMATEL ANALİZİ İLE AĞIRLIKLANDIRILMASI ..... | 111 |
| 7. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                          | 145 |
| KAYNAKLAR .....                                                                     | 149 |
| EKLER .....                                                                         | 161 |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                                                      | 186 |

## ÇİZELGELERİN LİSTESİ

| Çizelge                                                                                                            | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 2.1. Ulaşım sistemlerinin emisyon düzeyleri .....                                                          | 9     |
| Çizelge 2.2. Kahn Sürdürülebilirlik ana başlıkları (1995) .....                                                    | 12    |
| Çizelge 2.3. Dünya İş Konseyi sürdürülebilirlik göstergeleri.....                                                  | 15    |
| Çizelge 2.4. SPARTACUS projesinde kullanılan göstergeler.....                                                      | 19    |
| Çizelge 2.5. Ulaştırma etki değerlendirme araçlarını ve ulaştırma sistemi performansı ölçümleri puan tablosu ..... | 24    |
| Çizelge 2.6. AB sınır değerleri ve Türkiye sınır değerleri .....                                                   | 31    |
| Çizelge 2.7. Kentsel toplu taşıma türlerinin sınıflandırılması .....                                               | 36    |
| Çizelge 2.8. Ulaşım teknolojileri çeşitliliği .....                                                                | 44    |
| Çizelge 2.9. Raylı sistem türlerinin özellikleri .....                                                             | 45    |
| Çizelge 2.10. Taşıt cinsine göre yolculuk kapasiteleri.....                                                        | 45    |
| Çizelge 2.11. Raylı sistemlerin Özellikleri .....                                                                  | 51    |
| Çizelge 2.12. Raylı sistemlerin duraklar arasında varsayılan ortalama mesafe ve işletme hızları .....              | 54    |
| Çizelge 2.13. Karayolu ulaşımı dezavantajları.....                                                                 | 55    |
| Çizelge 2.14. Ulaşım sistemlerinin yolcu-km başına enerji tüketimi .....                                           | 57    |
| Çizelge 2.15. Raylı sistemlerin faydaları .....                                                                    | 58    |
| Çizelge 2.16. Ulaşım sistemlerinin fiziksel özellikleri ve trafik esnekliği.....                                   | 59    |
| Çizelge 2.17. Ulaşım sistemlerinin çevre etkilerinin niteliksel durumu .....                                       | 59    |
| Çizelge 3.1. Çin’de Toplu taşıma teknolojisinin seçimi için kullanılan kriterler.....                              | 67    |
| Çizelge 3.2. Dünyada raylı sistem gelişim süreci .....                                                             | 67    |
| Çizelge 3.3. Türkiye’de raylı sistem gelişim süreci .....                                                          | 68    |
| Çizelge 4.1. Ulaştırma sistemlerinde planlanan yatırımlar ve gerçekleştirme payları .....                          | 76    |
| Çizelge 4.2. Ulaştırma sistemlerinde planlanan yatırımlar ve gerçekleştirme payları .....                          | 77    |

| <b>Çizelge</b>                                                                                                       | <b>Sayfa</b> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Çizelge 4.3. Yıllara Göre Yük Ve Yolcu Taşımacılığında Durum .....                                                   | 77           |
| Çizelge 4.4. Konya ili otobüs ve raylı sistem işletme maliyetleri karşılaştırması .....                              | 79           |
| Çizelge 4.5. Eskişehir raylı sistem verileri (2013) .....                                                            | 81           |
| Çizelge 4.6. Bursa Hafif Raylı Sisteminin genel özellikleri .....                                                    | 85           |
| Çizelge 4.7. Metro, tramvay ve banliyö gibi raylı sistemlerinin kullanım oranları .....                              | 85           |
| Çizelge 4.8. Raylı Sistemlerin Genel Özellikleri .....                                                               | 86           |
| Çizelge 5.1. 2001 yılı Beyaz Kitap'ın önemli konu başlıkları .....                                                   | 91           |
| Çizelge 5.2. AB ulaştırma politikası tarihsel gelişimi .....                                                         | 96           |
| Çizelge 5.3. Berlin metrosu verileri (2014) .....                                                                    | 99           |
| Çizelge 5.4. Berlin raylı sistem (metro) ağı bilgileri .....                                                         | 100          |
| Çizelge 5.5. AB Ülkelerinde Yolcu taşımacılığı Kullanım Oranları (2014) (%) .....                                    | 108          |
| Çizelge 5.6. Moovit Toplu taşıma indeksine göre bursa, berlin ve Münih toplu taşıma sistemleri karşılaştırması ..... | 109          |
| Çizelge 6.1. DEMATEL yöntemi kullanılan çalışmalar .....                                                             | 112          |
| Çizelge 6.2. DEMATEL yöntemi için hazırlanan soru kümeleri .....                                                     | 113          |
| Çizelge 6.3. DEMATEL yöntemi analiz aşamaları .....                                                                  | 113          |
| Çizelge 6.4. DEMATEL yöntemi etki düzeyi ölçeği .....                                                                | 114          |
| Çizelge 6.5. Çevresel kriterler sıralama ve kodlamaları .....                                                        | 116          |
| Çizelge 6.6. Çevresel kriterler direkt ilişki matrisi .....                                                          | 117          |
| Çizelge 6.7. Çevresel kriterler normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi .....                                        | 117          |
| Çizelge 6.8. Çevresel kriterler toplam ilişki matrisi .....                                                          | 118          |
| Çizelge 6.9. Çevresel kriterler D,R,D+R ve D-R değerleri .....                                                       | 118          |
| Çizelge 6.10. Çevresel kriterler D,R,D+R ve D-R değerlerine göre kriterlerin etkilenen-etkileyen durumları .....     | 119          |

| <b>Çizelge</b>                                                                                                  | <b>Sayfa</b> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
| Çizelge 6.11. Çevresel kriterlerin etkilenen – etkileyen kriterleri .....                                       | 119          |
| Çizelge 6.12. Çevresel kriterlerin ağırlıkları.....                                                             | 120          |
| Çizelge 6.13. Çevresel kriter DEMATEL yöntemi analiz sonuçları .....                                            | 121          |
| Çizelge 6.14. Sosyal kriterler sıralama ve kodlamaları .....                                                    | 122          |
| Çizelge 6.15. Sosyal kriterler direkt ilişki matrisi.....                                                       | 123          |
| Çizelge 6.16. Sosyal kriterler normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi .....                                    | 123          |
| Çizelge 6.17. Sosyal kriterler toplam ilişki matrisi.....                                                       | 124          |
| Çizelge 6.18. Sosyal kriterler D,R,D+R ve D-R değerleri.....                                                    | 124          |
| Çizelge 6.19. Sosyal kriterler D,R,D+R ve D-R değerlerine göre kriterlerin etkilenen-etkileyen durumları.....   | 125          |
| Çizelge 6.20. Sosyal kriterlerin etkilenen – etkileyen kriterleri.....                                          | 125          |
| Çizelge 6.21. Sosyal kriterlerin ağırlıkları .....                                                              | 127          |
| Çizelge 6.22. Sosyal kriter DEMATEL yöntemi analiz sonuçları.....                                               | 127          |
| Çizelge 6.23. Ekonomi kriterleri sıralama ve kodlamaları .....                                                  | 128          |
| Çizelge 6.24. Ekonomi kriterleri direkt ilişki matrisi .....                                                    | 130          |
| Çizelge 6.25. Ekonomi kriterleri normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi .....                                  | 132          |
| Çizelge 6.26. Ekonomi kriterleri toplam ilişki matrisi.....                                                     | 135          |
| Çizelge 6.27. Ekonomi kriterleri D,R,D+R ve D-R değerleri.....                                                  | 137          |
| Çizelge 6.28. Ekonomi kriterleri D,R,D+R ve D-R değerlerine göre kriterlerin etkilenen-etkileyen durumları..... | 138          |
| Çizelge 6.29. Ekonomi kriterlerin etkilenen – etkileyen kriterleri .....                                        | 139          |
| Çizelge 6.30. Ekonomi kriterlerin ağırlıkları .....                                                             | 141          |
| Çizelge 6.31. Ekonomi kriter DEMATEL yöntemi analiz sonuçları.....                                              | 142          |

## ŞEKİLLERİN LİSTESİ

| Şekil                                                                            | Sayfa |
|----------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 1.1. Trafik tıkanıklığına sebep olan süreçler .....                        | 2     |
| Şekil 1.2. Araç bağımlılığını etkileyen faktörler .....                          | 2     |
| Şekil 1.3. Çalışma metodolojisi .....                                            | 4     |
| Şekil 1.4. Kriter hiyerarşisi .....                                              | 4     |
| Şekil 2.1. Ulaşım Altyapısı .....                                                | 6     |
| Şekil 2.2. Çevresel Sorunlar.....                                                | 11    |
| Şekil 2.3. Sürdürülebilirlik Boyutları, Litman, 2009 .....                       | 12    |
| Şekil 2.4. Maslow'un ihtiyaç hiyerarşisi .....                                   | 14    |
| Şekil 2.5. Sosyal bir sistem olarak trafik – Elmas Model.....                    | 28    |
| Şekil 2.6. Raylı sistem koridor planlamasına etki eden en önemli faktörler ..... | 60    |
| Şekil 2.7. Yolculuk talebine etki eden faktörler .....                           | 60    |
| Şekil 2.8. Yolculuk talebini etkileyen sosyo-ekonomik özellikleri .....          | 62    |
| Şekil 3.1. AB devletleri demiryolu yatırım politikaları.....                     | 70    |
| Şekil 3.2. SASI model.....                                                       | 71    |
| Şekil 4.1. Eskişehir 2017 yılı aylara göre taşınan yolcu sayısı grafiği .....    | 82    |
| Şekil 5.1. Raylı Sistemlerin Etkileri .....                                      | 95    |
| Şekil 5.2. Berlin hareketlilik planında kullanılan backcasting yöntemi .....     | 99    |
| Şekil 6.1. Çok Kriterli karar verme problemleri .....                            | 111   |
| Şekil 6.2. Çevresel kriterlerin eti yönlü graf diyagramı.....                    | 120   |
| Şekil 6.3. Çevresel kriterlerin önem sıralaması .....                            | 121   |
| Şekil 6.4. Çevresel kriterlerin dağılımı .....                                   | 122   |
| Şekil 6.5. Sosyal kriterlerin eti yönlü graf diyagramı .....                     | 126   |

| <b>Şekil</b>                                                | <b>Sayfa</b> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| Şekil 6.6. Sosyal kriterlerin önem sıralaması.....          | 128          |
| Şekil 6.7. Sosyal kriterlerin dağılımı .....                | 128          |
| Şekil 6.8. Ekonomi kriterleri eti yönlü graf diyagramı..... | 140          |
| Şekil 6.9. Ekonomi kriterlerinin önem sıralaması .....      | 143          |
| Şekil 6.10. Ekonomi kriterlerin dağılımı .....              | 143          |

**HARİTALARIN LİSTESİ**

| <b>Harita</b>                                               | <b>Sayfa</b> |
|-------------------------------------------------------------|--------------|
| Harita 4.1. Konya tramvay hattı.....                        | 79           |
| Harita 4.2. Eskişehir raylı sistem hattı.....               | 82           |
| Harita 4.3. Bursa hafif raylı sisteminin hat şeması .....   | 84           |
| Harita 5.1. İsveç – Stokholm raylı sistem hatları .....     | 98           |
| Harita 5.2. Almanya - Berlin raylı sistem hatları.....      | 101          |
| Harita 5.3. Almanya - Münih raylı sistem hatları.....       | 102          |
| Harita 5.4. Almanya - Freiburg raylı sistem hatları .....   | 104          |
| Harita 5.5. Hollanda - Amsterdam raylı sistem hatları ..... | 107          |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

| <b>Simgeler</b> | <b>Açıklamalar</b>                                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------|
| <b>A</b>        | Matris Satır Ve Sütun Toplamlarının Maksimum Değerleri |
| <b>D</b>        | Toplam Sütun                                           |
| <b>db</b>       | Desibel                                                |
| <b>Dk</b>       | Dakika                                                 |
| <b>D+R</b>      | Toplam Satır ve Topma Sütun Toplamı                    |
| <b>D-R</b>      | Toplam Sütun ve Topma Satır Farkı                      |
| <b>I</b>        | Birim Matris                                           |
| <b>k</b>        | Skaler Değer                                           |
| <b>Kg</b>       | kilogram                                               |
| <b>Km</b>       | Kilometre                                              |
| <b>km²</b>      | Kilometrekare                                          |
| <b>Kwh</b>      | Kilowatt saat                                          |
| <b>m</b>        | metre                                                  |
| <b>M</b>        | Direkt İlişki Matrisi                                  |
| <b>Sn</b>       | saniye                                                 |
| <b>R</b>        | Toplam Satır                                           |
| <b>S</b>        | Toplam İlişki Matrisi                                  |
| <b>W</b>        | Kriter Ağırlıkları                                     |
| <b>\$</b>       | Dolar                                                  |
| <b>%</b>        | Yüzde                                                  |

| <b>Kısaltmalar</b> | <b>Açıklamalar</b>          |
|--------------------|-----------------------------|
| <b>AB</b>          | Avrupa Birliği              |
| <b>ABD</b>         | Amerika Birleşik Devletleri |
| <b>BKYP</b>        | Beş Yıllık Kalkınma Planı   |

**Kısaltmalar****Açıklamalar****BRT**

Otobüs Hızlı Geçişi

**BURSARAY**

Bursa Hafif Raylı Sistemi

**CO**

Karbonmonoksit

**CO<sub>2</sub>**

Karbondioksit

**ÇG**

Çalışma Grubu

**ÇKKV**

Çok Kriterli Karar Verme

**DEMATEL**The Decision Making Trial and Evaluation  
Laboratory**ECMT**

Avrupa Ulaştırma Bakanları Konferansı

**EPA**

Çevre Koruma Ajansı

**ESTRAM**

Eskişehir Tramvay Projesi

**GAP**

Güneydoğu Anadolu Projesi

**GHG**

Sera gazı

**GSYİH**

Gayri safi yurtiçi hasıla

**HRS**

Hafif Raylı Sistem

**K1**

Kriter Kodu

**KGM**

Karayolları genel Müdürlüğü

**KÖY**

Kalkınmada Öncelikli Yörelere

**MİA**

Merkezi İş Alanı

**MVV**

Münih Taşımacılık Kooperatifi

**MWASP**

İrlanda Orta Batı Bölgesi Stratejik Planı

**NO<sub>2</sub>**

Azot dioksit

**NO<sub>x</sub>**

Azot oksit

**O<sub>3</sub>**

Ozon

**OECD**

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü

**ÖİK**

Özel İhtisas Komisyonu

**PM**

Partiküler Madde

**SASI**Avrupa'da sosyo-ekonomik kalkınmasının simülasyon  
modeli

**Kısaltmalar****Açıklamalar****SPARTACUS**Kentsel Sürdürülebilirlik İçin Kentler Ve Kentler İçin  
Planlama Ve Araştırma Sistemi**TCDD**

Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları

**TEN-T**

Trans Avrupa Ulaştırma Ağı

**TINA**

Ulaştırma Altyapı İhtiyaçları Değerlendirmesi

**TISSSUE**AB Tematik Stratejisini İzleme Eğilimleri Ve  
Göstergeler Çerçevesi**TUİK**

Türkiye İstatistik Kurumu

**UITP**

Uluslararası Toplu Taşıma Birliği

**VOC**

Uçucu Organik Bileşikler

**Y.S.E**

Yol-Su-Elektrik

**WBCSD**

Dünya İş Konseyi



## 1. GİRİŞ

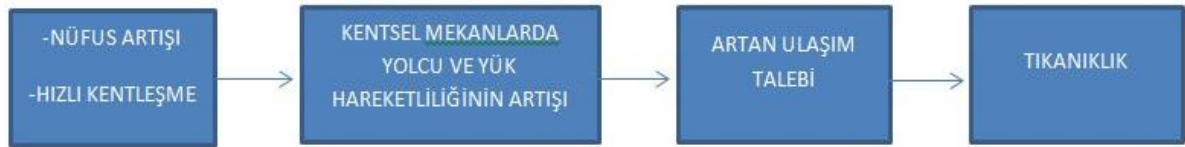
Küreselleşme süreci ile demografik sınırlarda önemli değişikliklerin meydana gelmesiyle beraber dünya nüfusunun çoğunluğu, metropoliten bölgelerin çevresinde yaşamaya başlamıştır. Sosyal, ekonomik ve politik faaliyetler de her geçen gün kentleşmiş alanı yoğunlaştırmaktadır.

Kentler nüfus ve fiziksel boyut bakımından büyüdükçe, kentsel alanlarda artan ekonomik faaliyetler nedeniyle milli GSYİH'ya olan katkıları da artmaktadır. Birçok ülkede şehirlerin milli GSYİH'ye katkısı toplam GSYİH'nın yüzde 80'i ya da daha fazlasıdır [26]. Kent sektörünün bu büyük rolü ile kentsel taşımacılık talebi son yıllarda bir kaç kat artmıştır. Büyüme veya kentsel ekonomilerle birlikte kent halkının yaşam koşulları ve yaşam biçimleri de değişmektedir. Kentteki üst ve orta sınıfın gelirleri arttıkça, özel araç sahipliği oranı da artmaktadır.

Artan gelir, raylı sistemlerin geçtiği yerlerde ve özellikle kavşak noktalarında yoğunlaşmaktadır. Demiryolunun girişi ile birlikte bölgesel farklılaşma ortaya çıkmıştır. Çünkü ulaşım sistemi, bir taraftan belli yerlere avantaj sağlarken, diğer taraftan artan gelirin bu avantajlı yerlerde toplanmasına sebep olmaktadır. Bu bölgelerde kişi başına toplam gelir ve talep de artacağından ekonomik büyüme hızlanacaktır. Ulaştırma alt sistemlerinin etkinlik alanları, varılacak mesafeler ile taşınan yolcu ve yük miktarına bağlı olarak ortaya çıkan ortalama toplam maliyetlere göre belirlenmektedir. İlerleyen teknolojiyle petrole bağımlı olmayan tek ulaşım alt sistemi olan demiryolu ulaşımı, teknik olarak karayolu araçlarıyla veya diğer ulaşım araçlarıyla taşınan yük miktarından daha fazlasını taşıma kapasitesine sahiptir. Bu da, demiryollarının; 200 km. ve ötesi gibi uzak mesafelerde, tahıllar, maden cevheri gibi büyük hacimli malların ve çok sayıda yolcunun taşınması gibi kitle taşımacılığında denizyolu ulaşımı ile birlikte üstünlüğünün tartışılmaz olduğunu göstermektedir [37].

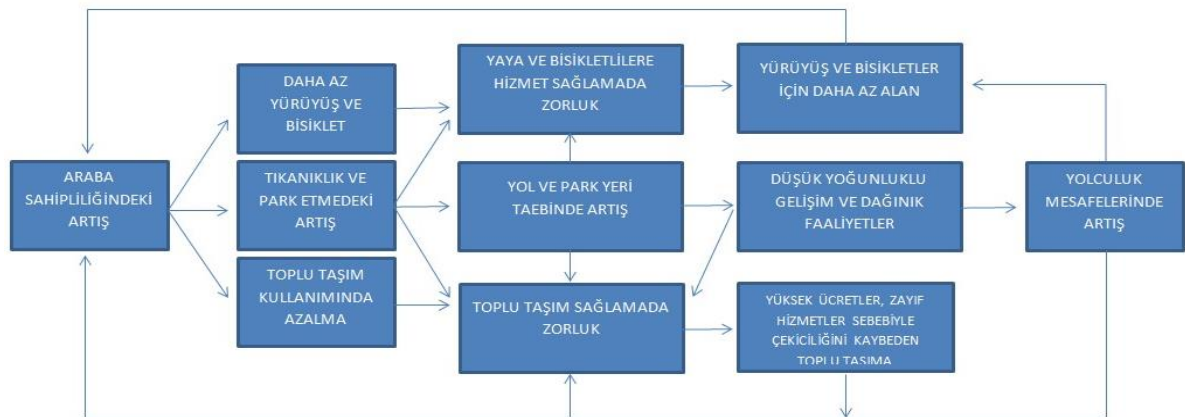
Daha yüksek araç sahipliği, artan hane geliri ve kentsel sokak ve otoyol sistemlerine yapılan yatırımlar, aşırı otomobil seyahatine neden olmakta, bunun sonucunda da; trafik sıkışıklığı, hava kirliliği, trafik kazaları ve araba kullanıcılarının yüksek işletme ve bakım maliyetlerine sebep olmaktadır.

Kentiçi ulaşımda özel araç kullanımının artmasıyla beraber ortaya çıkan park sorunu da trafik tıkanıklığı üzerinde bir etkiye sahiptir. Kentlerde araçların park yeri ihtiyacına cevap verilememesi, birçok aracın yol kenarlarına park etmesine yol açmakta, bunun sonucu park halindeki araçlar zaten dar olan yollarda hareketi kısıtlamakta ve tıkanıklığa yol açmaktadır.



Şekil 1.1. Trafik tıkanıklığına sebep olan süreçler

Araba sahipliğindeki önemli artış, yüksek petrol bağımlılığı, trafik sıkışıklığı, hava kirliliği, kentsel gürültü, sosyal ayrışma ve kentsel sokakların kaybına neden olmaktadır. Trafik sıkışıklığı ve faaliyetler arasındaki mesafelerin artması nedeniyle toplu taşıma ve motorsuz ulaşım modlarının kullanımı da kesintiye uğratmaktadır. Ayrıca, yeni yerleşim alanları daha uzak mesafelerde yer almakta ve artan mesafe yeni seyahat talebi yaratmaktadır. Bu nedenle, yeni yollar eklendiğinde veya mevcut kapasite arttığında, yeni geziler eklenerek genellikle yolculuk süresindeki veya kısa mesafelerdeki geçişler yerine daha uzak mesafelere yoğunlaşmaktadır [29].



Şekil 1.2. Araç bağımlılığını etkileyen faktörler [29]

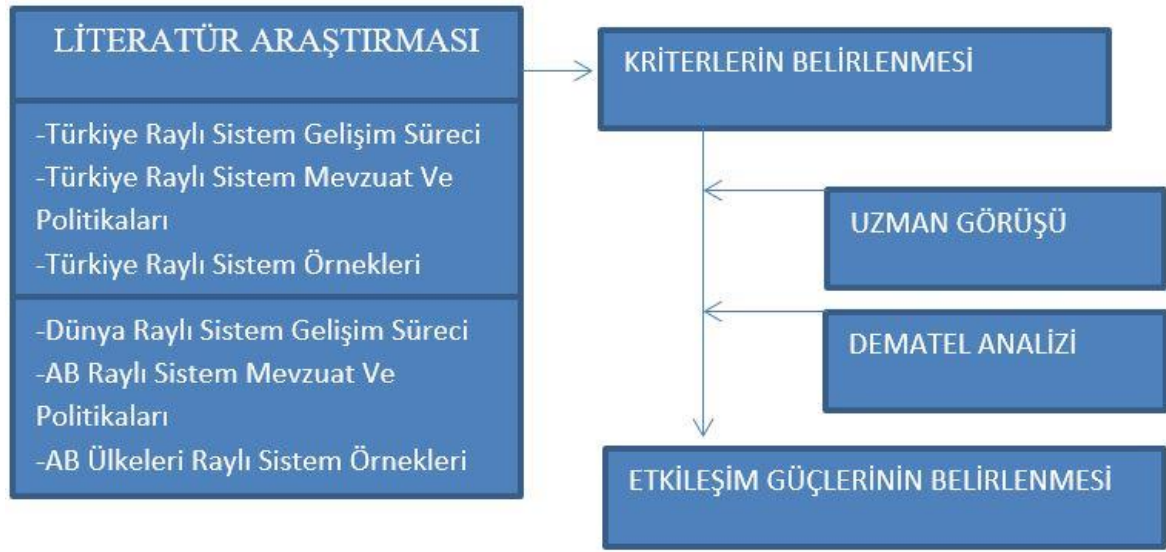
Trafik sıkışıklığını çözmenin geleneksel yolu, yol ağının kapasitesini arttırmaktır. Fakat zamanla çözümün sadece geçici bir çözüm olduğu anlaşıldı. Çünkü yeni şeritlerin mevcut bir yol ağına eklendiği veya yeni yolların inşa edildiği yeni ticari ve konutsal gelişmeler başta rahatlık sağlasada belli bir süre sonra bu yeni yapılan yollarda tıkanmaya başlamıştır.

Böylece, trafik sıkışıklığı ile başa çıkmak için şerit eklemek ya da yeni yol açmak artık şehirler için ekonomik anlamda uygun bir seçenek olmaktan çıkmış ve alternatif ulaşım gerekliliği anlaşılmıştır.

1973–1974 yıllarındaki petrol krizinin yaşanması ve 1990 yıllarında sonra çevreye olan duyarlılığın artması nedeniyle hızlanmış ve kentlerdeki hava kirliliği; kitle taşımacılığı sorununun çözülmesi gerektiğini ortaya koymuştur. Bu süreç sonrasında gelişmiş ülkelerde, 19. yüzyılın sonlarında çözümün raylı sistemlerde olduğunu savunmaya başlamış ve raylı sistem ağlarının genişletme çabaları artmıştır.

Günümüzde de kent sakinlerinin değişen hareketlilik ihtiyaçlarına karşı artık ekonomik, sosyal ve çevresel olarak sürdürülebilir olan çözüm yolları aranmaktadır. Bu bağlamda toplu taşımanın sürdürülebilir bir kentsel ulaşımında önemli rolü bulunmaktadır. Özel taşımacılıktan toplu taşımacılığa geçiş, kentlerde trafik kazaları, trafik sıkışıklığı, enerji tüketimi ve kirliliğin önemli ölçüde azalmasına katkıda bulunacaktır.

Bu tezin amacı, AB ve ülkemizdeki eğilimleri çerçevesinde bir değerlendirme ve karşılaştırma yaparak, sürdürülebilir bir kentiçi raylı sistem yatırımlarında dikkate alınan kriterleri belirlemek ve bu kriterler çerçevesinde yapılan yatırımların etkinliğini arttırmak adına bu kriterler arasındaki etkileşim gücünü ortaya koymaktır. Bu çerçevede; dünyadaki tecrübeler ve eğilimlerden hareketle, raylı sistemlere önemli miktarlarda yatırım yapmanın yolunu açmak ve ülkemizde etkin ve verimli raylı sistem gelişim sürecine bir projeksiyon tutmaktadır. Çalışmada belirlenen yatırım kriterleri; kısa ve orta vadeli analizler, sosyal, çevresel ve ekonomik parametreler paralelinde geliştirilmiştir. Her bir kriterin bu alandaki mevcut durumu yansıtması açısından önemini göz önünde bulundurularak, yapılan uzman görüşmeleri sonucunda çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan DEMATEL analizi ile bir sıralama yapılmakta ve etkileşim durumları belirlenmektedir. Oluşturulan önem sırası ve etkileşim durumları ilerleyen süreçlerde yatırım kararı verirken karar vericilere ve gelecekte yapılacak çalışmalara güçlü bir altyapı oluşturmaktadır. Çalışma sürecinde aşağıdaki tabloda belirlenen bir yol ve yöntem izlenmiş ve buna uygun kriter hiyerarşisi belirlenmiştir.



Şekil 1.3. Çalışma metodolojisi



Şekil 1.4. Kriter hiyerarşisi

Yedi bölümden oluşan bu çalışmada ikinci bölümde ulaşım, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Ulaşım ve toplu taşıma ve raylı sistemler kavramları üzerinde kaynak taraması yapılmıştır. Üçüncü bölümde Türkiye ve Dünya'daki Raylı sistem süreçlerine değinilmiştir. Dördüncü ve beşinci bölümde bölümde Türkiye ve AB yasal mevzuatları ve uygulama örnekleri incelenmiştir ve ekonomik, sosyal ve çevresel başlıklar altında kriterler belirlenmiştir. Altıncı bölümde yapılan literatür çalışmaları kapsamında belirlediğimiz kriterleri DEMATEL yöntemiyle önem dereceleri belirlenmiş ve etkileşim diyagramları oluşturulmuştur. Yedinci bölüm olan sonuç değerlendirme bölümünde ise bulguların değerlendirilmesi ve çalışmanın sonuçları ortaya konulmuştur.

## 2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE; SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE SÜRDÜRÜLEBİLİR ULAŞIM

### 2.1. Ulaşım

Ulaşım, insanların ihtiyaçlarını karşılamak amacıyla kendilerinin veya malların yer ve zaman bakımından fayda yaratacak şekilde yer değiştirmesini sağlayan bir hizmettir. Bu sebeple insanların günlük yaşamlarında önemli bir rol oynar, ekonomik rekabetçilik ve istihdamda önemli bir faktördür, sosyal ve bölgesel uyuma katkıda bulunur ve hareket özgürlüğünün sağlanmasında temeldir [2, 64].

Ulaşım; metro, banliyö, demiryolu, hafif raylı sistem, tramvaylar, otobüsler, servisler ve diğer bir dizi teknoloji ve hizmet türü dahil olmak üzere ortak kullanıma açık, toplu taşıma ulaşım hizmetlerini kapsayan bir terimdir [7].

Kentiçi ulaşım, ulaşım içinde önemli bir yere sahiptir. Kentiçi ulaşım sistemi, insanların kentinde sosyal ve ekonomik eylem sistemleri arasında yer değiştirme gereksinimlerini karşılamak için kullandıkları bir hareket ortamıdır. Bu sistem en genel anlamda, ulaşım şebekeleri, taşıtlar ve işletmelerden oluşur. Kentiçi ulaşım sisteminde yük ve yolcu olarak iki tür taşımacılık yapılır. Kentiçi ulaşım sisteminin üç temel işlevi vardır:

‘Hareketlilik işlevi’ ile eylem merkezleri arasında büyük yolcu kütlelerinin hızlı, güvenli ve ekonomik ulaşımı sağlanmaya çalışır. En önemli ölçütü seyahat hızıdır.

‘Erişim işlevi’, bir ulaşım sisteminin eylem merkezlerine erişilebilirliği kolay kılmasıdır. Bir yolun çevresindeki yapılaşma ne kadar yoğunsa, yani bu yol sayesinde erişilebilen yaşam mekânlarının, işletmelerin ya da hizmet veren merkezlerin sayısı ne kadar fazla ise erişim işlevinin göstergeleri o ölçüde ön plana çıkar. Erişim işlevinin diğer önemli belirtisi yol alanlarının motorize olmayan trafik tarafından kullanım yoğunluğudur. Yolların iki kenarında sıralanmış olan kullanım alanlarının ilişki düzeyleri, motorsuz trafik için bunlar arasında en iyi ve güvenli bir karşıya geçiş talebini belirler.

‘Yaşam işlevi’, salt erişimi aşan eylemlerden oluşur. Bu eylemler yol mekânlarının yanlarındaki kullanım alanları ve yapılaşma ile ilişkilidir [137].

Ulaşım altyapısı; nicel ve nitel karakteristikler olarak iki kısımda değerlendirilmektedir. Nicel karakteristikler başlıcaları, modlar arası göreceli yolculuk süresi, maliyetler ve fiziksel ulaşılabilirlik iken, nitel karakteristikler arasında konfor, güvenilirlik, düzenlilik ve güvenlik öne çıkmaktadır [135].



Şekil 2.1. Ulaşım Altyapısı [135]

Ulaşım sektörünün, ülke ekonomisini yönlendirmede önemli bir etkisi bulunmaktadır. Buna göre, doğru planlanmış yollar, demiryolları, havayolu, liman gibi ulaşım altyapısının olduğu ve geliştiği yerlerde erişim imkanının artmasından dolayı, merkezden başlayarak yatırımlar, sanayileşme, nüfus, ticaret, inşaat gibi ekonomik büyüklükler teşvik etmekte ve niteliksel anlamda gerek kentsel altyapı ve kent merkezlerinin yaygınlaşması gerekse üniversiteler, hastaneler gibi sosyal amaçlı birimlerin gelişmesi sayesinde de bir bütün olarak ekonomik kalkınmayı ortaya çıkarmaktadır. Gelişen ulaşım, tarımsal ve endüstriyel üretimin kârlılığının artmasına katkıda bulunup çıktının artmasını sağlayarak kapasite genişlemesi sağlamakta ve de üretim teknolojisinin derecesini yükseltmektedir. Verimliliğe bağlı olarak sayesinde ölçek ekonomileri ortaya çıkmakta ve üretim kapasitesi artmaktadır. Böylece üretim seviyesindeki artışlar, ulaşım hizmetleri için talebi arttırıp, ulaştırma için daha çok yatırım yapılmasını teşvik ederek ulaşım hizmetlerinin kârlılığını ve dolayısıyla kalitesini arttırmaktadır [37].

Amerikan Kamu Transit Derneği ulaşımına neden yatırım yapıldığına dair en az altı önemli neden sıralamaktadır:

- Verimlilik: Çok sayıda insanı küçük bir alanda hareket ettirmektir (araç birimine göre birim alan başına on kattan fazla insan sayısı).
- Çevre: Bir kişinin toplu taşımaya geçişi günde 20 libre karbon tasarrufu sağlayabilir.
- Ekonomi: Ulaşım, gayrimenkul değerlerini yükseltmenin yanı sıra kalkınmayı ve ticareti yeniden canlandırmaktadır. Toplu taşıma için yatırılan her 1,00 \$ için, ekonomik getiri yaklaşık 4,00 \$ 'lık bir miktar üretilir.
- Mali: Toplu taşıma sadece şehirler için değil, bireyler için de uygun maliyetli bir ulaşım aracıdır.
- Eşitlik: Toplu taşıma, çok yaşlı, çok genç, çok fakir veya araba kullanmak için engeli olan kişiler için ulaşım imkanı sunmaktadır.
- Sağlık: Transit biraz yürümeyi gerektirir ve obeziteyi azaltır [7].

Yine Amerikan Kamu Transit Derneği yeni bir ulaşım servisi tasarlamak ya da mevcut olanı geliştirmek için, üç önemli unsur belirlenmektedir:

*Hız:* Gecikme süresinin azaltılması (özellikle en yoğun yollarda), seyahat sürelerini azaltılması ve aynı zamanda güvenilirliğin artırılması, işletme maliyetlerinin azaltılması, az maliyetle daha fazla hizmetin sağlanmasını için önemlidir [7].

Hız, hareketlilik ve sosyal uyum arasındaki ilişki, kabul edilmesi gereken bir unsurdur. Çok sayıda Avrupalı şu an kendi şehirlerinden, ülkelerinden ve ailelerinden uzakta yaşamakta ve çalışmaktadır. Seyahatin maliyeti ve süresinin artması, işgücü hareketliliğini ve sosyal uyumu olumsuz etkileyecektir. Aynı zamanda hızın azaltılması, sadece riskin değil; yakıt tüketiminin de azaltılması için oldukça etkili bir yoldur [56].

*Frekans:* rotadaki ardışık otobüsler arasındaki maksimum programlanmış aralık ile tanımlanır. Tüm servisler programlandığında, yol adı verilen bu boşluk bir müşterinin yaşayacağı maksimum bekleme süresidir [9].

Araştırmalar, taşıtta geçen sürenin aksine, transit için beklemek için harcanan sürenin, gerçekte olduğundan iki ila üç kat daha uzun olduğunu göstermektedir. Bu gerçek göz önüne alındığında, 15 dakika, belirli bir seyahat için geçişi kullanma konusunda kendiliğinden bir karar verebilecek olan sürücülerini çekmek için gerekli asgari servis sıklığı olarak

düşünülmelidir. Bu eşiğin ötesinde, daha sık çalışmak daha fazla seçenekli biniciyi çekecektir [7].

Yolcuların ulaşım sistemini etkin kullanımı ve beklentilerinin karşılanması için durakta bekleme süreleri oldukça önem kazanmaktadır. Kent içi toplu taşıma hizmetlerinde 20 dakikayı aşan sefer sıklıkları arzu edilen bir durum değildir. Bu nedenle sefer sıklıkları düzenlenirken bu hususa dikkat edilmelidir[116].

*Müşteri Deneyimi:* Zamana ek olarak, insanlar rahatlık, konfor, güvenlik ve paraya değer verirler. Bu alanda, hızda olduğu gibi, transit kişisel araba ile rekabet etmelidir [7].

Tüm ulaşım türleri ulaşım sisteminin başarısına katkıda bulunmakta, bu nedenle sürdürülebilir şehirlerin her bir modun başarısını ölçmek için araçlara ve her şeyi barındırmak için yeterli alan olmadığı durumlarda rakip modlar arasındaki başarının dengelenmesine ihtiyaç vardır [9]. Doğru tasarım ve yönetim ile ilgili hususlar şunları içerir:

*Kişi Gecikmesi:* Yolculuk süreleri, tek aracılı bir aracı, altmış yolcu taşıyan bir otobüse eşit kılan, geleneksel araç gecikmesi standartlarının aksine, kişi gecikmesi açısından düşünülmelidir.

*Gelecek Güvenirlilik:* Az miktarda mevcut tıkanıklığın olduğu yerlerde bile, tahsis edilen yol hakkı, artan tıkanıklığa karşı bir korunma veya sigorta poliçesi sağlayabilir.

*Stratejik Yatırımlar:* Uzun bir koridorun uzunluğu boyunca, nispeten mütevazı transit öncelikli tedaviler (trafik sinyali önleme ve kuyruk atlama şeritleri gibi) hız, güvenirlilik ve binicilikte önemli ilerlemelere yol açabilir.

*Maliyet Tasarrufu:* Transit araçların daha yavaş olduğu zaman hız ile doğrudan ilişkili olduğu için, trafik sıkışıklığının neden olduğu aynı frekans geçiş gecikmesini sürdürmek için bunların çoğu, işletme maliyeti açısından büyük bir fiyat etiketi taşır.

*Kalıcılık:* Hem yol hem de duraklar veya duraklar dâhil olmak üzere, yüksek görünürlüğe sahip, kalıcı geçiş altyapısı için bir netlik ve güvenlik hissi sağlayabilir [7].

Kentsel hareketlilik, sürdürülebilir kentsel gelişimin desteklenmesinde kilit rol üstlenir. Aslında, kentsel alanlar, enerjinin yaklaşık% 70'ini tüketmekte ve Sera Gazı (GHG) emisyonlarının yaklaşık% 80'ini üretmektedir. Kentsel hareketlilik, enerji tüketiminin% 32'sini ve karayolu taşımacılığının tüm CO2 emisyonlarının% 40'ını ve diğer kirletici maddelerin% 70'ini taşımacılığa borçludur. Kentsel yolların tıkanıklığı sadece çevre kirliliği ve enerji tüketimindeki artıştan değil, aynı zamanda yolculukların uzunluğunun artmasından da sorumludur. Her yıl Avrupa ekonomisi, bu fenomenle birlikte Gayri Safi Yurtiçi Hasılanın (GSYİH) yaklaşık% 1'ini kaybediyor. Ulaşım sektörü toplam dünya enerjisinin %25'ini, toplam petrol üretiminin yarısını kullanmaktadır. Çevre Koruma Ajansı'na (EPA) göre ulaşım; dünyadaki sera gazı üretiminin yaklaşık %25'inin kaynağı olmasıyla elektrik üretiminden sonra en büyük sera gazı kaynağı olduğu, 2010'lu yıllardan itibaren ulaşım sektörünün küresel ısınmayı tetikleyen birinci etken haline geleceği tahmin edilmektedir [13, 19, 45]. Ulaşım sistemlerinin emisyon düzeyleri şu şekilde verilmektedir.

Çizelge 2.1. Ulaşım sistemlerinin emisyon düzeyleri [95]

| Emisyon.mg/Yolcu.km | OTOMOBİL | OTOBÜS   | HRS   | METRO |
|---------------------|----------|----------|-------|-------|
| SO <sub>x</sub>     | 34-54    | 40-251   | 0-279 | 0-173 |
| NO <sub>x</sub>     | 430-2480 | 232- 960 | 0-74  | 23-46 |
| Hidrokarbon         | 430-2423 | 60-160   | 0-6   | 0-1   |

Dünyadaki birçok şehirde, karayolu taşımacılığı sektörü, bu kentsel hava kirleticilerinin yanı sıra diğer maddelerin yanı sıra yüksek seviyelerde karbon monoksit ve hidrokarbonların en büyük katkısıdır. Bu yüksek seviyeler çeşitli solunum ve kardiyovasküler hastalıklara katkıda bulunur. Çeşitli epidemiyolojik çalışmalar, nakil ile ilgili kontaminantları astım, bronşit, kalp krizi ile açıkça ilişkilendirmiştir [30].

## 2.2. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik birçok farklı disiplini kapsamaktadır. Bu konuda yapılan birçok çalışma ve tanımlama genel anlamda ekonomi ve toplum arasındaki ilişkileri anlamaya çalışmakta ve çevre ile kaynakların eşit dağıtımı ve yeterli kullanımı üzerinde durmaktadır.

Sürdürülebilirliğe artan ilginin ve daha geniş bir alana yönelik etkilerinin bir sonucu olarak, "Sürdürülebilirlik" son yıllarda bir anahtar kelime haline geldi. "Sürdürülebilirlik, dünyayı

korumak ve iyileştirmek için temel insan arzusunu yansıtır. Sürdürülebilirlik, insan faaliyetlerinin entegre doğasını ve dolayısıyla farklı sektörler, gruplar ve yargı alanları arasındaki kararları koordine etme ihtiyacını vurgulamaktadır [11].

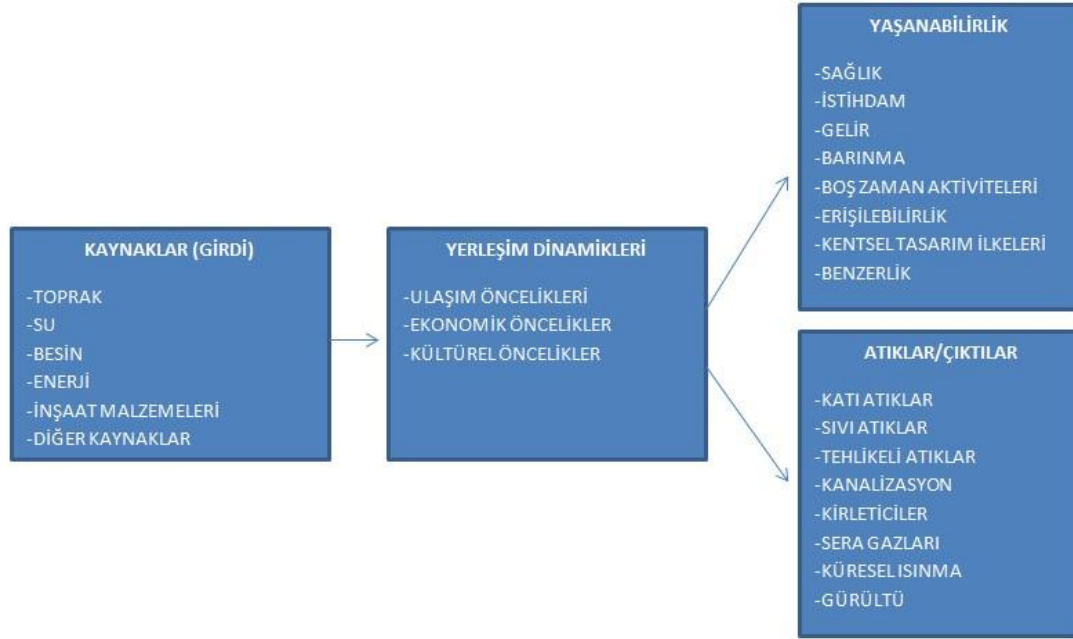
1980'lerde, uluslararası kalkınma politikalarının sonuçları, ekonomiye, topluma ve çevreye ilişkin temel varsayımları sorgulamaya neden olmuştur. Savaş sonrası dönemde, geleneksel kalkınma stratejisi, öncelikle ekonomik büyüme yoluyla yoksulluğun hafifletilmesiyle ilgili olarak üniter olmuştur. Dünya Bankası ve Uluslararası Para Fonu tarafından yönetilen uluslararası kalkınma örgütleri, gelişmekte olan ülkelerdeki yollar, enerji santralleri ve hidroelektrik barajlar da dahil olmak üzere ekonomik koşullarını iyileştirmek için önemli gelişmeler sağlamışlardır. Bununla birlikte, 1980'lerde, Üçüncü Dünya borç krizinde ve büyük inşaat projelerinin neden olduğu çevresel tahribatta bu yaklaşımın sosyal ve çevresel sonuçları ortaya çıkmıştır. Gelişmenin gelişmekte olan ülkelerdeki sosyal eşitsizlikleri daha da ağırlaştırdığı ve biyoçeşitlilik kaybını hızlandırdığı küresel bir fikir birliği oluşturdu [24].

Sürdürülebilirliğin şehirler için geçerli olan bir tanımı, 1987'de Birleşmiş Milletler'in Brundtland Komisyonu tarafından yapılmıştır: "sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme yeteneğinden ödün vermeden, bugünün ihtiyaçlarını karşılayan bir gelişmedir". Daha karmaşık tanımlar, gerçek sürdürülebilirliğin, "insanlar, gezegen ve kâr" veya "eşitlik, ekoloji ve ekonomi" nin üçlü alt çizgisi de dahil olmak üzere, rekabet hedeflerini dengelemesi gerektiğini kabul eder [6].

1990'ların ortasına gelindiğinde, sadece ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilir olan projeleri finanse edeceğini iddia eden Dünya Bankası, sürdürülebilir kalkınmayı, mevcut nesillere ya da kişi başına düşen sermaye miktarına geçiş süreci olarak tanımlamakta ve yalnızca "ekonomik, çevresel ve sosyal açıdan sürdürülebilir olan projeleri finanse edeceğini söylemektedir [1, 33].

1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı veya "Dünya Zirvesi", 21. yüzyılın kapsayıcı politikası olarak "sürdürülebilir kalkınma" çerçeveleyen beş paktı imzalamıştır. Bu konferansta "Sürdürülebilir kalkınma" ile ilgili birçok referansı, ekonomik büyümeyi ve çevre korumayı bütünleştiren bir kalkınma biçimi önerilmektedir [24].

Newman ve Kenworthy'ye göre 1990'ların Uluslararası Ekokentler Konferansında Newman, ekosistemler gibi kentlerin de girdisi/kaynağı enerji ve materyaller olan bir sistem olduğunu ve en büyük çevresel sorunların bu girdilerin ve çıktıların artmasına bağlı olduğunu savunmaktadır [45].



Şekil 2.2. Çevresel Sorunlar [45]

Yine Newman ve Kenworthy'ye göre sürdürülebilirlik ve yaşanabilirliğin sağlanması adına bugün özellikle de kentlerde, kentsel tasarımın temel hedefi otomobil bağımlılığının azaltılmasıdır. Çevre dostu toplu taşıma sistemleri, kendi kendine yeten ikincil merkezler, yürünebilir ve tanımlı sokak tasarımları gibi gelişme biçimleri ile sürdürülebilir bir kentsel gelişme hedeflenmektedir [45].

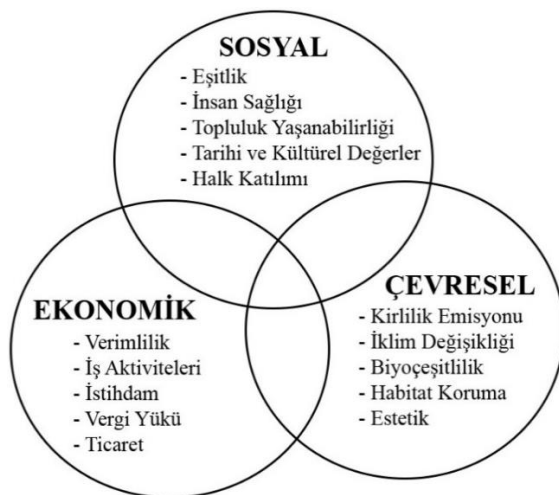
Gündem 21'de , “sosyal, ekonomik ve çevresel açıdan sürdürülebilir kalkınma” konusunda bir plandır. Kahn, Gündem 21'de açıklanan sürdürülebilir kalkınma paradigmasını çalışmış ve üç kavramsal boyut üzerinde durmuştur. Bu konular ekonomik sürdürülebilirlik, sosyal sürdürülebilirlik ve çevresel sürdürülebilirliktir. Kahn tarafından geliştirilen teorik çerçeve, ekonomik, sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğin entegre ve birbirine bağlı olması gerektiğini öne sürmekte ve aşağıdaki şekilde tablolamaktadır [24].

Çizelge 2.2. Kahn Sürdürülebilirlik ana başlıkları (1995) [24]

| EKONOMİK                  | SOSYAL            | ÇEVRESEL             |
|---------------------------|-------------------|----------------------|
| Büyüme                    | Eşitlik           | Eko Sistem Bütünlüğü |
| Gelişme                   | Güçlendirme       | Taşıma Kapasitesi    |
| Verimlilik                | Ulaşılabilirlik   | Biyolojik            |
| Sonraki Nesillere Aktarma | Katılım           |                      |
|                           | Paylaşım          |                      |
|                           | Kültürel Kimlik   |                      |
|                           | Kurumsal İstikrar |                      |

Imran ve Low (2003) 'e göre sürdürülebilir taşımacılığın üç temel bileşeni vardır. Bunlar; “üçlü alt çizgi” olarak da bilinen çevre, toplum ve ekonomidir. Taşımacılık altyapısının çevresel etkilerini azaltmaya yardımcı olur (çevre); ulaştırma verimliliğini en üst düzeye çıkararak ekonomik iyileşmeye katkıda bulunmakta (ekonomi); ve insanlar (toplum) için daha fazla hareketlilik sağlayarak sosyal refahı arttırmaktadır [33].

Litmann (2009), “sürdürülebilirlik, kimi zaman, kaynak tükenmesi ve kirlilik gibi birtakım özel sorunlara odaklanan, dar bir şekilde tanımlanmış olmakla birlikte, diğer konuları da kapsayacak şekilde geniş ölçüde tanımlanmaktadır. Dar olarak tanımlanmış sürdürülebilirlik, sorunlar ve bütünsel çözümler için fırsatlar arasındaki bağlantıyı göz ardı edebilir ”. Sürdürülebilirliğin 3 boyutunu kapsayan daha geniş bir tanımın gösterimi, aşağıdaki şekilde gösterilmektedir [11].



Şekil 2.3. Sürdürülebilirlik Boyutları, Litman, 2009 [11]

Avrupa Birliği (AB) 2001'den beri sürdürülebilir bir kalkınma stratejisi uygulamaktadır. Bu çerçevede, AB çevre politikaları üretken, temiz ve sağlıklı bir ortam sağlamayı

amaçlamaktadır. Haziran 2001'deki Gothenburg Zirvesinde, AB liderleri Avrupa Komisyonu'nun önerisine dayanan özel bir sürdürülebilir kalkınma stratejisi başlatmıştır [33].

AB'nin sürdürülebilir kalkınma stratejisine göre;

- İklim değişikliği ile savaşılmaması;
- Sürdürülebilir ulaşımın sağlanması;
- Kimyasallar kirliliği, güvenli olmayan gıda ve bulaşıcı hastalıklar gibi halk sağlığına yönelik tehditlerin azaltılması;
- Doğal kaynakları daha sorumlu bir şekilde kullanılması ve biyoçeşitliliğin azalmasını engellenmesi;
- Yoksullukla mücadele ve sosyal dışlanmayı önleme öncelikli konular olarak belirlenmiştir [33].

#### Çevresel sürdürülebilirlik

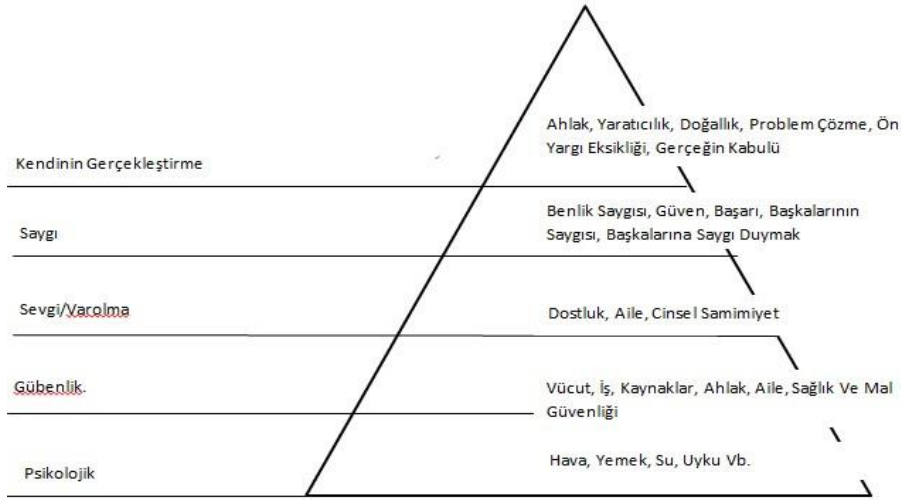
Doğal sistemlerin korunması, ekonomik zindeliği ve sosyal adaleti sağlamak için, ekonomik reformlar ve sosyal reformların önemli olduğu sürdürülebilirliğe ulaşmak için bütün bir sistemin gerekli bir bileşeni olan kapsamlı bir çözüm olarak tanımlanmaktadır. Çevresel sürdürülebilirlik, doğal sermayeyi hem ekonomik girdiler (kaynaklar) hem de ekonomik atıkların (atık) olarak tutmayı gerektirir [24].

#### Sosyal sürdürülebilirlik

Sosyal sürdürülebilirlik genel olarak yoksulluğu azaltan bir sosyal örgütlenme sistemi anlamına gelir ve sosyal koşullar (yoksulluk gibi) ve çevresel çürüme arasında bağlar kurmayı sağlar. “Sosyal sürdürülebilirlik” teorisi, toplumsal eşitliğin gereklilikleri ile sınırlandırılmış ekonomik büyümeyi gerektirmektedir. Bunları birleştirmek için kaynak kullanımını optimize eden, kaynak tahsisini önceliklendiren ve eşit kaynak dağıtımını teşvik eden etkin bir ortam oluşturulmalıdır [24].

Toplumların gelecek nesillerin ihtiyaçlarının göz önünde bulundurulduğu sürdürülebilirlik politikaları hakkında verimli bir diyaloga sahip olması için, toplum üyelerinin şekil 3.3. te gösterilen Maslow'un piramidinin en üst seviyesinde çalışması gerekir. Piramidin en üst

kısmında yer alabilmek için diğer basamaklardaki temel fizyolojik ihtiyaçların karşılanması gerekmektedir. Maslow'un hiyerarşisi, toplumların ulaştırma yatırımlarının sürdürülebilirliğini ölçmek için karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonları gibi basit önlemlerin ötesinde yararlı bir araçtır. [6].



Şekil 2.4. Maslow'un ihtiyaç hiyerarşisi [6]

### Ekonomik sürdürülebilirlik

Ekonomik sürdürülebilirlik, gelecekteki ihtiyaçlardan ödün vermeden mevcut tüketim seviyelerini karşılayan bir üretim sistemi anlamına gelmektedir. Ekonomik sürdürülebilirliğin aradığı ekonomik sistemin kendisinin sürdürülebilirliğidir [24].

Sürdürülebilir Kalkınma için; Dünya İş Konseyi (WBCSD) (2004), hareketliliğin mevcut ve olası gelecekteki sürdürülebilirlik durumunu ölçmek için 12 göstergeli ve çeşitli yaklaşımların iyileştirilmesini nasıl kolaylaştıracağını tanımlamaktadır [33].

Çizelge 2.3. Dünya İş Konseyi sürdürülebilirlik göstergeleri [33]

| KONULAR                                   | GÖSTERGELER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ULAŞILABİLİRLİK                           | - Motorlu kişisel araçlara erişimi olan hanelerin% 'si;<br>- Verilen asgari kalitede belirli bir toplu taşıma mesafesine sahip olan hanelerin % 'si                                                                                                                                                                                                                 |
| KULLANICILARDAN İSTENEN ÖDEME             | - Kişisel seyahatlere ayrılmış bireysel bütçenin payı                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| SEYAHAT SÜRESİ                            | -Başlangıçtan varış noktasına kadar geçen ortalama süre. tüm araç / mod anahtarları ve tüm “bekleme süresi” dahil                                                                                                                                                                                                                                                   |
| GÜVENİLİRLİK                              | -“Tipik” hareketlilik sistemleri için kapıdan kapıya seyahat süresinde değişkenlik                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| EMNİYET                                   | -Bir hareketlilik sistemi kullanılırken bir bireyin kaza sonucu öldürülmesi veya yaralanması olasılığı;<br>-Saat kategorisine göre ölümler ve yılda ciddi yaralanmalar                                                                                                                                                                                              |
| GÜVENLİK                                  | -Bir kişinin yolculuk sırasında taciz edileceği, soyulduğu veya fiziksel olarak saldırıya uğrama olasılığı                                                                                                                                                                                                                                                          |
| SERAGAZI EMİSYONLARI                      | -Karbon-eşdeğer birimlerde ölçülen zaman periyotunda GHG emisyonları                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ÇEVRE VE KAMU SAĞLIĞI ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ | -NOX emisyonları. CO, Partikül, yanmamış hidrokarbonlar ve zamana göre kurşun;<br>- Arazi kullanımına ek olarak, ekosistemler (örneğin Habitatlar, su) üzerindeki ulaşım ile ilgili etkiler;<br>- Çeşitli zaman aralıklarında çeşitli ulaşım ile ilgili gürültü seviyelerine maruz kalan bireylerin yüzdesi                                                         |
| KAYNAK KULLANIMI                          | -Belirli bir yakıtın ulaşım ile ilgili toplam kullanımı;<br>- Bölgenin dışından veya güvensiz kaynaklardan gelen bir bölgenin enerji arzının% 'si;<br>- Ulaştırma faaliyetlerine ayrılan arazinin miktarı / payı;<br>- Ulaştırma sektörü tarafından kullanılan toplam malzeme hacmi;<br>- Taşımacılık sektörünün toplam kullanım payı; gerçek geri dönüşüm oranları |
| ÖZ KAYNAK ETKİLERİ                        | -Farklı nüfus gruplarına göre sürdürülebilir hareketlilik değerlerinin dağılımı                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| KAMU GELİRLERİNE VE HARCAMALARINA ETKİSİ  | -Taşımacılık hizmetlerinin ve altyapının sağlanmasında kamu sermayesi ve işletme giderlerinin seviyelerindeki değişim ve seviye                                                                                                                                                                                                                                     |
| ÖZEL İŞE GERİ DÖNÜŞ ORANLARI              | -Hareketlilik ile ilgili özel malların ve Hizmetlerin sunulmasını sağlayan verimli bir özel sektöre yönelik muhtemel yatırım geliri                                                                                                                                                                                                                                 |

### 2.3. Sürdürülebilir Ulaşım

Winnipeg Üniversitesi, Sürdürülebilir Ulaşım Merkezi'ne göre bir sürdürülebilir ulaşım sistemi (a) bireylerin ve toplumun temel erişim gereksinimlerini insan ve ekosistem sağlığı ile uyumlu bir şekilde karşılayan, aynı zamanda kuşaklar arası eşitliği sağlayan, (b) düşük maliyetli, etkin işleyen, ulaşım tür seçimine olanak veren, canlı bir ekonomiyi destekleyen, (c) salımları ve atıkları sınırlandıran, yenilenemeyen kaynakların tüketimini en aza indirgerken yenilenebilen kaynakların tüketimini sürdürülebilir getiri seviyesinde sınırlandıran, bu kaynaklara ait bileşenleri yeniden kullanan ve geri dönüşümünü yapan, arazi kullanımını ve gürültü üretimini denetleyen ulaşım özelliklerini göstermelidir. Sürdürülebilir ulaşım için; temiz yakıt türlerinin kullanımı yaygınlaştırılmalı, çevreyi kirletme oranı daha düşük olan ulaşım türlerinin (yaya veya bisiklet, toplu taşıma) kullanımı teşvik edilmelidir [83].

Zegras'a göre sürdürülebilir ulaşımın geçerli ve güvenilir göstergelerini üretebilmek için temelde şu şekilde gruplandırılmalıdır:

- Ölçek (ör. Metropol, intrametropol, mahalle, siteye özgü);
- Kapsam (ör. Hava kalitesi, enerji tüketimi, konut);
- Zaman aralığı (ör. Kısa, orta, uzun vadeli) [1]

Sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin geliştirilmesi, kentsel alanın organizasyonu ile başlar. Asıl amaç, yolculuk sayısını ve yolculuk mesafesini azaltarak ulaşım talebini azaltmaktır. Kentsel mekânın örgütlenmesi, yerler ve insanlar arasındaki mesafelerin azaltılmasına yardımcı olur ve sonuç olarak insanlar mal ve hizmet almak için daha az seyahat eder. Ulaşım talebini azaltmak kıt kaynakların kullanımını azaltmakta ve çevre ve ekonomi üzerinde daha az olumsuz etki yaratmaktadır [26].

Babalık ve Şenbil ise sürdürülebilir ulaşımın planlama ve uygulama boyutuyla ilgili beş ana noktaya şu şekilde dikkat çekmektedir;

- Toplu taşıma kullanımının arttırmak için, hizmet kalitesinin artırılması, yeni toplu taşıma sistemlerinin yapılması, mevcut sistemlerin modernize edilmesi, toplu taşımanın kendi

içinde bütünleşik bir sistem olarak çalışması ve fiyat avantajı sunması için altyapının, ücretlerin ve zaman çizelgelerin bütünleştirilmesi,

- Kentlerde yayalara ayrılan alanların artırılması, yaya yollarının geliştirilmesi ve iyileştirilmesi,
- Kentlerde bisiklet yolları ağı oluşturulması ve geliştirilmesi; bisiklet park alanları yapılması
- Kentlerin merkezi alanlarda otomobil kullanımına sınırlar getirilmesi; motorlu taşıtlardan arındırılmış alanlar oluşturulması; hem kent merkezlerinde hem konut alanlarında motorlu taşıt hızının sınırlandırılması için trafik sakinleştirme uygulamalarının hayata geçirilmesi,
- Ulaşımda, gerek özel araçlarla gerekse toplu taşımada yenilenebilir ve temiz enerji seçeneklerinin ve kullanımının yaygınlaştırılması [48].

Ulaşım, sürdürülebilir kalkınmada önemli bir role sahiptir; sosyal olarak kapsayıcı olan toplulukların yaratılmasına, kilit hizmetlere erişimin iyileştirilmesine ve iklim değişikliğine yönelik emisyon azaltımlarına katkıda bulunulmasına yardımcı olur. Kentsel ortamda sürdürülebilir kalkınma ve ulaşım önemli bir öneme sahiptir. Kent planlaması, sakinlerin konut, istihdam, sağlık, eğitim ve ulaşım ihtiyaçlarını ele almalı, alışveriş ve eğlence tesisleri gibi hizmetler ile atık yönetimini sağlamak için gerekli hizmetlere erişim sağlamalıdır [19]. Yüksek yaşam standardı sağlayan bir kentin önemli bir yönü olan sürdürülebilir bir ulaşım sistemi, kentteki tüm insan gruplarına kentin çevre taşıma kapasitesine uygun bir şekilde erişim sunması ve hem sağlayıcılara hem de sistemin kullanıcılarına uygun maliyetli olmasını ve kaynakların verimli kullanım imkanları sağlamalıdır. Bu, yakıt tasarruflu ve yeşil araçları, araba paylaşımını ve motorsuz taşımacılığın kullanımını teşvik ederek sağlanabilir. Toplu taşıma ve motorsuz taşımacılığı özendirerek ulaşım sistemi hem sağlayıcılara hem de kullanıcılara daha verimli hale getirilmektedir. Daha az insan kişisel araçları kullandıkça, trafik sıkışıklığı ve yeni karayollarına olan talep daha düşecektir [26].

Sürdürülebilir bir ulaşım sistemi, çeşitli, bütünleşik ve dengeli toplu taşıma hizmetlerinin sağlanmasını da gerektirir. Sürdürülebilir ulaşımın sağlanması söz konusu olduğunda, kentte yaşayan tüm insan gruplarını içermek ve halktan destek almak ve sürdürülebilir bir toplum yaratmak için şehirler arasında daha iyi bir uyum oluşturmak için kararlar demokratik bir şekilde oluşturulmalıdır. Farklı grupların ulaşım ihtiyaçları, seyahat etmeleri gereken mesafeler, seyahat amaçları, gelirleri, yaşları, cinsiyetleri, fiziksel yetenekleri vb. nedeniyle

farklıdır. Herkes için uygun fiyatlı taşımacılığa erişim, gelişmiş sağlık, eğitim ve sosyal güçlenmenin anahtarıdır. Herkes için uygun fiyatlı taşımacılığa erişim, herkesin kendi seçtiği bir yerde çalışabilmesini sağlayabilir. Çok çeşitli toplu taşıma hizmetleri, farklı seyahat ihtiyaçlarını karşılamak için daha iyi bir kapasiteye sahiptir.

Sürdürülebilir bir ulaşım sistemi aynı zamanda ana faaliyet alanları ile iyi bağlantılar sağlayan bir toplu taşıma sisteminin sağlanmasını da gerektirir. Sürdürülebilir bir ulaşım sistemine sahip bir şehir, yeni işletmeleri ve diğer faaliyetleri kolayca çekebilir. Böylelikle, sürdürülebilir bir taşımacılık sistemine sahip olmanın faydaları, sadece trafik sıkışıklığını hafifletmek ve hava kalitesini iyileştirmekle sınırlı kalmamakta, aynı zamanda yoksulluğu azaltmakta ve ekonomik refahı şehre getirmektedir [11, 26].

Sürdürülebilir ulaşımın her gruba hitap edebilmesi için önerilen bazı göstergeler bulunmaktadır. Bunların en önemlileri şunlardır:

- İnsanların ulaşımında harcadıkları gelir yüzdesi
- Toplu taşıma ile seyahat maliyeti (maliyet / km)
- Kamu taşımacılığının karşılaştırılabilir şehirler ile toplu taşıma maliyetine göre maliyeti (karşılaştırılabilir şehirlerin toplu taşıma maliyetinin yüzdesi) olarak sıralanabilir [26].

Günümüzde tartışılan modern ulaşımın "sürdürülebilirliği"ni tehdit eden hava kirliliği, trafik güvenliği, kentsel gelişme kalıpları, otomobil bağımlılığı gibi var olan sorunların birçoğu 50 yıldan fazla süredir bilinmektedir. Sürdürülebilir ulaşım kelimesi Brundtland raporunun hemen ardından, 1988 Ulaştırma Araştırma Kurulu Yıllık Toplantısında (1987) "sürdürülebilir ulaşım stratejileri" konulu rapor, ulaşım, temel insan ihtiyaçları ve çevresel etkiler arasındaki bağlantıyı bilimsel verilere dayalı olarak ortaya koymaktadır [1].

Benzer şekilde Kanada'da Sürdürülebilir Ulaşım Merkezi (1998), sürdürülebilir bir taşımacılık sisteminin çeşitli boyutlarını şu şekilde olduğunu belirtmektedir:

“Sosyal Boyut”: Bireylerin ve toplumların temel erişim ihtiyaçlarını güvenli ve insan ve ekosistem sağlığına uygun bir şekilde ve nesiller arası ve eşitlikle karşılanmasına izin veren boyuttur.

“Ekonomik Boyut”: Ekonomiktir, verimli çalışır, ulaşım modunun seçimini yapan ve canlı bir ekonomiyi destekleyen boyuttur.

“Çevresel Boyut”: Gezegenin onları absorbe etme, yenilenemeyen kaynakların tüketimini en aza indiren, yenilenebilir kaynakların tüketimini sürdürülebilir verim seviyesine sınırlayan, bileşenlerini yeniden kullanan, geri dönüştüren ve arazi kullanımını en aza indiren, emisyonları ve atıkları sınırlayan boyuttur [33].

Lautso ve Toivanen (2000); Helsinki, Bilbao ve Napoli kentlerinde 30'dan fazla değişken analiz edilmiştir. Bu değişkenler farklı fiyatlandırma, düzenleyici, arazi kullanımı, ulaşırma planlaması ve yatırım göstergelerini temsil etmektedir. Bir dizi kentsel sürdürülebilirlik göstergeleriyle birleştirilmiş arazi kullanım - ulaşım modeline dayanan Kentsel Sürdürülebilirlik için Kentler ve Kentler için Planlama ve Araştırma Sistemi (SPARTACUS) oluşturmuşlardır. Bu çalışma içerisinde kullanılan göstergeler çevresel, sosyal ve ekonomik olmak üzere üç temel başlık altında toplanmakta ve kendi içlerinde de alt göstergelerden oluşmaktadır. Spartacus kapsamında bu göstergeler aşağıdaki tabloda gösterilmektedir.

Çizelge 2.4. SPARTACUS projesinde kullanılan göstergeler [1]

| SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ÖLÇÜTLERİ | ALAN                       | GÖSTERGELER                                                                                                                                                 |
|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÇEVRESEL GÖSTERGELER        | Hava Kirliliği             | Sera gazlarının, Asitleştirici gazların, Organik bileşiklerin taşınması emisyonları; Mineral yağ ürünlerinin tüketimi                                       |
|                             | Doğal Kaynakların Tüketimi | Araz, büyüklüğü- kapsamı, İnşaat malzemelerinin tüketimi                                                                                                    |
| SOSYAL GÖSTERGELER          | Sağlık                     | Partiküler madde (PM), azot dioksit (NO <sub>2</sub> ), karbon monoksit (CO) maruziyeti; Gürültüye maruz kalma; Trafik kazası ölümleri ve yaralanmaları     |
|                             | Eşitlik                    | PM, NO <sub>2</sub> , CO'ya ve gürültüye maruz kalmada ki adalet, ayrımcılık                                                                                |
|                             | Fırsatlar                  | Trafikte toplam harcanan süre; Toplu taşıma ve yavaş modların hizmet düzeyi; Kent merkezinin canlılığı; Merkeze erişilebilirlik; Hizmetlere erişilebilirlik |
| EKONOMİK GÖSTERGELER        | Fayda-Maliyet türleri      | Taşıma kullanıcı yararları; Ulaştırma kaynak-maliyet tasarrufu; Ulaşım operatörü gelirleri; Yatırım finansmanı maliyeti; Dış maliyet tasarrufları           |
|                             | Diğer Tüm Göstergeler      | Toplam net yardımlar (türüne göre maliyet / fayda toplamı); Ekonomik Gösterge (kişi başına toplam net faydalar)                                             |

Daha fazla bağlantılar ile geliştirilmiş, daha hızlı, daha ucuz ve daha kaliteli hizmet veren bir ulaşım sistemi erişilebilirlik üzerinde de olumlu bir etki oluşturur. Erişilebilirliğin artırılması, sürdürülebilir kalkınmaya olumlu katkıda bulunarak faaliyet / fırsatlarla meşgul olma potansiyelini ve beşeri sermayeyi arttırmaktadır [1].

Ulaşım sisteminin olumsuz etkileri de konunun uzmanlarınca tartışılmıştır. Örneğin; Rosén (2001), günümüzün ulaşım sisteminin önemli olumsuz etkilerini çeşitli boyutlarıyla şöyle ortaya koymuştur;

- Arazi kullanım planlayıcıları tarafından yaygın bir araç sahipliği varsayımı, kentsel merkezlerin yaşayabilirliğini tehdit eden yeşil alan gelişmesine yol açmaktadır;
- Araba tabanlı hareketlilik kalıplarının gerektirdiği artan arazi miktarı;
- Büyük ölçüde banliyöleşme ve şehir sokaklarının trafiğe el koyulması nedeniyle arabaya artan bir bağımlılık;
- Sonuç olarak arabalara erişimi olmayanların yaşadığı sosyal dışlama;
- Kirlilik - motorlu ulaşım, hava kaynaklı kirliliğin oluşmasına ve dolayısıyla küresel ısınma ve sağlık sorunlarına önemli etkisi;
- Trafik tıkanıklığının ekonomik etkileri;
- Yol kullanıcılarının ve vatandaşların sağlığı ve güvenliği için etkiler;
- Arabaların üretilmesinden kaynaklanan yenilenemeyen doğal kaynakların tükenmesi ve kullanımının getirdiği yağa bağımlılık [11].

Sürdürülebilir ulaşımın yaratılması için motorlu trafiğin hacminin azaltılması gerektiğini, kısa yolculukların yürüme veya bisiklete binme ve daha fazla seyahat toplu taşıma araçları ile yapılmalıdır. Bunun nedeni, toplu taşıma, yürüyüş ve bisiklete binme gibi ulaşım şekillerinin, kişisel motorlu ulaşım modundan, binek otomobili çevreye daha az etkisinin olmasıdır. Çünkü araba kullanımı çok fazla kentsel alan gerektirir ve birçok çevre sorununa sebep olur. Benzer şekilde Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD, 2003, şehirlerin politika bildirimlerinde düzenli olarak yer alan bir dizi ulaşım hedefi şunlardır:

- Ekonomik verimlilik (kısa seyahat süresi, işletme maliyetleri ve doğrudan ödemeler),
- Güvenlik (hayat kaybı, yaralanmalar ve nakliye kazalarından kaynaklanan mal hasarını azaltmak),

- Kaynakların sürdürülebilir kullanımı (yenilenemeyen fosil yakıtların, malzemelerin ve arazinin tüketimi),
- Erişilebilirlik (zaman ve para açısından makul maliyetlere karşı erişilebilen yerlerin sayısı),
- Çevre koruma (düşük gürültü, farklı türlerde atmosferik kirlenme, titreşim, görsel saldırı, kıldem, korku ve sindirme ve flora ve fauna, antik anıtlar ve tarihi binalar gibi kendinden değerli nesnelerin kaybı),
- Ekonomik yenilenme (alanın arazi kullanım planlarının güçlendirilmesi ve
- Eşitliktir (ulaşım faydalarının eşit dağılımı) [11, 33].

OECD (2002), özellikle hava kirliliği, gürültü seviyeleri, asidifikasyon ve ötrofikasyon yönergelerinin yanı sıra iklim değişikliği ve stratosferik ozon tüketimi ile ilgili genel uluslararası hedeflerin yerine getirilmesine dayanan sürdürülebilir bir ulaşım sistemi tanımlamaktadır [1].

Kentsel Çevrenin Sürdürülebilir Kalkınması Konusunda AB Tematik Stratejisini İzleme Eğilimleri ve Göstergeler çerçevesi (TISSUE, 2007), sürdürülebilir kentsel gelişim için dört temel tema tanımlamaktadır; sürdürülebilir kentsel yönetim, sürdürülebilir kentsel ulaşım, sürdürülebilir kentsel yapı ve sürdürülebilir kentsel tasarım. Tanımlara göre, sürdürülebilir bir kentsel ulaşım sistemi, mevcut ve gelecek nesillerdeki vatandaşların hareket, sağlık, güvenlik ve yaşam kalitesini desteklemektedir. Çevre açısından verimli; ve daha az varlıklı, yaşlı ya da engelli şehirli vatandaşlar ve kentsel olmayan vatandaşlar da dahil olmak üzere herkese fırsatlar ve hizmetlere erişim sağlayan canlı, kapsayıcı bir ekonomiyi desteklemektedir. Bu hedeflere ulaşabilmek için:

- Özel araçların daha rasyonel kullanımını teşvik etmek ve yenilenebilir veya alternatif yakıtlarla desteklenen temiz, sessiz enerji verimli araçları tercih etmek;
- Düzenli, sık, konforlu, modern, rekabetçi fiyatlı, iyi bağlantılı bir toplu taşıma ağı sağlamak;
- Motorsuz taşımacılığın payının güçlendirilmek (yürüyüş ve bisiklet);
- Arazinin en verimli şekilde kullanılmasını sağlamak;
- Ekonomik araçların kullanımı ve davranış değişikliği ve hareketlilik yönetimi için planlar aracılığıyla ulaşım talebini yönetmek;

- Bütün paydaşların katılımı ile entegre bir şekilde aktif olarak yönetilmek;
- Etkin bir izleme sistemi gerekmektedir [11].

Sürdürülebilirlik çoğunlukla kentsel gelişmeyle ilgilidir ve sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin tanımı sürdürülebilir bir şehrin vizyonunun bir parçası olmalıdır. Kenworthy (2006) sürdürülebilir şehir için ulaşım ve planlamadaki 10 büyük boyutu tanımlamaktadır:

- Kent, araziye verimli kullanan ve doğal çevreyi, biyoçeşitliliği ve gıda üretim alanlarını koruyan, kompakt, karma kullanımlı bir kentsel forma sahiptir.
- Kentin ve hinterlandın gıda ihtiyacının önemli bir bölümünü oluştururken, doğal çevre şehrin mekanlarına nüfuz eder ve şehri kucaklar.
- Demiryoluna özel bir vurgu yapılarak, toplu taşıma, yürüyüş ve bisiklet altyapısı lehine yol altyapısı vurgular. Araba ve motosiklet kullanımı en aza indirilmesi gerektiğine değinir.
- Su, enerji ve atık yönetimi için çevre teknolojilerinin yaygın kullanımı vardır
- Şehirdeki merkez şehir ve alt merkezler, otomobil dışındaki ulaşım araçlarıyla erişimi ve dolaşımı vurgulayan ve yüksek oranda istihdam ve konut büyümesini emen insan merkezleridir.
- Kent, kamu kültürü, topluluk ve eşitlik ve iyi yönetişimi ifade eden yüksek kaliteli bir kamusal alana sahiptir. Kamu alanı, tüm toplu taşıma sistemini ve onunla ilişkili tüm ortamları içerir.
- Şehrin fiziksel yapısı ve kentsel tasarımı, özellikle de kamusal alanları, son derece okunaklı, geçirgen, sağlam, çeşitli, zengin, görsel açıdan uygun ve insan ihtiyaçları için kişiselleştirilmiştir.
- Kentin ekonomik performansı, yaratıcılığı, yerel çevrenin, kültürün ve tarihin özgünlüğünün yanı sıra kentin kamusal alanlarının yüksek çevresel ve sosyal kalitesi ile en üst düzeye çıkarılmıştır.
- Kentin geleceği için planlama, bilgisayar destekli bir süreç olan “öngörme ve sağlama” değil, vizyoner bir “tartışma ve karar verme” sürecidir.
- Tüm karar verme, sürdürülebilirlik temelli, sosyal, ekonomik, çevresel ve kültürel konuların yanı sıra, kompakt, geçiş odaklı kentsel form ilkelerini entegre etmektir. Bu tür karar alma süreçleri demokratik, kapsayıcı, güçlendirici ve umut verici niteliktedir [11].

Behrends ve diğerkleri (2008) aşağıdaki amaçların tümünü yerine getiren bir ulaşım sistemini sürdürülebilir olarak tanımlanabileceğini söylemektedir:

- Ulaştırma sisteminin tüm yük taşımacılığı kategorilerine sunduğı erişilebilirliği sağlamak;
- Hava kirliliğini, yeşil ev gazı emisyonlarını, atık ve gürültüyü vatandaşların veya doğanın sağlığı üzerinde olumsuz etkilere yol açmadan azaltmak (çevresel sürdürülebilirlik);
- Dış maliyetler (ekonomik sürdürülebilirlik) göz önünde bulundurularak, mal taşımacılığının kaynak ve enerji verimliliğini ve maliyet etkinliğini geliştirmek;
- Kazalardan kaçınarak, arazi kullanımını en aza indirerek ve vatandaşların hareketliliğinden taviz vermeden, kentsel çevrenin çekiciliğini ve kalitesini arttırmaya katkıda bulunmak. [19].

California Santa Monica Şehrinde 2010 yılında Genel Planını güncelleme çabalarının bir parçası olarak, Ulaştırma Etki Değerlendirme Araçlarını ve Ulaştırma Sistemi Performansı Ölçümlerini Genel Planın daha büyük hedefleriyle uyumlu hale getirmeye karar verilmiştir. Bunu sağlamak için yönetim, sokak, çevre, kalite, sağlık, emniyet, ekonomi gibi konularda başarıyı ölçmek adına bazı ölçütler belirlenmiştir. (Tablo 2.6 ve 2.7). Bu kriterler, plancılının farklı projelerin avantaj ve dezavantajlarını eşit şartlarda karşılaştırmasını sağlamaktadır. Bu ölçütler ve alt kriterleri aşağıdaki tabloda gösterilmektedir. Değrlendirme yapılırken ilk olarak, bireysel projeler, örnek değerlendirme “rapor kartı” nda gösterildiğı gibi seçilen kriterlere göre puanlanır. Daha sonra, bireysel proje puan kartları Tüketici Raporları tarzında özetlenebilir, böylece farklı potansiyel projeler birbirleriyle eşit olarak karşılaştırılabilir.

Çizelge 2.5.Ulaştırma Etki Değerlendirme Araçlarını ve Ulaştırma Sistemi Performansı Ölçümleri Puan tablosu [9]

| ÖLÇÜTLER                    | KRİTERLER                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| YÖNETİM                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Göreceli oto ve transit seyahat süreleri</li> <li>-Transit hizmet kalitesi</li> <li>-Seçili koridorlarda transit vs. otomatik kapasite</li> <li>-Seçilen kavşaklarda transit vs. otomatik kapasite</li> <li>-Koridor kişi kapasitesi</li> <li>-Tıkanıklık</li> </ul> |
| SOKAKLAR                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kaldırım bütünlüğü</li> <li>-Bisiklet tesisi yeterliliği</li> <li>-Bisiklet park alanı</li> <li>-Sinyal/zamanlama</li> </ul>                                                                                                                                         |
| ÇEVRE                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kişi başına karbon ayak izi</li> <li>-Alternatif yakıtlarla şehir filosu</li> </ul>                                                                                                                                                                                  |
| KALİTE                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ulaşım modu ile kullanım</li> <li>-Doğru yerde destekleyici kullanımlar</li> </ul>                                                                                                                                                                                   |
| SAĞLIK                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kişi başına yürüyüş / bisiklet gezileri</li> <li>-Yürüyüş / bisiklet modu payı</li> <li>-Çocuklar tarafından yürüyüş / bisiklet gezileri</li> </ul>                                                                                                                  |
| UYGUN FİYATTA / ÖZKAYNAKLAR | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Hanehalkı ulaşım harcamaları</li> <li>-Ayrılmış otopark</li> <li>-Transit kullanılabilirliği</li> </ul>                                                                                                                                                              |
| EKONOMİ                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ticaret bölgelerindeki otopark kullanılabilirliği</li> </ul>                                                                                                                                                                                                         |
| EMNİYET                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kazalar</li> <li>-Yaralanmalar</li> <li>-Ölümler</li> <li>-Kullanım başına yürüyüş / bisiklet kazaları / yaralanmalar / ölümler</li> <li>-Güvenlik algısı</li> </ul>                                                                                                 |

Büyüme sınırı olmayan dağınık ve yüksek yoğunluklu gelişmeyle birlikte kentteki yolculuk süreleri ve yolculuk sayısı artmaktadır. Yoğun gelişmeler, transit sistemlerini daha canlı hale getirerek transit biniciliğini artırmaktadır. Buna ek olarak, yoğun gelişmeler toplu taşıma hizmeti sağlayıcılarının hizmet verebilecekleri insanların yüzdesini artırmasını kolaylaştırmaktadır. Yoğun ve karma kullanımdaki gelişmeler ayrıca farklı amaçlara yönelik yolculukları zincirleme şansını artırır. Bu aynı zamanda kişi başına düşen toplam seyahat miktarını da azaltır. Yoğun gelişmeler ve karma kullanım gelişmeleri yaşanabilir toplulukların tasarlanması için anahtardır. Yaşanabilir topluluklar yaşam kalitesini artırır, çünkü insanlar yürür ve bisiklete binmeyi daha sağlıklı hale getirir. Toplam aracın yaptığı yolu azaltarak trafik sıkışıklığını ve hava kirliliğini de azaltır. İnsanların iş için ya da başka amaçlara gitmek için harcadıkları zaman miktarını azaltır. İnsanlar biriktirdikleri zamanı aileleriyle ya da rekreasyon amaçlı olarak geçirebilirler. İnsanlar komşularıyla daha fazla

sosyalleşebilirler ve birbirlerine yardım edebilirler. Bu kenti daha canlı hale getirir ve sakinler arasında sosyal birliği artırmaktadır.

Sürdürülebilir ulaşımın kentsel gelişme ile ilişkisini doğru kurgulayabilmek için önerilen göstergeleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz:

- Yüksek yoğunluklu karma kullanımlı arazi gelişimini teşvik eden politikaların varlığı
- Gelişimin yoğunluğu (kişi / hektar)
- Yoğun ve karma kullanımdaki gelişmeler için belirlenen alan yüzdesi şeklinde sıralanabilir [26].

Ayrıca sürdürülebilirliği sağlamak için ulaşım hizmetine güvenli erişim sağlamak da gereklidir. Özellikle istasyonun yakınında güvenli ve rahat yaya ve bisiklet erişimi, başarılı bir geçiş yatırımının ayrılmaz bir parçasıdır. Bisikletler hem yol boyunca hem de geçiş yolunda hareket edebilecek şekilde hareket edebilmeli ve bu da ayrı seyahat yolları (örneğin korumalı bisiklet yolları veya bisiklet yolları ve ada transit platformları) talep edebilir. Kavşaklar ve istasyon konumları yaya ve bisiklet güvenliğini sağlayacak şekilde kurgulanmalıdır. Yaya şebekelerinin bağlanması; istasyonlara sürekli ve engelsiz kaldırım veya yol ağları, uygun istasyon konumları, yüksek platformlara erişmek için rampalar ve istasyon konumlarının yürünebilir kesişme noktalarında olmadığı orta blok veya dereceli ayırık geçişleri de içerir [16].

Erişilebilirliğe göre bölgeleri sınıflandırmanın daha gelişmiş bir yolu da ekonomik performanslarını dikkate almaktır. Ekonomi teorisi, hammaddelere, tedarikçilere ve piyasalara daha iyi erişime sahip bölgelerin uzak, çevre birimlerindeki bölgelerden ekonomik olarak daha başarılı olduğunu öne sürmektedir. Ulaştırma altyapısı, bölgesel ekonomik kalkınmayı teşvik etmek için önemli bir politika aracı olduğundan, bölgelerin kendi bölgelerinden ve hangi bölgelerden yararlanmadığını bilmek politik açıdan önemlidir [5].

#### Ulaşım ve ekonomik sürdürülebilirliği

Ulaşım, bir ülkenin ekonomik kalkınmasında önemli yer tutan bir hizmet sektörüdür. Yarattığı dışsallıklar, maliyetleri ve fiyatlama politikaları, özellikle sosyal devlet ve kamu

yararı açısından devletin sektördeki düzenleyici fonksiyonunu arttırmaktadır. Aynı şekilde kentsel alanda ulaşım rekabet konusunda önemli bir rol oynamakta ve hem kendi yarattığı gelir hem de desteklediği istihdam seviyeleri açısından kentsel ekonomiye etki etmektedir [19, 37].

Ulaşım sektörünün önemli bir hizmet işlevi vardır, insanların ve malların hareketlilik ihtiyaçlarını destekler ve geniş bir ekonomik faaliyet yelpazesi sunmaktadır. Böylelikle, ulaştırma sektörü büyük miktarda doğal sermaye tüketmekte ve sermaye oluşturmak yerine topluma, firmalara ve bireylere maliyetler üretmektedir [11].

Ekonomik göstergeler, ulaşım sisteminin verimliliğini ve toplum ve bireyler için faydaları ve maliyetleri tanımlamamıza yardımcı olur. Ekonomik çerçevenin ve göstergelerin amacı, bu parametreleri izlemek ve ulaştırma politikalarının ya da genel olarak sistemin değişmesinin ekonomik etkilerini değerlendirmektir [11].

Ulaşımın ekonomik fonksiyonları arasında en önemli ikisi şöyledir:

1. Genel olarak bir ara ürün olan ulaştırma sektörünün ekonomik fonksiyonu: üreticiler ile tüketiciler arasındaki zamansal ve mekânsal boşlukları kaldırmak.
2. Köy ile kent arasında üretim-dağıtım-tüketim ekseninde üretici ve tüketici merkezler birbirine bağlanmak olarak özetlenebilir [37].

Ulaşımın sürdürülebilir olması için ekonomik anlamda dikkate alınması gereken bazı kentsel değerler bulunmaktadır. Bunların belli başlıları şu şekilde sıralanabilir;

- Gidiş seyahat süresi
- Araç km / mil seyahat etti
- Arazi kullanımı
- Ulaşılabilirlik
- Modal bölünmüş
- Araba kullanımı yüzdesi
- Toplu taşıma yüzdesi
- Yürüyüş ve bisiklet kullanımı yüzdesi

- Trafik sıkışıklığı gecikmesi
- Hanehalkı seyahat masrafları
- Tesis masrafları
- Ulaşım maliyeti verimliliği
- Ekonomik Sermaye / Kullanıcı fiyatı
- Hareketlilik engelleri
- Kaza zararları
- Yenilenebilir Olmayan Tüketim
- Verimlilik olarak sıralanabilir.

Verimlilik iyileştirmesi için yapılan taşıma altyapı yatırımlarının kişi başına oranı, kentteki otoparkların kişi başına oranı, mevcut taşıma talep ve yoğunluğu gibi göstergeler gerekmektedir. Bunun yanında kentte yapılan ulaşımın hangi modla ve hangi amaçla yapıldığı da ulaşımın verimliliği açısından önem taşımaktadır [11, 19].

#### Ulaşım ve sosyal sürdürülebilirliği

Ulaşım sisteminin sosyal yönü, “yaşam kalitesi” ile ilgili araştırmaların bir parçasıdır. Bu büyük ölçüde gelişmiş alan kentsel yaşamın sosyal yönüne odaklanmaktadır. Sürdürülebilir kalkınmanın sosyal boyutu dikkate alındığında “yaşam kalitesi” oldukça önemlidir. Bu, “yaşam kalitesi” nin yalnızca sosyal şartlardan etkilendiği anlamına gelmez. Ekonomik, sosyal ve çevresel koşullardan etkilenebilir [11].

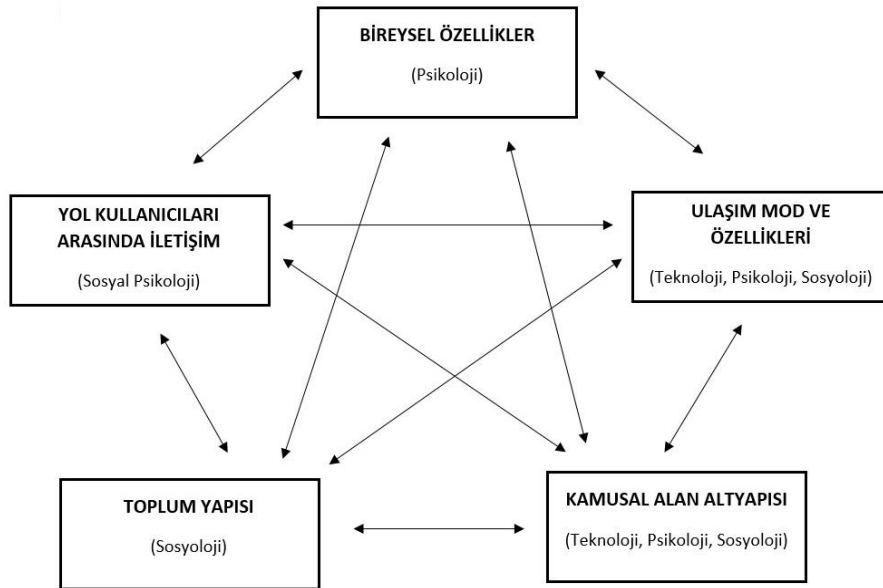
Toplu taşıma, başkalarıyla seyahat etmeyi içermekte ve dolayısıyla seyahat ederken sosyal etkileşim için fırsatlar sağlamaktadır. Sosyal olarak dezavantajlı olanlar için seyahat seçeneklerinin sunulması, uzun zamandır toplu taşımacılık sistemlerinin sağlanmasında en önemli gerekçelerden biri olarak görülmektedir [31].

Ulaşım ile ilgili sosyal dışlanma sorununu çözmek için Preston ve Raje (2006) beş yaklaşım önermektedir:

1. Nakliye maliyetini / zamanını azaltmak;
2. Bilgi teknolojisini kullanarak sosyal iletişimi arttırmak (sanal hareketlilik);

3. Örneğin, ademi merkeziyet ve arazi kullanımı planlaması yoluyla yakındaki tesislerin ve temasların artırılması;
4. Ulaştırma bütçesi kısıtlamalarını azaltmak için gelirleri artırmak ve
5. Aile yanlısı / çevre yanlısı politikalar ile yakın temasları artırmak [31].

Kamusal alanın sosyal yönlerini analiz etmek için Risser (2004) bir model önermiştir. Modele göre, kamusal alan en az beş alanı içermektedir: 1 bireysel özellikler; 2 diğer insanlarla veya yol kullanıcıları ile iletişim kurmak; 3 sosyalleşme ajanları, kültür, sosyal kurum ve medya (sosyal yönler olarak özetlenmiştir); 4 kamusal alanın altyapısı; ve 5 taşıt veya mod özellikleridir. Model bu alanlar açısından bir elmasa benzetilmektedir [11].



Şekil 2.5. Sosyal bir sistem olarak trafik – Elmas Model [11]

Ulaşımın sürdürülebilir olması için sosyal anlamda dikkate alınması gereken bazı kentsel değerler bulunmaktadır. Bunların en önemlileri şöyle sıralanmaktadır;

#### 1.Erişilebilirlik ve satın alınılabilirlik

- Temel hizmetlere erişim
- Toplu taşıma araçlarına erişim
- Araba bağımsızlığı
- Ödenebilirlik

- Yolculuk uzunluğu

## 2.Güvenlik ve güvenlik

- Kaza ile ilgili ölümler ve ciddi yaralanmalar
- Araç hırsızlığı ve diğer suçlar
- Toplu taşımada güvenlik

## 3.Fitness ve sağlık

- Kısa mesafe gezileri için ulaşım aracı olarak yürüyüş ve bisiklet sürmek

## 4.Canlılık ve yetenek

- Yürüme kolaylığı, yaya dostu
- Trafik sakinleştirici
- Çocukların okula yolculuk
- Açık alan kullanılabilirliği ve erişilebilirlik

## 5.Eşitlik

- Yatay eşitlik (adalet)
- Dikey eşitlik (gelir)
- Dikey eşitlik (hareketlilik ihtiyaçları ve yetenekleri)

## 6.Sosyal birlik

- Ulaştırma ve ulaştırma politikası konularında kamuoyu profili
- Trafik kurallarının ihlali
- Uzak mesafe

### 7.Ulaşım sektöründe çalışma koşulları

- Mesleki kazalar
- Güvencesiz istihdam koşulları
- Kaza ve hastalık nedeniyle iş yokluğu [11, 19].

### Ulaşım ve çevre sürdürülebilirliği

Her şeyden önce, ulaşım büyük ölçüde petrol tarafından yönlendirilmekte ve petrolün çıkarılması, işlenmesi, nakliyesi ve tüketiminden kaynaklanan bir dizi hava ve su kalitesi problemi ortaya çıkarmaktadır [6].

Ülkemizde hava kalitesi Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülen “Hava Kalitesi Değerlendirme ve Yönetimi Yönetmeliği”, üzerinden sağlanmaktadır. Dünya sağlık örgütü ve Avrupa Birliği tarafından da; kükürt dioksit, azot dioksit, azot oksitleri, partiküler madde, kurşun, benzen, karbon monoksit, ozon, arsenik, kadmiyum, nikel, benzo(a)piren ve ozon gibi kirleticilerin ölçülmesi ve değerlendirilmesi gerekliliği ortaya konulmuştur [43].

Karbon monoksit (CO), renksiz, kokusuz bir gazdır. ABD EPA'sına göre, 12 motorlu taşıt egzozu ülke çapındaki tüm CO emisyonlarının yaklaşık yüzde 60'ını oluşturuyor. Azot oksitler (NO<sub>x</sub>), ozon oluşturmaya yardımcı olan son derece reaktif gazlardır. Azot dioksit (NO<sub>2</sub>) kentsel alanlarda kahverengi dumanın temel nedenidir [6].

Ozon (O<sub>3</sub>), üç oksijen atomundan oluşan bir gazdır. Elektrik deşarjlı bir kokuya sahip renksiz bir bileşiktir. Sadece ikincil bir kirletici olduğu için benzersiz bir kriter kirletici. Genellikle doğrudan havaya yayılmaz, ancak zemin seviyesinde, ısı ve güneş ışığı altında nitrojen oksitleri (NO<sub>x</sub>) ve uçucu organik bileşikler (VOC) arasındaki kimyasal reaksiyon ile oluşturulur. Belirli bir lokasyondaki ozon konsantrasyonu, bölgedeki NO<sub>2</sub> ve VOC'lerin yoğunluğu, güneş ışığının yoğunluğu ve yerel hava koşulları gibi birçok faktörden etkilenir. Ozon ve onu oluşturan tepkimeye giren kimyasallar, kökenlerinden yüzlerce kilometre uzakta, geniş bölgelere hava kirliliğine neden olabilirler [6].

Milletlerarası Toplu Taşıma Birliği (UITP) tarafından yapılan "Hava Kalitesi ve Şehir-içi Ulaşım" konulu 111 şehri kapsayan bir araştırmada, bu şehirlerin % 93'ünün motorlu araçların meydana getirdiği hava kirliliğinin, sanayii ve ısınma sebebiyle oluşan hava kirliliğinden daha önemli olduğu görülmüştür [61]. Bu araştırmaların sonucu Tablo 2.7. deki gibi gösterilmektedir.

Çizelge 2.6. AB sınır değerleri ve Türkiye sınır değerleri [43]

|                                   | SINIR DEĞERLER (24 saatlik ortalama) |                        | YILLIK AŞMA SAYISI (toplam gün) |            |
|-----------------------------------|--------------------------------------|------------------------|---------------------------------|------------|
|                                   | AB                                   | Türkiye                | AB                              | Türkiye    |
| SO <sub>2</sub> (Kükürt dioksit)  | 125 µg/ m <sup>3</sup>               | 225 µg/ m <sup>3</sup> | 3 kez/yıl                       | 3 kez/yıl  |
| PM <sub>10</sub> (Partikül Madde) | 50 µg/ m <sup>3</sup>                | 80 µg/ m <sup>3</sup>  | 35 kez/yıl                      | 35 kez/yıl |

Karbon monoksit, PM 2,5 (Partikül Madde), kurşun, kadminyum, ozon, arsenik gibi çok önemli kirleticiler ölçülmemektedir. NO<sub>x</sub> (azot oksitler), PM 2,5 (PM 2,5), kurşun, ozon, CO (karbon monoksit) gibi kirletici ve halk sağlığını tehdit eden, AB mevzuatında ölçülmesi zorunlu olan kirleticiler ölçülmüyor [43].

Sürdürülebilir sistemler sınırlar içinde tanımlanmalı ve çalışmalıdır. Taşımacılıkta sınırlar birçok yönden karşılanmalıdır:

- Enerji girdileri, ulaşım enerjisinin yenilenebilir enerji kaynaklarına dayandığından emin olmak
- Sokak kapasitesi, ulaşım daha fazla yer tasarrufu modlarını kullanarak kapasitesi kısıtlı olduğunda
- Finansman, ulaştırma altyapımızı inşa etmek ve sürdürmek için yeterli kaynak bulunduğundan emin olmak
- Politika, Ulaştırma Politikaları için Geniş Destek Kazandırma [6].

Son olarak, taşımacılığın birçok yerde sera gazı emisyonlarında en büyük etkide bulunduğunu kabul etmek önemlidir. Sera gazları metan, azot oksit, hidroflorokarbonlar ve

diğer bileşiklerden oluşur, ancak karbondioksit (CO<sub>2</sub>) tüm sera gazlarının ısınma kapasitesinin yüzde 85'ini oluşturduğundan, en çok dikkati çekmektedir [6].

Bir diğer önemli konu ise ulaşım sisteminin gürültü kaynağı olmasıdır. Ulaşım gürültüsü tüm motorlu ulaşım modlarından kaynaklanmaktadır. Ulaşım ile ilgili gürültü kaynaklarının örnekleri arasında motorlar, kaldırım ile taşıt ile temas ve diğer yüzeyler, kornalar, inşaat, frenler ve uçak kalkış ve iniş yer alır. Yüksek ses ve sürekli gürültü insan sağlığına zararlıdır. Etkiler davranış bozuklukları, kalp hastalığı ve işitme kaybını içerir [33].

Ulaşımın sürdürülebilir olması için çevresel anlamda dikkate alınması gereken kentsel değerlere gelince, başlıcaları şunlardır;

- Yakıt tüketimi
- CO<sub>2</sub> Emisyonları
- Geleneksel Kirleticiler Emisyonları

Ulaşım kaynaklı hava kirleticilerin atmosferde dağılımı rüzgar hızı ile doğru orantılıdır. Rüzgar hızı arttıkça kirleticiler daha hızlı dağılmakta ve insanların kirleticilerden etkilenmeleri o nispette düşmektedir. Şehir içi bölgelerde rüzgar koridorları önlenmiş ve açık tünel veya galeri gibi duvarlar veya binalarla kapatılmış cadde, meydan ve sokaklarda trafik kaynaklı hava kirleticiler, solduğumuz hava birikir ve özellikle trafik polisleri ve buralarda çalışanlar üzerine etkisi özellikle sakin ve inversiyonlu havalarda şiddetli olur [41].

Motorlu taşıtların egzozundan salınan kirleticilerin atmosferde dağılımını olumsuz etkileyen bazı değişkenler bulunmaktadır;

- Şehrin topografik yapısı
- Plansız şehirleşme yapısı,
- Yüksek binaların şehirlerde hava hareketini önleyici ölü noktalar oluşması,
- Rüzgar koridorlarına (hakim rüzgar yönüne) göre şehrin planlanmaması,
- Meydanların, caddelerin ve yolların her iki yanının duvar gibi bitişik binalarla çevrilerek kanyon haline dönüştürülmesi,
- Cadde, meydan ve sokakların ağaçlandırılmaması,

- Cadde, sokak ve meydanlarda yağmur bahçelerinin oluşturulmaması, olumsuz etkiler [41].
- Hava kalitesi
- Gürültü kirliliği

Trafiğin artması yollarımızı bir gürültü kaynağı haline getirmektedir. Gürültünün insanlar üzerinde olumsuz etkileri oldukça fazladır. Ulaştırma sistemlerinde konforlu bir seyahat için gürültü seviyesinin rahatsızlık bölgesi 75-120 dB olarak kabul edilmektedir [91].

- Su kirliliği
- Arazi Al
- Habitatın Korunması
- Kaynak tüketimi

Şehir içi ulaşımdaki enerji tüketimi faktörleri çok çeşitlidir ve genellikle üreticilerin kendileri için bir optimizasyon problemi olan ekonomik üretim süreci gibi ilişkilere indirgenemezler. Fakat yine de, gecikme göz önüne alındığında, sınır kavramının, kentsel verimlilik bağlamında, ekonomik verimlilik çalışmalarında kullanılan yöntemlere benzer şekilde kullanılabileceği düşünülmektedir. Kentsel ulaşım sektörü enerji tüketimini kentsel form, ulaşım ağı ve seyahat özelliklerine göre değerlendirmek için ;

- Özel taşımacılıkta özel taşımacılık yakıt tüketimi (joule)
- Pükleik taşıma enerji tüketimi (joule)
- MİA'deki işlerin sayısı
- MİA'da Nüfus
- İç alandaki işlerin sayısı
- İç alan nüfusu
- Yol ağının uzunluğu (km)
- Motorlu taşıtlar
- Toplu taşıma araçları
- Özel ulaşım aracı kilometre
- Toplu taşımanın modal payı
- Özel taşımacılığın modal payı
- Özel ulaşım ortalama yol ağı hızı

- MİA park alanları gibi kente özgü sabit etkiler ve verimlilik terimlerinin parametreleri kullanılmaktadır [18].

## 2.4. Sürdürülebilir Toplu Taşıma

Dünyada ilk kentiçi toplu taşıma sistemi 1827 yılında New York’da işletmeye açılan “omnibus” adı verilen, atla çekilen yaklaşık 18 kişilik arabalardan oluşan sistemdir. Daha sonra bu sistem ABD’nin diğer şehirlerine ve Avrupa’ya yayılmıştır. Kısa bir süre sonra 1832 yılında yine New York’ta ilk raylı sistem, birinci kuşak hafif raylı sistem olarak tanınabilecek atlı tramvaylar işletmeye konulmuştur. Tramvayların yaklaşık ağırlığı 2000 kg, kapasitesi ise 20-25 kişilik olup, bir veya iki atla çekilmekteydi. Omnibus’dan daha hızlı olan atlı tramvay hızla dünyaya yayıldı. İkinci kuşak hafif raylı sistem olarak bilinen, halatla çekilen tramvaylar ilk olarak 1873 yılında Sanfransisco’da işletmeye konulmuştur. En kötü hava şartlarında dahi yüksek meyillere tırmanma özelliğine sahip olan sistemde hatlara sağlanan güç, önceleri buharlı, daha sonra ise elektrikli makinelerden sağlanmıştır [52].

Modern anlamdaki ilk demiryollarının, İngiltere’de ortaya çıkmış ve bu çıkışın temel nedeni Sanayi Devrimi’dir. İngiltere, kömür yataklarının denize yakınlığı, iç kesimlere bağlantının kanallar aracılığıyla sağlanması ve ada devleti olmasının getirdiği avantajlarla Sanayi Devrimi’ni yaşamıştır. Sanayi Devrimi’yle birlikte açılan fabrikalar, limanlar, kurulan yeni şehirler, hızla artan nüfus ve tüketimden kaynaklı yeni ulaşım sistemlerine duyulan ihtiyaç, teknolojiye değişim, yaratıcı fikir adamları ve çok sayıda yatırımcı, bu ülkede demiryollarının yapılması için gerekli alt yapıyı ve zorunlulukları oluşturmuştur. Nitekim 1769’da karayollarında öncelikle denenilen buhar gücü 1802 yılında Richard Trevithick tarafından demiryollarına uygulanmıştır. Trevithick’in yaptığı lokomotif saatte 8 km. hız yapmış ve 10 ton yük taşımıştır. Böylece, ilk lokomotifi yapmakla kalmamış, aynı zamanda trenin taşıt aracı olarak kullanılmasında ilk adımı atmıştır [8].

Toplu taşıma sistemi, yaşanabilir ve sürdürülebilir kentlerin yaratılmasında sürdürülebilir ve sosyal ulaşım alternatifinin önemli bir aracı olarak görülmüştür [28].

Toplu taşıma, halk tarafından kullanılmak üzere paylaşılan bir yolcu taşımacılığı hizmetidir. Özel düzenlemesiz yabancılar tarafından kullanılmayan kiralık otobüsler gibi modellerden

farklıdır. Bir ulaştırma hizmetinin “toplu taşıma” olarak tanımlanması için aşağıdaki özellikleri içermesi gerekir:

- Özel olmayan, yani herkesin kullanabileceği (ücret ödemeleri şartıyla) olmalıdır.
- Aynı anda birden fazla yolculuğun yapılmasına izin vermelidir
- Sabit rotası olmalı
- Ücret sistemi olmalı.
- Önceden belirlenmiş istasyonları olmalı ve sisteme erişim noktaları olarak durmalıdır.
- Önceden belirlenmiş bir hizmet çizelgesine sahip olmalıdır (bazı sistemlerde esnek olsa da) [23].

ECMT Avrupa Ulaştırma Bakanları Konferansı (2004), aşağıdaki gibi sürdürülebilir bir taşıma sistemini tanımlar:

- Bireylerin, şirketlerin ve toplumların güvenli ve insani ve ekosistem sağlığına uygun bir şekilde karşılanabilmeleri için temel erişim ve gelişim ihtiyaçlarına olanak tanır ve birbirini izleyen nesiller arasında ve içinde eşitliği teşvik eder,
- Ekonomiktir, adil ve verimli bir şekilde çalışır, ulaşım modunun seçimi sunar ve rekabetçi bir ekonominin yanı sıra dengeli bölgesel kalkınmayı destekler [11].

Çeşitli toplu taşıma hizmetlerinin kullanılabilirliği, sürdürülebilir bir ulaştırma sisteminin geliştirilmesinde önemli bir unsurdur. Toplu taşıma, enerji ve yol alanı kullanımı, kullanıcı maliyeti ve emisyon üretimi açısından özel taşımacılığa göre daha verimlidir. Kentsel yolcu seyahatlerinin çoğu toplu taşıma hizmetleri tarafından verimli bir şekilde sağlanabilir. Ancak, vatandaşların seyahat talebi gelirlerine, seyahat amaçlarına ve seyahat etmeleri gereken mesafeye göre değişmektedir. Böylelikle, sadece bir toplu taşıma hizmetine sahip olmak, herkesin ulaşım ihtiyaçlarına ve her amaca hizmet edemediği için yeterli değildir. Farklı ulaşım taleplerini karşılamak için dengeli bir toplu taşıma sistemi önemlidir. Farklı toplu taşıma modlarına göre uygun tiplerin, kullanılabilirliğin ve hizmet sıklığının sağlanması dengeli bir sistem geliştirmek için önemlidir [26]. Toplu taşıma sistemlerinin altında sınıflandırılabilen üç güzergâh kategorisi vardır;

### A- Kategorisi

Sadece transit araçlar tarafından kullanılan yollar, hızlı geçiş modunu veya metro sistemini içermektedir. Elektrikli demiryolu araçları, trenlerde işletilmekte ve şehir içi ulaşımın en yüksek performans modunu sağlamaktadır.

### B- Kategorisi

Genellikle sokak medyasında kısmen ayrılmış parçalar / şeritler. Çoğunlukla ROW B kullanan yarı hızlı geçiş, daha yüksek yatırım gerektirir ve cadde geçişinden daha yüksek bir performansa sahiptir. Hafif Raylı Transit - HRS'nin yanı sıra yarı hızlı veri yolu, diğer bir deyişle otobüs hızlı geçişi (BRT) içerir.

### C- Kategorisi

Karma trafikli kentsel sokaklar: Sokak transit modları çoğunlukla otobüs, butal trolleybüs ve tramvay / tramvay içerir [23].

Bir Toplu taşıma aracının işletim hızı; aracın teknik hızı hariç, trafik koşulları ve güzergâh özelliklerine bağlıdır ve bu koşullara göre değişim gösterir. Bu sebeple karma trafikte işleyen sistemlerin işletim hızları daha düşük, ayrı güzergâhta olan sistemlerin işletim hızları ise daha yüksektir. Dolayısıyla A kategorisindeki güzergâhlarda taşınabilen yolcu sayısı en fazladır [130].

Çizelge 2.7. Kentsel toplu taşıma türlerinin sınıflandırılması [92]

|              | KARAYOLU-SÜRÜCÜNÜN İDARE ETTİĞİ SİSTEMLER                                    | LASTİK TEKERLEKLİ-KILAVUZLANMIŞ KISMEN KILAVUZLANMIŞ                                                                                              | DEMİRYOLU                                                                                     | ÖZEL                                   |
|--------------|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| C KATEGORİSİ | Paratransit<br>Mekik otobüs<br>Sıradan otobüs<br>Ekspres otobüs (caddelerde) | Trolleybüs                                                                                                                                        | Tramvay<br>Kablolu Sistem                                                                     | Feribot<br>Deniz Otobüsü<br>Helikopter |
| B KATEGORİSİ | Yarı hızlı otobüs                                                            | İkili ulaşım türü                                                                                                                                 | Hafif raylı toplu taşıma                                                                      |                                        |
| A KATEGORİSİ | Sadece otobüs yolu üzerinde işleyen otobüs                                   | Lastik tekerlekli hızlı toplu taşıma<br>Lastik tekerlekli tek raylı sistemler<br>Otomatik klavuzlanmış Toplu taşıma<br>Kişisel hızlı toplu taşıma | Hafif raylı hızlı toplu taşıma<br>Raylı hızlı toplu taşıma<br>Bölgesel raylı sistem (banliyö) | Füniküler<br>Teleferik                 |

Amerikan Toplu Taşıma Derneği, toplu taşıma faydaları ile ilgili şu tespitlerde bulunmaktadır:

- Toplu taşıma, gelir ve yetenekleri ne olursa olsun insanlar için kişisel hareketlilik sağlar.
- Toplu taşıma, uygun fiyatlı ve sürüş için birçok gerekli alternatif sağlar.
- Toplu taşıma araçlarına erişim, işe gitmek, okula gitmek için insanlara ulaşım seçenekleri sunar.
- Toplu taşıma araçları, karayolu üzerindeki araç sayısını azaltır.
- Toplu taşıma ekonomik fırsatlar sağlar ve toplumun yeniden canlandırılmasını destekler.
- Toplu taşıma benzin tüketimini azaltır.
- Toplu taşıma, trafikte sürüş için bir alternatif sunar.
- Herkes için kişisel hareketlilik sağlar, işe ve eğitim olanaklarına erişimi iyileştirir [36].

Bir ulaşım sisteminin “toplu taşıma” olarak tanımlanması için aşağıdaki altı özelliği barındırması gerekir:

- Herkesin kullanımına açık olması (ücretlerin ödenmesi koşuluyla)
- Hizmetin önceden belirlenmiş bir güzergâh üzerinde verilmesi
- Taşıma hizmetinin belli bir ücret karşılığında verilmesi
- Sisteme erişim noktaları olan ve genellikle önceden belirlenen durak yerleri olması
- Hizmetin gün içinde verileceği zaman aralığının, sefer sıklığının ve saatlerinin bir zaman çizelgesi ile (bazı sistemlerde esnek de olsa) önceden belirlenmiş olması [35].

Toplu taşımacılık, otoyoldaki tıkanıklığı gidererek, kaynak tüketimi açısından uzun vadeli sürdürülebilirliği garanti altına alır ve çok sayıda insanı bir alandaki talebi karşılamak için önemli ölçüde esneklikle hareket ettirmek için çok etkili bir araç sağlar. Seyahat eden nüfusa artan otomatik sahipliğin ekonomik ve çevresel yükünü yerleştirmeden sistemik hareketliliği geliştirir ve bir araca erişimi olmayanlara hareketlilik sağlar (Transit Dezavantajlı). Bu nedenle toplu taşıma hizmeti, tüm yolcuların ulaşım hizmetlerinden faydalanabilmelerini sağlamanın bir aracı olarak kabul edilmektedir ve günümüzde bir sosyal hizmet olarak düşünülmektedir [28].

Planlama kararları toplu taşıma hizmetlerinin nasıl sağlandığını ve ne ölçüde etkili olduklarını etkiler. Aynı zamanda, kalkınma alanlarının merkezi bir özelliği olarak toplu taşıma hizmetleri ile tasarlanması, arazi kullanım kararlarını bilgilendirmeye ve sürdürülebilir seyahatleri teşvik etmeye yardımcı olabilir [25].

Toplu taşıma sistemi, şehrin birçok yerine yayılmalı ve mümkün olduğunca çok kullanıcıya hizmet vermelidir. Şehir genelinde iyi bir etki alanına sahip olan çeşitli, dengeli ve entegre bir sistem, geçiş sisteminin kullanıcı sayısını en üst düzeye çıkarma kapasitesine sahiptir [26].

Toplu taşıma sisteminin etki alanını ölçebilmek için gerekli göstergeler:

- Toplu taşıma araçlarının modal payı (farklı hizmet türlerine göre)
- Toplu taşıma hizmetlerinin entegrasyonu
- Ortak bir bilet sisteminin varlığı
- Toplu taşıma hizmetinin kapsadığı şehrin yüzdesi
- Toplu taşıma hizmetinin kapsadığı nüfusun yüzdesi [26].

Ulaşım ve arazi kullanımı, karşılıklı gelişme faktörleridir. Bu ilişkide ulaştırma faktörü ve ulaştırma politikasında ve teknolojiadaki değişimler arazi kullanımında meydana gelen değişimleri etkilemektedir. Kentsel mekan ile ulaşım arasındaki ilişkiler incelendiğinde, bu ilişkinin karşılıklı olduğu görülmektedir. Kentsel faaliyetler, konumları ve aralarındaki mesafeler ulaşım ihtiyacını yaratır. Bu ihtiyacı karşılamak için ulaşım altyapısı ve teknoloji sürekli geliştirilmektedir. Öte yandan, ulaştırma altyapısı ve teknolojisine yapılan her yeni yatırım, kentin şekli ve yapısı, kentsel faaliyetler ve aralarındaki mesafeler üzerinde etkilidir. Sürdürülebilir bir toplumun planlanması, günümüzün ulaşım sistemleri için hâkim enerji kaynağı olan yenilenemeyen fosil yakıtların kullanımını azaltmak, daha yüksek yoğunluklu kalkınmayı, daha küçük topluluk biçimlerini ve arazi kullanımlarının daha büyük fiziksel entegrasyonunu teşvik etmek için çabalamaktadır. Bu planlama ilkeleri, özel araç sayısında dramatik bir azalma, araba seyahatlerinin sayısında azalma ve seyahat edilen toplam araç milinin azaltılmasını teşvik edecektir [11, 29].

Yeni gelişim alanları için sürdürülebilir erişim ilkeleri uygulanabilir. Sitenin ağırlıklı olarak arabaya erişmesine izin veren tasarımlar, genellikle otobüsler ve servis araçları için zayıf

erişim sağlamaktadır. Kaçınılmaz olarak, otobüs kullanıcıları, otobüsle seyahat etmenin pek bir avantajı olmadığı ve sadece “artık” pazarın geliştiği için marjinalleştirilir. Bunun yerine, düzen sürdürülebilir modlara öncelik verilmek suretiyle yeniden tanımlanabilir [25].

Toplu taşıma, hareketliliği artıran ve otomobil sahipliğin seyahat eden nüfusa dayatabileceği ekonomik ve çevresel yükleri hafifletmeye hizmet eden sürdürülebilir bir ulaşım sisteminin anahtar bileşenidir. Toplu taşıma, bölgesel kalkınma modelleri, ekonomik uygulanabilirlik ve yaşanabilir toplulukların yaratılması üzerinde büyük bir etkiye sahiptir. Yolculara daha fazla fırsat, seçenek ve çeşitli ekonomik ve sosyal etkinliklere erişim imkanı sağlar. Bu nedenle, erişilebilir bir transit hizmet önemli bir sosyal hizmet olmaya devam etmektedir ve yaşanabilir toplulukların önemli bir parçası olarak kabul edilebilir. Toplu taşıma sistemi çalışmalarının en önemli yönlerinden biri olan erişilebilirlik, insanların toplu taşıma hizmetlerine ulaşma kolaylığı ve rahatlığını ölçmektedir [28].

Otomobil ile karşılaştırıldığında toplu taşıma sistemlerinin yolcu taşımada önemli avantajları sunduğu görölmektedir. Bir otomobilde en fazla beş yolcu taşıyabilmekteyken, bir otobüsün taşıma kapasitesi 40 ile 120 yolcu arasında değişmekte olup, otomobilden 8 ila 24 kat daha fazla yolcu taşınabilmektedir. Bu karşılaştırma, yolcuların ağırlıklı olarak otomobille taşındığı kentsel ulaşım sisteminde, yol kullanımı gereksiniminin çok yüksek olacağına, toplu taşımanın kullanılması durumunda ise yol kullanımının çok daha verimli olacağına işaret etmektedir [35].

Sürdürülebilir bir kentsel ulaşım sisteminin temel unsurlarından biri, motorsuz ve toplu taşıma modlarının payını arttırmak ve motosikletler dahil olmak üzere kişisel araçlarla seyahat sayısını azaltmaktır [26].

Ulaştırma ağı ve etkinlik merkezleri ile olan ilişkisi yüksek bir erişilebilirlik seviyesine ulaşmaya dayanmaktadır. Ağ Şehri'nin mekansal çerçevesi üç unsurdan oluşmaktadır. ‘Faaliyet koridorları’, bu nakil omurganın her iki tarafında 400 metreye kadar olan alanı kullanan bir ana arter yolunda veya banliyö demiryolu hattında yoğunlaşmaktadır. ‘Aktivite merkezleri, küçük ölçekli istihdam, alışveriş ve hizmetler ve orta ve yüksek yoğunluklu konut dahil günlük faaliyet ihtiyaçlarının odak noktası olarak, merkezdeki toplu taşıma durağına yürüme mesafesinde yer alan aktivite koridoru boyunca aralıklarla geliştirilmektedir. ‘Ulaşım koridorları’, bir ağ oluşturmak için bir veya daha fazla etkinlik

koridoru ile eşleştirilir ve şehirlerarası seyahat için hızlı hareket eden bir yol sağlar, böylece etkinlik koridorlarından daha uzun mesafe trafiğe olan ihtiyaç ortadan kalkar [15].

Toplu taşıma araçlarının konfor düzeyi incelendiğinde ise araç iç-dış temizliğinden, havalandırma ve ısıtma sistemlerinden memnuniyet oranının yüksek olduğu görülmektedir konforu en çok etkileyen iki etmen araç içi yoğunluk ve araçların sefer sayılarıdır. Her iki durumda da uzun saatler ayakta beklemek/yolculuk etmek bireylerin yaşam kalitesini düşürmektedir [83].

Toplu taşıma sisteminin konfor düzeylerini ve yaşam kalitesine etkisini ölçebilmek için gerekli göstergeler:

- Kişisel araçlarla okul gezilerinin modal paylaşımı
- Diğer ulaşım modlarına göre kişisel araç gezileri ile yolculuk sayısı
- Diğer taşıma modlarına göre kişisel araçlarla yolculuk uzunlukları
- MİA'de 1000 metrekare veya 1000 iş başına park alanı (minimum olmalıdır)
- Otopark fiyatı (daha yüksek olmalı) [26].

Bir toplu taşıma sisteminde sunulacak hizmetin belirleyen bazı hizmet özellikleri vardır. Kullanıcıların sistemi kullanıp kullanmama yönündeki kararlarında etkili olan bu özellikler hizmet parametreleri olarak tanımlanmaktadır. Bu parametreler;

- Hız
- Servis Sıklığı (frekans)
- Dakiklik
- Güvenilirlik
- Güvenlik
- Konfor
- Erişilebilirlik
- Anlaşılabilirlik
- Ücretin ödenebilir olmasıdır [35].

Toplu taşıma sistemi, trafik sıkışıklığını ve park problemini önlemek için yollardaki araç yoğunluğunu azaltacaktır. Sürdürülebilir toplu taşıma hizmeti, seyahat edenlerin ihtiyaçlarını karşılamalıdır. Doğru rotalara hizmet etmek, yüksek frekans sunmak, güvenilir ve hızlı olmak, kaliteli araç ve personel kullanmak ve uygun maliyetli olmak zorundadır. Sürdürülebilir toplu taşımanın diğer önemli ön koşulu, zamanında işlem, tutarlılık ve kirlilikten uzaktır. Trafik hacmi arttıkça trafik kazalarının sayısı da artmaktadır [4, 26].

Avrupa birliğinin 2016 yılında yayınladığı raporda Avrupa kıtasındaki 28 ülkede 2014 yılında trafik kazalarında ölenlerin sayısı 25.974 iken, havayolu taşımacılığında 2015 yılında ölenlerin sayısı 150 ve demiryolu taşımacılığında ise 2014 yılında ölen yolcu sayısı 15 olarak belirtilmiştir. Ülkemize baktığımızda ise; 2015 yılında karayolunda toplam 183.011 adet ölümlü ve yaralanmalı trafik kazası oluşmuş ve bu kazalarda 7.530 kişi ölmüş, 304.421 kişi ise yaralanmıştır. 2017 yılında demiryolunda meydana gelen kazalarda ise; 45 ciddi kazanın 43 adedi ulusal demiryolu altyapı ağında, 2 adedi ise Antalya ve Gaziantep şehir içi raylı toplu taşıma hatlarında yaşanmıştır. 2016 yılında meydana gelen 67 ciddi kazanın tamamı ulusal demiryolu altyapı ağında meydana gelmiştir. Şehir içi raylı toplu taşıma hatlarında ise herhangi bir ciddi kaza olmamıştır. 2016 yılı ciddi kazaların tamamının ulusal demiryolu altyapı ağında meydana geldiği dikkate alınırsa 2017 yılında ulusal demiryolu altyapı ağında meydana gelen kazalarda %38 oranında kayda değer bir düşüş gerçekleşmiştir. Antalya ve Gaziantep şehir içi raylı toplu taşıma hatlarında meydana gelen kazalar ise demiryolu aracının şahsa çarpması şeklindedir. Kazalara neden olan faktörlere bakıldığında ise yaklaşık %90 ile insan faktörünün açık ara önde olduğu görülmektedir [66, 111].

Araçların neden olduğu kazaların ekonomik etkilerini ölçebilmek için kentte yaşanan toplam kaza sayısı, 100.000 kişi başına-10.000 araç başına oranları, bu kazalardaki toplam ölüm sayıları ve yapılan kazaların ekonomik maliyeti GSYİH içindeki yüzdesi önemli göstergelerdir [26].

İrlanda’da “Planlama, Arazi Kullanımı ve Ulaştırma Stratejisi” ni içeren “Orta Batı Bölgesi Stratejik Planı” nda (MWASP) Bölgenin 2030 yılına kadarki fiziki ve mekânsal gelişimine ilişkin karar vermede yol gösterici bir çerçeve sağlayarak Mevcut ulaşım durumunun değerlendirilmesinden, 2010-2022 RPG’leri tarafından bildirilen politika hedefleri ile araç bağımlılığını azaltmaya ve toplu taşıma hizmetlerinin kalitesini iyileştirmeye yönelik stratejiler için bir çerçeve geliştirilmektedir. Bu çerçeveye göre ekonomik büyüme, dengeli

mekânsal gelişim, kentsel dönüşüm, sosyal ve çevre boyutu ile taşıma başlıkları altında alt kararlar bulunmaktadır. Bu kararlar şu şekilde sıralanmaktadır;

### 1. Ekonomik büyüme

- Sağlam ve dengeli bir ekonominin korunması,
- Uluslararası bağlantılar ve rekabetçi konum sağlanması,
- Sanayiye desteklemek için gerekli olan sosyal, ekonomik ve fiziki altyapının oluşturulması.

### 2. Dengeli mekansal gelişim

- Limerick / Ennis / Shannon'u bölgedeki çekirdek sürücü olarak eşgüdümlü bir kentsel aglomerasyon olarak geliştirilmesi,
- Limerick / Ennis / Shannon'a bağlanan bölgenin her bir çevre kısmı için anahtar servis merkezleri geliştirilmesi,
- Mümkün olan yerlerde özel araç kullanımının azaltılması,
- Mevcut altyapının en üst düzeyde kullanımının sağlanması.

### 3. Kentsel dönüşüm

- Limerick şehir merkezini sosyal ve ticari faaliyetleri destekleyen çok amaçlı bir alan olarak geliştirilmesi,
- Kötüleşen alanların yenilenmesi,
- Şehrin rolünü güçlendirmek için iyi bir toplu taşıma ağının sağlanması.

### 4. Sosyal boyut

- İstihdam, eğitim, sağlık ve toplum tesislerine erişilebilirliğin geliştirilmesi.

### 5. Çevre

- Hassas alanları etkilemeyen yada bu etkilerin en aza indirildiği önlemlerin alınması,

- Kırsal manzara üzerindeki etkinin en aza indilmesi,
- Kırsal alana sürdürülebilir erişimin sağlanması.

## 6. Taşıma

- Kaliteli bir toplu taşıma sistemi sağlayın;
- Çekirdek alanı ve ekonomik düğümlere erişmek için bölge iç bölgelerine ulaşım sağlanması,
- Altyapı yatırımlarının arttırılması,
- Araba bağımlılığını azaltılması [25].

### **2.5. Raylı Sistem Türleri**

Amerika Birleşik Devletleri ve yurtdışında kullanımda olan ulaşım teknolojilerin çeşitliliği Ulaşım teknolojisi sözlüğünde tanımlamaktır. Sözlük, her bir teknolojinin kısa bir açıklamasını, her birinin yol haritasını, temel performans istatistiklerini ve resimlerini sunar (Tablo 2.10). Bu sözlükte amaçları doğrultusunda, on üç teknoloji tanımlanmış ve çalışma karakteristikleri ile ilgili bilgi toplanmıştır. Tarif edilen teknolojilerin her biri, hizalama, fiziksel çevre, araçlar ve tipik çalışma gibi özelliklere odaklanmaktadır. Belirli bir teknolojinin varyasyonları da açıklanmaktadır [3].

Çizelge 2.8. Ulaşım teknolojileri çeşitliliği [3]

| ULAŞIM TÜRÜ                              | TARİHİ<br>TRAMVAY                           | MODERN<br>TRAMVAY                | HAFİF<br>RAYLI<br>SİSTEM                       | METRO                          | BANLİYÖ                                                   | MONORAY               |
|------------------------------------------|---------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| KAPASİTE<br>(araç başına kişi<br>sayısı) | 30(tek)-<br>70(çift)                        | 127<br>(35 oturan,<br>92 ayakta) | 160<br>(90<br>oturan,<br>70<br>ayakta)         | 170-300                        | 120 (tek) -<br>240 (çift)                                 | 45-55                 |
| DİZİ BAŞINA<br>ARAÇ                      | 1                                           | 1-2                              | 1-4                                            | 4-10                           | 4-10                                                      | 1-6                   |
| YOĞUNLUK<br>(konut<br>birimleri/dönüm)   | 30                                          | 30                               | 9(5<br>dakikalık<br>pik<br>yolculuk)           | 30(5dakikalık<br>pik yolculuk) | 1-2 mevcut<br>parçayı<br>kullanarak<br>(20 tren /<br>gün) | değişken              |
| YOL DÜZENİ                               | Karışık<br>Trafik Veya<br>Özel Yol<br>Hakkı | Karışık<br>Trafik                | Karışık<br>Trafik<br>Veya<br>Özel Yol<br>Hakkı | Özel Yol<br>Hakkı              | Özel Yol<br>Hakkı                                         | Özel Yol<br>Hakkı     |
| HIZ                                      | 15 (Min) -<br>35 (Max)                      | 15 (Min) -<br>45 (Max)           | 30 (Min)<br>-<br>60 (Max)                      | 55 (Min) -<br>70-80 (Max)      | 50 (Min) -<br>79 (Max)                                    | 25 (Min -<br>40 (Max) |
| İSTASYON/<br>DURAK<br>ARALIĞI            | 0.4 km                                      | 0.4 km                           | 0.8-1.6<br>km                                  | 0.5 – 3.2 km                   | 6.4-11.2<br>km                                            | 0.8 – 1.6 km          |

Kent içi toplu taşımacılıkta kullanılan raylı ulaşım sistemleri; Hafif raylı sistemler, tramvaylar, metrolar, banliyö trenleri, manyetik yataklı sistemler ve üst yollu elektrikli toplu taşıma sistemi olan monoraydan oluşmaktadır. Bu sistemlerden ilk dördü ülkemizin değişik kentlerinde etkin olarak kullanılan sistemlerdir. Kent içi toplu ulaşım sistemlerini değerlendirilmesinde taşınan yolcu kapasitesi, sistemin saatlik kapasitesi, sistemin yapısal özerkliği, enerji tüketimi, altyapının jeolojik ve topografik gereksinimleri, teknolojik özellikleri karşılaştırma kriterleridir. Bu kriterler göz önüne alınarak kentiçi toplu taşıma için planlanan taşıma türüne karar verilir [129]].

Çizelge 2.9. Raylı sistem türlerinin özellikleri [80]

| ÖZELLİKLER                            | METRO         | MONORAY     | HRS           | TRAMVAY     |
|---------------------------------------|---------------|-------------|---------------|-------------|
| ARAÇ MALİYETİ (Milyon \$)             | 1.5           | 1.5         | 2.5           | 2           |
| İNŞA MALİYETİ (km)                    | 50-90         | 34-45       | 20-50         | 5-10        |
| İŞLETME MALİYETLERİ (yolcu başına km) | 15-23         | 8-12        | 12-15         | 3-12        |
| ARAÇ KAPASİTESİ                       | 140-280       | 140-280     | 140-280       | 100-180     |
| MAX. YOLCU KAPASİTESİ                 | 35.000-70.000 | Max. 35.000 | 15.000-35.000 | Max. 15.000 |
| SERVİS SIKLIĞI (sn)                   | 90            | 120         | 120           | 120         |
| HIZ (km/h)                            | 80            | 80          | 80            | 50          |
| DURMA MESAFESİ (m)                    | 500-2000      | -           | 500-2000      | 250-500     |
| AZAMİ EĞİM (%)                        | 4.5           | 6-7         | 5.5           | 6-7         |
| ASGARİ KURBA YARIÇAPI (m)             | 300           | 50-60       | 250           | 35          |
| ŞERİT GENİŞLİĞİ (m)                   | 3.7-4.3       | 80-90 cm    | 3.7-4.3       | 3-3.5       |
| DİZİ ARAÇ SAYISI                      | 4-6-8-10      | 2-4-6-8     | 3-4           | 1-2         |
| İNŞAAT SÜRESİ (yıl)                   | 3-5           | 1-3         | 2-4           | 1-2         |
| GÜVENLİK                              | Tam           | Tam         | Kısmen        | Kısmen-Az   |
| KONFOR                                | Tam           | Tam         | Tam           | Kısmen      |
| GÜRÜLTÜ                               | Az            | Çok az      | Orta          | Kısmen      |
| EMİSYON                               | Düşük         | Düşük       | Orta          | Düşük       |

Çizelge 2.10. Taşıt cinsine göre yolculuk kapasiteleri [81]

| TAŞIT CİNSİ | İZ KAPASİTESİ (yolcu/saat) | ENERJİ TÜKETİMİ (yolcu-km) | YATIRIM MALİYETİ (yolcu –km) | İŞLETME MALİYETİ (yolcu –km) | HAVA KİRLİLİĞİ (yolcu/km) |
|-------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| OTOMOBİL    | 900                        | 100                        | 100                          | 100                          | 100                       |
| MİNİBÜS     | 3500                       | 26                         | 9                            | 44                           | 3                         |
| OTOBÜS      | 12000                      | 19                         | 6                            | 12                           | 0.8                       |
| TRAMVAY     | 20000                      | 22                         | 5                            | 8                            | -                         |
| METRO       | 40000                      | 19                         | 25                           | 3                            | -                         |

### 2.5.1. Tarihi/nostaljik (heritace) tramvay

II. Dünya Savaşı'ndan önce, tramvay kentsel gelişmede itici güçtü. Son zamanlarda, bir canlanma gerçekleşti. Hafif raylı sistem 1980'lerde ve 1990'larda Kuzey Amerika şehirlerine demiryolu transit dönüşü yapmak için tercih edilen ve daha ucuz olan (daha yavaş ve daha düşük kapasiteli) tramvay hatları yakın zamanda diğer bir demiryolu modları veya alternatif olarak. için bir cazip seçenek haline gelmiştir [7].

Heritage; 1900 ile 1950 yılları arasında bir tasarımın modern arabalarını tanımlamak için kullanılan terimdir. Elektrikli tramvay otobüsleriyle aynı şekilde çalışır. Bir vagon ya küçük

bir tek kamyon tasarımı veya daha büyük bir çift kamyon tasarımıdır. Tek kamyonlu araçlar genellikle 10 m'den daha azdır ve 30'a kadar oturabilir, burada çift kamyon arabaları tipik olarak 10- 15 m uzunluğunda olup, oturma kapasitesi 45-70 kişiliktir. Arabalar, sabit bir palet üzerinde çalışır ve genellikle mevcut yollar boyunca diğer trafik ile çalışır. Araba, bir telden bir telden bir elektrik direği üzerinden elektrikle beslenir [3]. Genel uygulamadaki iki durak arası mesafe 400 m - 600 m aralığındadır.

Arabalar tipik olarak şehir merkezlerinde ve şehir sokaklarında çalışırlar. Aktivite merkezlerine yakınlığı nedeniyle istasyon aralığı genellikle düşüktür. Çoğu sistem, turistleri tarihi şehir bölgelerine çekmek için tasarlanmıştır [3].

Tramvay hattı kent içi raylı sistem türleri arasında en düşük kapasiteli sistemdir ve en yüksek frekansta hizmet vermektedir [130].

#### Avantajları:

- Antrenörleri itmek ve çekmek için bir lokomotif gerektirmez
- Sınırlı istasyon bölgesi alanlarına ve sokaklara hizmet verebilir
- Keskin dönüşler ve dar alanlarda pazarlık edebilir
- Kısa yol ve yakın istasyon aralığı
- Turizmi ve ekonomik gelişmeyi teşvik eder.

#### Dezavantajları;

- Standart araç tasarımı yok
- Havai tel yüksek dikey boşluklar gerektirir
- Standart otobüsler kadar esnek değil
- Havai teller görsel olarak müdahaleci
- Karışık trafik işletmesinde uyuşmayan seyahat süreleri
- Banliyö tabanlı bir sistem değil
- Yolcu yükleme diğer modlar kadar verimli değil
- Bazı araçlar iki yönlü değildir
- Nispeten yavaş hızlar [3].

### 2.5.2. Modern tramvay

Modern tramvaylar, temel olarak heritage trolley hatlarının ve hafif raylı taşımacılığın hibrit birleşim özelliklerini içerir. Modern tramvaylar, var olan yol boyunca karma trafiğe sahip, sabit bir ray üzerinde, bir heritage trolley gibi çalışır. Ancak, modern tramvay, temel olarak hafif raylı bir aracın daha küçük bir versiyonu olan alçak tabanlı bir araç tasarımı kullanmaktadır. Modern tramvay araçları tipik olarak 20 m uzunluğundadır ve iki yönlü çalışmayı karşılayabilir. Güç, bir elektrik teli akımından elektriksel olarak üretilir. Modern tramvay sistemlerinin maksimum çalışma hızı saatte 75km dir [3].

Modern tramvaylar, alçak zemine sahiptir ve tarihi tramvaylara göre daha rahat ve sessiz bir sürüş sağlarlar. Ayrıca, hem oturmuş hem de ayakta duran 170 yolcuya kadar daha yüksek kapasite sağlıyorlar. Parçalar daha yaygın olduğu için bakım daha basittir [7].

Tramvaylar karışık trafikte çalıştıklarından ve nispeten sık durduklarından, oldukça yavaş olabilirler. Bu nedenle, aşağı ve uzak mahallelerde kısa mesafeler üzerinde çalışma eğilimindedirler. Küçük ebatlı sokak arabaları, hafif raylı araçlardan biraz daha küçüktür ve genellikle tek araba olarak çalışırlar, kentsel sokaklar için iyi bir uyum sağlar. Ayrıca hafif raylı araçlardan daha hafiftirler ve bu nedenle sokak yollarının daha sağlam temellere ve daha az yeniden yerleştirmeye ihtiyaç duyduklarından daha hızlı ve daha ucuzdur. Modern tramvaylar tipik olarak kent merkezlerinde ve şehir sokaklarında faaliyet gösterir. Aktivite merkezlerine yakınlığı nedeniyle istasyon aralığı genellikle düşüktür. Bunlar, tek yönlü, zirve odaklı talep yerine ve nispeten az trafiğin olduğu yerlerde güçlü tüm gün, iki yönlü talep olduğunda en başarılılar [3, 7].

Avantajları:

- Antrenörleri itmek ve çekmek için bir lokomotif gerektirmez
- Sınırlı istasyon bölgesi alanlarına ve sokaklara hizmet edebilir
- Kısa yol ve yakın istasyon aralığı
- Ekonomik gelişmeyi teşvik eder
- Şehir içi dolaşım ve kısa yolculuklar için en uygun
- Keskin dönüşler ve dar alanlarda pazarlık edebilir .

Dezavantajları;

- Uzun yolculuklar için tasarlanmamış
- Havai tel yüksek dikey boşluklar gerektirir
- Standart otobüsler kadar esnek değil
- Havai teller görsel olarak müdahaleci
- Karışık trafik işletmesinde uyuşmayan seyahat süreleri
- Banliyö tabanlı bir sistem değil
- Hafif Raylı Transit'den daha az kapasite
- Nispeten yavaş hızlar [3].

### 2.5.3. Hafif raylı sistem

Hafif raylı sistem terimi, 1972'de ABD Kentsel Toplu Taşıma İdaresi tarafından kullanılmaya başlandı. 1978'de ABD'de başlayan ilk hafif raylı sistemin çalışmasının ardından, sistemin kullanımı Avrupa'ya genişletildi [23].

1983 yılında Uluslararası Toplu Taşımacılar Birliği'nin, Uluslararası Hafif Raylı Sistemler Komisyonu şu tanıımı yapmıştır: “Hafif raylı sistemler; kendi geçiş hakkında, yeraltında, yer seviyesinde veya yükseltilmiş şekilde işletilebilen, modern tramvaydan hızlı transit sistemine kadar aşamalı bir şekilde geliştirilebilen ray temelli bir taşımacılık biçimidir”. Almanya, İsviçre, Belçika gibi 1950'lerde ve 1960'larda tramvayların topluca kapanmasından kurtulan ülkelerde; pek çok mevcut sistem modernize edilerek yenilenmiş ve “hafif raylı sistemler” adını almıştır [52].

Hafif Raylı Transit (HRS), elektrikle çalışan (bir katenerden akım alan) araçlar ile öncelikli olarak bir demiryolu modudur. Bu, genellikle bir pist seviyesinde üçüncü temas rayından güç alan ağır raylı taşıtların tersidir. Havai güç toplama özelliği, HRS sistemlerinin diğer sokak içi ulaşım modları ve yayalarla entegre edilmesine olanak tanır. Araçların her iki ucundaki operatör kabini iki yönlü çalışmasına izin verir. Çok yönlülüğüne sahip olması, taşımacılık sorunlarına çok farklı çözümler sunmakta ve kapasitesini artırarak gelecekteki ihtiyaçları karşılamaktadır. Diğer ulaştırma modlarından tamamen ayrılmış olarak tasarlanabilir; ya da alternatif olarak diğer transit modları ile doğru yolu paylaşabilir. Bu

sistemlerde duraklar arası mesafe 600 - 1200 m arasında olabilmekte ve 30.000 yolcu / saatlik kapasiteye ulaşılabilir [3, 23].

HRS daha yüksek kapasiteli talep ve daha uzun transit geçiş mesafeleri olan daha büyük metropol alanlarda daha yaygın olan bir geçiş teknolojisidir. Öncelikli olarak özel bir hak olarak çalışır; Ayrıca mevcut yollar boyunca diğer trafik ile de çalışabilir. Hafif raylı hizalama da bir tünelde veya yükseltilmiş olarak sınıflandırılabilir. İstasyon aralığı etkinlik merkezlerinde 0.4 km kadar yakın olabilir, ancak tipik olarak 2000m -2500m arasında değişir [4, 16, 23].

Modern HRS sistemlerinin maksimum çalışma hızı saatte 55 ila 65 mil'dir, bu da banliyölerde veya merkezi iş bölgeleri ve diğer ana aktivite merkezleri arasında orta mesafeli yolculuklar için uygun hale getirir. Sistem çalışma hızları, yol hakkı ve durma sayısının münhasırlığının bir fonksiyonudur. Karışık trafikte işletim sistemi hızını azaltır. Tek bir araç olarak veya dört arabaya kadar olan trenlerde çalışır. HRS tren uzunluğu, bir şehir bloğunun minimum uzunluğunun bir işlevidir, böylece durdurulan araçlar sokakları engellemez [3].

HRS sistemlerinin uygulanması şehirlerdeki yatırımları etkilemektedir. HRS sistemleri araziyi geliştirme kabiliyetine sahiptir ve istasyonların etrafındaki arazinin fiziksel uygunluğu, olumlu arazi kullanımındaki değişiklikleri etkilemektedir. Başarılı bir şekilde HRS sistemleri uygulamış olan şehirler, yeni konut ve ticari alanların geliştirilmesi ve artan istihdam düğümleri oluşturmaktadır [29].

Nüfus büyüklüğü 250.000 kişi ile başlayan şehirler ve km<sup>2</sup> başına toplam 3.000 kişi yoğunluğu HRS sistemleri için uygun kabul edilmektedir [34].

#### Avantajları:

- Teknolojinin esnekliği
- Karma trafikte, çapraz trafikte veya özel yol üzerinde çalışabilir
- Çeşitli transit zarflarda (yüksek kaliteli, yüksek veya tünel) çalışabilir
- Orta ve yüksek kapasiteli sistem
- Düşük ve yüksek yoğunluklu arazi kullanımlarına erişebilir
- Araçlar servis taleplerine göre üç dakika veya daha fazla aralıklarla yerleştirilebilir .

#### Dezavantajları;

- Yük trenleri veya diğer demiryolu ekipmanları ile birlikte çalışamaz
- Havai katener sistemi yüksek dikey mesafeler gerektirir
- Orta derecede daha yüksek sermaye maliyeti
- Standart otobüsler kadar esnek değil
- Havai teller görsel olarak müdahaleci [3].

#### 2.5.4. Ağır ray (metro)

Genellikle metro olarak anılan ağır raylı sistemler, hız, kapasite ve güvenilirlik açısından geçiş spektrumunun üst ucundadır. Ağır ray, elektrikle çalışan üçüncü bir raydan güç alan araçlarla tam olarak ayrılmış bir demiryolu modudur. Hizalamanın münhasır bir hakka sahip olması gerekmektedir ve bir tünelde veya bir dereceli olarak yükseltilebilir. Aynı yönde yol geçişine izin verilmez. İstasyon aralığı aktivite merkezlerinde yaklaşık üçte bir mil kadar yakın olabilir, ancak çoğu bölgede bir ila üç mil arasında değişir. Tren uzunluğu iki ila on araba arasında değişebilir. Altyapı maliyetleri nedeniyle, çok yüksek yolcu kapasitesi gerektiğinde ağır ray uygulanır [3].

Saatte kesit yönde 45.000 yolcu kapasitesi üzerinde hemen hemen hiçbir noktada karayolu ile aynı düzeyde kesişmesi olmayan tamamen bağımsız kentsel raylı toplu ulaşım sistemidir [40].

Metro sistemleri kentsel örüntülerin verimliliği açısından önemlidir ve farklı arazi kullanımlarını ve faaliyet konumlarını etkileme ve şekillendirme kabiliyetine sahiptir. Metro istasyonları erişimin ana noktasıdır ve emlak piyasasında fark yaratırlar. Bu nedenle, gelişme genellikle çevreye çekilmekte ve ulaşım hizmetinin avantajlarından yararlanabilmek için hatlar boyunca yüksek yoğunluklu bir gelişme yaratmaktadır. Bu tür bir geçiş sisteminin kurulması, güçlü düğümler ve vurgulanmış koridorlarla birlikte yoğunlaşmış bir kentsel çevreye yönelik bir taahhüttür. Çoğu şehir koridor ve plazaların yeniden inşası için bir değişiklik olarak metro sistemi yapılarını kullanır, koridorlarda ofisler veya ticari tesisler geliştirilir. Ayrıca, nüfusun hareketliliği, kentsel makro form ve şehrin yaşanabilirliği üzerinde güçlü ve kalıcı bir etkiye sahiptirler [29].

#### Avantajları:

- Çok yüksek kapasiteli sistem
- Hem kısa hem de uzun mesafe seyahat için iyi
- Yüksek Hızlar

#### Dezavantajları;

- Çok yüksek sermaye maliyeti
- Metro işletildiğinde yol hakkı müsaade edilmez [3].

Bir milyondan fazla nüfusa sahip büyük şehirler, ağır raylı sistemlerini ana ulaşım şekli olarak belirlemeyi vurgulamalıdır. Vuchic (1981), tüm demiryolu modları için “eşik” in düştüğünü, 200.000 ila 300.000 nüfus için HRS'nin olduğunu, ancak 500.000 ila 2 milyonluk nüfusa sahip birçok şehrin hem HRS hem de metro sistemlerini (Amsterdam, Brüksel, Cleveland, San Fransisco vb.) kullandığını belirtmiştir. [34].

Çizelge 2.11. Raylı sistemlerin Özellikleri (Vulhic, 1981) [34]

|                           | TRAMVAY    | HAFİF RAYLI SİSTEM | YÜKSEK HIZLI TREN | METRO       | BÖLGESEL DEMİRYOLU |
|---------------------------|------------|--------------------|-------------------|-------------|--------------------|
| ARAÇ KAPASİTESİ           | 100-180    | 100-250            | 140-280           | 140-280     | 140-210            |
| ARAÇ BAŞINA TRANSİT BİRİM | 1-3        | 1-4                | 4-10              | 4-10        | 4-10               |
| İŞLETME HIZI              | 12-20      | 20-40              | 25-60             | 25-60       | 40-70              |
| KAPASİTE                  | 4000-15000 | 6000-20000         | 10000-40000       | 10000-40000 | 8000-35000         |
| DURAK MESAFESİ            | 250-500    | 350-800            | 500-2000          | 500-2000    | 1200-4500          |
| MAX. EĞİM%                | 12         | 15                 | 8                 | 9           | 4                  |
| ŞERİT GENİŞLİĞİ (M)       | 3-3.5      | 3.40-3.75          | 3.70-4.30         | 3.70-4.30   | 4-4.75             |
| MİN KORİDOR GENİŞLİĞİ (M) | 14         | 7.5-10             | 8                 | -           | 8                  |

### 2.5.5. Banliyö

Banliyö treni, mevcut demiryolu haklarında uygulanmaktadır ve tipik olarak dışarıdaki alanlardan merkez şehirlere uzun mesafeli (30-150 km) iş seferleri sunmaktadır. Geleneksel banliyö demiryolu operasyonları için, tek veya iki seviyeli binek araçları dizel veya elektrikle çalışan lokomotifler tarafından itilir veya çekilir. Elektrikle çalışan araçlar, bir tepe teli veya üçüncü bir raydan güç alabilir. Tipik istasyon aralığı dört ila yedi mil arasında değişir. Tren, dört ila sekiz araba arasında değişir. Geleneksel banliyö demiryolu, aktif yük demiryolu operasyonları ile uyumludur [3].

Banliyö demiryolu nispeten ucuzdur ve yoğun dönemlerde büyük koridorlardaki tıkanıklığı azaltarak bölgesel bir geçiş ağında önemli bir rol oynarsa önemli bir rol oynayabilir. [7].

Genellikle, banliyö treni en yüksek nokta, en yüksek yön hizmeti sağlamaktadır. Diğer demiryolu teknolojilerine göre daha yavaş hızlanma ve frenleme mesafeleri nedeniyle, banliyö treni, geniş aralıklı istasyonlarla daha uzun mesafe yolculuklarına en uygun olanıdır. Banliyö demiryolu araçları yüksek veya düşük platformu kullanılabilir [3].

Avantajları:

- Uzun mesafe seyahat için iyi yüksek kapasiteli sistem
- Yolcu başına daha düşük sermaye ve işletme maliyeti
- Daha yüksek hızlar
- Çok sayıda araç tedarikçisi
- Düşük ve yüksek yoğunluklu arazi kullanımlarına erişebilir
- Daha uzun mesafe gezileri
- Yük ve diğer uzun mesafeli hizmetler ile çevrede çalışabilir
- Orta sermaye maliyeti

Dezavantajları;

- Hızlanma ve yavaşlama gereksinimleri nedeniyle kısa mesafeli yolculuklar sunmaz
- Havai katener sistemi yüksek dikey boşluklar gerektirir ve görsel kirliliğe sebep olabilir

- Dizel emisyonlar ve gürültü
- Kısa istasyon aralığı bir seçenek değildir [3].

### 2.5.6. Monoray

Monoray, bir dizi elektrikle çalışan aracın üzerine binerek veya tek bir kılavuz ray, ray veya borudan asılı olduğu sabit bir kılavuz yolu transit modudur. Tam otomatikse, otomatik kılavuz geçiş sistemlerine benzer şekilde çalışırlar, ancak benzersiz kılavuz yolu yapılandırmaları nedeniyle ayrı olarak sınıflandırılırlar. Trenler, genellikle, elektrik gücünün genellikle, ray altı rayının yan tarafına monte edilen bir çubukla temas halindeki aracın alt kısmındaki karbon toplayıcılar tarafından toplandığı sürekli birleştirilmiş arabalardan oluşur [3].

Taşıtlar, tekli ünitelerde seyahat edebilir veya bir ila altı araçlık tren setlerinde birbirine bağlanabilir. Bir monoray diğer trafikten ayrılmalıdır. Monoray tesislerin yoğunluğu yükseltildi; bununla birlikte, tünelde veya kendi sınıfında kendi içinde hareket edebilir. İstasyon aralığı hafif raylı sistem veya metroyla, faaliyet merkezlerinde üçte bir ile bir buçuk mil arasında ve diğer alanlarda bir buçuk mil ile bir veya daha fazla arasındadır [3].

Monoray, ağırlıklı olarak eğlence alanları veya eğlence parkları gibi sınırlı uygulamalarda ve şehir merkezindeki ve kısa sistemlerde uygulanmaktadır [3].

Avantajları:

- Kirişin dar genişliği diğer yükseltilmiş sistemlere göre görsel olarak daha az müdahaledir.
- Küçük boyutlu sistemler için merkezi kontrol merkezinden denetimli otomatik tren kontrol sistemi
- Düşük ila orta yolcu hacimlerine hizmet eder
- Düşük ve yüksek yoğunluklu arazi kullanımlarına erişebilir.

### Dezavantajları;

- Karmaşık yönlendirme / anahtarlama sistemleri, düşük işletme esnekliğine yol açar.
- Yol hakkı notu ayrılmalıdır. Bu yükseltilmiş kılavuz hattındaki araçlardan acil çıkış, tarihsel olarak bir sorun olmuştur.
- Sınırlı araç tedarikçileri
- Mil başına yüksek sermaye maliyeti
- Kentsel uygulamalarda sınırlı deneyim. ABD'deki çoğu eğlence parkı ve havaalanı.
- İstasyonlar yüksek seviyeli platform kompleksleri olmalı [3].

Çizelge 2.12. Raylı sistemlerin duraklar arasında varsayılan ortalama mesafe ve işletme hızları [45]

| ULAŞIM<br>TÜRÜ | DURAKLAR/İSTASYONLAR<br>OLMASI GEREKEN<br>ORTALAMA<br>MESAFE (m) | OLMASI GEREKEN<br>ORTALAMA<br>İŞLETME HIZI (km/sa) |
|----------------|------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| BANLİYÖ        | 2400                                                             | 70                                                 |
| METRO          | 1800                                                             | 60                                                 |
| HRS            | 1500                                                             | 50                                                 |
| TRAMVAY        | 600                                                              | 30                                                 |

### 2.6. Raylı Sistem Faydaları

Karayolu taşımacılığı, kapıdan kapıya aktarmasız yolculuk imkanı sunması ve özel araç kullanımının verdiği rahatlık yönüyle en çok tercih edilen taşıma türüdür. Bunun yanında karayolu taşımacılığının, kirlenme, kaza, trafik tıkanıklığı ve hareketliliği sınırlama gibi negatif dışsallıkları vardır. Bisiklet ve motosiklet kullanımı kentin arazi yapısı ve iklimine bağlıdır. Bireysel otomobil kullanımı toplu taşıma araçlarına göre rahatlık, konfor, hız ve doğrudan istenilen yere ulaşma gibi avantajlar sunmaktadır. Ancak özel araçlar diğer taşıma araçlarına göre maliyet ve çevre açısından dezavantajlara sahiptir. Çevreyi kirleten bir enerji türü ile çalışması, daha fazla park alanına ihtiyaç duyması, trafikte kapladığı geniş alan, yüksek enerji tüketimi vb etmenler özel araçların zayıf yönleridir. Trafikteki tıkanma ve gecikmelerin en önemli nedeni özel araçların çoğalmasındır [94]. Ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda genel olarak karayolu taşımacılığının dezavantajları Çizelge 2.13'te verilmektedir

Çizelge 2.13. Karayolu ulaşımı dezavantajları

| KARAYOLU ULAŞIMI DEZAVANTAJLARI                                                                    |                                                                             |                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| EKONOMİK                                                                                           | SOSYAL                                                                      | ÇEVRESEL                                                                        |
| Trafik Sıkışıklığına Bağlı Ekonomik Kayıplar (Zaman Yakıt vs.)                                     | Sokak Hayatının Ve Komşuluğun Zarar Görmesi                                 | Petrol Ürünlerinin Kullanımına Bağlı Olarak Oluşan Çevresel Riskler             |
| Yol Ve Asfalt Gibi Alt Yapı Yatırım Maliyetlerinin Artması                                         | Özel Araç Sahibi Olmayanların Ve Özürlülerin Yaşadığı Erişim Sorunları      | Yaşam Alanlarının Kentin Dış Bölgelerine Kurulması Ve Kent Alanının Genişlemesi |
| Toplu Taşıma Sistemlerini Kullanan Yolcu Sayısının Düşük Olmasından Dolayı İşletmenin Zarar Etmesi | Trafikte Meydana Gelen Tartışma Ve Gerginliklerin Yarattığı Olumsuz Etkiler | Trafik Kaynaklı Gürültü, Görsel Kirlilik, Fiziki Tehlikeler                     |
| Kazalar Sonucu Oluşan Ölüm Ve Yaralanmaların Ekonomik Maliyeti                                     | Düşük Gelir Düzeyindekilerin Özel Araç Almaya Zorlanmış Olması              | Sera Gazlarının Oluşumu Ve İklim Değişikliği                                    |
| Kirlilik Kaynaklı Sağlık Sorunlarının Ekonomik Maliyeti                                            | Kaza                                                                        | Fotokimyasal Dumanlar Ve Asit Yağmurları                                        |
| Hareketliliği Sınırlama                                                                            |                                                                             | Kentsel Taşımacılıkta                                                           |
| Trafikte Geniş Alan Kaplama                                                                        |                                                                             | Daha Fazla Park Alanına İhtiyaç Duyar                                           |
| İşletme Maliyeti Yüksek                                                                            |                                                                             | Yüksek Miktarda Enerji Tüketimi                                                 |

Kentsel taşıma, kara taşımacılığı emisyonların yüzde 40'ını ve diğer çevre kirleticilerinin yüzde 70'ini oluşturmaktadır. Çoğunlukla kentsel alanlar ve çevresinde gerçekleşen trafik sıkışıklığı, her yıl yaklaşık 100 milyar euro tutarında zarara yol açmaktadır. Bu rakam AB GSYİH'sinin yüzde 1'ini oluşturmaktadır. AB, şehir içi ulaşımında temiz ve enerji açısından verimli bir toplu taşıma politikasına yönelmektedir. AB'nin iklim değişikliği hedefleri doğrultusunda kendi emisyonlarının 2050'ye kadar 1990 yılı oranına düşürmesi öngörülmekte ve bu çerçevede özellikle toplu taşımanın öneminin artacağı ifade edilmektedir [51].

Bir şehir için toplu taşıma sisteminin seçimi, şehir büyüklüğü, kentsel form, nüfus büyüklüğü, seyahat talebi vb. gibi bir takım kriterlere bağlıdır. Bununla birlikte, bazı koridorlarda seyahat talebinin çok büyük olduğu ve arabaların yaptığı trafik sıkışıklığının

şehirlerde Seyahat ve düzenli otobüsler oldukça yavaş, kentsel raylı sistemler gibi daha hızlı ulaşım modları, hareketlilik ihtiyaçlarını karşılamak için kaçınılmaz hale geldi. Mekansal büyüme aynı zamanda seyahat mesafelerinin artmasına ve özellikle insanların şehrin dış parıldamalarında yaşamaya başladığı ve merkezde çalıştığı şehirlerde hızlı tren hizmetlerinin çok önemli hale gelmesine neden olmaktadır. Kentsel şehir yapıları şehirden uzak yerleşim alanları oluşturur; ve metro ve HRS sistemleri bu gibi durumlarda özellikle orta mesafeler için çözümler sunar[23].

Her modern raylı sistem hattı; yeterli kapasite, uygun seyahat hızı, rahat ulaşım, yüksek düzeyde trafik güvenliği, ekonomik canlılık, mevcut ve planlanan gelişmelere uyum ve çevre koruma gibi bir takım hedefleri yerine getirmek zorunda olan karmaşık bir sistemdir. Bu hedeflerden bazıları, azami değerlerin (kapasite, güvenlik, ulaşım kalitesi) uygulanmasını gerektirirken, diğerlerinin asgari değerler (inşaat yatırımı, işletme maliyetleri, seyahat süresi, fiziksel ortam ve yaşam ortamı üzerindeki etkileri ve sonuçları) gerekmektedir. Ayrıca, bazıları parasal birimlerde (yatırımlar, maliyetler) ve parasal olmayan nitelikteki göstergelerle (seyahat süresi, kapasite, güvenlik) ifade edilmektedir. Hatta bazı hedefler niteliksel olarak tanımlayıcı dereceler veya noktalar (gürültü, hava ve su kirliliği, arazi işgalleri, erişilebilirlik, kültürel, tarihi ve doğal mirasın korunması, flora, fauna, iklim, peyzaj, vb.) ile tanımlanmaktadır [14].

Herhangi bir demiryolu tasarımında veya planlanmasında rota seçilmesi, nerelerin yükseltileceği, nerelere tüneller yapılacağı, baştan kararlaştırılır. Rota seçiminde yük ve yolcu talepleri trafik beklentisi ve mevcut fiziki şartlar dikkate alınır. Alternatif rotalar ve maliyetler karşılaştırılır. Bazı durumlar zemindeki su seviyesi, toprak özellikleri ve mevcut hizmet yapıları değerlendirmeye alınır [10].

Raylı sistemler modern, hızlı, konforlu ve güvenli olması; trafik sıkışıklığından etkilenmemesi ve herhangi bir sıkışıklığa sebebiyet vermemesi; karayolu ulaşım sistemlerine göre daha az gürültülü olması ve havayı daha az kirlilemesi; iklim şartlarından diğer ulaşım sistemlerine göre daha az etkilenmesi; trafikte kaza riskinin çok düşük olması; taşıdığı yolcu sayısına oranlandığında karayolu ulaşımından daha az alana ihtiyaç duyması örneğin çift hatlı bir demiryolu için gereken alan sadece 12 metredir. Yine fayda-maliyet oranlarına bakıldığında uzun vadede diğer sistemlere göre daha yüksek değerlere sahip olması; daha az enerji tüketmesi; düzenli sefer aralıklarına sahip olması vb. avantajlarından

dolayı küçük şehirlerde büyük şehirlere kadar birçok değişik ölçekli uygulama alanında öncelikli tercih olarak değerlendirilmesi gerekmektedir [44, 58].

Demiryolu yatırımları sabit bir altyapı oluşturduğundan, kentsel form ve kalkınma üzerinde uzun süreli etkileri vardır. Grava (2002) 'ya göre, ağır tren yolu ağı şehirlerin birçok formunu almakta ve her biri özellikle şehirler için üretilmektedir. Kentsel makro formu, ağır demiryolu transit ağına göre şekillendirilmiştir ve bazı ana yapı kavramları aşağıdaki gibi tanımlanabilir. Trafik sorununu çözmesi beklenen raylı sistem kullanım oranının düşük olmasının nedeni hem insanların toplu taşıma kullanım alışkanlıklarının az olması hem de mevcut raylı sistem hatlarının hızla artan yolculuk taleplerini karşılayacak düzeyde ve yaygınlıkta olmamasıdır. [44].

Enerji tüketimi konusunda bir taşıtın yolcu sayısı, yük miktarı ve gidilen mesafe dikkate alınarak yapılan araştırmalara göre demiryollarının diğer taşıma türlerine göre daha tasarruflu olduğu görülmüştür. Bu manada Almanya'da yapılan bir çalışma da yolcu taşımacılığında demiryolunda tüketilen enerji 1 kabul edilirse, otoyolda tüketilen enerji 3, havayolunda 5,2 olmaktadır. Yük taşımacılığında ise demiryolunda tüketilen enerjiyi 1 kabul edersek karayolunda 3, havayolunda 1.3 birim olmaktadır. Uluslararası Demiryolları Birliği'nin bir raporuna göre bir yolcu 1 kwh enerji harcayarak tren ile 5 km., Otomobille 1.7 km., Uçakla 1.1 km. seyahat edebilmektedir. Benzer şekilde 6 şeritli bir otopanın km. başına maliyeti 8 milyon dolar iken, çift hatlı, elektrikli sinyalizasyonlu bir demiryolunun ortalama maliyeti ise 2,83 milyon dolar (düz arazide 1,3 milyon dolar, engebeli arazide 2,9 milyon dolar) dolayındadır. Bu durum yol yapım maliyetleri açısından da demiryollarının daha avantajlı olduğunu, 200 km.yi aşan mesafeler için demiryolu kullanımı gerekliliğini göstermektedir. Mevcut hatların standartları yükseltilmeli ve önemli sanayi ve yerleşim birimlerini birbirine bağlayacak yeni demiryolu yapımları hayata geçirilmelidir [52, 58].

Çizelge 2.14. Ulaşım sistemlerinin yolcu-km başına enerji tüketimi [47]

| ULAŞIM TÜRÜ | ENERJİ TÜKETİMİ |
|-------------|-----------------|
| OTOMOBİL    | 515             |
| DOLMUŞ      | 241             |
| MİNİBÜS     | 134             |
| OTOBÜS      | 96              |
| TRAMVAY     | 112             |
| METRO       | 97              |
| BANLİYO     | 100             |

Raylı sistem taşımacılığı, diğer ulaşım modlarına göre şebeke bağlantıları üzerinden kapasite kullanımı ve trafik hızına göre daha fazla esnekliğe sahiptir. Şehirlerdeki tıkanıklığı giderir ve otoyol transit modları tarafından verilen emisyonları azaltır. Buna ek olarak, yoksuldan yüksek gelirli taşıtlara kadar geniş bir yolcu yelpazesine hizmet etmektedir [34]. Ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda genel olarak raylı sistemleri faydaları Çizelge 2.14 te belirtilmektedir.

Çizelge 2.15. Raylı sistemlerin faydaları

| RAYLI SİSTEMLERİN FAYDALARI                                |                               |                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| EKONOMİK                                                   | SOSYAL                        | ÇEVRESEL                                                                                                        |
| Trafik Sıkışıklığından Az Etkilenir                        | Toplumsal Stres Düşük         | Alan Kullanımı Az                                                                                               |
| Zaman Kaybı Az                                             | Yaşam Kalitesi Yüksek         | Enerji Tüketimi Az                                                                                              |
| İşletme Esnekliği                                          | Konforlu                      | Karbon Salınımı Düşük                                                                                           |
| Ucuz                                                       | Kaza Riski Düşük              | Kirlilik Düşük                                                                                                  |
| Hızlı                                                      | Güvenli                       | İklim Koşullarından Az Etkilenme                                                                                |
| İşletme Maliyeti Düşük                                     | Düzenli Sefer Aralıkları      | Estetik Ve Görsel Etki                                                                                          |
| Taşıma Kapasitesi Yüksek                                   | Geniş Yolcu Yelpazesine Sahip | Ekolojik Koruma Sınırları                                                                                       |
| Sıklığı Ve Talebi Artırdığı İçin Ekonomik Canlılığı Yüksek |                               | Kent Gelişimini Yönlendirir Yeni Ve Düzenli Bir Kentsel Yerleşim (Konut, Sanayi Sitesi Vb.) Gelişmesini Sağlar. |
| Uzun Vadede Daha Yüksek Fayda-Maliyet Oranı                |                               | Kentsel Form Ve Kalkınma Üzerinde Uzun Süreli Etki                                                              |
| Verimli Trafik Koridoru                                    |                               | Verimli Yol Kullanımı                                                                                           |
| Daha Az Yol Yıpranması                                     |                               |                                                                                                                 |
| Daha Fazla Esneklik                                        |                               |                                                                                                                 |
| Park Problemini Önler                                      |                               |                                                                                                                 |

Çizelge 2.16. Ulaşım sistemlerinin fiziksel özellikleri ve trafik esnekliği [47]

| ULAŞIM TÜRÜ | FİZİKSEL ÖZERKLİK | ESNEKLİK |
|-------------|-------------------|----------|
| Otomobil    | Yok               | Tam      |
| Dolmuş      | Yok               | Yarım    |
| Minibüs     | Yok               | Yarım    |
| Otobüs      | Yok               | Yarım    |
| Metrobüs    | Yarım             | Yarım    |
| Tramvay     | Yarım             | Yok      |
| Metro       | Tam               | Yok      |
| Banliyo     | Tam               | Yok      |

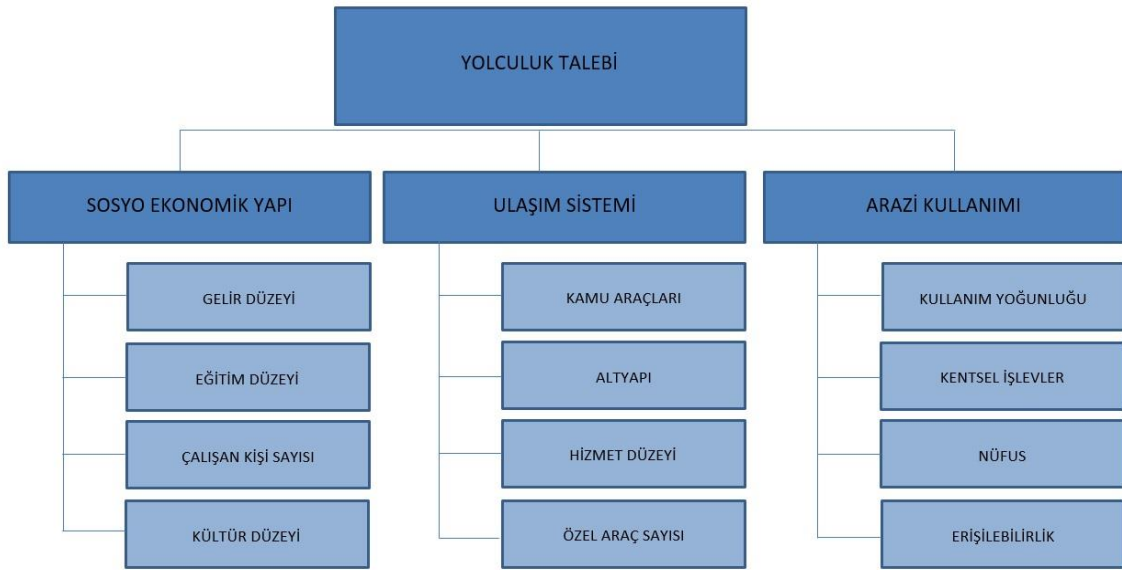
Çizelge 2.17. Ulaşım sistemlerinin çevre etkilerinin niteliksel durumu [47]

| ULAŞIM TÜRÜ           | HAVA KİRLİLİĞİ | GÜRÜLTÜ |
|-----------------------|----------------|---------|
| Karma trafikte otobüs | Zayıf          | Orta    |
| Bölünmüş yolda otobüs | Orta           | Orta    |
| Tercihli yolda otobüs | İyi            | İyi     |
| Tramvaylar            | Çok iyi        | Orta    |
| Yüzeyde hrs           | Çok iyi        | Orta    |
| Yüzeyde metro         | Çok iyi        | Zayıf   |
| Viyadükte hrs         | Çok iyi        | Zayıf   |
| Yeraltında metro      | Çok iyi        | Çok iyi |

Kırlangıçoğlu kentiçi raylı sistem güzergah seçiminde öncelikli olarak göz önüne alınması gereken 12 faktör belirlemiştir. En önemli faktör yolculuk talebidir. Bir bölgeye raylı sistem gelebilmesi için yüksek kapasiteli yolculuk talebi olmazsa olmaz birinci şarttır. Günlük ve zirve saatlerdeki yolculukların nereden nereye gerçekleştikleri genel hatlarıyla bilinirse, raylı sistem güzergâhları bu talebe göre tasarlanabilir ve istasyon noktaları yine bu talebin en fazla yoğunlaştığı bölgelere konumlandırılabilir. Raylı sistemler yüksek yolculuklar gerektirmektedir, bu da nüfusun fazla olduğu bölgelerde mümkündür. Dolayısıyla nüfus yoğunluğu da yolculuk talebi ile bağlantılı önemli faktörlerdendir. Nüfus yoğun bölgelerdeki insanların evlerinden çıkıp işlerine, okullarına vb. çekim noktalarına hızlı ve güvenli erişimleri sağlanmalıdır. Yolculuk sayıları, topografyanın elverişliliği, teknolojik ve ekonomik kısıtlar vs. kriterlerin yanı sıra, çevreye ve sit alanlarına karşı da son derece hassas olunması gerekmektedir. Bu nedenle kentsel, tarihi, arkeolojik ve doğal sit alanları dikkate alınarak güzergâhlar belirlenmelidir. Eğim ve arazideki kot farklılıkları raylı sistem tasarım sürecinde çok önemlidir. Tramvay gibi eğim ile doğrudan bağlantılı olan sistemlerde %7 eğimin üstüne çıkılmamaktadır. Çok tercih edilmemekle birlikte, zorunlu durumlarda, takviye bir takım güçlendirmeler ile bu oran %12'ye kadar çıkabilmektedir [44].



Şekil 2.6. Raylı sistem koridor planlamasına etki eden en önemli faktörler [44]



Şekil 2.7. Yolculuk talebine etki eden faktörler [39]

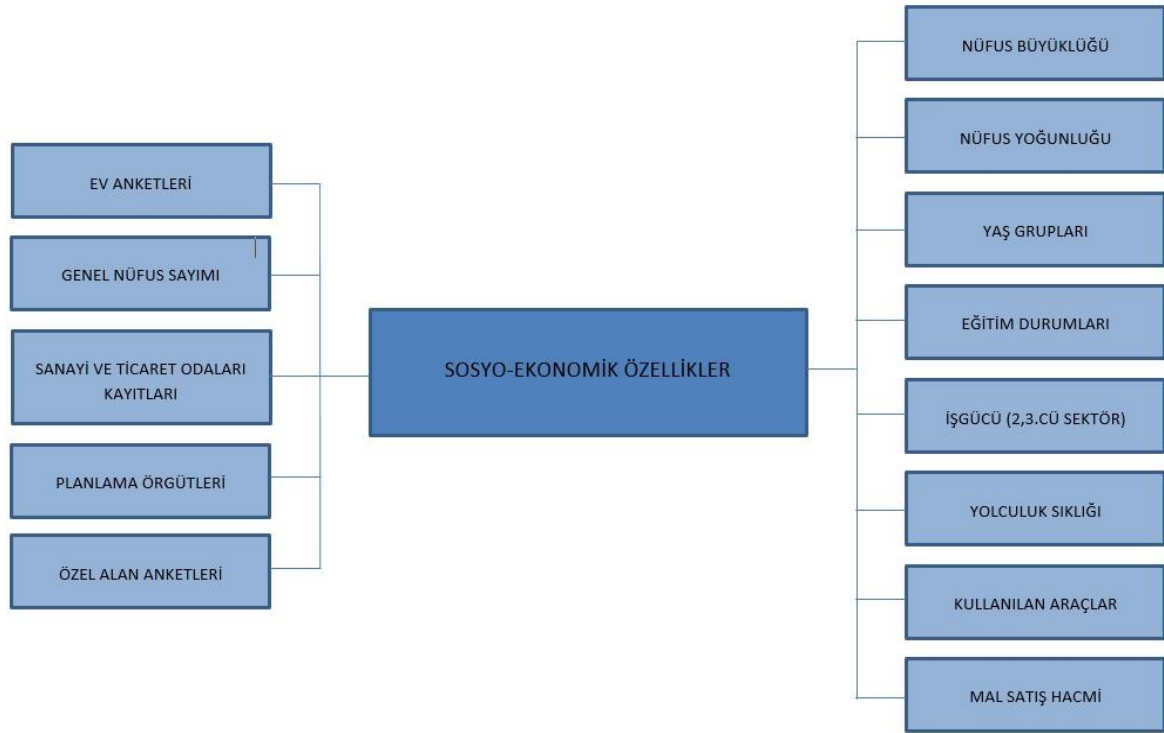
Yolculuk talebinin ortaya çıkışında ulaşım sisteminin özelliği, hizmet düzeyi, yeterliliği önemli etkenlerdir. Hizmet seviyesine bağlı olarak artan erişilebilirlik hareketliliği arttıracaktır. Bundan dolayı çalışmalar sürecinde genel olarak kentin yolcu ulaşım sistemi incelenir, bilgi toplanır ve zonlardaki ulaşım olanakları saptanır. Bireysel yolculuklarda kullanılan ulaşım aracı tercihleri toplu taşıma sisteminin hizmet düzeyine göre değişecektir.

Mal hareketlerinde kullanılan araçlar ve bu araçlarla ilgili kurumların bilgilerine de gereksinim duyulur [39].

Yolculuk talep yönetiminin hedefleri, yolculuk talebinin azaltılması, yolculukların toplu taşıma yönlendirilmesi ve bireysel ulaşımının sınırlandırılmasıdır. Bu hedeflere ulaşabilmek için çeşitli fiziksel ve sosyal politikalar önerilmektedir. Yolculuk talebini etkileyen üç temel öge: a. Arazi kullanım örüntüsü (pattern), b. Yolcuların sosyo-ekonomik özellikleri, c. Ulaşım sisteminin özellikleri olduğu kabul edilmektedir [39, 135].

**Arazi Kullanım Örüntüsü:** Kentsel alanlarda çok çeşitli eylemler yer almasına karşın ulaşım çalışmalarında başlıca arazi kullanımları olarak iskan alanları, çalışma alanları (ticaret ve sanayi), eğitim, rekreasyon alanları alınabilir. Arazi kullanımlarındaki farklılığa bağlı olarak ortaya çıkan yolculuklar ve kullanılan ulaşım araçlarında değişimler olacaktır. İskân alanlarında yolculuklarda kullanılan ulaşım araçları özel ve toplu taşıma araçları olarak iki grupta incelenebilir. Çalışma bölgeleri olarak tanımlanan ticaret ve sanayi alanlarında ise araç türleri çeşitlenir; bu alanlarda kişi hareketleri yanında mal taşımacılığı da önemlidir. Hafif, orta ve ağır araç olarak gruplandırılan taşıma araçları kullanımı artar. Bu yüzden yolculuk talebini değiştiren; perakende, toptan satış yerleri, bürolar, imalat yerleri ve bunların kullanma yoğunluklarının bilinmesi önemlidir [39].

**Sosyo-ekonomik Özellikler:** Fizik koşulların benzer olduğu değişik yerleşmelerde nüfusun toplumsal ve ekonomik yapısına bağlı olarak yolculuk taleplerinde ve ulaşım gereksinimlerinde farklılıklar görülmektedir. Faaliyetlerin yerleşme özellikleri, yoğunluk dağılımı, yerleşik nüfusun toplumsal, ekonomik yapısı kentsel alanda doğacak yolculuk talebini belirleyici etkenlerdir [39].



Şekil 2.8. Yolculuk talebini etkileyen sosyo-ekonomik özellikleri [39]

Dünya demiryollarında maksimum eğim binde 10 ve altındadır. Türkiye’deki demiryollarında ise toplam yolun %25,2’sinin eğimi binde 10’nun üzerinde seyretmektedir. Başka bir ifade ile demiryollarının %25,2’si eğimin yüksekliğinde standart dışıdır. Eğimin bu denli yüksekliği, demiryollarının daha büyük bir maliyetle çalışmasına yol açmaktadır. Raylı sistemi yapımı ortalama %3’lük bir boyuna eğim ile dizayn edilmiştir. Sistemin %6’ya kadar müsaade ettiği hatta sadece bir bölgede %3,8’lik boyuna eğim uygulanmaktadır. Ülkemizde hafif raylı sistemler ve metro hatlarında %6 boyuna eğime müsaade edilmektedir. Oysa dünya üzerinde %10’lar mertebesinde boyuna eğim uygulanan sistemler bulunmaktadır. Örneğin Boston, San Francisco, Dayton hafif raylı sistemlerinde %9, Prag %8, Toronto %10 boyuna eğimler seçilmiştir [47, 63].

Raylı sistem taşımacılığında, yatırım maliyetleri yüksek olmakla birlikte, işletme maliyetleri karayolu taşımacılığına göre daha düşüktür. Richmond (1998), demiryolu hizmetlerinin yatırım maliyetleri en yüksek olduğu için, demiryolu taşımacılığı hizmetlerinin yüksek talep koridorlarıyla sınırlı olması gerektiğini öne sürmüştür. Grava (2002), bir HRS gelişimi için ideal bir durumun en az 10 km’lik bir koridor olacağını ve bir alışveriş merkezi, tıp kompleksi, bir üniversite kampüsü, bir havalimanı, bir MİA gibi her iki ucundaki etkinlikler ve aktivitelerle ilgili bir koridor olacağını söyledi. Bir rekreasyon ya da spor tesisi vb.

Koridorun konut alanlarına 500 metre yürüme mesafesinde olması gerektiğini ve besleyici sistemlerle nispeten uzak yerleşim bölgelerine bağlanmasını önermiştir. Bu örüntü, sadece biniciliği arttırmakla kalmayacak, aynı zamanda her iki yönde de bir talep dengesinin sağlanmasına yardımcı olacaktır. Grava (2002), ağır demiryolu taşımacılığının günlük 30.000 ve daha fazla yolcu taşıma kapasitesine sahip olması gerektiğini savundu [34].

Yeni ulaşım yatırımları ile sağlanan erişilebilirlikteki nispi artış, mülkiyet değerlerinin de artırılmasında temel faktördür. Bir raylı sistem yatırımı, ulaşım sistemine ve nüfusun istihdam, perakende ve rekreasyon faaliyetlerine erişilebilirliğine faydalar getirmektedir. raylı sistem yatırımları, ray güzergahının çevresindeki alana çeşitli etkiler getirmektedir. Bu önemli etkilerinden biri mülk değerleri üzerindeki etkisidir. Raylı sistem güzergahlarını planlarken, hattın mevcut ve planlanan bölgesel istihdam merkezlerine, kültür merkezlerine ve perakende fırsatlarına makul bir yürüme mesafesinde yerleştirmek önemlidir. Raylı sistem yatırımı ile mülkiyet değerleri değişimini etkileyen faktörler;

- İstihdama Erişim: Demiryolu yakınındaki bölge sakinleri, bölgesel istihdam, perakende ve kültürel fırsatlara daha kolay erişim sağlamaktadır. Ofisler ve endüstriyel alanlar gibi istihdam kullanımları olan alanlar daha yüksek mülkiyet değerlerine sahiptir ve bu özellikler daha büyük bir işgücü piyasasına erişimi sağlamaktadır. Ayrıca, ticari kullanımlar genellikle demiryolu taşımacılığının faaliyet yoğunluğuna katkıda bulunmasından ve oluşturulan yaya trafiğinden de faydalanmaktadır.
- Yaya Erişilebilirliği: Demiryolunun mülkiyet değerlerine olan etkisinin çoğu testi, istasyonlara belli bir mesafede en belirgin şekilde hissedildiğini göstermiştir. Bu mesafe, istasyondan makul bir yürüyüş mesafesi ile belirlenmekte ve genellikle 400m-2500 m arası olmaktadır. Bu durum raylı sistem yatırımlarının yapılacağı alanlarda yaya bağlantılarının daha fazla oluşturulmasının ve istasyonların çevresindeki yaya ortamının geliştirilmesinin önemini vurgular.
- Pazara Etki
- Geliştirme Etkileri

Raylı sistem taşımacılığı, transit yakınlarındaki yerleri potansiyel gelişim alanları olarak daha değerli hale getirebilir ve böylece bu konumlardaki mülkiyet değerini artırabilir [13].



### 3. KENT İÇİ RAYLI SİSTEM TARİHÇESİ

Şehir içi ulaşımı, 1950'li yıllardan sonra otomobilin ve motorlu taşıtların sayılarının hızla artısına bağlı olarak önem kazanmıştır. Otomobil ve diğer karayolu ulaşım ve nakliye vasıtalarının arzının artması, buna karşılık karayolu ağlarının uzunluğunun aynı hızla artmaması, şehir içi trafik sorunun doğmasına neden olmuştur. Başlangıçta trafik sorununun trafik sıkışıklığına endekslenmiş olunması ve çözüm yolu olarak da özel otomobillerin hareketini kolaylaştıracak yeni yollar inşa edilmiş olması, kullanılmakta olan raylı sistemlerin atıl kalmasına ve zamanla bunların ortadan kaldırılmasına yol açmıştır. Birinci Dünya Savaşı sonrasında Ortadoğu'da petrol havzalarının keşfi, karayollarındaki teknolojik gelişim, otomobil sayılarının artışı ve savaşın önemli araçlarından tankların yaygınlaşması gibi nedenlerle demiryolu yapımı hem dünyada hem de Avrupa'da azalmıştır. 1970'lerin başındaki ekonomik genişleme dönemi, otomobil sahipliğini, hava trafiğini, yol yatırımını ve karayolu yük trafiğinin patlamasına sebep oldu. İstanbul'da da 1970'li yıllarda hızlanan otomobil sahipliği yanında 1959 yılında devreye giren minibüs taşımacılığının hızla yaygınlaşması, karayolu ağırlıklı bir şehir içi ulaşım dönemi başlamıştır. Bu anlayışın; ilk kez Buchanan'ın 1962 yılında özel otomobil kullanımının kent içi trafik sorununu artıracak gibi sorunlara yayınladığı raporunda dikkat çekmiştir. Buchanan bu nedenle nüfusu 100 bini aşan kentlerde mutlak başka sistemlerin geliştirilmesi gerekliliğini açıklamıştır [8, 22, 40].

İlerleyen süreçlerde dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde, artan kent içi ulaşım talebini, müdahale etmeksizin kabul edip, bunu ulaşım arzının arttırılmasıyla karşılamaya çalışmanın fiziksel ve ekonomik açıdan geçersiz ve çevreyi bozucu bir yaklaşım olduğu anlaşılmış; trafik sıkışıklığı, kazalar, gürültü, hava kirliliği ile yarattığı bölgesel çevre sorunları ve küresel iklim değişikliği olgusuna olumsuz katkıları nedeniyle ulaştırma sektörü, dünya gündeminin üst sıralarında yer alarak “sürdürülebilir ulaştırma politikaları”nın oluşturulması yönündeki yoğun çabaların temel konusu olmaktadır. Yoğun çabalara neden olan sürdürülebilir ulaştırma politikalarının hayata geçirilebilmesi için, ulaştırma faaliyetlerinin farklı anlayışla planlanarak yeniden düzenlenmesine, kamu ve özel sektör işbirliğinin artırılmasına ve insanların ulaştırma alışkanlıklarının ekonomik ve çevresel beklentiler doğrultusunda değiştirilmesine gerek duyulmaktadır [60].

Sürdürülebilir ulaştırma politikaları beraberinde “yolculuk talep yönetimi” olarak adlandırılan yeni bir kavramı da ortaya çıkmıştır. Mevcut altyapıdan en üst düzeyde yararlanılması ve ulaşım talebinin hızla gelişmekte olan iletişim ve bilgisayar teknolojileri ile başka alternatif biçimlere kaydırılması, bu kavram içinde kullanılan başlıca stratejiler arasında yer almaktadır. Gelişmiş ölkelerde, artık geleneksel yatırım ağırlıklı politikaların yerini almaya başlayan yolculuk talebinin yönlendirilmesi ne dönük yaklaşımlar, kent içi yolculuklarda özel araç kullanımının sınırlandırılarak toplu taşım ve ara-toplu taşım sistemlerinin desteklenmesine, bisiklet ve yaya yolculuklarının özendirilmesine ağırlık veren önlemleri içermektedir [60].

20.yüzyılın ikinci yarısından sonra dünyanın gelişmiş ölkeleri yeni teknolojilerini demiryollarına uygulamayı başarmış, küreselleşmenin yarattığı yeni düzene ayak uydurmaya, petrol kaynaklarının tükenebilirliğini karşı ulaşımda verimliliği arttırmaya çalışan yapısal değişiklere ve ölkeler arası rekabete başlamışlardır. 21.yüzyılda demiryolu sektörünün diğer ulaşım sektörleri, özellikle de karayolları ulaşımı karşısında alt yapısını güçlendirerek eşit rekabet ortamı oluşması için birçok gelişmiş ölkeler yeni düzenlemeler yapmış demiryollarını ulusal değil, yeni uluslararası ulaşım koridorları oluşturacak şekilde ele almışlardır. Ancak demiryollarının geçmişe yönelik yoğunluğu ve gelişmiş ölkelerin teknolojik üstünlüğü, gelişmekte olan ölkeler arasında eşit olmayan bir rekabeti ortaya çıkmıştır [8].

Dünyanın bütün gelişmiş ölkelerinde, şehir içi ulaşımın omurgasını raylı taşıma sistemleri ve ağırlıklı olarakta metro oluşturmaktadır. Çünkü günümüzde dünya nüfusu hızla artmış ve 1960’lı yıllara kadar özgürlüğün ifadesi olarak görölen otomobil ve lastik tekerlekli ulaşım vasıtaları artık şehirlerin ulaşım ihtiyacına cevap verememektedirler. Bu sebeple ölkeler ulaşım yatırımlarını raylı sistemlere doğru yönlendirmeye başlamakta ve bu yatırımlar içinde belirli politika ve kriterler belirlemektedirler. Örneğin Çin’de 81 sayılı Kararname (1983) metro yapımının ciddi bir şekilde düşünölebilmesi için karşılanması gereken “asgari kriterleri” belirlemektedir. Bular Tablo 3.2.’de gösterilmiştir. Avrupa’da ise, toplam nüfusu 500.000’in altında hatta 200.000 dolaylarında olan küçük ölçekli kentlerde yeni hafif raylı sistemler yapılmış olup başarıyla işletilmektedir. Benzer şekilde Singapur toplu taşıma sisteminde dünyada oldukça önemli bir yere sahiptir. Otobüs ve raylı sistemlerle sağlanan toplu taşıma sistemi; geniş hizmet alanı, güvenli ve konforlu bir hizmet sunulmaktadır. Toplu taşımının erişilebilirliği ve tercih edilebilirliğini arttırmak amacıyla, her konutun

durağa uzaklığı maksimum 400 metre mesafede olacak şekilde planlanmıştır [39, 40, 45, 62].

Çizelge 3.1. Çin’de Toplu taşıma teknolojisinin seçimi için kullanılan kriterler [62]

| KRİTERLER                                                 | METRO       | HAFİF RAYLI SİSTEM |
|-----------------------------------------------------------|-------------|--------------------|
| Kent Nüfusu                                               | >3 milyon   | >1.5 milyon        |
| Kent GSYH’sı (RMP,yıllık)                                 | >100 milyar | >60 milyar         |
| Yolcu Talebi (Yolcu/Saat/Yön)                             | >30.000     | >10.000            |
| Kent öz sermaye yatırımı (aşırı borçlanmayı önlemek için) | >%40        |                    |

Çizelge 3.2. Dünyada raylı sistem gelişim süreci

| DÜNYADA RAYLI SİSTEM GELİŞİM SÜRECİ                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Demiryolu ağırlıklı Dönem (1923 – 1950 Dönemi)                                                                                                                                                                                                                                                                  | Karayolu Ağırlıklı Dönem (1950 – 2000 Dönemi)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 2000 Sonrası Dönem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <p>-1. Dünya Savaşı (1914-1918) sonrası keşfedilen Ortadoğu petrol havzaları,</p> <p>-Karayolundaki gelişim ve otomobil sayısındaki artış demiryolu yapımını dünya çapında azaltma,</p> <p>-2.Dünya Savaşı (1939-1945) sonrası artan otomobil sayısı, Azalan Demiryolu kullanımı, Artan Karayolu Kullanımı,</p> | <p><u>1950:</u></p> <p>-Artan Trafik Problemleri</p> <p>-Yeni yol yapımı, kent merkezine otopark: Trafğe Çözüm</p> <p>-Yaya ulaşımı göz ardı</p> <p>-Azalan Toplu taşıma kullanımı</p> <p>-Karayolu ağırlıklı kent içi ulaşım</p> <p><u>1960:</u></p> <p>-1962 Buchanan Raporu (ilk otomotiv tepkisi)</p> <p>-Otoyol- expres yol yapımı</p> <p>-Artan kirlilik ve gürültü</p> <p><u>1970:</u></p> <p>-İnsan Odaklı Planlama (Çağdaş)</p> <p>-‘Yolculuk talep yönetimi’ Yeni Politika</p> <p>-Toplu taşıma ihtiyacı duyan büyük kitleler</p> <p>-Ekolojik kaygı</p> <p>-Estetik kaygı</p> <p>-1973-74 Petrol krizi*</p> <p><u>1980:</u></p> <p>-Taşıt talebine yönelik uygulamalar</p> <p>-Toplu taşıma öncelik</p> <p>-Entegre ulaşım</p> | <p>-Dünyada ve özellikle gelişmiş ülkelerde, artan kent içi ulaşım talebini, müdahale etmeksizin kabul edip, bunu ulaşım arzının arttırılmasıyla karşılamaya çalışmanın fiziksel ve ekonomik açıdan geçersiz ve çevreyi bozucu bir yaklaşım olduğu anlaşılmakta,</p> <p>-Sürdürülebilir ulaştırma politikalarının oluşturulması temel konu olmaktadır.</p> <p>- Yolculuk talep yönetimi,</p> <p>-Bisiklet ve yaya yolculuklarının özendirilmesine ağırlık veren önlemler,</p> <p>-Toplu taşıma kullanımını desteklenmesi,</p> <p>-Demiryolu sektörünün yeni uluslararası ulaşım koridorları oluşturarak rekabet edebilirliği</p> <p>-Kent içi yolcu taşımacılığında alternatif oluşturması.</p> |

Türkiye’de de dünyadaki raylı sistem gelişimine paralel bir şekilde çeşitli politikalar ve kararlar çerçevesinde şekillenmiştir. Dönem dönem karayolu yatırımlarına ağırlık verilmiş, demiryolu yatırımlarında gerilemeler gözlenmiş olsada 2000 li yıllarda demiryolu ve özellikle raylı sistemlere verilen önem ve öncelik artmaktadır. Çizelge 3.3. te Türkiye’de raylı sistem gelişim süreci detaylı olarak gösterilmektedir.

Çizelge 3.3. Türkiye’de raylı sistem gelişim süreci

| TÜRKİYE RAYLI SİSTEM GELİŞİM TABLOSU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cumhuriyet Öncesi Dönem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Cumhuriyet Sonrası Dönem                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Yabancı şirketlere verilen imtiyazla, demiryolları onların denetiminde ve ülke dışı ekonomilere, siyasi çıkarlara hizmet edecek şekilde gerçekleştirilmiştir.<br>Bu dönemde Batı ülkelerinin Osmanlı’yı demiryolu yapmaya teşvik etmeleri kadar, Osmanlı’nın da, askeri ve ekonomik amaçları dikkate alarak demiryolu yapımına yönelmeleri söz konusudur. | Milli çıkarlar doğrultusunda yapılandırılmış, kendine yeterli "milli ekonomi"nin yaratılması amaçlanarak, demiryolu hatları milli kaynaklara yönlendirilmiş, bölgelerarası farklılığı azaltmak ve sanayinin ülke geneline yayılmasını sağlamak ve üretim alanlarının bu süreçte yer seçiminin belirlenmesinde demiryolu hatları yönlendirici olmuştur. |

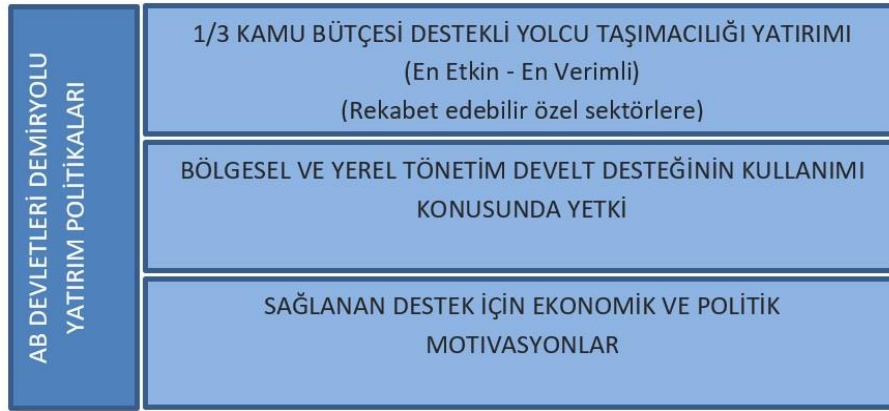
Çizelge 3.3 (devam) Türkiye’de raylı sistem gelişim süreci

| Demiryolu Ağırlıklı Dönem<br>(1923 – 1950 Dönemi)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Karayolu Ağırlıklı Dönem (1950 – 2000 Dönemi)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2000 Sonrası Dönem                                                                                                                                                                                 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| -19.Yy. Son Dönemlerinde İlk Demiryolu (Almanya, Fransa, İngiltere, İtalya)<br>-Sanayileşme Ve Kalkınmanın Temel Politikalarından Biri Demiryolu Ulaşımı<br>-Cumhuriyet Önsesi Batı Yatırımları Cumhuriyet Sonrasında Doğuya Yapılmaya Başlandı<br>-1940lara Kadar Demiryolu Yatırımlarında Hızlı İlerleme<br>-1940-1950 Durgunluk Dönemi (Marshall Yardımları- Karayolları) | -1950-70 Yılları Arası: Taşıt Odaklı Planlama (Geleneksel)<br>-Yeni Yol Yapımı<br>-Trafiğe Çözüm<br>-Yaya Ulaşımı Gözardı<br>-Azalan Toplu Taşıma Kullanım<br>-1959’da Tramvay Hatları Sökülüyor<br>-1970 Sonrası İnsan Odaklı Planlama (Çağdaş)<br>-‘Yolculuk Talep Yönetimi’ Yeni Politika<br>-Petrol Krizi-Enerji Bunalımı*<br>-Trafik Tıkanması<br>-Yetersiz Yol Kapasitesi<br>-Yeni Yol Yapımı<br>-Taşıt Sayısında Artış<br>-1990lı Yıllarda Tekrar Demiryolu Hattı Yapımı<br>-Artan Çevre Duyarlılığı<br>-Toplu Taşıma Sistemlerine Özendirme | -2001yılı Beş Yıllık Kalkınma Planı Demiryolu Önemi Vurgulamıştır<br>-Yüksek Hızlı Raylı Sistem Yatırımları Öncelik Kazanması<br>-Sürdürülebilir Kalkınmanın Temel Halkalarından Biri Demiryolları |

### 3.1. Avrupa Birliği’nde Raylı Sistem Gelişimine Genel Bakış

1991 Direktifinde formüle edilen demiryolu reformu modeli, Hükümetin bugünkü Avrupa'nın başlıca demiryolları için yatırım ve finansman konusundaki rol ve işlevinin temelini oluşturuyor ve çoğu Avrupa Hükümeti, katkılarından dolayı para için daha iyi bir değer elde etmek için benzer yaklaşımları uyguluyor. Demiryollarındaki rekabet yavaş yavaş gelişmektedir. AB Devletleri, yük treni işletmecilerinin ulusal demiryolu ile rekabet

edebilmeleri için erişim haklarını sağlamakla yükümlüdür. Genişlemiş AB ülkelerinin üçte biri, kamu bütçelerinden destek alan yolcu treni hizmetleri sağlamak için sözleşmelerin rekabetçi şekilde ihale edilmesini sağladı. Çoğu, bölgesel veya yerel yönetime yolcu hizmetleri için en az bir miktar kamu finansmanını merkezileştirmiş ya da paranın nasıl harcanacağını belirlemek için yetki vermiştir. Bu, yerel politikacıların taleplerini mevcut kaynaklara daha yakın bir şekilde eşleştirmek ve yerel yönetimi hareketlilik ve kalkınma hedeflerine ulaşmak için en uygun maliyetli yolları bulmaya teşvik etmek için tasarlanmıştır. Ayrıca, yerel yönetimlerin harcamalarının yalnızca hedeflenen hedefleri desteklediğinden ve demiryolunun diğer kısımlarında emilmediğinden emin olmak için şeffaflığı artırma eğilimindedir [22].



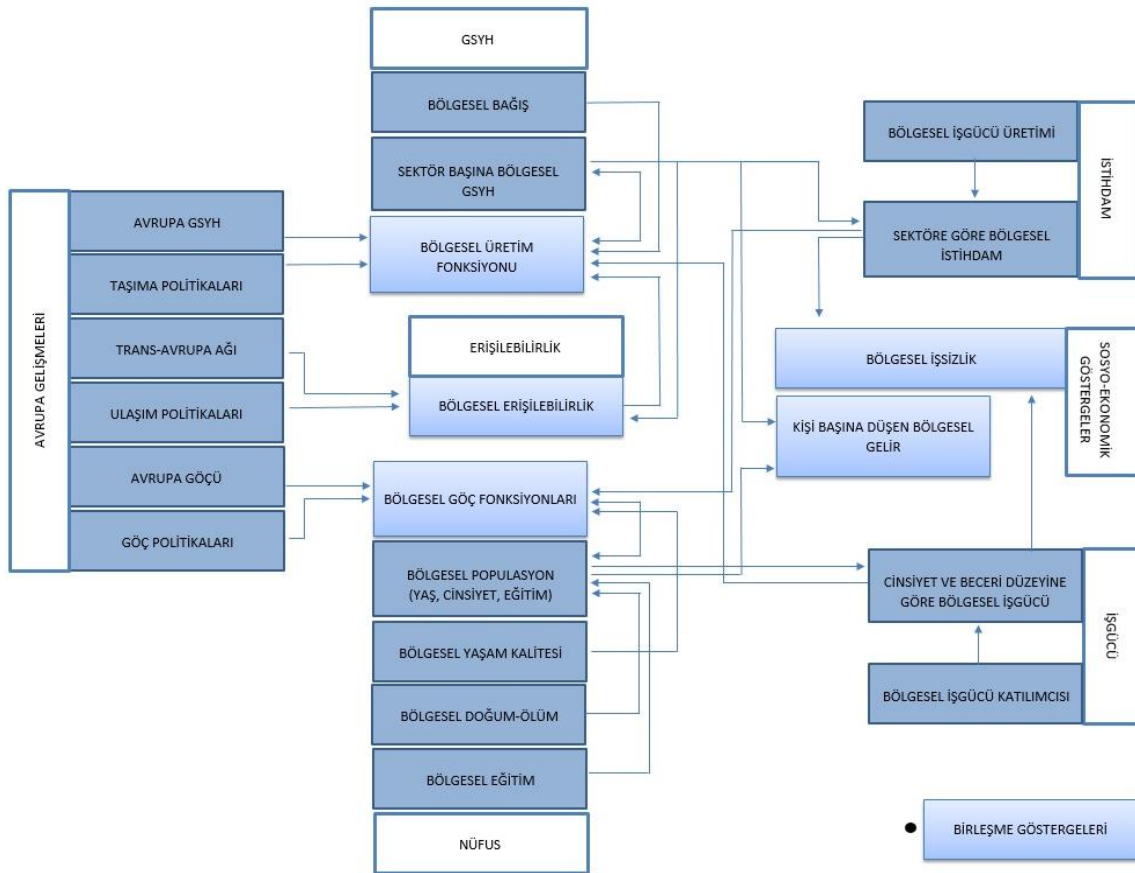
Şekil 3.1. AB devletleri demiryolu yatırım politikaları

Avrupa Birliği, eski üye ülkelerdeki Trans-Avrupa ulaştırma ağlarının (TEN) geliştirilmesi ve sözde Ulaştırma Altyapı İhtiyaçları Değerlendirmesi (TINA) ile bölgeleri arasındaki sosyo-ekonomik eşitsizliklerin azaltılmasına katkıda bulunmayı hedeflemektedir. Büyük ulaştırma altyapı yatırımlarının muhtemel sosyoekonomik etkilerinin tutarlı tahmini ve rasyonel ve şeffaf değerlendirmesi, bu nedenle büyük bir politik öneme sahiptir. Birçok AB tarafından finanse edilen araştırma projelerinde, Avrupa'daki büyük ulaştırma yatırımlarının ekonomik ve mekansal etkilerini tahmin etme modelleri geliştirilmiştir [5].

Uygulanabilir tüm şehir lojistik önlemleri, kentsel ticari faaliyetlerin kullandığı mevcut dağıtım şemaları üzerinde yaratılan etkilere dikkat çekmek zorundadır. Mevcut gelişme, ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirliğin tanımıyla karakterize edilmelidir (Avrupa Komisyonu, 2001) [19].

SASI modeli de Avrupa'daki bölgelerin sosyo-ekonomik gelişiminin özyinelemeli bir simülasyon modelidir ve mekânsal bir bütün olarak ekonomik ve demografik gelişmeyi ve ulaştırma altyapısı yatırımları ve ulaştırma sistemi iyileştirmeleri, özellikle transn Avrupa taşımacılığı ile ilgili varsayımlara tabidir. TEN-T ve TINA ağları her bölge için model, erişilebilirlik ve kişi başına düşen GSYİH gelişimini tahmin ediliyor. Ayrıca, ulaşım altyapısı yatırımlarının ve ulaşım sisteminin iyileştirilmesinin, bölgelerdeki sosyo-ekonomik kalkınmanın yakınsaması (veya ayrışması) ve ulaşım altyapısı yatırımlarının ulusal kentsel sistemlerin çok merkezli olması üzerindeki etkisini ifade eden çok merkezli göstergelere etkisi olduğunu gösteren uyum göstergeleri de yer almaktadır [5].

SASI modelinde altı öngörme alt modeli bulunmaktadır: Avrupa Gelişmeleri, Bölgesel Erişilebilirlik, Bölgesel GSYİH, Bölgesel İstihdam, Bölgesel Nüfus ve Bölgesel İşgücü. Yedinci alt model, Sosyo-Ekonomik Göstergeleri verimlilik ve eşitlik açısından hesaplamaktadır. Şekil 3.1, bu alt modellerin arasındaki etkileşimleri göstermektedir [5].



Şekil 3.2. SASI model [5]

Tüm Avrupa ülkeleri, raylı sistemlerini şebekenin coğrafi kapsamı, istasyonların konumu ve hizmetlerin sıklığı ve hızı açısından, tek başına bir ticari demiryolunun sunabileceği hizmetlerin ötesinde hizmet sunmaya finanse etmektedir. Bunu, uzun varlığın yaşadığı teorik ekonomik gerekçelerle, engebeli yatırım kalıpları ve demiryolunu karakterize eden büyük batık maliyetler ile, en uygun şekilde boyutlandırılmış bir ray sisteminin özel olarak sağlanmasını önlemektedirler. Sağlanan destek için bir takım ekonomik ve politik motivasyonlar vardır. Bunlar :

- Ekonomik kalkınma - sanayi için yük taşımacılığının maliyetini ve iş için yolcu taşımacılığını azaltmak, ürün pazarlarına erişimi iyileştirmek ve banliyö hizmetleri aracılığıyla işgücü piyasalarını genişletmek;
- Bölgesel uyum - sübvans edilmiş fiyatlarla yüksek kaliteli ulaştırma hizmetleri yoluyla endüstriyel düşüş veya kırsal çölleşmeye maruz kalan alanların gelişimini teşvik etmek (ancak bu, kendilerini yeniden üretmeye yardımcı olmaktan ziyade sanayileşme alanlarındaki düşüşü hızlandırırsa da);
- Sosyal uyum - düşük gelirli gruplara düşük maliyetli yolcu taşımacılığı sağlanması;
- Şebekenin küçültülmesini veya demiryolunun ticarileştirilmesini yönetmek - gereksiz iş gücü veya emekli maaşı yükümlülükleri gibi bazı yükümlülüklerin sorumluluğunu üstlenmektir [22].

## 4. TÜRKİYE’DE KENTİÇİ RAYLI SİSTEM MEVZUATI VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ

### 4.1. Türkiye’de Raylı Sistem Mevzuatı

Bu bölümde, Türkiye’de uygulanan raylı sistemlerle doğrudan ya da dolaylı olarak ilgili olan yasal mevzuat ve ulusal kalkınma planları, ulusal ulaştırma ana planları incelenmektedir.

#### 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu

"Madde 7- büyükşehir belediyesinin görev, yetki ve sorumlulukları şunlardır:

f) Büyükşehir ulaşım ana planını yapmak veya yaptırmak ve uygulamak; ulaşım ve toplu taşıma hizmetlerini plânlamak ve koordinasyonu sağlamak; kara, deniz, su ve demiryolu üzerinde işletilen her türlü servis ve toplu taşıma araçları ile taksi sayılarını, bilet ücret ve tarifelerini, zaman ve güzergâhlarını belirlemek; durak yerleri ile karayolu, yol, cadde, sokak, meydan ve benzeri yerler üzerinde araç park yerlerini tespit etmek ve işletmek, işletmek veya kiraya vermek; kanunların belediyelere verdiği trafik düzenlemesinin gerektirdiği bütün işleri yürütmek." büyükşehir belediyesinin görevleri arasındadır [100].

Kanunun “Ulaşım hizmetleri” başlıklı 9. maddesinde de (değişik birinci fıkra: 12/11/2012-6360/8 md.) Büyükşehir içindeki kara, deniz, su, göl ve demiryolu üzerindeki her türlü taşımacılık hizmetlerinin koordinasyon içinde yürütülmesi amacıyla büyükşehir belediye başkanı ya da görevlendirdiği kişinin başkanlığında, yönetmelikle belirlenecek kamu kurum ve kuruluşları ile ilgili kamu kurumu niteliğindeki meslek kuruluşlarından ihtisas meslek odalarının temsilcileri de davet edilerek görüşleri alınır.” denilmektedir [100].

#### 5627 sayılı Enerji Verimliliği Kanunu

Bu kanuna dayandırılan 09.06.2008 tarih ve 26901 sayılı Resmi Gazetede yayımlanan Ulaşımda Enerji Verimliliğinin Artırılmasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmelikte de bu konuda düzenlemeler bulunmaktadır.

Yönetmeliğin Kentsel ulaşım planları başlığı altında Madde 10’a göre;

- Büyükşehir belediyeleri ve büyükşehir belediyesi sınırları dışındaki belediyelerden Nüfusu yüz binin üzerinde olanlar ulaşım ana planı hazırlarlar. Bu planlar on beş yıllık süreler için yapılır ve her beş yılda bir yenilenir. Şehir planları ile sürdürülebilir kentsel ulaşım planları birlikte ele alınır.
- Kentsel ulaşım planlaması sırasında ilgili kurum/kuruluşların görüşleri alınarak, çevre otoyolları ve Raylı sistem çalışmalarına öncelik veren, yerleşim alanlarının yer seçimi ve bu alanların birbiri ile olan Ulaşımını sağlayan üst ölçekli planlar yapılır.
- Kent içinde yetersiz kalan yollarda sıkışan trafiği rahatlatmak üzere; yol genişletmesi, kavşak Düzenlemesi ve otopark kurulması gibi önlemler alınır.
- Yeni açılan yolların çevre otoyollarına bağlantısı KGM'nin uygun görüşü alınarak yapılır.
- Kentsel ulaşım planları yapılırken toplu taşımayı teşvik etmek amacıyla raylı sistem yatırımı artırılır.
- Kent ulaşımında enerji verimliliğinin artırılması ve yakıt tüketiminin düşürülmesi için trafiğin güvenli ve akıcı olması sağlanır.
- Belediyeler; kent içi ulaşım güzergâhlarının belirlenmesinde trafik akışındaki yakıt sarfiyatını öncelikle göz önünde bulundurur. Topografik yapısı uygun güzergâhlara bisiklet yolları ve bisiklet park alanları yapar." şeklinde düzenlenmiştir denilmektedir [101].

### 5393 Sayılı Belediye Kanunu

Kanunun 15. maddesinin (f) bendinde kent içi ulaşım ile ilgili olarak “Toplu taşıma yapmak; bu amaçla otobüs, deniz ve su ulaşım araçları, tünel, raylı sistem dâhil her türlü toplu taşıma sistemlerini kurmak, kurdurmak, işletmek ve işlettmek”, (p) bendinde “Kara, deniz, su ve demiryolu üzerinde işletilen her türlü servis ve toplu taşıma araçları ile taksi sayılarını, bilet ücret ve tarifelerini, zaman ve güzergâhlarını belirlemek; durak yerleri ile karayolu, yol, cadde, sokak, meydan ve benzeri yerler üzerinde araç park yerlerini tespit etmek ve işletmek, işlettmek veya kiraya vermek; kanunların belediyelere verdiği trafik düzenlemesinin gerektirdiği bütün işleri yürütmek” ile (r )bendinde de “(Ek: 12/11/2012-6360/18 md.) Belediye mücavir alan sınırları içerisinde 5/11/2008 tarihli ve 5809 sayılı Elektronik Haberleşme Kanunu, 26/9/2011 tarihli ve 655 sayılı Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ve ilgili diğer

mevzuata göre kuruluş izni verilen alanda tesis edilecek elektronik haberleşme istasyonlarına kent ve yapı estetiği ile elektronik haberleşme hizmetinin gerekleri dikkate alınarak ücret karşılığında yer seçim belgesi vermek,” (RG. 13/7/2005, No:25874) gibi görevler doğrudan Belediyelere görev olarak verilmiştir. Yine Kanun hükmü olarak, belediyeler (f) bentlerinde belirtilen hizmetleri Danıştayın görüşü ve İçişleri Bakanlığının kararıyla süresi kırkdokuz yılı geçmemek üzere imtiyaz yoluyla devredebilir; toplu taşıma hizmetlerini imtiyaz veya tekel oluşturmayacak şekilde ruhsat vermek suretiyle yerine getirebileceği gibi toplu taşıma hatlarını kiraya verme veya 67 nci maddedeki esaslara göre hizmet satın alma yoluyla yerine getirebilir denmektedir [102].

#### 655 Sayılı Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname

Kararnamede Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğünün görevlerini belirleyen 15. Maddede; “Kentlerde hızla artan nüfus, işgücü, artan araç sahipliği, kentsel kullanım alanlarının genişlemesi ve çeşitlenmesi gibi etkenler, günümüzde önemli bir sorun olan kentiçi ulaşımın çevre, enerji, sürdürülebilirlik, sosyal denge gibi konular dikkate alınarak bilimsel yöntemlerle çözümlenmesi ve düzenlenmesini gerekli kılmaktadır. Bu çerçevede kentiçi ulaşımının, saptanan hedef yıllara göre; kentin üst ve alt ölçekli plan kararları ve merkezi idareye bağlı kurumların yatırım programları dikkate alınarak ve eş güdüm içerisinde analiz edilmesi, düzenlenmesi, toplu taşıma sistemlerine ve yaya/bisiklet gibi çevre dostu ulaşım biçimlerine öncelik verilerek ulaşım ve trafik sorunlarına çözümler getirilmesi ve buna paralel olarak; toplu taşıma ve ara-toplu taşıma türlerinin entegrasyonu ile bunların durak ve terminal alanlarının düzenlenmesi, özel ulaşım dahil çeşitli ulaşım türlerinin birbirleri ile rekabet etmeyecek ve birbirini tamamlayacak şekilde işletilebilmesi için bir bütün olarak planlanması ve işletilmesini hedeflemelidir” denilmektedir [103].

#### Beş Yıllık Kalkınma Planları

Türkiye’de, 2000’li yılların ortalarına kadar 5 yıllık bir dönem için (9. Kalkınma Planı hariç) imar planları yapılmakta ve 7 yıllık dönemler için hazırlanmaktadır. Planları 2011 yılına kadar eski Devlet Planlama Teşkilatı tarafından hazırlanıyorken ve şimdi Kalkınma Bakanlığı tarafından hazırlanmaktadır. Bu planlar ile her sektör ve alt sektörleri için kaynak tahsisi belirlenerek; yıllık yatırım programları tanımlanmakta ve plan dönemi için yatırım

programları yapılmakta, yatırımlar da bu politikalara göre yönlendirilmektedir. Yapılan kalkınma planları sırasıyla şu şekildedir.

- Birinci beş yıllık kalkınma planı (1963 – 1967)
- İkinci beş yıllık kalkınma planı (1968 – 1972)
- Üçüncü beş yıllık kalkınma planı (1973 – 1977)
- Dördüncü beş yıllık kalkınma planı (1978-1983)
- Beşinci beş yıllık kalkınma planı (1985- 1989)
- Altıncı beş yıllık kalkınma planı (1990 – 1994)
- Yedinci beş yıllık kalkınma planı (1996 – 2000)
- Sekizinci beş yıllık kalkınma planı (2001 – 2005)
- Dokuzuncu beş yıllık kalkınma planı (2007 – 2013)
- Onuncu beş yıllık kalkınma planı (2014 – 2018)
- On Birinci Kalkınma Planı (2019 - 2023)

Beş yıllık Kalkınma Planlarında alınan ulaşım kararları yapılan kaynak tarama sonucu Çizelge 4.1 de genel, Karayolu, Demiryolu ve Şehiriçi ulaşım Başlıkları altında gösterilmektedir. Çalışmanın detayı EK-1 de verilmektedir. Çizelgeye göre şehiriçi ulaşım kararı olarak ilk kez raylı sistemlerden 4.Beş Yıllık Kalkınma Planında bahsedildiği görülmektedir. Yine 7. Beş Yıllık Kalkınma Planında ilk kez raylı sstemlerin gerekliliğinden bahsedilmiş fakat bir kriter ya da standart oluşturulmamıştır. Kriter belirleme adına yapılan ilk çalışma 8. Beş Yıllık Kalkınma planında oluşturulmuş 9. Ve 10. Beş Yıllık Kalkınma Planlarında şekillenmiştir. Günümüzde Raylı sistem yatırımları yapılırken dikkate alınan koşullar 10. Kalkınma Planında yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Beş Yıllık Kalkınma Planları Ulaşım Kararları

| Beş Yıllık Kalkınma Planları | Genel Ulaşım Kararları | Karayolu Ulaşım Kararları | Demiryolu Ulaşım Kararları | Şehiriçi Ulaşım Kararları |
|------------------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|
| 1.BYKP                       | +                      | +                         | +                          | -                         |
| 2. BYKP                      | +                      | +                         | +                          | -                         |
| 3. BYKP                      | +                      | -                         | +                          | -                         |
| 4. BYKP                      | +                      | +                         | +                          | +                         |
| 5. BYKP                      | +                      | +                         | +                          | +                         |
| 6. BYKP                      | +                      | -                         | +                          | +                         |
| 7. BYKP                      | +                      | -                         | +                          | +                         |
| 8. BYKP                      | +                      | +                         | +                          | +                         |
| 9. BYKP                      | +                      | -                         | +                          | +                         |
| 10. BYKP                     | +                      | -                         | +                          | +                         |

Henüz Çalışmalarının devam ettiği On Birinci Kalkınma Planı kapsamında oluşturulan Özel İhtisas Komisyonu (ÖİK) ve Çalışma Grubu (ÇG) çalışmalarında; makroekonomik ve mali istikrarı korumak; yurtiçi tasarrufların arttırmak; rekabet gücü yüksek bir üretim yapısına ulaşmak; tarım ve gıda ürünleri üretimini arttırmak; enerji güvenliğini sağlamak; altyapıyı geliştirmek; çevreyi koruyarak, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını ve yönetimini sağlamak, nitelikli kentleşmek, afet risklerini azaltmak; bölgesel gelişmişlik farklarının azalarak kırsal kalkınmayı sağlamak; eğitim, sağlık, adalet gibi temel kamu hizmetlerinin etkinliğinin arttırmak; beşeri sermayeyi güçlendirmekve yaşam kalitesini arttırmayı hedeflemektedir.

Çizelge 4.2. Ulaştırma sistemlerinde planlanan yatırımlar ve gerçekleştirme payları [54]

|           | 1.BYKP |      | 2.BYKP |      | 3.BYKP |      | 4.BYKP |      | 5.BYKP |      | 6.BYKP |      | 7.BYKP |      |
|-----------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|
|           | P      | G    | P      | G    | P      | G    | P      | G    | P      | G    | P      | G    | P      | G    |
| Karayolu  | 71.2   | 71.2 | 72.7   | 72.7 | 52     | 74.6 | 60.7   | 74.6 | 49.2   | 43.3 | 78.9   | 82.7 | 68.6   | 68   |
| Demiryolu | 17.5   | 17.5 | 18.8   | 18.8 | 22.4   | 13.9 | 24.6   | 10.6 | 21.9   | 16   | 8.5    | 7.2  | 7.8    | 7.5  |
| Diğer     | 11.3   | 11.3 | 8.5    | 8.5  | 25.6   | 11.4 | 14.7   | 14.8 | 28.9   | 40.7 | 12.6   | 10.1 | 23.6   | 24.5 |

\*P: Planlanan G:Gerçekleşen

Çizelge 4.3. Yıllara Göre Yük Ve Yolcu Taşımacılığında Durum [42]

| YILLAR | YOLCU SAYISI (1000 KİŞİ) | YÜK MİKTARI (1000 TON) | YILLAR | YOLCU SAYISI (1000 KİŞİ) | YÜK MİKTARI (1000 TON) |
|--------|--------------------------|------------------------|--------|--------------------------|------------------------|
| 1965   | 83 741                   | 14 910                 | 1990   | 139 089                  | 13 832                 |
| 1970   | 104 040                  | 14 867                 | 1995   | 104 635                  | 15 674                 |
| 1975   | 109 711                  | 14 504                 | 2000   | 85 343                   | 18 980                 |
| 1980   | 113 938                  | 11 804                 | 2005   | 74 539                   | 19 195                 |
| 1985   | 136 355                  | 13 581                 | 2010   | 77 414                   | 19 745                 |

#### Ulusal Ulaştırma Master Planları

Ulusal Kalkınma Planlarının politika ve stratejilerinin uygulanmasını sağlamak amacıyla ulaştırma ana planları hazırlanmıştır. Türkiye'de iki çalışma hazırlandı. Bunlardan birincisi Ulaştırma Ana Planı (1983 - 1993), ikincisi ise Ulaştırma Ana Planı Stratejisi (2005-2015)'dir.

### Ulusal Ulaştırma Ana Planı (1983 - 1993)

Mekansal ve ulaşım planları arasındaki koordinasyon ve entegrasyon güçlü bir şekilde vurgulanmıştır. Sorumlu kurumların birlikte çalışması gerektiği vurgulanmış ve planlarda şehirlerde toplu taşıma sistemlerinin (özellikle hafif raylı sistem ve BRT sistemleri) geliştirilmesi gerektiği belirtilmiştir.

Ulaşım Master Planı (1983 - 1993) Ulusal düzeyde ilk ulaşım planı olmasına rağmen, uygulanmadı. Kentsel ulaşım açısından politik tercihler geçersiz kılmakta ve kentlerde geçici çözümler uygulanmaktadır. Bu nedenle, mekansal ve ulaşım planları arasındaki ilişki kurulmamıştır [29].

### Ulusal Ulaştırma Ana Planı Stratejisi (2005 – 2015)

Bu belgede kentsel ulaşım konuları eleştirel bir bakış açısıyla tartışıldı. Ulaşım planlamasının göz ardı edildiği, ulaşım ve mekansal planların entegre olmadığı vurgulanmıştır. Ayrıca ana plan, geçerliliklerini kaybetmesi nedeniyle ulaşım planlarının periyodik olarak güncellenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Ulaştırma Ana Planı Stratejisi'nde (2005 - 2015) başka politikalar ve stratejiler belirlendi. Mekansal planlarla entegrasyon içinde yürütülen ulaşım planları, 200.000'i aşan şehirler için bir zorunluluk haline getirilmiş, ulaşım yatırımlarının şehirlerdeki mekansal planlarla bütünleşen ulaşım planlarına uygun olarak yapılması gerektiği de belirtilmiştir [29].

## **4.2. Kent içi Raylı Sistem Uygulama Örnekleri**

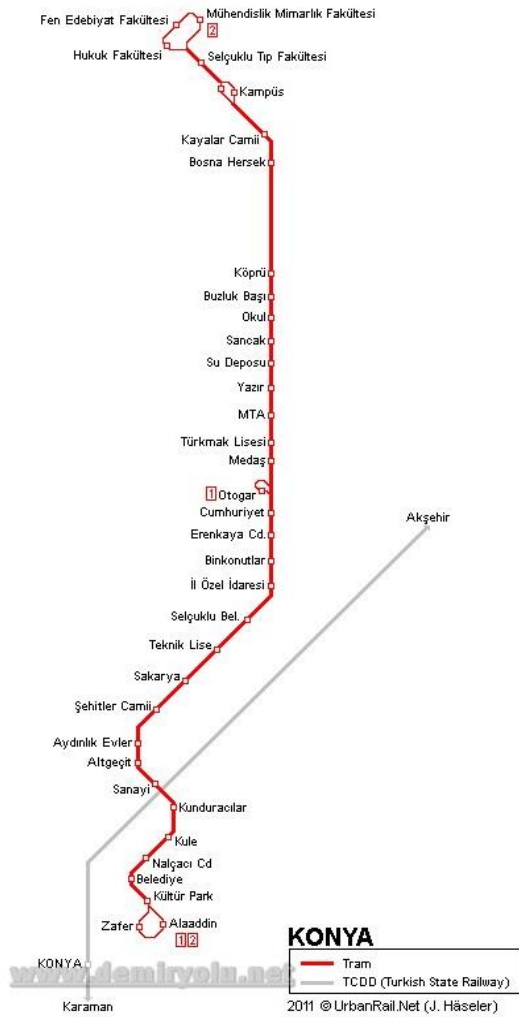
### **4.2.1. Konya örneği**

Konya 2017 TÜİK' verilerine göre 2.180.149 nüfusa sahiptir. 1992 de Alaaddin - Cumhuriyet arasındaki 10,5 km'lik kısımda tramvay işletilmeye başlatılmıştır. Daha sonra sistemin Cumhuriyet - Kampüs arasındaki 8 km'lik kısımda inşaat ve montaj işleri bitirildikten sonra 1996 da kalan güzergah işletmeye açılmıştır. 2007 yılında da 3,3 km lik ilave hatla beraber toplam 21,8 km lik mevcut tramvay hattı bulunmaktadır. Bu hat şehrin merkezinde bulunan Alaaddin ile kuzeyindeki Selçuk Üniversitesi arasındadır. 2013 yılında

ise merkez Alaaddin ile şehrin doğusunda bulunan adliye arasına 5,5 km lik yeni bir tramvay hattı yapılmasına karar verilmiştir. Kullanılan tramvayların uzunluğu 30 m, genişliği 2,5 m ü; 83 ü oturarak olmak üzere toplam 331 yolcu kapasitesindedir. Halen 51 adet araçla Alaaddin-kampüs arasındaki 18,5 km’lik hatta hizmet veren ve toplam 35 duraktan oluşan Konya Raylı Sistem İşletmesi bir yönde 12 000 yolcu taşıma kapasitesine sahiptir. [106].

Çizelge 4.4. Konya ili otobüs ve raylı sistem işletme maliyetleri karşılaştırması [59]

|                            | OTOBÜS İŞLETMESİ | RAYLI SİSTEM |
|----------------------------|------------------|--------------|
| TAŞINAN YOLCU              | 44 milyon        | 28 Milyon    |
| GÜNLÜK YOLCU SAYISI        | 122,078          | 76,494       |
| KM BAŞINA İŞLETME MALİYETİ | 4.43             | 3.96         |
| KM BAŞINA ENERJİ MALİYETİ  | 1.63             | 0.97         |
| KM BAŞINA YOLCU SAYISI     | 2                | 6.27         |



Harita 4.1. Konya Tramvay Hattı [104]

#### 4.2.2. Eskişehir örneği

Türkiye – Eskişehir (Estram) Tramvay Ağı, iki hattan oluşan ve şehrin iki üniversitesini birbirine bağlayan toplam 26 duraktan oluşan Eskişehir’deki ulaşım ağı toplam hat uzunluğu 15 km’dir [108].

Eskişehir 2017 TÜİK' verilerine göre 860.620 nüfusa sahiptir.

1995 Eskişehir ulaşımı master planında etut yılında mevcut bulunan nazım plan verileri, nüfus ve istihdam verileri, öğrenci sayıları, ulaşım altyapısı ve toplu taşıma verileri toplanmış, nüfus, istihdam ve öğrenci sayısı verilerinin beşer yıllık dönemler halinde hedef yıla kadar projeksiyonları yapılmıştır. Kentin değişik bölgeleri arasındaki seyahat yoğunluklarını ve kent içi ulaşım özelliklerini belirlemek üzere kavşakta araç sayımları ve ile konutta ulaşım anketleri yapılmıştır [63].

2001 Eskişehir kentsel ulaşım ve toplu taşıma projesine 2000 yılında başlanmış ve model çalışmalarında kullanılmak üzere gerekli bilgiler toplanmıştır. Kent, mahalle sınırları itibarıyla 66 trafik analiz bölgesine ayrılmış, bölgeler bazında nüfus, istihdam, öğrenci sayıları, araçlı hareketlilik, gelir dağılımı ve otomobil sahipliği verileri derlenmiştir. Karayolu ağı ve toplu taşıma işletme verileri toplanıp değerlendirilmiş, 2000 yılında sınırlı sayıda ve kapsamda konut anketleri yapılmıştır. Hafif raylı sistemin gelecekteki yolculuk yükünü tahmin etmek amacıyla, geleneksel 4 aşamalı bilgisayara ulaşım modeli kullanılmıştır. Model, toplanan verilerle 2000 yılına göre kalibre edilmiştir. Gelecek yıllar için tahminlerin yapılması amacıyla toplanan verilerle elde edilen model parametrelerinin hedef yıllar için projeksiyonları ve arazi kullanım yapısına ilişkin öngörüler yapılmıştır. Daha sonra modelde, dört seçeneikli hafif raylı sistem şebekesi üzerinde oluşacak en büyük kesit ve günlük toplam yolculuk sayıları 2004, 2010, 2020 ve 2030 yılları için tahmin edilmiştir. Çalışmanın sonraki aşamalarında ise, seçilen raylı sistem alternatifinin yapım maliyetleri ortaya konmuş, gelir gider analizleri ile ekonomik ve mali değerlendirmesi yapılmıştır. Mevcut arazi kullanımı, kent makro formu ve kentsel yapı üzerine bilgiler toplanmış, ekonomik yapı sektörler bazında incelenmiştir. Nüfus verileri genel nüfus sayım sonuçlarından elde edilmiş sahipliği ve gelir dağılımına ilişkin veriler toplanıp değerlendirilmiştir [63].

UITP (Uluslararası Toplu Taşıma Birliği) tarafından verilen 2004 Yılı Dünya Raylı Sistem Ödülü'nü, ESTRAM (Eskişehir Tramvay Projesi) kazanmıştır [108].

Estram yolculuk bilgileri;

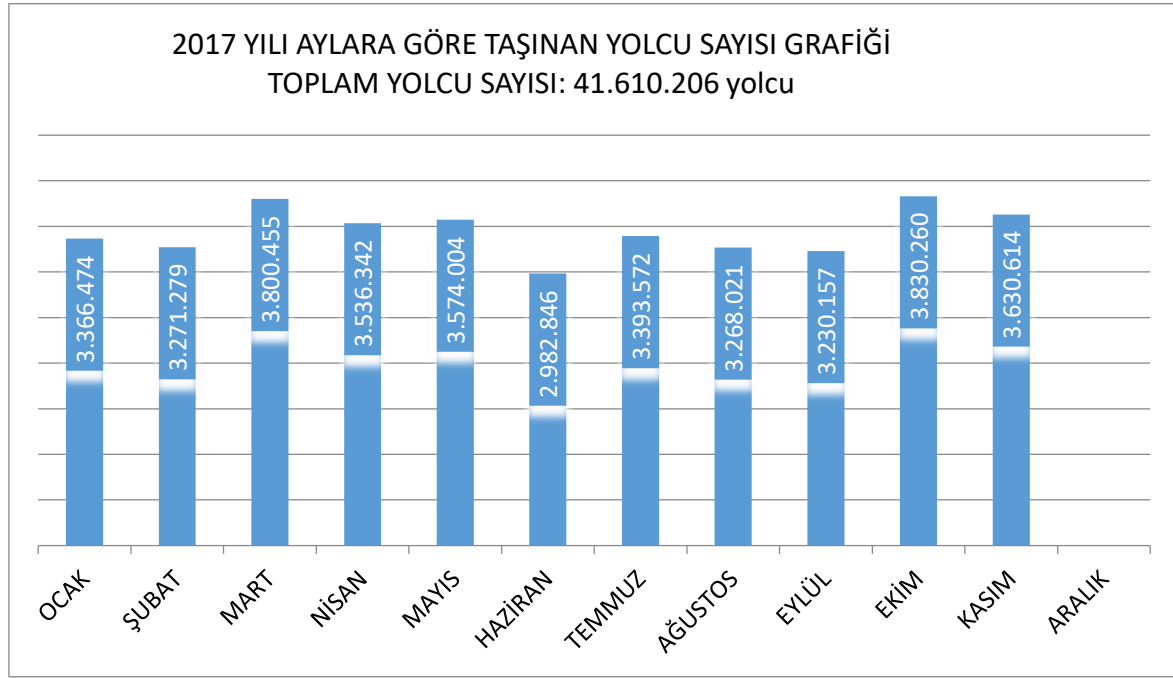
- Ortalama taşınan yolcu sayısı (Hafta içi ve cumartesi): 97.820 yolcu/gün,
- Ortalama taşınan yolcu sayısı (Pazar): 73.885 yolcu/gün,
- Toplam tren km: 9.057.853 km (Dünyanın çevresinde yaklaşık 226 tur),
- Günlük ortalama km.: 4538 km,
- Toplam sefer sayısı: 1.080.716 sefer,
- Günlük ortalama sefer sayısı: 541 sefer (2011) [108].

Estram Teknik Bilgileri;

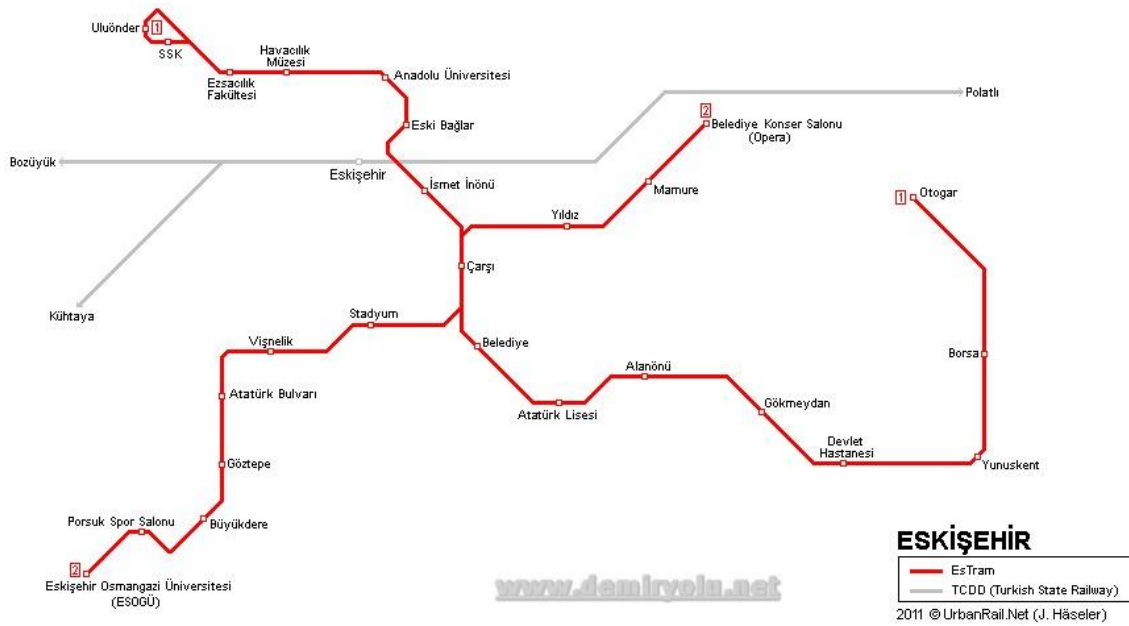
- Araç enerji temini: Havai hat DC 750 V,
- Havai hat yüksekliği: 5,90 m,
- Havai hat güvenlik yüksekliği: 4,40 m,
- Tramvaydan tramvaya aktarma noktası: Çarşı Durağı,
- Hat Uzunluğu: 15.727 m dir

Çizelge 4.5. Eskişehir raylı sistem verileri (2013) [47]

|                         | 16 Km'lik Raylı sistem hattı hizmet vermektedir |
|-------------------------|-------------------------------------------------|
|                         | Estram                                          |
| İşletmeye Açılış Tarihi | 2004                                            |
| Raylı Sistem Türü       | Tramvay                                         |
| Hat Uzunluğu            | 16 Km                                           |
| İstasyon Sayısı         | 26 Adet                                         |
| Araç Sayısı             | 23 Adet                                         |
| Araç Kapasitesi         | 272 Kişi                                        |
| Minimum Dizi Aralığı    | 3 dk (180 sn)                                   |
| Ticari Hız              | 25 km/saat                                      |
| Maksimum Hız            | 80 km/saat                                      |



Şekil 4.1. Eskişehir 2017 yılı aylara göre taşınan yolcu sayısı grafiği [107]



Harita 4.2. Eskişehir Raylı sistem hattı [109]

#### 4.2.3. Bursa örneği

Bursa, 3 milyona yaklaşmış nüfusu, gelişmiş sanayisi ve tarihsel mirasın getirdiği kültürel kimliğiyle Türkiye'nin en önemli kentlerinden biridir. Bursa'daki Kentiçi ulaşım sistemi,

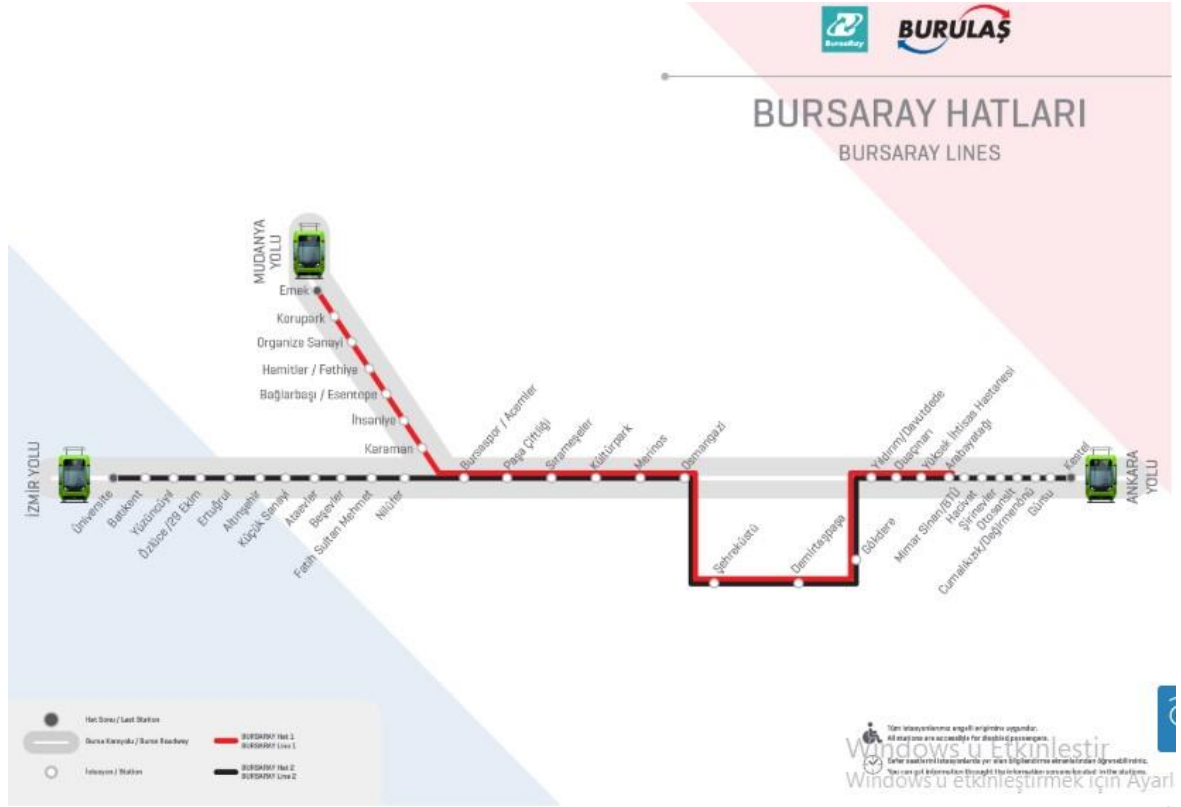
başta Hafif Raylı Sistemi(HRS) olmak üzere, Bütünleşik Bilet Sistemine dahil olan otobüsler ile Minibüsler, Taksiler, Taksi-Dolmuşlar ve Servis araçlarından oluşmaktadır [50].

Bursa Büyükşehir Belediyesi mevcut ve halka açılan kayıtlarına göre ilk olarak 1904 yılında Bursa’da atlı tramvay yerine elektrikli tramvay kurup işletmek için özel teşebbüs başvurusu yapılmış olsa da, bir sonuç çıkmaması üzerine elektrikli tramvay kurma ve işletme hakkı Payitaht tarafından daha sonra belediyeye devredilmiştir. I. Dünya Harbinden sonra 1924 yılında Bursa Cer, Tenvir ve Kuvve-i Muharrike-i Elektrikeye Türk Anonim Şirketi adında bir şirket kurulmuş ve aynı yıl ilk santral binası, tramvay depoları ve tamir atölyeleri kurulmuştur. Ancak üretilen elektriğin öncelikle sanayiye kullanılması nedeniyle tramvayla ilgili istenilen sonuç bir türlü alınamamıştır. Daha sonra uzun yıllar tramvay üzerine kayda değer bir çalışma olmamıştır [57].

Bursa Ulaşım Ana Planı çalışmaları kapsamında bu hatların güzergahları ve bölgesel ulaşımın yeniden yapılanması için alternatif (Tramvay, Metrobus) ulaşım çalışmaları devam etmektedir. İnsan öncelikli, sağlıklı ve sürdürülebilir ulaşım modelleri uygulanması amacıyla, bireysel araç kullanımının azaltılması, toplu taşımının geliştirilmesi ile yaya ve bisiklet kullanımının artırılması konusunda planlama çalışmaları yapılmaktadır. Bursa Tarihi Kent Merkezi çevresinde özel araç trafiği ve mevcut otobüs hatlarının yoğunluğunun azaltılarak, gürültü ve hava kirliliğinin de önlenmesi amacıyla tramvay hatları yapılması planlanmaktadır [50].

1998 yılında BursaRay inşaat çalışmalarına başlanarak 2002 yılında Küçük Sanayi - Şehreküstü ve Organize Sanayi - Acemler hatlarını kapsayan BursaRay 1. Etap A Bölümü tamamlandı ve işletmeye alındı. 2008 yılında, Şehreküstü - Arabayatağı hattını kapsayan BursaRay 1.Etap B Bölümünde yolculu tren işletimine ve 2010 yılında, Küçük Sanayi- Üniversite ve Organize Sanayi - Emek hatlarını kapsayan BursaRay 2. Etap Bölümünde yolculu tren işletimine başlandı. 2014 yılında, Arabayatağı - Kestel hattını kapsayan BursaRay 3.Etap Bölümünde yolculu tren işletimi ve 2016 yılında Kestel Etabı sinyalizasyon sistemi devreye alınarak, Üniversite - Kestel arasında aktarmasız hizmet vermeye başlamıştır. 2011’de Zafer Plaza - Gökdere Meydanı hattını kapsayan BurTram T3 Hattı A Bölümünde yolculu tramvay işletimine başlandı. Daha sonra ise Gökdere Meydanı - Çınarönü hattını kapsayan BurTram T3 Hattı B Bölümü işletime açıldı. 2012 tarihinde inşaat çalışmaları başlatılan T1 Tramvay Hattı ise 2013 tarihinde işletime açılmıştır [42, 57].

Ülkemizde diğer illerdeki raylı sistem hatları tek doğrultuda oluşmasına rağmen Bursa Hafif Raylı Sistemi Y şeklinde bir hat oluşturmaktadır. Bursa Hafif Raylı Sisteminin genel özellikleri Tablo 4.6.da verilmektedir. Bursa Hafif Raylı Sistemine ait genel özellikler Burulaş'a ait web sitesinden alınmıştır [92].



Harita 4.3. Bursa Hafif Raylı Sisteminin hat şeması [110]

Çizelge 4.6. Bursa Hafif Raylı Sisteminin genel özellikleri [92]

|                           | BURSARAY 1. AŞAMA   | BURSARAY 2. AŞAMA ÜNİVERSİTE HATTI | BURSARAY 2. AŞAMA MUDANYA HATTI |
|---------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| Toplam Uzunluk            | 22,043 km           | 6,622 km                           | 2,233 km                        |
| İstasyon Sayısı           | 23 (5 adet yeraltı) | 6 (1 adet yeraltı)                 | 2 (1 adet yeraltı)              |
| Toplam Araç Sayısı        | 48                  | 30                                 |                                 |
| İstasyonlar Arası Mesafe  | 600- 800 m          |                                    |                                 |
| Ort. Yolculuk Süresi      | 42 dk               |                                    |                                 |
| Dizideki Araç Sayısı      | 3'lü dizi           |                                    |                                 |
| Maksimum Hız              | 70 km/saat          |                                    |                                 |
| Ort. Ticari Hız           | 34 km/saat          |                                    |                                 |
| Sefer Aralığı             | 6dk/3 dk            |                                    |                                 |
| Toplam Yolcu Sayısı       | 349                 |                                    |                                 |
| Oturan Yolcu Sayısı       | 60                  |                                    |                                 |
| Ayakta Yolcu Sayısı       | 287                 |                                    |                                 |
| Dezavantajlı Yolcu Sayısı | 2                   |                                    |                                 |
| Günlük Çalışma Süresi     | 06:00 – 00:00       |                                    |                                 |

Özellikle nüfusu belirli bir sayının üzerinde olan şehirlerde kentsel toplu taşımada karşılaşılan ulaşım problemlerini çözmek için raylı sistemler alternatif oluşturmaktadır. Çizelge 4.7. ve 4.8'te şehirlerimizde metro, tramvay ve banliyö gibi raylı sistemlerinin kullanım oranları ve genel sistem özellikleri verilmektedir.

Çizelge 4.7. Metro, tramvay ve banliyö gibi raylı sistemlerinin kullanım oranları [42]

|   | KENT             | Nüfus             | Günlük Raylı Sistem Yolcusu | Oran |
|---|------------------|-------------------|-----------------------------|------|
| 1 | <u>Eskişehir</u> | <u>840.000</u>    | <u>114.000</u>              | 14 % |
| 2 | <u>İzmir</u>     | <u>4.220.000</u>  | <u>528.000</u>              | 13 % |
| 3 | <u>İstanbul</u>  | <u>14.800.000</u> | <u>1.680.000</u>            | 11 % |
| 4 | <u>Bursa</u>     | <u>2.900.000</u>  | <u>219.000</u>              | 8 %  |
| 5 | <u>Kayseri</u>   | <u>1.360.000</u>  | <u>99.000</u>               | 7 %  |
| 6 | <u>Ankara</u>    | <u>5.350.000</u>  | <u>350.000</u>              | 7 %  |
| 7 | <u>Samsun</u>    | <u>1.300.000</u>  | <u>49.000</u>               | 4 %  |
| 8 | <u>Konya</u>     | <u>2.160.000</u>  | <u>71.000</u>               | 3 %  |

Çizelge 4.7. (devam) Metro, tramvay ve banliyö gibi raylı sistemlerinin kullanım oranları [42]

|    |           |           |        |     |
|----|-----------|-----------|--------|-----|
| 9  | Gaziantep | 1.970.000 | 35.000 | 2 % |
| 10 | Antalya   | 2.330.000 | 37.000 | 2 % |
| 11 | Adana     | 2.200.000 | 25.000 | 1 % |

Çizelge 4.8. Raylı Sistemlerin Genel Özellikleri [92]

| SİSTEMİN ADI                         | ANKARA            | BURSA             | ADANA            | KAYSERİ          | SAMSUN           | KONYA            | ESKİŞEHİR         |
|--------------------------------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------------------|
| TOPLAM UZUNLUK                       | 8,7 km            | 30,5 km           | 14,2 km          | 17,4 km          | 15,7 km          | 18,5 km          | 16 km             |
| İSTASYON SAYISI                      | 11                | 31                | 13               | 28               | 21               | 35               | 26                |
| İSTASYONLAR ARASI MESAFE             | 538 – 994 m       | 600-800 m         | 800 – 1000 m     | 400 – 800 m      | 600 – 800 m      | 400-1000 m       |                   |
| ORT. YOLCULUK SÜRESİ                 | 13 dk             | 42 dk             | 21 dk            | 42 dk            | 31 dk            | 45 dk            | 17 dk             |
| TOPLAM ARAÇ SAYISI                   | 33                | 78                | 36               | 22               | 16               | 51               | 23                |
| DİZİDEKİ ARAÇ SAYISI                 | 3'lü dizi         | 3'lü dizi         | 3'lü dizi        | 1'lü dizi        | 1'lü dizi        |                  |                   |
| MAKSİMUM HIZ                         | 80 km/saat        | 70 km/saat        | 80 km/saat       | 75 km/saat       | 70 km/saat       | 80 km/saat       | 70 km/saat        |
| ORT. TİCARİ HIZ                      | 38 km/saat        | 34 km/saat        | 41 km/saat       | 25 km/saat       | 30 km/saat       | 23 km/saat       | 25 km/saat        |
| SEFER ARALIĞI                        | 2/3 dk            | 6dk/3 dk          | 4 dk             | 5 dk             | 4 dk             | 2/3 dk           | 3 dk              |
| TOPLAM YOLCU SAYISI                  | 308               | 349               | 311              | 341              | 350              | 331              | 272               |
| OTURAN YOLCU SAYISI                  | 60                | 60                | 60               | 68               | 64               | 83               |                   |
| AYAKTA YOLCU SAYISI                  | 246               | 287               | 249              | 271              | 286              | 248              |                   |
| DEZAVANTAJLI YOLCU SAYISI            | 2                 | 2                 | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                 |
| ORTALAMA GÜNLÜK TAŞINAN YOLCU SAYISI | 350.000 yolcu/gün | 219.000 yolcu/gün | 25.000 yolcu/gün | 99.000 yolcu/gün | 49.000 yolcu/gün | 71.000 yolcu/gün | 114.000 yolcu/gün |
| GÜNLÜK ÇALIŞMA SÜRESİ                | 06:00 – 23:50     | 06:00 – 00:00     | 06:15 – 21:00    | 06:00 – 23:30    | 06:15 – 23:15    | 06:00 – 23:45    | 06:00-00:00       |

## 5. AB POLİKALARI (ORTAK ULAŞIM POLİTİKASI VE UYGULAMA ÖRNEKLERİ)

### 5.1. AB Kent içi Raylı Sistem Mevzuatı

19.yy’da dünyanın büyük kısmının enerji kaynağı kömürdü. 20.yy’da da sanayileşme süreci ve sonrasında oldukça önemli olan kömür ve linyit enerji elde etmekte kullanılmış ilerleyen süreçte 1960’lara gelindiğinde bu iki kaynağın yerini petrol ve doğal gaz almıştır. 1974 ve 1979’da yaşanan petrol krizleri ülkelerin enerji ile ilgili kaygılanmalarına ve yeni enerji kaynaklarına yönelmelerine sebep olmuştur.

1970’lerdeki bu petrol krizleri sonrası artan ulaşım giderleri, 1980 sonrasında çevresel ve sosyal önceliklerle tanımlanan sürdürülebilirlik ilkesi ve AB’nin ekonomiden siyasete, kent yönetiminden ulaşım her alanda Avrupa’nın tamamında tek bir otoriteye dönüşmesini etkilemektedir. Ulaşım sistemlerinde fosil yakıtların kullanımını azaltmak ve elektrik başta olmak üzere yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmak adına bu süreçte kentiçi ulaşımın toplu taşımaya yönlendirilmesi amaçlanmakta ve alternatif olarak da raylı sstemlerin kullanılması desteklenmektedir.

Kentlerde ulaşımın sürdürülebilirliğinin ve verimliliğinin artarak önem kazandığı dünya ülkeleri belirli politikalar geliştirerek ulaşım konusunda hedefler belirlemişlerdir. Bu hedefler çerçevesinde temel ulaşım politikaları, toplu taşım araç sayısının arttırılması, ulaşım sistem entegrasyonu ve kamu hizmet şartlarının yerine getirilmesi, toplu taşım sistemlerinin erişilebilirliği, verimliliği, kalitesi ve kullanıcı dostu olma özelliklerinin iyileştirilmesi, hem kamu hem de özel yatırımcıların toplu taşım hizmeti verebilmesi için mali açıdan desteklenmesi, personelin niteliğinde asgari şartların sağlanması, güvenlik ve güvenilirlik seviyesinin arttırılması ve yerel önceliklerle ulusal yasal sistemlerin esnekliğinin korunmasını amaçlamaktadır.

AB ‘nin belirlediği ortak ulaşım politikaları geçmişten günümüze birçok ülke de ulaşım odaklı yapılan çalışma ve yatırımlara zemin ve kaynak oluşturmaktadır. Toplu taşım yolculuklarının arttırılmasına da yoğunlaşan bu politikalar, ulaşım yatırımlarında raylı sistem alternatifini güçlü bir şekilde ortaya çıkarmaktadır. Enerji tüketimi, çevresel etki ve güvenlik gibi parametreler dikkate alındığında diğer ulaşım türlerine kıyasla rekabet imkanı

sunan bu sistemler, Komisyon'un hedef ve politikaları doğrultusunda her geçen gün daha da geliştirilmektedir. Bu kapsamda AB'nin ulaşım politikalarını tarih boyunca şu şekilde sıralayabiliriz;

9 Mayıs 1950'de Fransız Dışişleri Bakanı Robert Schuman, Ruhr bölgesindeki zengin kömür ve demir madenlerinin Almanya ile birlikte ve bir 'uluslar üstü' örgüt aracılığıyla işletileceğini, aynı ideale sahip diğer demokratik Avrupa ülkelerinin de bu örgüte katılabilecekleri açıklamıştır. Planın amacı, savaş sanayinin ana maddeleri olan demir ve çeliğin üretim ve kullanım yetkisinin uluslar üstü bir organa verilmesi ve gelecekteki muhtemel Fransa ve Almanya çatışmasının önleyecek yeni bir ekonomik ve politik çevre oluşturmaktır. [63].

1951 yılında Paris Anlaşması ile Federal Almanya, İtalya, Fransa, Belçika, Hollanda ve Lüksemburg tarafından "Avrupa Kömür ve Çelik Topluluğu" olarak temeli atılan Avrupa Birliğinin, 1957 Roma Anlaşmasında "Avrupa Ekonomik Topluluğu"nu kurma kararının verilmesiyle bütünleşme sürecini devam ettirmektedir. Avrupa Topluluğu Komisyonu, Roma Anlaşması ile "dış ticaret", "tarım" ve "ulaştırma" alanlarında ortak politika oluşturarak; hem bütünleşmeyi sağlamak, hem de ekonomik gelişmeyi hızlandırarak ulaştırmanın gündeme girmesine ve gündemde kalmasına neden olmaktadır.

1961 yılında hazırlanan memorandumda Avrupa Topluluğu Komisyonu ulaştırmayla ilgili amaçlar ve ilkelerini şu şekilde sıralamaktadır:

- Serbest rekabet ortamı yaratmak,
- Kullanıcılara tür seçimi konusunda serbestlik sağlamak,
- İlgili kuruluşların mali / ticari açıdan bağımsız / özerk hale getirmek,
- Altyapı organizasyonunu sağlamak,
- Fiyat sistemini geliştirmek,
- Karayolu taşımacılığı önündeki engelleri kaldırmak,
- Vergilendirme, paralı geçiş, devlet müdahalesi konularında farklı muameleleri ortadan kaldırmak.
- Tüm ulaştırma sistemlerinin entegrasyon içinde kullanılması, yük taşımasında demiryolu, iç su yolu, kısa deniz taşımacılığı ve kombine taşımaya, ayrıca yolcu taşımasında toplu taşımaya öncelik vermek,

- Kullanıcılara, çalışanlara ve tüm topluma sosyal ve çevre açısından kabul edilebilir, güvenli bir ulaştırma ortamının sağlanması, ulaştırma güvenliğinin iyileştirilmesi ve bu amaca yönelik hedefler koymak,
- Yolcu taşımacılığında toplu taşımayı yaygınlaştırmak [38].

90'lı yılların başında Avrupa Topluluğu, ülkelerin demiryolu mevzuatlarını birleştirerek, tek bir demiryolu ağı oluşturulması amacıyla bir dizi reform hareketi başlattı. Bu hareketin devamında, asıl büyük reformlar, birincisi 2001 yılında olmak üzere, 14 yılda dört kanun paketi çıkarılarak yapıldı [65].

Birinci pakette(2001):

- Demiryolu hizmetini hiçbir ayırım olmaksızın yük taşımacılığına ve yolcu taşımacılığına açmak;
- Demiryolu altyapısının yönetimi, bakımı ve işletiminden sorumlu idare ile yük taşımacılığı ve yolcu taşımacılığını sağlayan Demiryolu şirketi arasında yasal bir ayrıma gitmek amaçlanmaktadır.

İkinci pakette(2004):

- Avrupa demiryolu taşımacılığı sektörünü rekabete açmak;
- Avrupa Demiryolu Ajansını oluşturmak amaçlanmaktadır.

Üçüncü pakette (2007):

- Uluslararası demiryolu hizmetini rekabete açmak;
- Avrupa demiryolu ağının teknik ve yasal entegrasyonunu hızlandırmak amaçlanmaktadır.

Dördüncü pakette(2014) :

- Yerli yolcu taşımacılığı hizmetini rekabete açmak;
- Altyapı idaresi ile Demiryolu Şirketinin ayrımını derinleştirmek amaçlanmaktadır [53].

Avrupa Komisyonu kentsel taşıma konuları ile 1990'lı yılların başında ilgilenmeye başlamıştır. 1992 yılında yayımlanan ilk Beyaz Kitap'tan bu yana ana hedef üye ülkeler arasındaki farklılıkların azaltılması ile “Ortak Ulaştırma Politikası'nın” oluşturulması olarak kararlaştırılmıştır [51].

Avrupa Birliği'nin Ortak Ulaştırma Politikası, genel hatlarıyla ulaşım sektöründeki AB standartlarını yansıtmakta ve yaygınlaştırmaktadır. Bu standartlar AB vatandaşlarının kamu hizmetleri alanındaki sosyal hak ve özgürlüklerini korumayı amaçladığı kadar, AB içerisindeki ekonomik rekabetin oluşturulması, dengeli ve sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için de son derece önem teşkil etmektedir. 1985, 1992, 1996 ve 2001 yıllarında Avrupa Komisyonu'na hazırlanan “Beyaz Kitap”larda ortak ulaşım politikasına dair genel esaslar detaylı olarak ele alınmaktadır.

Beyaz Kitaplar ile ilk kez kullanıcı gereksinimlerini, stratejilerinin temeline koyulmakta ve bu anlayışla politikalar geliştirilmektedir. Bu politikaların birincisi; demiryollarını, denizyollarını ve iç suyollarını canlandırarak ve bunlar arasında bağlantılar kurarak, havayolunun da kontrollü büyümesini sağlayarak 2010'a kadar ulaşım türleri arasındaki dengeyi oluşturmaktır. Yüksek kaliteli ve güvenli bir hizmet, sürdürülebilir bir kalkınma, çevre üzerindeki daha az baskı ve uzun dönemde ekonominin büyümesiyle, ulaşımın büyümesi arasındaki sıkı ilişki kurmayı planlamaktadırlar [38].

Avrupa Birliği'nin Aralık 1992'de yayınlanan Beyaz Kitabın amaçları genel hatlarıyla aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

- Ulaşım türleri arasındaki dengenin değiştirilmesi.
- Yasalardaki tikanıkların giderilmesi.
- Kullanıcıların ulaşım politikasının merkezine yerleştirilmesi.
- Ulaşımın giderek küresel bir nitelik kazanması [63].

Son yıllarda, AB'nin düzenleyici yönetim sistemi reformu da ivme kazanmaya başlamıştır. AB üye devletlerinde kuralların uygulanma biçimini geliştirmek için, komisyonun yanı sıra, AB düzeyinde sözde bağımsız düzenleyici kurumların kullanımını ortaya koymaktadır. Avrupa Yönetişimine İlişkin 2001 tarihli Beyaz Kitapta, bu tür ajansların oluşturulmasının, Birlik genelinde kuralların uygulanma ve uygulanma biçimini geliştireceğini belirtmektedir

[2]. Beyaz kitap sürdürülebilir kalkınmaya engel sorunları aşmak adına yapılması önemli stratejilerin ve konuların (tablo 5.1) ilk aşamasını oluşturmaktadır. Bu süreçte 2001 tarihli Beyaz Kitapta yer alan önlemlerle çözümü amaçlanan başlıca sorunlar:

- Yolcu hakları,
- Karayolu güvenliği: 2000 yılında 41000 Avrupalı, karayolları kazalarında yaşamını yitirmiştir. Komisyon 2010'a kadar bu sayıyı yarıya indirmeyi amaçlanmış olup, hedefe nispeten ulaşılmıştır.
- Güvenliğe öncelik verilmesi,
- Tıkanmanın önlenmesi: Demiryolu, denizyolu ve iç suyunun entegrasyonu için intermodal taşımacılığa yönelik "Marco Polo" Programı geliştirilmiş ve yıllık 30 milyon Euro bütçe ayrılmıştır.
- Sürdürülebilir hareketlilik: Çevrenin korunması için her ulaştırma türünün dışsal maliyetleri içeren adil kullanım yüküne katlanması ve böylece az kirlüten ulaştırma türlerinin cesaretlendirilmesi amaçlanmaktadır.
- Karayolu yakıtının vergilendirilmesinin uyumlaştırılması [38].

Çizelge 5.1. 2001 yılı Beyaz Kitap'ın önemli konu başlıkları [78]

| Bölüm 1. Taşıma Modları Arasında Dengeli Dağılım                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Rekabetin Düzenlenmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Karayolu ulaştırma sektöründe kalitenin geliştirilmesi</li> <li>• Demiryolu taşımacılığının canlandırılması</li> <li>• Havayolu taşımacılığında büyümenin kontrolü</li> </ul>                                                                          | b) Taşıma Modlarının Birbirine Bağlanması <ul style="list-style-type: none"> <li>• Denizyolu, iç su yolu ve demiryollarının entegrasyonu</li> <li>• Modlararası taşıma hizmetlerinin iyileştirilmesi: Yeni Marco Polo Programı</li> <li>• Teknik düzenlemelerin yapımı</li> </ul> |
| Bölüm 2. Taşımacılıkta Darboğazların Giderilmesi                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| a) Ana Hatlardaki Engelleri Kaldırmak <ul style="list-style-type: none"> <li>• Multimodal koridorlarda yük taşımacılığına öncelik verilmesi</li> <li>• Yüksek hızlı yolcu taşıma ağları geliştirilmesi</li> <li>• Trafik koşullarının iyileştirilmesi</li> <li>• Temel altyapı projelerinin gerçekleştirilmesi</li> </ul> | b) Taşımacılık Projelerinin Finansmanı <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamu bütçelerinin sınırlandırılması</li> <li>• Özel sektör yatırımcılara güven verilmesi</li> <li>• Fon havuzunun oluşturulması</li> </ul>                                                        |

Çizelge 5.1. (devam) 2001 yılı Beyaz Kitap'ın önemli konu başlıkları [78]

| Bölüm 3. Kullanıcıların Ulaştırma Politikasının Merkezine Getirilmesi                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| a) Güvensiz Yolların İyileştirilmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yıllık trafik kaza oran ve dağılımlarının artmasının önüne geçilmesi</li> <li>• Karayolu trafik cezalarının uyumlaştırılması için yeni teknolojilerin geliştirilmesi</li> </ul> | c) Taşımacılık Ve İnsan İlişkisi Üzerinde Durulması <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kullanıcı hakları, kullanıcı sınırlarının belirlenmesi</li> <li>• Kamu hizmetlerinde yüksek kalitenin oluşturulması</li> </ul> |

|                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| b) Kullanıcıya Yansıyan Maliyetlerin Düşürülmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>Yakıt vergilerinin uyumlaştırılması</li> </ul>                                                                                          | d) Şehir İçi Trafik Modernleştirilmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>Ulaştırma için enerjinin çeşitlendirilmesi</li> <li>İyi uygulamaların desteklenmesi</li> </ul>                                                                                                                                                                                       |
| Bölüm 4. Küreselleşen Ulaşımın Yönetilmesi                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| a) Birliğin Genişlemesi <ul style="list-style-type: none"> <li>Altyapının geliştirilmesi</li> <li>İyi geliştirilmiş bir demiryolu ağından fayda sağlama</li> <li>Deniz taşımacılığında emniyet düzeyinin artırılması</li> </ul> | b) Genişleyen Avrupa'nın Yerinin Belirginleşmesi <ul style="list-style-type: none"> <li>Avrupa Birliği'nin taşımacılık alanında uluslararası kurum ve kuruluşlarda tek kimlik ile temsil edilmesi</li> <li>Havayolu taşımacılığına uluslararası rekabet edebilir bir boyut getirmek</li> <li>Galileo: uydu haberleşme ve seyir programının tamamlanması</li> </ul> |

2007 yılında Komisyon, “Kentsel Hareketlilikte Yeni Bir Kültüre Doğru” başlıklı bir Yeşil Kitap yayımlamıştır. Başta kentsel hareketlilik ve akıllı ulaşım olmak üzere, daha çevreci şehirler ve daha güvenli toplu taşıma politikaları bulunmaktadır.

2009 yılında ise kentsel hareketliliğin teşvik edilmesine dair bir eylem planı hazırlanmıştır. Söz konusu eylem planı 2012 yılına kadar yürürlüğe koyulması gereken ve aşağıda sıralanan 20 eylemi içermektedir:

- Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik Planlarının Hızlandırılması;
- Sürdürülebilir Kentsel Hareketlilik ve Bölgesel Politika;
- Sağlıklı Kentsel Çevreler İçin Ulaşım;
- Düşük Hareketliliği olan Kişilerin Toplu Ulaşım Erişiminin Güçlendirilmesi;
- Seyahat Bilgisinin Geliştirilmesi;
- Yeşil Alanlara Erişiminin Kolaylaştırılması;
- -Sürdürülebilir Hareketlilik Davranışlarının Teşvik Edilmesi İçin Kampanyaların Başlatılması;
- Enerji Verimliliğinin Artırılması;
- Düşük ve Sıfır Emisyonlu Araçlar İçin Araştırma ve İspat Projelerinin Geliştirilmesi;
- Temiz ve Enerji Verimli Araçlar İçin Bir İnternet Rehberinin Geliştirilmesi;
- Dış Ücretlerin İçselleştirilmesinin Kentsel Yönleri Üzerine Bir Çalışmanın Yapılması;
- Kentsel Ücretlendirme Düzenlemeleri Üzerine Bilgi Paylaşımının Gerçekleştirilmesi;
- Mevcut Finansal Kaynakların En Uygun Şekle Getirilmesi;
- Gelecek Finansman İhtiyaçların Analiz Edilmesi;

- Veri ve İstatistiklerin Güncelleştirilmesi;
- Bir Kentsel Hareketlilik Gözlemevinin Kurulması;
- Toplu Taşıma Alanında Uluslararası Diyalog ve Bilgi Paylaşımına Katkıda Bulunulması;
- Kentsel Yük Taşımacılığının Geliştirilmesi;
- Kentsel Hareketlilikte Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Geliştirilmesi [51].

2009 yılında hazırlanan İklim ve Enerji paketi kapsamında; AB 2020 yılı itibariyle ulaştırmada kullanılan yenilenebilir enerjilerin payını %10'a çıkarma ve 2020 yılı itibariyle yakıtların sera gazı yoğunluğunu %6 oranında azaltma gibi zorunlu bir hedef belirlenmiştir [56].

Ulaştırma, AB'nin ekonomik rekabetçiliği, ticari, ekonomik ve kültürel alış-verişi için çok önemli bir araçtır. AB'de ulaştırma modları arasında gittikçe artan bir dengesizlik oluşmaktadır. Yolcu ve yük taşımacılığının çoğu karayoluyla yapılmaktadır. AB'nin ulaştırma alanındaki bu problemlere çözüm olacak politikalarının yer aldığı 2010 tarihli Ulaştırma politikaları için Beyaz Kitap belgesinin ana temaları: ulaştırma türleri arasındaki dengenin sağlanması, kullanıcıların ulaştırma politikalarının merkezine yerleştirilmesi (kullanıcı merkezli ulaşım politikası), ulaşımın gelişmesi oranında ortaya çıkan sıkıntıların aşılması, ulaşımın küreselleşmesini yönetmektedir.

AB demiryolu ulaşım politikalarının ana esasları şunlardır:

- Demiryolu kuruluşlarının özerkliği,
- İşletme ile altyapının birbirinden ayrılması,
- Yeni işleticilere hatlara erişim hakkı sağlanması,
- Altyapı kullanım bedellerinin ayrımcı olmayan bir şekilde belirlenmesi,
- Demiryolu kuruluşlarının mali yapısının düzeltilmesi [12].

2011 tarihinde Brüksel'de yayınlanan Beyaz Kitap ise Avrupa Birliği'nin taşımacılıkta yeni bir kavşak noktasında olduğunu göstermektedir. "Tek Avrupa Taşımacılık Alanı için Yol Haritası – Rekabetçi ve Verimli Kaynak Kullanımına Dayalı Taşımacılık Sistemine Doğru" alt başlığı ile yayınlanan kitap 2001 yılında yayınlanan Beyaz Kitap gibi hareketliliği/serbest dolaşımı/mobilityi ön plana çıkarmaktadır. 2011 kitabında öne çıkan konular, sürdürülebilirlik başlığı altında kaynak kullanımında verimlilik ve çevresel duyarlılıktır [56].

Avrupa Komisyonu, güçlü bir şekilde toplu taşımanın kullanımını desteklemektedir. Buna ek olarak, çevreyi koruma politikalarının da bir parçası olarak özellikle intermodal ulaşım prensibini savunmaktadır. AB'nin 2050 Ulaştırma Stratejisi çerçevesinde araçların konvansiyonel akaryakıt kullanmaması ve şehirlerarası yolcu ve yük taşımalarında %50 oranında demiryolu ve nehir yolu taşımacılığına geçiş, 2050 yılına kadar ulaştırma emisyonlarında % 60 oranında bir düşüşün gerçekleşmesi hedeflenmektedir [51].

Avrupa Komisyonu göre raylı ulaşım sistemlerinin sadece çevresel değil ekonomik ve sosyal avantajları da olduğunu savunmaktadır. Avrupa Birliği ülkeleri içerisinde petrol tüketiminin %70'inin ulaşımdan kaynaklanması sebebiyle, kaynağı elektrik olan raylı ulaşım sistemlerin gerekliliğini; petrole bağımlılığı ve bu baskıları azaltacağı; karayolu ulaşım sistemlerine göre çok daha enerji etkin olan raylı ulaşım sistemlerinin sera gazının temel sebebi olan karbondioksitin salımını azaltacağından iklim değişikliği ile savaşmak için ideal bir araç olacağı; hem yolcu hem de yük taşımacılığında karayoluna oranla daha etkin olduğundan daha ekonomik olacağı raylı ulaşım sistemleri pazarının Avrupa ihracatında büyük bir paya sahip olan başarılı bir endüstri olduğundan yeni iş olanakları yaratacağı, firmaların ve kişilerin yer seçiminde önemli bir yerel faktör yaratacağı; raylı ulaşım sistemlerinde sınıfsal ayrım olmadığından, zengin ya da fakir herkes bu sistemleri kullandığından sosyal entegrasyonu sağlayacağı, yolcuların raylı taşıma araçlarını kullanmak için istasyona yürümesi gerektiği ya da tren değiştirirken peronlar arasında yürümesi gerektiğinden mobilitayı arttıracığı ve böylece sağlıklı yaşamı teşvik ettiği, raylı sistemlerin karayoluna göre daha az kanserojen parçacıklar ve alerjik gazlar saldığı için; kentlerin yayılmasının önüne geçeceği, mekânsal boşlukları koruyacağı ve trafik yoğunluğunu azaltacağı ve düşük ulaşım masrafları ve zamandan tasarruf sağladığından daha kaliteli bir yaşam ve kentsel hareketliliği arttıracığı gerekçeleri ile açıklamaktadır. [81].



Şekil 5.1. Raylı sistemlerin etkileri

Avrupa Birliği, çeşitli topluluk programları ile, diğer sektörlerde olduğu gibi ulaşım sektöründe de üye devletler kapsamında ortak bir gelişmişlik düzeyinin yakalanmasını desteklemektedir. Bu kapsamda, belirtilen amaca hizmet edecek çeşitli mali kaynaklar aşağıda belirtilen özel programlar dahilinde sunulmakta ve düzenlenmektedir.

1. Trans-Avrupa Ulaşım Ağları (TENT-T) : Tek pazara dinamizm kazandırarak, AB'nin rekabetçi ortamını ve büyüyen potansiyelini güçlendirecektir. Bu sayede AB'nin dengeli ve sürdürülebilir kalkınmasına katkıda bulunacaktır.
2. Güney Doğu Avrupa Ulaşım ve Enerji Altyapısı: Her türlü ulaşım şeklini içeren, günümüz ve gelecekteki mal ve yolcuların trafiğini göz önünde bulunduran çok yönlü ulaşım ağlarının oluşturulmasıdır.
3. Marco Polo Programı: Bu programın hedefi; Karayolu tıkanıklığının azaltılması, Birlik içerisinde ulaşımın çevresel etkilerinin geliştirilmesi, Sektörlerarası taşımacılığın geliştirilmesidir.
4. Altıncı Çerçeve Programı/Civitas II, Concerto/Summan-EU: Civitas II: Şehirlerde daha temiz ve iyi bir ulaşım sağlamak, Sürdürülebilir ulaşım türlerinin kullanılmasının yaygınlaşmasını sağlamaktır. Concerto/Summan-EU: Vatandaşların yaşam seviyelerini artırmak için tam olarak bütünleşmiş bir enerji politikası oluşturmak, Yerel toplulukların sürdürülebilir ve etkin enerji kullanımının desteklenmesine katkıda bulunmaktır.
5. Urban II: Avrupa Bölgesel kalkınma fonu kapsamında bir topluluk girişimidir [67].

Çizelge 5.2. AB ulaştırma politikası tarihsel gelişimi

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1957 | ROMA ANTLAŞMASI'NIN 74. ve 84. Maddelerinde "ORTAK BİR TAŞIMACILIK POLİTİKASI" na dair genel esaslara yer verilmiştir.                                                                                                                                                                                                                                  |
| 1985 | BEYAZ KİTAP çerçevesinde "TAŞIMACILIK ALANINDA UYUMLAŞTIRMA VE SERBESTLEŞTİRME" çabalarına hız verildi.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 1992 | MAASTRİCHT ANTLAŞMASI ile taşımacılık politikasının siyasi, kurumsal ve mali esasları geliştirildi. Ayrıca, TRANS-AVRUPA TAŞIMACILIK AĞI oluşturuldu.<br>Avrupa Komisyonu'nun yayınladığı diğer BEYAZ KİTAP ile AB'nin ORTAK TAŞIMACILIK POLİTİKASI, "SÜRDÜRÜLEBİLİR HAREKETLİLİĞE DAYALI, BÜTÜNLEŞTİRİLMİŞ BİR POLİTİKA" olarak ele alınmaya başlandı. |
| 1995 | Avrupa Komisyonu tarafından hazırlanan "ORTAK TAŞIMACILIK POLİTİKASI:1995-2000 DÖNEMİ İÇİN EYLEM PLANI" kabul edildi.<br>"TAŞIMACILIKTA ADİL VE ETKİN FİYATLANDIRMA" adlı YEŞİL KİTAP yayımlandı.                                                                                                                                                       |
| 1996 | "TOPLULUK DEMİRYOLLARI ULAŞIMINI YENİDEN CANLANDIRMAK İÇİN STRATEJİ" Başlıklı Beyaz Kitap yayımlandı.                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 1998 | 2000-2004 dönemini kapsayan başka bir bildiri sunuldu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 2001 | Komisyon tarafından hazırlanan "2010 YILI İÇİN ORTAK TAŞIMACILIK POLİTİKASI; KARAR VERME ZAMANI" başlıklı BEYAZ KİTAP, 2010 yılına kadar modern, sürdürülebilir bir ulaştırma sisteminin oluşturulması için yapılan önemli çalışmalardan biridir.                                                                                                       |
| 2011 | "TEK AVRUPA ULAŞTIRMA ALANI İÇİN YOL HARİTASI – REKABETÇİ VE KAYNAK ETKİN TAŞIMA SİSTEMİNE DOĞRU" başlıklı BEYAZ KİTAP yayımlandı.                                                                                                                                                                                                                      |

## 5.2. AB Kent içi Raylı Sistem Uygulama Örnekleri

### 5.2.1. İsveç

İsveç'te raylı sistem yolcu pazarını genişletebilmek için yapılan reformlar yapılmaktadır. Bu reformlar arasında altyapı kapasitesi arttırmak, erişimi kolaylaştırmak ve ulaşım sistemlerinde bilgilendirme teknolojilerini kullanmak gibi politikalar ön plana çıkmaktadır.

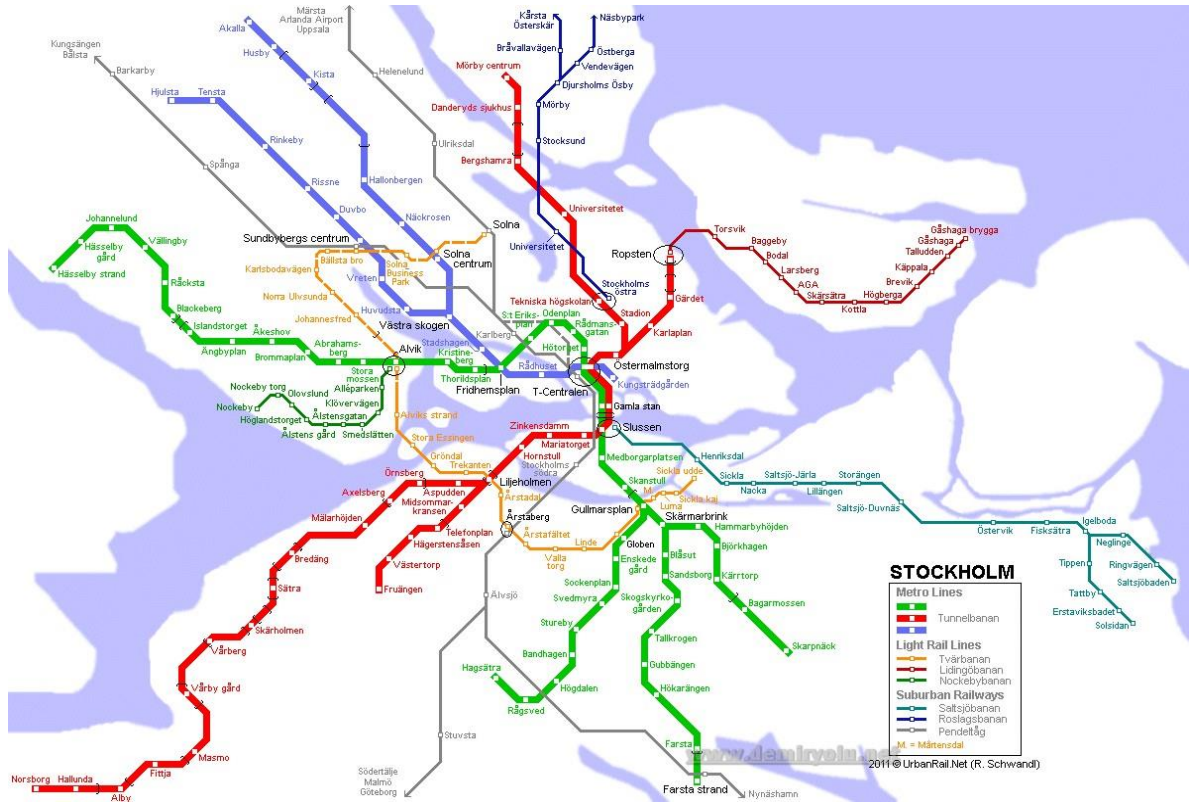
#### Stokholm

İsveç'in başkenti Stokholm Şehri resmi adıyla Stokholm Bölgesi'ne bağlı bulunmaktadır. 2008 verilerine göre Stokholm metropol alanı, tüm İsveç nüfusunun %21'inin yaşadığı ve

tüm İsveç'in sanayisinin %35'inin bulunduğu bir merkezdir [85]. Stockholm 2012 yılı itibariyle 881bin nüfusa ve 4.687 kişi/km<sup>2</sup> nüfus yoğunluğuna sahiptir [86].

Stockholm'de trafik sıkışıklığının azaltılması, kent içi trafik erişilebilirliğin artırılması ve emisyonun azaltılması kapsamında kent içi trafik ücretlendirme politikası uygulanmaktadır. Bu uygulama öncesi kent içi toplu taşıma sistemlerinde iyileştirmeler kapsamında 200 adet ilave otobüs alınarak servis sıklığı artırılmış, 2800 yeni park et -devam et alanı oluşturularak; toplam park et-devam et kapasitesi 13 800 araca çıkarılmıştır. Bu önlemler sayesinde toplu taşıma kullanımı %6 artmıştır. Bu artışın %66'sı trafik ücretlendirme sistemi sayesinde meydana gelmektedir. Bu politika sayesinde park et -devam et sistemini kullanan araç sayısında %27 artış oluşmuştur. Doruk saat trafik yoğunluğunda ise % 10 - % 15 azalma hedeflenirken bu %22 oranında azalma meydana gelmiştir. Politikanın uygulandığı bölge içinde otomobille yapılan yolculuklarda 100 000 araç azalmış bu araç kullanımının yaklaşık %25 oranı seviyesine denk gelmektedir. Otomobil sayısında meydana gelen bu azalış sayesinde CO<sub>2</sub> emisyonu yüzde %14 düşmüştür. Bu politika uygulamasından sonra; yolculuk süresi, yol güvenliği, çevre ve sağlık konularında sağlanan ekonomik faydanın yaklaşık 120 milyon dolar olduğu tahmin edilmektedir. Bu kapsamda durak yerleri, otobüs güzergâhları, ücretlendirme sistemini ve işletmeciler firmalara kat ettikleri kilometrelere göre ödeme yapılması uygulanan bu politikalar sayesinde 2004 yılında günlük otobüsle yapılan yolculuklarda % 14 artış göstermiştir [86].

Uygulanan sürdürülebilir ulaşım politikaları kapsamında ulaşım planlaması ve yönetiminin tek elden ve etkin bir şekilde uygulanması gerekmektedir. Bu kapsamda kent içi ulaşım sisteminin olmazsa olmazı ulaşım sisteminin entegre olmasıdır. Yaya ve bisiklet kullanımı gibi motorsuz ulaşım türlerinin teşviki için alt yapının geliştirilmesi, yüksek kalitede, uygun fiyatlı ve koordine edilmiş toplu taşıma hizmeti, kompakt ve karma kullanımı destekleyici, kentsel yayılmayı önleyici arazi kullanım kararları getirilerek bisiklet ve yaya ulaşım tercihini artırılması sağlanması gerekmektedir. Otomobil kullanımından alınan vergiler ve kısıtlamalar sayesinde günlük yapılacak yolculuklarda otomobil kullanımının caydırıcılığı artırılmış olacaktır [45].



Harita 5.1. İsveç – Stokholm Raylı sistem Hatları [85]

## 5.2.2. Almanya

### Berlin

Gelişmiş banliyö sistemleri ile Avrupa kentleri, teknolojileri ve işletme sistemleri ile diğer ülkeler için de model oluşturmaktadır. Buna en iyi örnek Berlin'in S-Bahn adı altında faaliyet gösteren günlük yapılan yolculukların %14,8'ini teşkil eden banliyö sistemidir. Bölgesel bir tren sistemi olarak da hizmet veren Paris Banliyösü, günlük ortalama 2,1 milyonluk yolcu taşıma kapasitesi ile Avrupa'nın en çok yolcu taşınan banliyö sistemlerinden birini oluşturmaktadır [45].

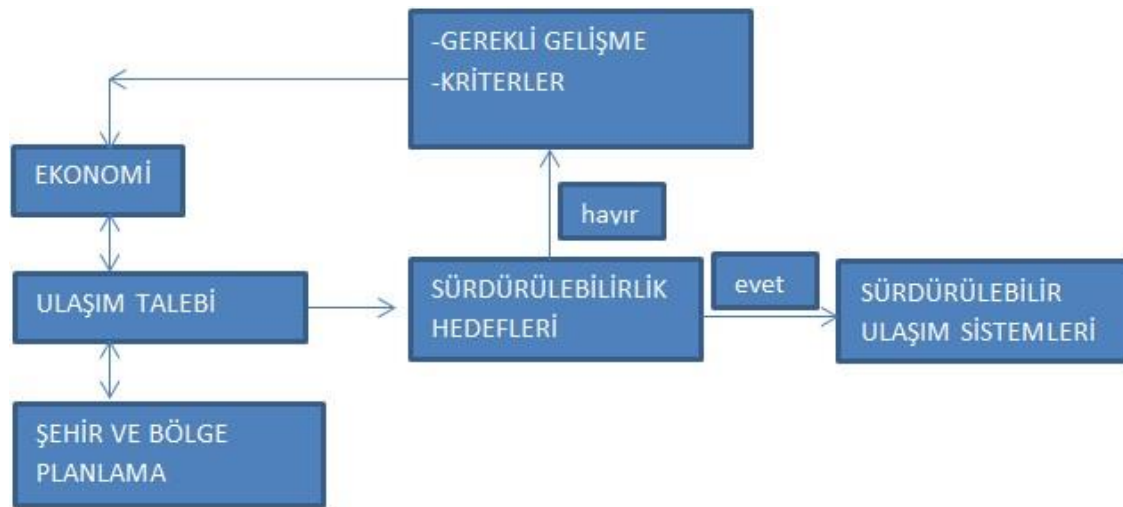
Berlin 3,5 milyon nüfusuyla Almanya'nın ülkenin en büyük şehridir. 1970 yılında günlük ortalama 70 000 yolcu taşınan Banliyönün yolcu sayısı 1973 te 1,2 milyona ulaşmıştır. 2006 yılında trenlerin yaş ortalaması 8'e kadar düşmüştür. 1995 yılında 282 km hat uzunluğu ile yılda 245 milyon yolcu taşınan sistem, 2014 yılı itibariyle 15 hat, 166 istasyon ve 332 km hat uzunluğu ile 414 milyon yolcu taşınmaktadır [66]. Ayrıca Berlin'de günlük yapılan

yolculukların %14,8'i banliyö sistemi ile yapılmaktadır[45]. 2007 itibarıyla Berlin metrosu, Almanya çapındaki en geniş yeraltı ağ olmuştur [114].

Çizelge 5.3. Berlin metrosu verileri (2014) [47]

| Şehir Nüfusu                          | 3,41 Milyon       |
|---------------------------------------|-------------------|
| İşletmeye Açılış Tarihi               | 1902              |
| Raylı Sistem Türü                     | Metro (U-Bahn)    |
| Hat Uzunluğu/ Hat Adedi               | 147,4 Km /10 Adet |
| İstasyon Sayısı                       | 195 Adet          |
| Günlük taşınan Ortalama Yolcu Miktarı | 1.380.000 Kişi    |

Sürdürülebilir kalkınma politikaları son zamanlarda Berlin'de yerel bir hareketlilik planı oluşturmak için kullanılmıştır. Sürdürülebilirlik hedefleri geleneksel bir seyahat talebi modelinde sözde geri dönüşüm yöntemiyle içselleştirilmiştir. Ekonomik büyüme, arazi kullanımı ve seyahat talebi ulaşım modeline girdi olarak kabul edilmektedir. Modelleme sonuçları, bir dizi sürdürülebilirlik hedefi ile karşılaştırılmıştır. Yinelenen bir süreçte sürdürülebilir bir ulaştırma sistemi modellenecektir (Şekil 5). Sürdürülebilir çevre düzeyi ve kentsel uyumluluk, daha sonra, trendbreach senaryosu, yani kamunun ve bireysel ulaşım araçlarının kullanıldığı yolculuklar ve burada gerekli olan önlemler gibi bir modal bölünme temelinde tanımlanmaktadır [32].

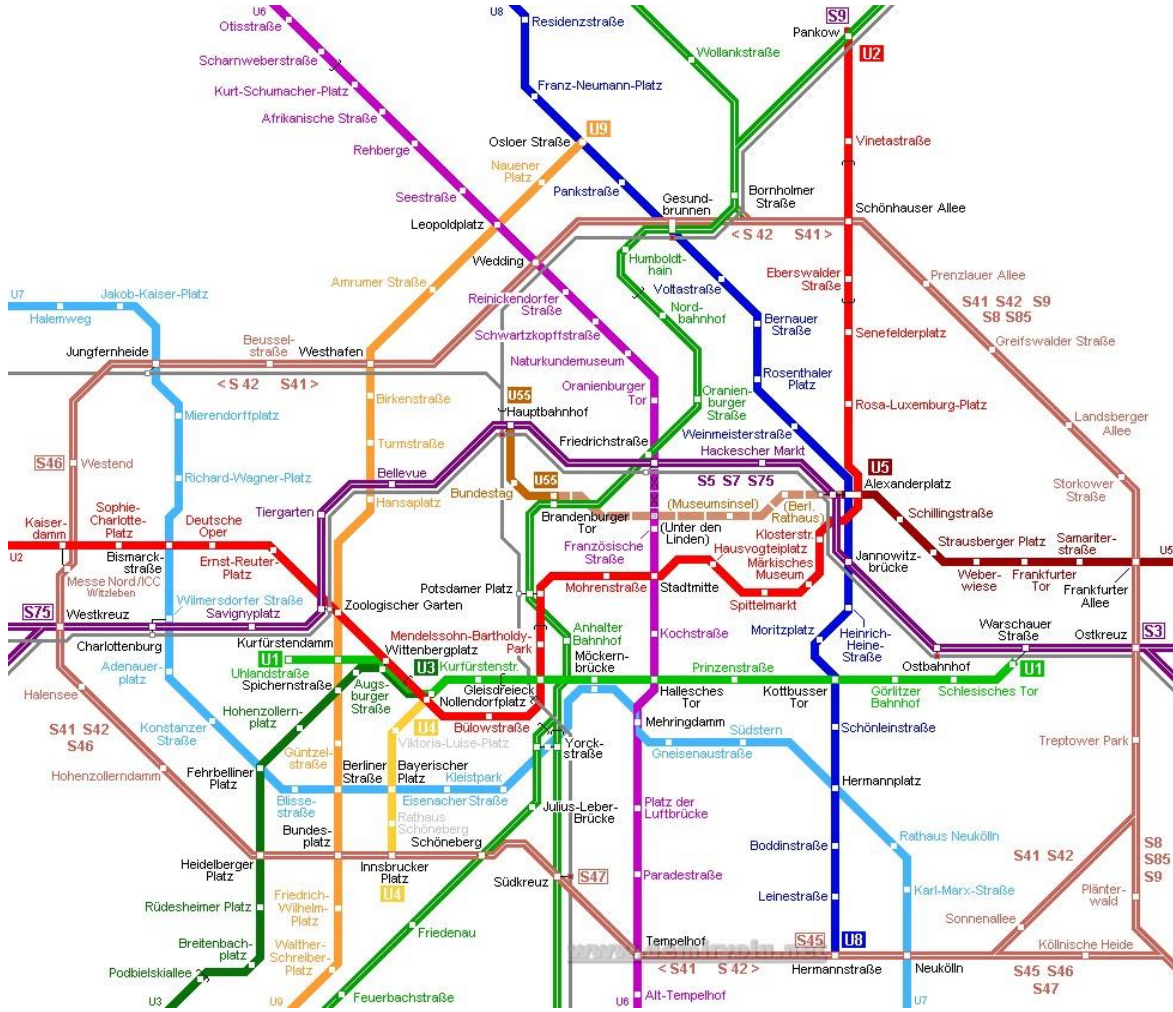


Şekil 5.2. Berlin hareketlilik planında kullanılan backcasting yöntemi[Blumel, 1999] [32]

Almanya'nın diğer şehirlerinde olduğu Berlin'de de metro hatları U harfiyle, banliyö hatları ise S harfiyle gösterilmektedir. Bu iki hat birçok noktada kesişmektedir, fakat banliyö hatları şehrin çevresindeki yerleşimlere gitmekte (ve daha hızlı oluşu), metro seferlerinin ise kent içinde düzenlenmektedir. Berlin metro ağını oluşturan U-ban Hatlarının bilgileri Çizelge 5.4 te verilmektedir [115].

Çizelge 5.4. Berlin Raylı sistem (Metro) Ağı bilgileri [114]

| HAT | ROTA                                  | AÇILIŞ              | UZUNLUK   | İSTASYON SAYISI |
|-----|---------------------------------------|---------------------|-----------|-----------------|
| U1  | Uhlandstraße – Wittenbergplatz        | 1902–1926           | 8.814 km  | 13              |
| U12 | Warschauer Straße – Ruhleben          | 2011(geçici olarak) | 20.716 km | 29              |
| U2  | Pankow – Gleisdreieck                 | 1902–2000           | 20.716 km | 29              |
| U3  | Nollendorfplatz–Krumme Lanke          | 1913–1929           | 11.940 km | 15              |
| U4  | Nollendorfplatz – Innsbrucker Platz   | 1910                | 2.864 km  | 5               |
| U5  | Alexanderplatz – Hönow                | 1930–1989           | 18.356 km | 20              |
| U55 | Berlin Hauptbahnhof–Brandenburger Tor | 2009                | 1.470 km  | 3               |
| U6  | Alt-Tegel – Alt-Mariendorf            | 1923–1966           | 19.888 km | 29              |
| U7  | Rathaus Spandau – Rudow               | 1924–1984           | 31.760 km | 40              |
| U8  | Wittenau – Hermannstraße              | 1927–1996           | 18.042 km | 24              |



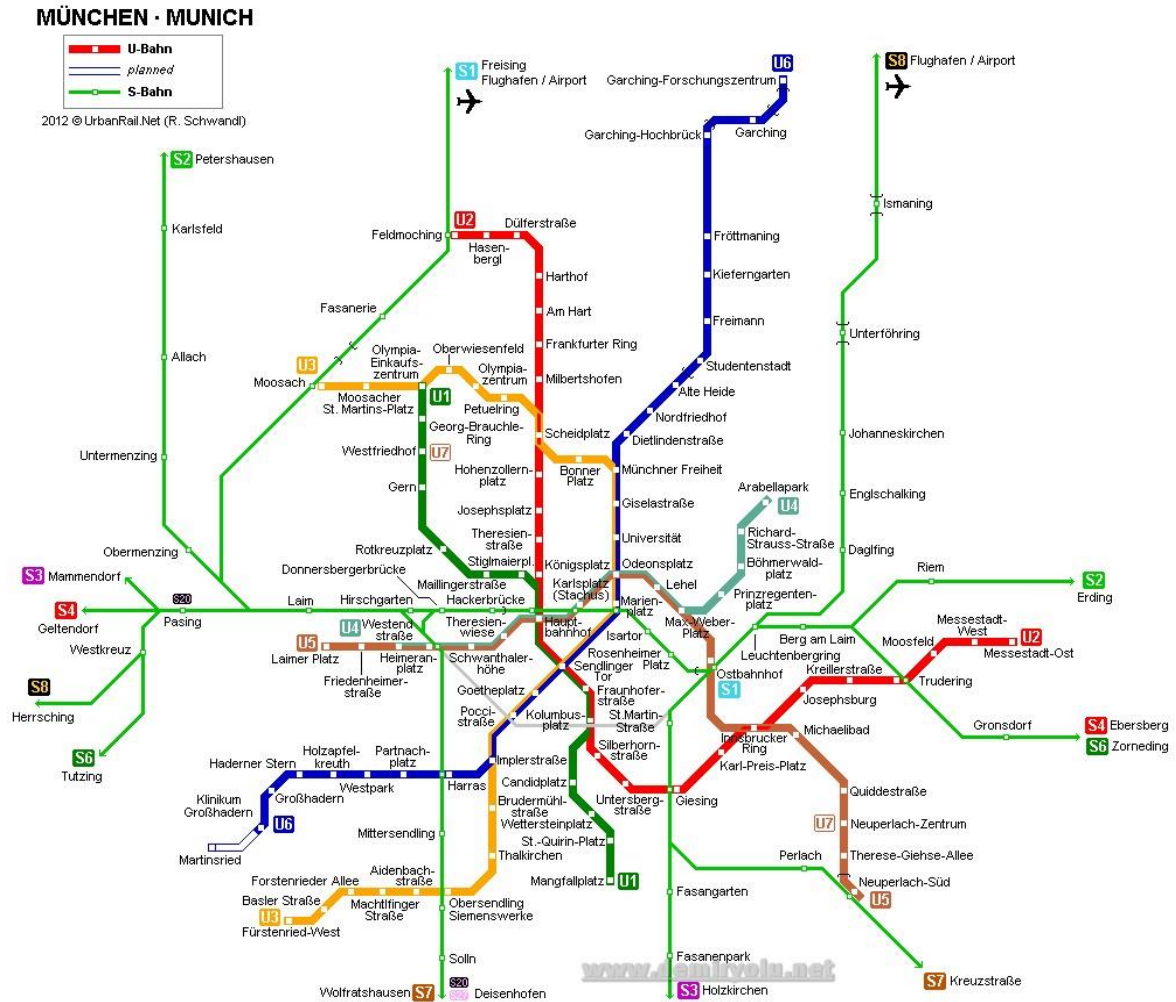
Harita 5.2. Almanya - Berlin Raylı sistem Hatları [93]

## Münih

Münih Metropolitan Bölgesinde ise toplu taşımının üç önemli ayağını oluşturan hızlı, güvenli, konforlu taşımacılık politikası benimsenmiştir. Bunların yanı sıra bilet fiyatlandırma, toplu taşımada tek bilet kavramı, gece seferleri, aktarma noktalarının planlanması, engelliler için sistemler, toplu taşıma için pazarlama, yolcu bilgilendirme gibi konulara da değinilmiş, ülkemizdeki sistemler için oldukça yabancı olan bu kavramların toplu taşımının payının artırılmasına ve buna bağlı olarak sürdürülebilir ulaştırmaya olan Almanya’da endüstrinin ve ticaretin en gelişmiş olduğu şehirlerin başında gelmektedir [96]. Sanayinin gelişmiş olduğu bir şehirde insanların ulaşım taleplerinin ortalamanın üstünde seyretmesi muhtemeldir ve bu sebeple toplu taşıma konusunda şehirlerde yüz yıldan uzun süredir çalışmalar yapılmakta, toplu taşıma ağı bu çalışmalarla çağın gereksinimlerine uygun

olarak genişletilmektedir. Münih şehrinin toplu taşıma konusunda önemli kilometre taşları kronolojik olarak şu şekilde sıralanabilir:

- -1876: İlk atlı tramvayların hizmete alınması
- -1895: İlk elektrikli tramvayların hizmete alınması
- -1906: İlk belediye otobüslerinin hizmete alınması
- -1971: Metro sisteminin açılması
- -1972: Banliyö sisteminin açılması, MVV (Münih Taşımacılık Kooperatifi) şirketinin kurulması
- -1972: Münih Yaz Olimpiyatları [96].



Harita 5.3. Almanya - Münih Raylı sistem Hatları [89]

Şehirde pek çok farklı ulaşım modu ve her modun çok sayıda hattının bulunması sebebiyle, toplu taşımayı kullanan yolcuların sistemden çıkmadan hedef noktaya ulaşması, aktarma kolaylığına bağlı olmaktadır. İyi örneğin yürüme mesafesinin uzun olması, yönlendirme tabelalarının yetersizliği sistemin çekiciliğini ortadan kaldıracılabilmektedir [96].

Sinyal programlarında değişikliğe gidilmesi ve toplu taşıma araçlarının kavşak yaklaşımlarında algılanması için gerekli teknolojik altyapı sağlanması ile şehir içinde 230 trafik ışığında önceliklendirme sağlanmıştır. Bu sistemde, kavşağa yaklaşan tramvay/otobüs vericiler yardımıyla sisteme giriş yapmakta, sinyal programı da bu araca en kısa zamanda yeşil verecek şekilde otomatik olarak işlemci tarafından yeniden düzenlenmektedir. Bu sistemin uygulandığı kavşaklarda tramvay ve otobüsler için, normal trafik için olandan farklı bir trafik lambası kullanılmaktadır. Bu uygulama sayesinde, Münih tramvay sistemindeki ortalama hız 22 % artmış, dakiklik de 38 % oranında artış göstermiştir [96].

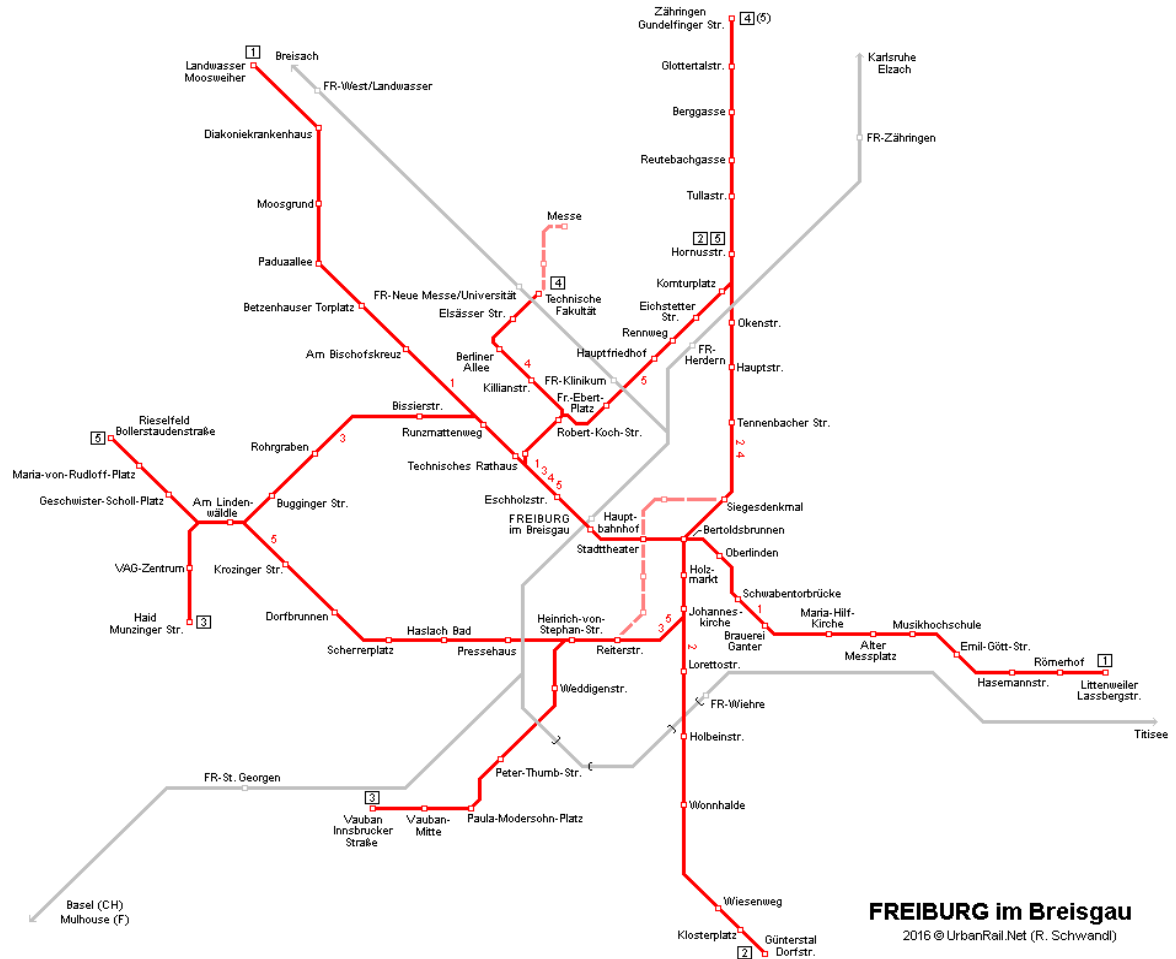
### Freiburg

2. Dünya Savaşından ağır tahribat ile çıkan Almanya, 1950’li ve 1960’lı yıllar boyunca yeniden yapılanma kapsamında kentlerde otomobil odaklı politikalar doğrultunda yol ve otopark altyapısını geliştirici yatırımlara yönelmiş, bunun bir sonucu olarak da otomobil kullanımı yaygınlaşmıştır. Ancak sonra ki yıllarda artan trafik sıkışıklığı ve buna bağlı olarak ortaya çıkan gürültü ve hava kirliliği gibi problemler ile 1970’lerde yaşanan enerji kriziyle birlikte ulaşım politikalarında da değişikliğe gidilmiştir. Bu yıldan itibaren, arazi ve ulaşım planlamasına entegre bir biçimde sürdürülen, otomobil kullanımını azaltıcı yürümeyi, bisiklet kullanımını ve toplu taşımayı teşvik edici ulaşım politikaları uygulanmaya başlanmıştır. Almanya sürdürülebilir kent içi ulaşım politikalarını 5 kategoride ele almaktadır. Bunlar;

- Özel araç kullanımını azaltan vergiler ve kısıtlamalar.
- Yüksek kalitede, uygun fiyatlı ve iyi koordine edilmiş bir toplu taşıma hizmetinin sunulması.
- Yürüme ve bisiklet kullanımı gibi motorsuz ulaşım türleri için alt yapının geliştirilmesi.
- Daha kompakt ve karma kullanımı destekleyici, düşük yoğunluklu kentsel yayılmayı önleyici böylece yolculukların yürüme ve bisiklet kullanımı ile gerçekleştirilmesine olanak sağlayan kentsel gelişme politikaları ve arazi kullanım planlaması.

- Tüm bu politikaların bir arada ve koordine bir biçimde gerçekleştirilmesi [39].

Almanya’da bu politikaların en iyi uygulandığı ve özel otomobil kullanımının azaldığı tek Alman şehri Freiburg’dur. 1976 yılında özel otomobil kullanımı günlük yapılan yolculukların %60’ını oluştururken 2005 yılında bu %29’a kadar gerilemiştir. Şehir nüfusunun %70’i tramvaya en fazla 500 metre uzaklıkta ikamet etmektedir. Tramvay durakları arasında mesafe ortalama 452 metre, otobüs durakları arasındaki mesafe ise 646 metredir. Şehirde yaşayan öğrenci nüfusunun %90’dan fazlası bisiklet veya toplu taşıma kullanmaktadır [34]. Freiburg’da 2020 yılında kent içi yolculukların %24’ü yaya, %28’i bisiklet, %20’si toplu taşıma ve %28 özel otomobille yapılacağı tahmin edilmektedir [45].



Harita 5.4. Almanya - Freiburg Raylı sistem Hatları [97]

### 5.2.3. Hollanda

#### Amsterdam

Hollanda’da otomobil kullanımını azaltmaya yönelik politikalar uygulanmaktadır. uygulanan politikalardan biri de ABC otopark politikasıdır. Bu politika ile kentlerde doğru işin doğru yerde yapılması sloganından yola çıkılarak iş yerleri, toplu taşıma sistemleri ve otomobiller ile erişim durumuna göre sınıflandırılmakta ve bu iş yerlerine belirli oranlarda otopark izni verilmektedir. 1989 yılında uygulamaya konulan sistemde; otomobil ile erişimin zor olduğu şehrin merkezine yakın olup toplu taşıma sistemlerine yakın olan iş yerleri A kategorisinde, toplu taşıma sistemlerine A kategorisinde bulunan işyerlerine nispeten daha uzak ve otomobille erişimin A kategorisinde göre daha kolay olduğu iş yerleri B kategorisinde, otoyol kenarlarında yer alan ve toplu taşıma sistemleriyle erişimin zor olduğu, ancak otomobil ile erişimin rahat olduğu iş yerleri C kategorisinde yer almaktadır. A kategorisinde yer alan iş yerleri için çalışan sayısının 10’da biri ile 5’te biri, B kategorisindeki iş yerleri için çalışan sayısının 5’te biri ile 2,5’te biri kadar park alanı hakkı tanınmakla birlikte C kategorisi için bir sınır bulunmamaktadır [45].

AB’nin kurucu üyelerinden biri olan Hollanda’da; Amsterdam’ın Güney Koridoru, Eindhoven’da toplu taşıma hattı ve Hague’den Rotterdam’a giden koridor olmak üzere 3 bölgede yapılan çalışmada ulaşım, çevresel ve sosyal ölçütleri kullanarak kentsel toplu taşıma sistemleri karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırma maliyet ve kalite özellikleri (erişilebilirlik, güvenlik, konfor) ön planda olmakla beraber toplam 26 ölçüt üzerinden yapılmaktadır. Bu ölçütler toplu taşıma sisteminin yolcu üzerindeki etkisi, maliyet ve geliri, bölgesel, çevresel ve yönetsel etkisi başlıkları altında toplanmaktadır [98].

Avrupa Birliği ülkeleri arasında kent içi sürdürülebilir ulaşım en çok önem veren ülkeler arasında Hollanda çok önemli bir yere sahiptir. Özellikle kent içi ulaşımında bisikletin en çok kullanıldığı ülkedir. 2007 yılında yapılan yolculukların 7,5 km den kısa mesafelerde yapılan yolculuklarda %70’i, 7,5-15 km arasında yapılan yolculukların %11’i, 15 km den fazla yapılan yolculukların % 18’i bisikletle yapılmıştır [45].

Amsterdam’da bisiklet kullanımı köklü bir geleneğe sahiptir. 1955 yılında kentte yapılan yolculukların %75’i bisikletle yapılırken 1970 yılında bu oran kentsel yayılma ve otomobil

sahipliliğinin artışıyla %25'e kadar gerilemiştir. %25'lere gerilemesine rağmen o dönemlerde benzer büyüklükteki Avrupa şehirlerinde, bisiklet ile yapılan günlük yolculukların en yüksek oranına sahiptir. 1960'ların sonu ve 1970'lerin başında otomobil kullanımında meydana gelen artış ile birlikte yol, otopark, gürültü ve hava kirliliğini de artırmış, bu olumsuzlukların azaltılması için politikalar üretilmiştir. Bu doğrultuda günlük yapılan yolculuklarda özel otomobil kullanımının azaltmak için yaya, bisiklet ve toplu taşıma sistemlerinin tercih edilebilirliğini artırmak için teşvik politikaları üretilmiştir. Bu politikalar neticesinde günlük yapılan yolculuklar 1970'lerde %25'lere kadar gerileyen bisiklet kullanımı 1980'de %31'e, 2005'te %37, 2008'de %38'e kadar artmış, otomobil kullanımı günlük yapılan yolculuklarda 1970'lerde %42 iken bu politikalar neticesinde 2008 yılında %37'ye kadar gerilemiştir [44]. 2013 yılı itibarıyla yaklaşık 811 185 kişinin yaşadığı Amsterdam'da 881 000 bisiklet olduğu tahmin edilmektedir [45].

Ulaşım açısından Amsterdam kentine avantaj sağlayan özellikleri şu şekilde sıralayabiliriz:

- Türel dağılımda %40' a varan bisiklet payı,
- Her koşulda yay önceliği ve buna sürücülerin riayet etmesi,
- Bisikletyolu-Kentiçi Raylı Sistem-Karayolu entegrasyonu,
- Kavşak sinyalizasyonu ve geometrik tasarımlar,
- Yönlendirici sinyalizasyon ve işaretlemeler,
- Kentiçi yolculuklarda onlarca kanalın altından geçen onlarca tünelin inşa edilmiş olması,
- Havayolu-şehir ulaşımı ve erişilebilirliği,
- Toplu taşımada yolcu bilinci [55].



Harita 5.5. Hollanda - Amsterdam Raylı sistem Hatları [99]

Çizelge 5.5. AB Ülkelerinde Yolcu taşımacılığı Kullanım Oranları (2014) (%) [51]

|                  | 2014           |        |      |                  |
|------------------|----------------|--------|------|------------------|
|                  | Yolcu Araçları | Otobüs | Tren | Tramvay ve Metro |
| AB-28            | 81,9           | 9      | 7,4  | 1,7              |
| Belçika          | 76,1           | 15,4   | 7,6  | 0,9              |
| Bulgaristan      | 79,5           | 16,9   | 2,5  | 1,1              |
| Çek Cumhuriyeti  | 66,1           | 16,7   | 7,6  | 9,5              |
| Danimarka        | 79,6           | 9,8    | 10,1 | 0,4              |
| Almanya          | 84,5           | 5,8    | 8,2  | 1,5              |
| Estonya          | 80,6           | 16,3   | 1,9  | 1,2              |
| İrlanda          | 79,6           | 17,2   | 2,9  | 0,3              |
| Yunanistan       | 80,3           | 17,4   | 0,9  | 1,4              |
| İspanya          | 81,7           | 10,1   | 6,4  | 1,8              |
| Fransa           | 83,9           | 5,5    | 8,9  | 1,7              |
| Hırvatistan      | 83,5           | 11,7   | 2,9  | 1,8              |
| İtalya           | 80,1           | 12,8   | 6,2  | 0,8              |
| GKRY             | 81,8           | 18,2   | -    | -                |
| Letonya          | 80,2           | 14,8   | 4,1  | 0,9              |
| Litvanya         | 88,2           | 10,8   | 1    | -                |
| Lüksemburg       | 83,6           | 12,2   | 4,3  | -                |
| Macaristan       | 65,2           | 21,8   | 9,5  | 3,5              |
| Malta            | 83,1           | 16,9   | -    | -                |
| Hollanda         | 83,3           | 6,6    | 9,3  | 0,8              |
| Avusturya        | 72,4           | 9,6    | 11,3 | 6,6              |
| Polonya          | 78,7           | 14,1   | 5,7  | 1,5              |
| Portekiz         | 88,9           | 6      | 4,1  | 1                |
| Romanya          | 75,9           | 12,5   | 4,4  | 7,1              |
| Slovenya         | 86,3           | 11,6   | 2,1  | -                |
| Slovakya         | 76,9           | 15,1   | 7,3  | 0,7              |
| Finlandiya       | 84,6           | 9,7    | 5    | 0,7              |
| İsveç            | 83,2           | 6,3    | 8,8  | 1,8              |
| Birleşik Krallık | 84,7           | 5,3    | 8,4  | 1,6              |

Moovit Insights, toplu taşıma araçları için, kentlerdeki Moovit kullanım verilerine, anketlere ve banliyö seyahat modellerine dayalı istatistikler ve analizler sağlamaktadır. Moovit Toplu Taşıma İndeksi kentlerde toplu taşıma ile ilgili bilgileri ve istatistikleri karşılaştırmaktadır. Kentlerdeki insanların diğer kentlere kıyasla her gün nasıl toplu taşıma kullandıklarını, yolcuların otobüs için en çok bekledikleri yerleri, günlük ortalamalarının ne kadar zaman geçirdiğini, insanların otobüsle, trenle ya da metro ile ne kadar uzaklaştıklarını ve her gün ortalama mesafe giden insanların ne kadar gittikleri gibi bilgilerin yanısıra; bu sistemde yolcuların ortalama gidip gelme ve bekleme sürelerini, insanların işe gitmek için toplu taşıma araçları ile seyahat ettikleri mesafe ve insanların her gün yürüdükleri mesafeyi bulunmaktadır. Moovit sisteminde Türkiye üzerinden Ankara, Antalya, Bursa, İstanbul ve İzmir verileri bulunmaktadır [116]. Moovit Toplu Taşıma İndeksi göre Bursa, Berlin ve Münih toplu taşıma verileri üzerinden Çizelge 5.6 da bir karşılaştırma tablosu oluşturulmuştur.

Çizelge 5.6. Moovit Toplu Taşıma İndeksine göre Bursa, Berlin ve Münih toplu taşıma Sitemleri Karşılaştırılması [116]

|                                                                                                           | BURSA                                        | BERLİN                                  | MÜNİH                             |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|
| Ulaşım aracı sayısı                                                                                       | 4                                            | 5                                       | 4                                 |
| Ulaşım aracı türleri                                                                                      | Hafif Raylı, Metro, Otobüs, Minibüs / Dolmuş | Hafif Raylı, Metro, Tren, Otobüs, Vapur | Hafif Raylı, Metro, Tren & Otobüs |
| Yolda Geçirilen Zaman<br>(insanlar genellikle toplu taşıma araçlarında her gün ne kadar zaman geçirirler) | 62 dk                                        | 62 dk                                   | 56 dk                             |
| Bekleme Süresi (bir durakta günde genellikle ne kadar beklemektedirler?)                                  | 18 dk                                        | 10 dk                                   | 10 dk                             |
| Seyahat Mesafesi (insanlar genellikle toplu taşıma araçları ile ne kadar uzağa gider?)                    | 8.1 km                                       | 9.1 km                                  | 9.2 km                            |
| Her gün tek yönde, örneğin işten eve - evden işe, 12 km'den fazla gidenlerin yüzdesi                      | %17                                          | %22                                     | %21                               |
| Aktarma Sayısı (tek bir yolculuk sırasında en az bir kez aktarma yapanların yüzdesi)                      | %47                                          | %78                                     | %66                               |
| Yürüme Mesafesi (İnsanların genellikle tek yönde, örneğin işten eve veya evden işe yürüdüğü mesafe.)      | 0.64 km                                      | 0.52 km                                 | 0.72 km                           |
| Her gün tek yönde, örneğin işten eve - evden işe, 1 km'den fazla yürütenlerin yüzdesi                     | %17                                          | %11                                     | %21                               |



## 6. RAYLI SİSTEM YATIRIM KRİTERLERİNİN DEMATEL ANALİZİ İLE AĞIRLIKLANDIRILMASI

Çok kriterli karar verme; matematik, yönetim, enformatik psikoloji, sosyal bilimler ve ekonomi gibi birden çok disiplinin bir araya gelip karar alıcıya birden fazla boyutla karar problemini değerlendirme ve karar alma imkanı sağlayan yöntemlerin bir araya getirildiği yapıdır [113].

Çok kriterli karar verme problemleri, birden fazla kriterlerin optimize edildiği mümkün çözüm setleri içerisinde en iyi alternatifin seçildiği problemler olarak tanımlanabilir. Çok kriterli karar verme problemleri üç temel başlık altında incelenebilir. Bu problemler seçim, sınıflama ve sıralama problemleridir [113]. Çalışma kapsamında bir ÇKKV yöntemi olan DEMATEL Yöntemi (Decision Making Trial And Evaluation Laboratory) kullanılmaktadır.

|                                |                                  |                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÇOK KRİTERLİ KARAR PROBLEMLERİ | SEÇİM PROBLEMLERİ (CHOICE)       | Amaç: En İyi Alternatifin Belirlenmesi ya da Birçok Alternatifin Bulunduğu Birbirleri İle Kıyaslaması Zor veya Eşit Ağırlıklara Sahip Bir Küme İçerisinden İyi Bir Seçimin Yapılmasıdır. |
|                                | SINIFLAMA PROBLEMLERİ (SHORTING) | Alternatifler, Belirli Kriter ya da Tercihlere Göre Sınıflanırlar. Amaç: Benzer Özellikleri ve Davranışları Gösteren Alternatiflerin Tekrar Bir Araya Getirilmesidir.                    |
|                                | SIRALAMA PROBLEMLERİ (RANKING)   | Alternatifler İyiden Kötüye Doğru Ölçülebilir ya da Tanımlanabilir Bir Şekilde Sıralanabilir.                                                                                            |

Şekil 6.1. Çok Kriterli Karar Verme problemleri [113]

DEMATEL yöntemi, karmaşık problem kümelerindeki elemanların birbirleri arasındaki karşılıklı ilişkilerini belirlemek ve bu ilişkilere bağlı olarak birbiri üzerindeki etkiyi ağırlıklandırmak için yapısal bir model geliştirmektedir [117]. Graf teori temelli Yöntem 1970'lerin başında Fontela ve Gabus tarafından 1972 ve 1976 yılları arasında Cenevre Battelle Memorial Enstitüsü Bilim ve İnsani İlişkiler programı kapsamında ortaya konulmuştur. DEMATEL yönteminde bütün kriterlerin birbiri ile ilişki içinde olduğu kabul edilmektedir. Literatürdeki DEMATEL yöntemi ve çeşitli bazı Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar Çizelge 6.1. de gösterilmektedir. Dematel yöntemi ile kriterler ilişkilerin cinsi ve birbirler üzerindeki etkilerinin önemi yönünden öncelik sırasına göre düzenlenebilmekte, sebep ve sonuç kriterleri (etkileyen – etkilenen) olarak ikiye ayırmaktadır. Sebep (etkileyen) kriterler; diğer kriterler üzerinde daha çok etkisi olan ve

yüksek önceliğe sahip olduğu varsayılan kriterlerdir. Sonuç (etkilenen) kriterleri ise; daha çok etki altında kalan ve düşük önceliği olduğu varsayılan kriterlerdir [127, 128].

Çizelge 6.1. Dematel Yöntemi Kullanılan Çalışmalar

| YAZAR                                                | YÖNTEM VE VERİLER                                                                        | BULGULAR                                                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S. TADIC, S. ZECEVIC, M. KRSTIC (2014)               | Bulanık DEMATEL, Bulanık Analitik Ağ Süreci ile Bulanık Vikor Yöntemleri kullanılmıştır. | Belgrad için şehir lojistik kavramının seçimi yapılmıştır.                                                                                                                                                       |
| A. C. GÖK KISA, S. PERÇİN (2017)                     | Bulanık DEMATEL ve Bulanık Vikor Yöntemleri kullanılmıştır.                              | Üç mermer kesim makinası arasından en uygun olanın seçimi yapılmıştır.                                                                                                                                           |
| T. TÜRKER, M. ETÖZ, Y. TÜRKER (2016)                 | Bulanık DEMATEL Yöntemi kullanılmıştır.                                                  | Üniversitelerin verimliliklerini tespit etmede yer alan kritik başarı faktörlerini belirlemiştir.                                                                                                                |
| M. KARAATLI, N. ÖMÜRBEK, E. IŞIK, E. YILMAZ (2016)   | DEMATEL ve Bulanık TOPSİS yöntemi kullanılmıştır.                                        | Performans değerlendirmesi yapmıştır.                                                                                                                                                                            |
| M. S. F. JAVAN VE S. F. JAVAN (2015)                 | DEMATEL Yöntemi kullanılmıştır.                                                          | Ticari ortamda bankacılık zorluklarının analizini yapmıştır.                                                                                                                                                     |
| M. İLKER, H. GÖKSEN, M. A. TUNCER (2015)             | DEMATEL, AAS ve Vikor yöntemlerini kullanmıştır.                                         | Kablo üretiminde tedarikçileri belirlemek için analiz yapmıştır.                                                                                                                                                 |
| O. ÖZVERİ, P. GÜÇLÜ VE E. AYÇİN (2015)               | DEMATEL ile bütünleşik ağ tasarımı yöntemi kullanılmıştır.                               | Hizmet tedarik zincirinin performansının değerlendirilmesini yapmışlardır.                                                                                                                                       |
| Ş. ALTAN, E. A. KARAŞ (2015)                         | Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanılmıştır.                           | Lojistik firma belirlemek için bütünleşik bir model kurmuşlardır.                                                                                                                                                |
| Ö. BALI, S. TÜTÜN, A. PALA, C. ÇÖREKÇİ (2014)        | Bulanık DEMATEL ve bulanık TOPSIS yöntemlerini kullanılmıştır.                           | 3PL tedarikçi belirlemede çok kriterli karar verme çalışmasını yapmışlardır.                                                                                                                                     |
| Ö. EROĞLU (2014)                                     | Bulanık DEMATEL ve Smaa-2 yöntemleri kullanılmıştır.                                     | Bakım-Onarım faaliyetlerinde değerlendirme yapmışlardır.                                                                                                                                                         |
| F. GÜRBÜZ, S. ÇAVDARCI (2018)                        | DEMATEL ve Gri DEMATEL yöntemleri kullanılmıştır.                                        | Ülkemizde geri dönüşüm sektörüne ait ve Bilim, Sanayi, Teknoloji Bakanlığınca belirlenmiş olan sorun alanları incelenmiştir. Daha sonra da bu önceliklendirmelere uygun görülen politikalar değerlendirilmiştir. |
| Ü. BATTAL (2018)                                     | DEMATEL yöntemi                                                                          | Türkiye’de Havayolu Taşımacılığının Finansman Sorunları analiz edilmektedir.                                                                                                                                     |
| E. AKSAKAL, M. DAĞDEVİREN (2010)                     | ANP ve DEMATEL yöntemi                                                                   | Personel seçiminde kriterler bütünleşik algoritma ile çözülmeye çalışılmıştır.                                                                                                                                   |
| TABAK, Ç VE YILDIZ, (K. 2017)                        | Spearman’ın Sıralama Korelasyonu                                                         | Türkiyenin lojistik etkisi                                                                                                                                                                                       |
| ORMAN, A., DÜZKAYA, H., ULVİ, H., AKDEMİR, F. (2018) | AHP                                                                                      | Belirlenen alternatifler arasından ulaşım planı olarak bilimsel bir yöntemle bir senaryo seçilme                                                                                                                 |

Çalışma kapsamında birçok kriter dikkate alındığından, belirlenen kriterler arasındaki karşılıklı etkileşimleri dikkate alarak önem düzeylerinin ve kriterler arası etkileşim gücünün belirlenebilmesi amacıyla DEMATEL analizi kullanılmaktadır. Raylı sistem yatırımında

dikkate alınması gereken temelde çevresel, sosyal ve ekonomik başlıklar altında literatür taraması sonucu belirlediğimiz kriterlerin önem derecelerini belirleyebilmek, kriterler arasındaki etkileşim ile bu etkileşimin yönlerini modelleme ve elde edilen bulguları/sonuçları araştırmacı ve karar vericilere bilgi olarak sunmak ve kentlerin kalkınma çabalarına yardımcı olmak hedeflenmektedir. Yapılan kaynak (literatür) taramasında (bkz Çizelge 6.1. ve EK-2 ) raylı sistem yatırım kriterlerinin ağırlıklarının belirlenmesi veya kriterler arası etkileşim belirlemede DEMATEL yöntemi kullanan çalışmaya rastlanmamış olması, bu çalışmanın orijinalliğini arttırmaktadır.

Çizelge 6.2. Dematel Yöntemi için hazırlanan soru kümeleri

|                                                                                                     |                  |                 |                   |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-------------------|-----------------------|
| <b>SORU 1:</b> Çevresel Kriterler grubundaki her bir kriterin birbiri üzerindeki etki düzeyi nedir? |                  |                 |                   |                       |
| <b>SORU 2:</b> Sosyal Kriterler grubundaki her bir kriterin birbiri üzerindeki etki düzeyi nedir?   |                  |                 |                   |                       |
| <b>SORU 3:</b> Ekonomik Kriterler grubundaki her bir kriterin birbiri üzerindeki etki düzeyi nedir? |                  |                 |                   |                       |
| Etkisi Yok (0)                                                                                      | Etkisi Düşük (1) | Etkisi Orta (2) | Etkisi Yüksek (3) | Etkisi Çok Yüksek (4) |

Yukarıda sorular kapsamında hazırlanan değerlendirmede T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, TCDD, Ankara, İstanbul ve Konya Büyükşehir Belediyelerinden uzman kişiler, serbest piyasa çalışanları ve Şehir Planlama, İnşaat Mühendisi, Çevre Mühendisi gibi alanlarda uzman akademisyenlerden görüş alınmış ve ekonomik, çevresel ve sosyal kriter matrisleri (EK-3, EK-4, EK-5) üzerinde bir değerlendirme yapmaları istenmiştir. Toplam 30 uzman görüşü elde edildikten sonra, uzmanların uygun gördükleri puanların aritmetik ortalamaları alınarak sırasıyla Çizelge 6.3’de görülen DEMATEL yöntemi analiz aşamaları hesaplanmıştır.

Çizelge 6.3. Dematel Yöntemi Analiz Aşamaları

| DEMATEL ANALİZ AŞAMALARI |                                                         |
|--------------------------|---------------------------------------------------------|
| 1                        | Direk ilişki matrisi oluşturulması                      |
| 2                        | Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisinin belirlenmesi |
| 3                        | Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi                  |
| 4                        | Etkileyen ve Etkilenen grubun oluşturulması             |
| 5                        | Ağırlıkların hesaplanması                               |

### A1 Direk ilişki matrisi oluşturulması

Kriterlerin etkilerini gösteren ikili karşılaştırmalarla başlangıç etki yönü matrisi oluşturulur. Bu matriste  $A = [a_{ij}]$  köşegen değerler 0 olup, matris direkt ilişki matrisi olarak adlandırılır. Tek yönlü ikili etkileşimlerin şiddetine ait uzman görüşleri alınır. Karşılaştırma yapılırken i'ninci kriterin j'ninci kriter üzerinde ki etkisi 0 (etkisiz), 1 (az etkili), 2 (Orta etkili), 3 (yüksek etkili), 4 (Çok yüksek etkili) seçmeleri üzerinden değerlendirilir. Çalışmamızda da 0-4 arası ölçek kullanılmaktadır.

Çizelge 6.4. Dematel Yöntemi Etki Düzeyi Ölçeği

| SAYISAL DEĞER | ETKİ DÜZEYİ     |
|---------------|-----------------|
| 0             | Etkisiz         |
| 1             | Düşük Etki      |
| 2             | Orta Etki       |
| 3             | Yüksek Etki     |
| 4             | Çok Yüksek Etki |

### A2 Normalleştirilmiş direkt ilişki matrisinin belirlenmesi

Normalizasyon, direkt ilişki matrisi üzerinden  $M = k * A$  ile elde edilir. “k” değeri skaler olup, A matrisinin satır ve sütun toplamalarının maksimum değerlerinden elde edilir. A matrisinde en yüksek satır ve sütun toplamı değeri bulunarak tüm hücrelerde normalize edilir.

$$M = k * A \quad (6.1)$$

$$k = \min \left[ \frac{1}{\max \sum_{j=1}^n |a_{ij}|} \right] \quad (6.2)$$

$$i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (6.3)$$

### A3 Toplam ilişki matrisinin elde edilmesi

Normalize edilen direkt ilişki tablosundan sonra elde edilen M matrisi aşağıda formül üzerinden işlenerek toplam ilişki matrisi elde edilir.

$$S = M + M^2 + M^3 + \dots = \sum_{i=1}^{\infty} M^i \quad (6.4)$$

$$= M(I - M)^{-1} \quad (6.5)$$

#### A4 Etkileyen ve Etkilenen grubun oluşturulması

Toplam ilişki matrisindeki hücre değerleri üzerinden etkileyen ve etkilenen kriter grupları belirlenir. S matrisinin satır toplamaları  $D_i$  ve sütun  $R_j$  toplamaları hesaplanır.  $D_i$  ve  $R_j$  değerleri için  $i=j$  olduğu noktalarda  $i$  kriterinin diğer kriterlere göre bağlı önem derecesi  $D_i+R_j$  bulunur. Etkileyen ve etkilenen farkları olan  $D_i-R_j$  ise kriterin, kriterler arasındaki net etkileşim değerini veririr.  $D-R < 0$  ise etkilenen kriter,  $D-R > 0$  ise etkileyen kriteridir.  $D+R$  değeri ise her bir kriterin diğer kriterler ile arasındaki ilişkiyi gösterir.  $D+R$  arttıkça diğer kriterler ile daha çok ilişkili,  $D+R$  azaldıkça diğer kriterlerle daha az ilişkilidir.

$$S = [S_{i,j}]_{m \times n}, i, j \in \{1, 2, 3, \dots, n\} \quad (6.6)$$

$$D = \sum_{j=1}^n S_{i,j} \quad (6.7)$$

$$R = \sum_{j=1}^n S_{i,j} \quad (6.8)$$

Toplam ilişki matrisi hücre değerleri kullanılarak kriterler arası etkileşim diyagramı çizilir. Toplam ilişki matrisinde, kriter sayısının karesi karesi kadar etki değeri olup, bu etkiler etki diyagramında gösterilmektedir. İlişki matrisinde belli bir kritik değeri “eşik değeri” belirlenmesi gerekmektedir. Böylece etki diyagramında, sadece önemli kabul edilen eşik değeri üzerindeki kriterlerin etki diyagramları oluşturulur. Bu şekilde daha sade ve anlaşılır diyagramlar oluşturularak karmaşıklığın önüne geçilebilir.

Diyagram oluşturulurken yatay eksen  $D+R$ , düşey eksen  $D-R$  üzerinden gösterilmesiyle elde edilir. Yatay eksen kıstasın önem derecesini, dikey eksen ise kıstasın etki derecesini göstermektedir.

### A5 Ağırlıkların hesaplanması

Toplam ilişki matrisi tablosundan sonra elde edilen D+R ve D-R değerleri üzerinden aşağıda formüle işlenerek kriterlerin ağırlıkları elde edilir.

$$w_i = \{(D_i + R_i)^2 + (D_i - R_i)^2\}^{1/2} \quad (6.9)$$

$$w_i = \frac{w_1}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (6.10)$$

Çevresel, ekonomik ve sosyal alanda belirlediğimiz raylı sistem yatırım kriterleri arasındaki ilişki DEMATEL yöntemi kullanılarak ortaya konulmaya çalışılmış ve analiz sonuçları aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir;

### Çevresel kriterler

Çalışmada ilk olarak literatür çalışmaları sonucu elde ettiğimiz çevresel konu başlıklı kriterler çizelge 6.5 deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 6.5. Çevresel kriterler sıralama ve kodlamaları

| KODLAMA | KRİTERLER                                             |
|---------|-------------------------------------------------------|
| K1      | Kentin Gelişme Yönü Ve Kentleşme Hızı                 |
| K2      | Arazi Kullanımı /Mekânsal Tüketim                     |
| K3      | Eğim <%6                                              |
| K4      | Yatırımın Tükettiği Enerji                            |
| K5      | Arazi Yapısı                                          |
| K6      | Zemin Şartları                                        |
| K7      | Gürültü Kirliliği 75-120 Db                           |
| K8      | Kişi Başına Düşen Ton Cinsinden Co2 Emisyon Değeri    |
| K9      | Kentteki Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı m2/Kişi |
| K10     | Kentin İklimi                                         |

Daha sonra bu kriterlerin uzmanlardan alınan görüşler üzerinden Çizelge 6.6. da Direkt İlişki matrisi oluşturulmuştur. Uzman görüşleri sonunda elde edilen değerler üzerinde yapılan güvenilirlik testi sonucunda K1 ve K5 kriterleri tutarlılıkta çarpıklığa sebep oldukları için dikkate alınmamıştır (bknz. EK-7). K1 ve K5 kriterleri göz ardı edildiğinde güvenilirlik oranı %60 çıkmaktadır.

Çizelge 6.6. de her satır ve her sütunun toplamının en büyük değeri olan değer S değeri olarak kullanılmıştır. En büyük toplam değerler üzerinden S değerini bulmak için satır ve sütunda elde edilen maksimum toplam değeri 1 e oranlanarak, minimum değeri S değeri olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 6.6. Çevresel kriterler Direkt İlişki Matrisi

| ÇEVRESEL KRİTERLER Direkt İlişki Matrisi                 | K2    | K3       | K4     | K6     | K7    | K8    | K9    | K10   | Toplam |
|----------------------------------------------------------|-------|----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| K2                                                       | 0,00  | 1,77     | 2,83   | 1,83   | 2,47  | 2,73  | 2,90  | 2,33  | 16,87  |
| K3                                                       | 2,63  | 0,00     | 2,43   | 1,70   | 1,13  | 1,63  | 1,47  | 1,43  | 12,43  |
| K4                                                       | 2,27  | 1,67     | 0,00   | 1,63   | 1,87  | 2,43  | 1,43  | 1,83  | 13,13  |
| K6                                                       | 2,77  | 2,03     | 2,30   | 0,00   | 1,20  | 1,33  | 1,17  | 0,93  | 11,73  |
| K7                                                       | 2,00  | 0,83     | 1,57   | 0,97   | 0,00  | 1,10  | 1,03  | 0,87  | 8,37   |
| K8                                                       | 2,20  | 0,90     | 2,17   | 1,20   | 1,20  | 0,00  | 2,40  | 2,67  | 12,73  |
| K9                                                       | 2,67  | 1,17     | 1,47   | 1,23   | 1,87  | 2,70  | 0,00  | 2,90  | 14,00  |
| K10                                                      | 2,33  | 1,10     | 2,17   | 1,33   | 1,27  | 2,33  | 2,43  | 0,00  | 12,97  |
| Toplam                                                   | 16,87 | 9,47     | 14,93  | 9,90   | 11,00 | 14,27 | 12,83 | 12,97 |        |
| En büyük değer olan K2 satırı S değeri olarak alınmıştır |       | S değeri | 0,0593 | 0,0593 |       |       |       |       |        |

Çizelge 6.7’de verilen normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi bulunmuştur.

Çizelge 6.7. Çevresel kriterler Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi

| ÇEVRESEL KRİTERLER Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi | K2   | K3   | K4   | K6   | K7   | K8   | K9   | K10  |
|------------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| K2                                                         | 0,00 | 0,10 | 0,17 | 0,11 | 0,15 | 0,16 | 0,17 | 0,14 |
| K3                                                         | 0,16 | 0,00 | 0,14 | 0,10 | 0,07 | 0,10 | 0,09 | 0,08 |
| K4                                                         | 0,13 | 0,10 | 0,00 | 0,10 | 0,11 | 0,14 | 0,08 | 0,11 |
| K6                                                         | 0,16 | 0,12 | 0,14 | 0,00 | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,06 |
| K7                                                         | 0,12 | 0,05 | 0,09 | 0,06 | 0,00 | 0,07 | 0,06 | 0,05 |
| K8                                                         | 0,13 | 0,05 | 0,13 | 0,07 | 0,07 | 0,00 | 0,14 | 0,16 |
| K9                                                         | 0,16 | 0,07 | 0,09 | 0,07 | 0,11 | 0,16 | 0,00 | 0,17 |
| K10                                                        | 0,14 | 0,07 | 0,13 | 0,08 | 0,08 | 0,14 | 0,14 | 0,00 |

Toplam ilişki matrisindeki hesaplamalar kullanılırken EK-6 de işlem ekran alıntısı verilen MATLAB programından yararlanılmıştır. Toplam ilişki matrisi ortalaması alınarak eşik değeri belirlenmiştir. Eşik değeri; çevresel faktörlerde 0,41563 bulunmuştur. Eşik değerinden büyük Matris elemanları çizelge 6.8. de pembe ile renklendirilmiştir. Eşik değeri belirlenirken uzman görüşlerine bırakılabildiği gibi Toplam ilişki matrisinin ortalaması alınarak da yapılabilmektedir. Biz çalışmada Toplam ilişki matrisinin ortalamasını alarak eşik değerini belirledik. Eşik değeri üzerinde kalan değerler sistemde en çok etkileşim içinde olan kriterlerin değeridir.

Çizelge 6.8. Çevresel Kriterler Toplam İlişki Matrisi

| ÇEVRESEL KRİTERLER<br>Toplam İlişki Matrisi | K2       | K3     | K4     | K6     | K7     | K8     | K9     | K10    | TOPLAM |
|---------------------------------------------|----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| K2                                          | 0,5230   | 0,4052 | 0,6186 | 0,4245 | 0,4977 | 0,6107 | 0,5768 | 0,5572 | 4,2137 |
| K3                                          | 0,5431   | 0,2458 | 0,4992 | 0,3487 | 0,3527 | 0,4551 | 0,4146 | 0,4159 | 3,2751 |
| K4                                          | 0,5377   | 0,3401 | 0,3827 | 0,3513 | 0,3956 | 0,5026 | 0,4239 | 0,4457 | 3,3796 |
| K6                                          | 0,5286   | 0,3423 | 0,4747 | 0,2448 | 0,3415 | 0,4206 | 0,3816 | 0,3723 | 3,1064 |
| K7                                          | 0,3861   | 0,2167 | 0,3412 | 0,2316 | 0,2010 | 0,3149 | 0,2895 | 0,2830 | 2,2640 |
| K8                                          | 0,5310   | 0,2994 | 0,4913 | 0,3272 | 0,3622 | 0,3782 | 0,4704 | 0,4878 | 3,3475 |
| K9                                          | 0,5850   | 0,3306 | 0,4892 | 0,3489 | 0,4170 | 0,5448 | 0,3739 | 0,5253 | 3,6147 |
| K10                                         | 0,5438   | 0,3134 | 0,4974 | 0,3380 | 0,3701 | 0,5049 | 0,4765 | 0,3554 | 3,3995 |
| TOPLAM                                      | 4,1783   | 2,4935 | 3,7943 | 2,6150 | 2,9378 | 3,7318 | 3,4072 | 3,4426 |        |
| Eşik Değeri                                 | 0,415633 |        |        |        |        |        |        |        |        |

Toplam ilişki matrisinde satırların toplamı R, Sütunların toplamı D olarak değerlendirilmektedir. D, R, D+R ve D-R değerleri çizelge 6.9. da gösterilmektedir. D-R değeri pozitif bir değer ise sistemi etkeleyen konumdur. D-R negatif bir değer ise sistem içinde etkilendiğini göstermektedir.

Çizelge 6.9. Çevresel Kriterler D,R, D+R ve D-R değerleri

| TOPLAM<br>SATIR R | TOPLAM<br>SÜTUN D | D+R    | D-R     | Etkilenen/<br>Etkileyen<br>Durumu | D+R2        | D-R2   | KRİTER<br>AĞIRLIKLARI | AĞIRLIKLANDIRMA | KRİTER<br>ÖNCELİKLERİ |                                                       |
|-------------------|-------------------|--------|---------|-----------------------------------|-------------|--------|-----------------------|-----------------|-----------------------|-------------------------------------------------------|
| 4,1783            | 4,2137            | 8,3920 | 0,0354  | 1                                 | 70,425664   | 0,0013 | 8,3921                | 0,1573202123    | 1                     | Arazi Kullanımı /Mekânsal Tüketim                     |
| 2,4935            | 3,2751            | 5,7686 | 0,7816  | 1                                 | 33,27674596 | 0,6109 | 5,8213                | 0,1091279196    | 6                     | Eğim <66                                              |
| 3,7943            | 3,3796            | 7,1739 | -0,4147 | 0                                 | 51,46484121 | 0,1720 | 7,1859                | 0,1347084744    | 2                     | Yatırımın Tükettiği Enerji                            |
| 2,6150            | 3,1064            | 5,7214 | 0,4914  | 1                                 | 32,73441796 | 0,2415 | 5,7425                | 0,1076498577    | 7                     | Zemin Şartları                                        |
| 2,9378            | 2,264             | 5,2018 | -0,6738 | 0                                 | 27,05872324 | 0,4540 | 5,2453                | 0,0983790912    | 8                     | Gürültü Kirliliği 75-120 Db                           |
| 3,7318            | 3,3475            | 7,0793 | -0,3843 | 0                                 | 50,11648849 | 0,1477 | 7,0897                | 0,1329059622    | 3                     | Kişi Başına Düşen Ton Cinsinden Co2 Emisyon Değeri    |
| 3,4072            | 3,6147            | 7,0219 | 0,2075  | 1                                 | 49,30707961 | 0,0431 | 7,0250                | 0,1316919902    | 4                     | Kentteki Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı m2/Kişi |
| 3,4426            | 3,3995            | 6,8421 | -0,0431 | 0                                 | 46,81433241 | 0,0019 | 6,8422                | 0,1282664923    | 5                     | Kentin İklimi                                         |
|                   |                   |        |         |                                   | Toplam      |        | 53,3439063            |                 |                       |                                                       |

Çizelge 6.10. ve 6.11. de D-R'nin pozitif en yüksek değeri olan K3'ün (Eğimin %6'dan küçük olması) diğer kriterler üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğu gözlenmektedir. K3 kriterinin D-R'nin pozitif en yüksek değeri olması diğer kriterler üzerinde daha yüksek etkiye ve önceliğe sahip olduğu kabul edilir. K3 kriterini sırasıyla K6, K9 VE K2(zemin şartları, kentteki kişi başına düşen yeşil alan miktarı m2/kişi, arazi kullanımı-mekânsal tüketim) takip etmektedir. D-R'nin negatif en yüksek değeri olan K10 (kentin iklimi) kriterinin diğer kriterlere göre daha yüksek etkilenen durumunda olduğu görülmektedir. Diğer etkilenen kriterler ise sırasıyla K8, K4, K7 (kişi başına düşen ton cinsinden co2 emisyon değeri, yatırımın tükettiği enerji, gürültü kirliliği 75-120 db) yer almaktadır.

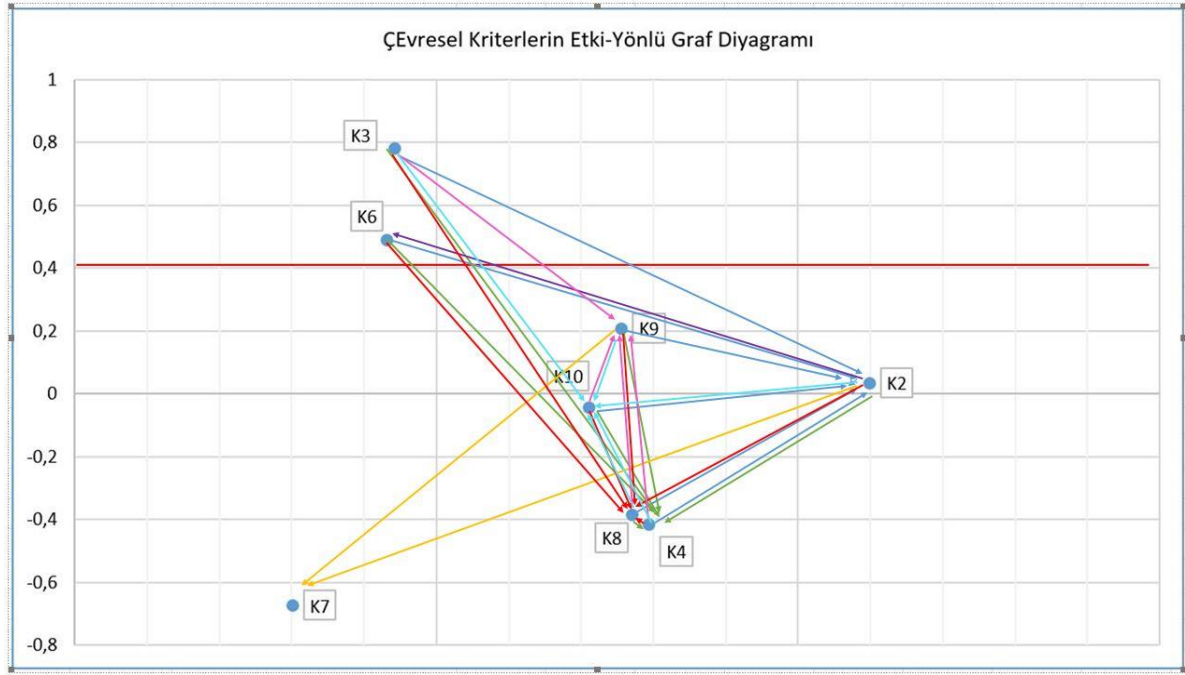
Çizelge 6.10. Çevresel Kriterler D+R ve D-R değerlerine göre kriterlerin Etkilenen-etkileyen durumları

| D+R     | D-R         |           | Etkilenen/Etkileyen Durumu |     |
|---------|-------------|-----------|----------------------------|-----|
| 8,392   | 0,0354      | ETKİLEYEN | 1                          | K2  |
| 5,7686  | 0,7816      | ETKİLEYEN | 1                          | K3  |
| 7,1739  | -0,4147     | ETKİLENEN | 0                          | K4  |
| 5,7214  | 0,4914      | ETKİLEYEN | 1                          | K6  |
| 5,2018  | -0,6738     | ETKİLENEN | 0                          | K7  |
| 7,0793  | -0,3843     | ETKİLENEN | 0                          | K8  |
| 7,0219  | 0,2075      | ETKİLEYEN | 1                          | K9  |
| 6,8421  | -0,0431     | ETKİLENEN | 0                          | K10 |
| 0,41563 | EŞİK DEĞERİ |           |                            |     |

Çizelge 6.11. Çevresel Kriterler Etkilenen- Etkileyen kriterler

| ETKİLENEN | ETKİLEYEN KRİTERLER |    |    |     |    |     |     |
|-----------|---------------------|----|----|-----|----|-----|-----|
| K 2       | K2                  | K3 | K4 | K6  | K8 | K9  | K10 |
| K 3       |                     |    |    |     |    |     |     |
| K 4       | K2                  | K3 | K6 | K8  | K9 | K10 |     |
| K 6       | K2                  |    |    |     |    |     |     |
| K 7       | K2                  | K9 |    |     |    |     |     |
| K 8       | K2                  | K3 | K4 | K6  | K9 | K10 |     |
| K 9       | K2                  | K4 | K8 | K10 |    |     |     |
| K 10      | K2                  | K3 | K4 | K8  | K9 |     |     |

Çizelge 6.10’da D+R sütununda en yüksek değere sahip olan K2 (arazi kullanımı-mekânsal tüketim) diğer kriterlerle daha kuvvetli ilişki içindedir. Aynı zamanda bu kriter diğer kriterler arasında en yüksek öneme sahiptir. Bunu sırasıyla K4, K8, K9 (yatırımın tükettiği enerji, kişi başına düşen ton cinsinden co2 emisyon değeri, kentteki kişi başına düşen yeşil alan miktarı m2/kişi) takip etmektedir. Bununla beraber K7 (Gürültü kirliliği 75-120 Db) kriterinin diğer kriterler ile ilişkisinin zayıf olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu kriterin diğer kriterlere göre en düşük öneme sahip olduğu söylenebilir. Kendinden etkilenen kriterler de (iç bağımlılık) ise aslında kendi içinde sıkıntı olduğunu ve iyileştirme yapılırsa 2 kat ilerleme olacağını göstermektedir.



Şekil 6.2. Çevresel Kriterlerin Etki-Yönlü Graf Diyagramı

Etkilenen-etkileyen kriter grupları ve eşik değerine göre elde edilen etki-yönlü graf ise Şekil 6.2’de gösterilmiştir. Şekil 6.2’de görüldüğü gibi K3 diğer kriterleri etkileyen konumdadır. Eşik değeri üzerinde kalan kriterler sistem içinde daha çok ilişki kuran kriterlerdir. Graf üzerindeki kriterlerin konumları ise aralarındaki ilişki derecesini göstermektedir.

D ve R değerleri belirlendikten sonra bulunan D+R ve D-R değerleri üzerinden kriter ağırlıkları hesaplanır ve sisteme olan etkisini sayısal olarak görebilmemize yardımcı olur. Son olarak kriter öncelikleri belirlenir. İlgili formüller ve hesaplamalar yöntem açıklamasında yer almaktadır.

Çizelge 6.12. Çevresel kriterlerin ağırlıkları

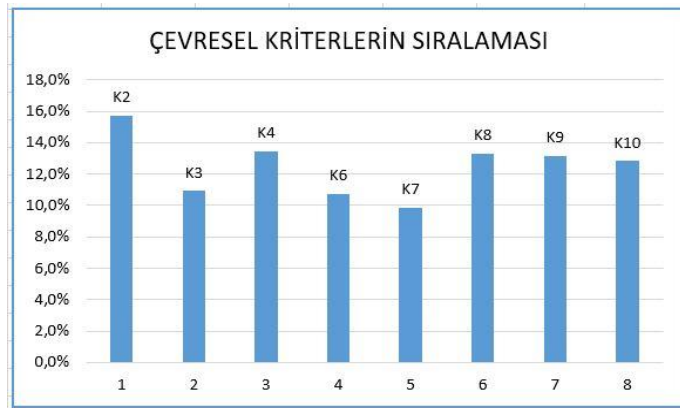
| AĞIRLIKLANDIRMA | KRİTER ÖNCELİKLERİ                                      | 0,4156328125 - EŞİK DEĞERİ |     |
|-----------------|---------------------------------------------------------|----------------------------|-----|
| 15,7%           | 1 Arazi Kullanımı /Mekânsal Tüketim                     |                            | K2  |
| 10,9%           | 6 Eğitim <%6                                            |                            | K3  |
| 13,5%           | 2 Yatırımın Tükettiği Enerji                            |                            | K4  |
| 10,8%           | 7 Zemin Şartları                                        |                            | K6  |
| 9,8%            | 8 Gürültü Kirliliği 75-120 Db                           |                            | K7  |
| 13,3%           | 3 Kişi Başına Düşen Ton Cinsinden Co2 Emisyon Değeri    |                            | K8  |
| 13,2%           | 4 Kentteki Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı m2/Kişi |                            | K9  |
| 12,8%           | 5 Kentin İklimi                                         |                            | K10 |

Çizelge 6.12 ve 6.13 de kriterlerin ağırlıkları ve önem sıraları gösterilmektedir. Buna göre K2, K4, K8 VE K9 (arazi kullanımı-mekânsal tüketim, yatırımın tükettiği enerji, kişi başına düşen ton cinsinden co2 emisyon değeri, kentteki kişi başına düşen yeşil alan miktarı m2/kişi) öncelikli kriterler iken K10, K3, K6 ve K7 ( kentin iklimi, Eğimin %6 dan küçük olması, zemin şartları ve gürültü kirliliği 75-120 Db) takip eden diğer kriterlerdir.

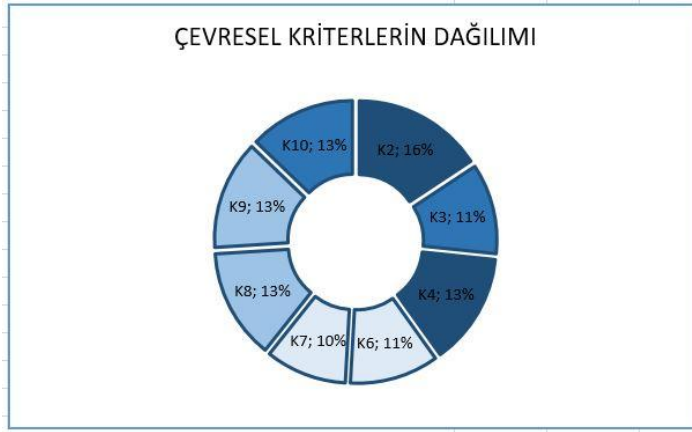
Çizelge 6.13. Çevresel Kriter DEMATEL Yöntemi Analiz Sonuçları

|   |                                                       |     |
|---|-------------------------------------------------------|-----|
| 1 | Arazi Kullanımı /Mekânsal Tüketim                     | K2  |
| 2 | Yatırımın Tükettiği Enerji                            | K4  |
| 3 | Kişi Başına Düşen Ton Cinsinden Co2 Emisyon Değeri    | K8  |
| 4 | Kentteki Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı m2/Kişi | K9  |
| 5 | Kentin İklimi                                         | K10 |
| 6 | Eğim <%6                                              | K3  |
| 7 | Zemin Şartları                                        | K6  |
| 8 | Gürültü Kirliliği 75-120 Db                           | K7  |

DEMATEL yöntemi sonucu analiz edilen çevresel kriterlerin önem sıraları ve yüzde dağılımları grafik 6.3. ve 6.4. de verilmiştir.



Şekil 6.3. Çevresel kriterlerin önem sıralaması



\*Şekilde tonlama önem sırasına göre koyudan açığa doğru gösterilmektedir.

Şekil 6.4. Çevresel kriterlerin dağılımı

### Sosyal kriterler

Çalışmanın devamında literatür çalışmaları sonucu elde ettiğimiz sosyal konu başlıklı kriterler çizelge 6.14. deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 6.14. Sosyal kriterler sıralama ve kodlamaları

| KODLAMA | KRİTERLER                                                             |
|---------|-----------------------------------------------------------------------|
| K1      | Kişisel Güvenlik                                                      |
| K2      | Kamusal Alanlara Odaklanma                                            |
| K3      | Kentsel Hareketlilik                                                  |
| K4      | Konfor                                                                |
| K5      | Yüksek Stres Ve Mutsuzluk Oranı                                       |
| K6      | Yolculuk Türleri                                                      |
| K7      | Yasal Ve İdari Yapılanma                                              |
| K8      | 1000 Kişi Başına Trafik Kazalarında Ölen Kişi Sayısı                  |
| K9      | Geri Kalmış Hizmet Alamayan Bölgelere Öncelik                         |
| K10     | Kent İçi Toplu Taşıım Hizmetlerinde 20 Dakikayı Aşan Sefer Sıklıkları |

Daha sonra bu kriterlerin uzmanlardan alınan görüşler üzerinden Çizelge 6.15. de Direkt İlişki matrisi oluşturulmuştur. Uzman görüşleri sonunda elde edilen değerler üzerinde yapılan güvenilirlik testi sonucunda %87 güvenilirlik oranı çıkmıştır (EK-9). Çizelge 6.15. de her satır ve her sütunun toplamının en büyük değeri olan değer S değeri olarak kullanılmıştır. En büyük toplam değerler üzerinden S değerini bulmak için satır ve sütunda elde edilen maksimum toplam değeri 1 e oranlanarak, minimum değeri S değeri olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 6.15. Sosyal kriterler Direkt İlişki Matrisi

| SOSYAL KRİTERLER Direkt İlişki Matrisi                                  | K1       | K2     | K3     | K4    | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   | toplam |
|-------------------------------------------------------------------------|----------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| K1                                                                      | 0,00     | 2,13   | 2,83   | 2,53  | 2,27  | 2,67  | 2,47  | 2,67  | 1,90  | 1,43  | 20,90  |
| K2                                                                      | 2,40     | 0,00   | 2,87   | 2,13  | 1,93  | 2,37  | 2,47  | 1,63  | 2,50  | 2,43  | 20,73  |
| K3                                                                      | 3,03     | 2,60   | 0,00   | 2,47  | 2,57  | 3,03  | 1,67  | 2,70  | 2,30  | 3,17  | 23,53  |
| K4                                                                      | 2,50     | 2,10   | 2,60   | 0,00  | 2,57  | 3,33  | 1,67  | 1,80  | 2,17  | 3,03  | 21,77  |
| K5                                                                      | 2,07     | 1,60   | 2,13   | 2,77  | 0,00  | 2,43  | 1,63  | 2,17  | 1,90  | 1,87  | 18,57  |
| K6                                                                      | 2,47     | 2,17   | 3,27   | 3,00  | 2,47  | 0,00  | 1,83  | 2,67  | 2,00  | 2,73  | 22,60  |
| K7                                                                      | 3,10     | 2,80   | 2,40   | 2,27  | 1,67  | 2,27  | 0,00  | 1,93  | 2,77  | 2,47  | 21,67  |
| K8                                                                      | 2,90     | 1,77   | 2,50   | 2,03  | 2,73  | 2,60  | 2,17  | 0,00  | 1,50  | 1,40  | 19,60  |
| K9                                                                      | 2,17     | 2,70   | 2,70   | 2,27  | 1,97  | 2,50  | 2,27  | 1,50  | 0,00  | 2,33  | 20,40  |
| K10                                                                     | 1,93     | 2,07   | 3,30   | 3,10  | 2,87  | 2,90  | 1,90  | 1,90  | 2,10  | 0,00  | 22,07  |
| toplam                                                                  | 22,57    | 19,93  | 24,60  | 22,57 | 21,03 | 24,10 | 18,07 | 18,97 | 19,13 | 20,87 |        |
| En büyük değer K3 kriterinde olduğu için s değeri olarak kabul ediyoruz | s değeri | 0,0407 | 0,0425 |       |       |       |       |       |       |       |        |

Çizelge 6.16’de verilen normalleştirilmiş direkt ilişki matrisi bulunmuştur.

Çizelge 6.16. Sosyal kriterler Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi

| SOSYAL KRİTERLER Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi | K1   | K2   | K3   | K4   | K5   | K6   | K7   | K8   | K9   | K10  |
|----------------------------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| K1                                                       | 0,00 | 0,09 | 0,12 | 0,10 | 0,09 | 0,11 | 0,10 | 0,11 | 0,08 | 0,06 |
| K2                                                       | 0,10 | 0,00 | 0,12 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,07 | 0,10 | 0,10 |
| K3                                                       | 0,12 | 0,11 | 0,00 | 0,10 | 0,10 | 0,12 | 0,07 | 0,11 | 0,09 | 0,13 |
| K4                                                       | 0,10 | 0,09 | 0,11 | 0,00 | 0,10 | 0,14 | 0,07 | 0,07 | 0,09 | 0,12 |
| K5                                                       | 0,08 | 0,07 | 0,09 | 0,11 | 0,00 | 0,10 | 0,07 | 0,09 | 0,08 | 0,08 |
| K6                                                       | 0,10 | 0,09 | 0,13 | 0,12 | 0,10 | 0,00 | 0,07 | 0,11 | 0,08 | 0,11 |
| K7                                                       | 0,13 | 0,11 | 0,10 | 0,09 | 0,07 | 0,09 | 0,00 | 0,08 | 0,11 | 0,10 |
| K8                                                       | 0,12 | 0,07 | 0,10 | 0,08 | 0,11 | 0,11 | 0,09 | 0,00 | 0,06 | 0,06 |
| K9                                                       | 0,09 | 0,11 | 0,11 | 0,09 | 0,08 | 0,10 | 0,09 | 0,06 | 0,00 | 0,09 |
| K10                                                      | 0,08 | 0,08 | 0,13 | 0,13 | 0,12 | 0,12 | 0,08 | 0,08 | 0,09 | 0,00 |

Toplam ilişki matrisindeki hesaplamalar kullanılırken EK-6 de işlem ekran alıntısı verilen MATLAB programından yararlanılmıştır. Toplam ilişki matrisi ortalaması alınarak eşik değeri belirlenmiştir. Eşik değeri; sosyal faktörlerde 0,7390 bulunmuştur. Eşik değerinden büyük matris elemanları çizelge 6.17. de pembe ile renklendirilmiştir. Çevresel kriterlerde olduğu gibi sosyal kriterler için yapılan çalışmada da Toplam ilişki matrisinin ortalaması alınarak eşik değeri belirlenmiştir.

Çizelge 6.17. Sosyal Kriterler Toplam İlişki Matrisi

| SOSYAL KRİTERLER Toplam İlişki Matrisi | K1        | K2        | K3        | K4        | K5        | K6        | K7        | K8        | K9        | K10       | toplam |
|----------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------|
| K1                                     | 1,5852603 | 0,6003015 | 0,7366846 | 0,6803826 | 0,6357764 | 0,721669  | 0,5644564 | 0,6032985 | 0,5726273 | 0,6048842 | 7,31   |
| K2                                     | 0,670978  | 1,5198364 | 0,7368525 | 0,6657257 | 0,6222078 | 0,7095103 | 0,5632446 | 0,5653104 | 0,5925518 | 0,6380503 | 7,28   |
| K3                                     | 0,7591286 | 0,6738314 | 1,7065809 | 0,7461461 | 0,7096186 | 0,8048032 | 0,5910084 | 0,6610342 | 0,6420309 | 0,7244999 | 8,02   |
| K4                                     | 0,6987233 | 0,6197    | 0,7566136 | 1,6132651 | 0,6696549 | 0,7700206 | 0,5557595 | 0,59421   | 0,6018016 | 0,6821593 | 7,56   |
| K5                                     | 0,6012372 | 0,5276742 | 0,6484056 | 0,6288185 | 1,4954391 | 0,6503302 | 0,4865356 | 0,5337135 | 0,5204154 | 0,5631724 | 6,66   |
| K6                                     | 0,7194081 | 0,6401463 | 0,7999409 | 0,7416495 | 0,6859264 | 1,6722071 | 0,5780113 | 0,6412214 | 0,6135024 | 0,6909936 | 7,78   |
| K7                                     | 0,7166244 | 0,6421729 | 0,7456544 | 0,6920921 | 0,6338899 | 0,7297114 | 1,4911289 | 0,5943635 | 0,6205045 | 0,6587801 | 7,52   |
| K8                                     | 0,6557943 | 0,5560206 | 0,6876709 | 0,6292237 | 0,6189546 | 0,6820401 | 0,5260066 | 1,4761179 | 0,5285641 | 0,5696459 | 6,93   |
| K9                                     | 0,6542548 | 0,6111555 | 0,7221003 | 0,661639  | 0,615204  | 0,7048324 | 0,5493749 | 0,5530656 | 1,4928858 | 0,6270353 | 7,19   |
| K10                                    | 0,6884019 | 0,6257778 | 0,7872448 | 0,7329249 | 0,687064  | 0,7643712 | 0,5692186 | 0,604111  | 0,6066448 | 1,5804926 | 7,65   |
| toplam                                 | 7,75      | 7,02      | 8,33      | 7,79      | 7,37      | 8,21      | 6,47      | 6,83      | 6,79      | 7,34      |        |
| EŞİK DEĞERİ                            | 0,7390    |           |           |           |           |           |           |           |           |           |        |

Toplam ilişki matrisinde satırların toplamı R, Sütunların toplamı D olarak değerlendirilmektedir. D, R, D+R ve D-R değerleri çizelge 6.18. da gösterilmektedir. D-R değeri pozitif bir değer ise sistemi etkeleyen konumdadır. D-R negatif bir değer ise sistem içinde etkilendiğini göstermektedir.

Çizelge 6.18. Sosyal kriterler D,R, D+R ve D-R değerleri

| TOPLAM SATIR R | TOPLAM SÜTUN D | D+R     | D-R     | Etkilenen/Etkileyen Durumu | D+R2     | D-R2   | KRİTER AĞIRLIKLARI | AĞIRLIKLANDIRMA | KRİTER ÖNCELİKLERİ                                                      |
|----------------|----------------|---------|---------|----------------------------|----------|--------|--------------------|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 7,7498         | 7,3053         | 15,0552 | -0,4445 | 0,0000                     | 226,6576 | 0,1976 | 15,0617            | 0,101844189     | 4 Kişisel Güvenlik                                                      |
| 7,0166         | 7,2843         | 14,3009 | 0,2677  | 1,0000                     | 204,5153 | 0,0716 | 14,3034            | 0,096716369     | 6 Kamusal Alanlara Odaklanma                                            |
| 8,3277         | 8,0187         | 16,3464 | -0,3091 | 0,0000                     | 267,2058 | 0,0955 | 16,3494            | 0,110550950     | 1 Kentsel Hareketlilik                                                  |
| 7,7919         | 7,5619         | 15,3538 | -0,2300 | 0,0000                     | 235,7384 | 0,0529 | 15,3555            | 0,103830707     | 3 Konfor                                                                |
| 7,3737         | 6,6557         | 14,0295 | -0,7180 | 0,0000                     | 196,8262 | 0,5155 | 14,0478            | 0,094988387     | 7 Yüksek Stres Ve Mutsuzluk                                             |
| 8,2095         | 7,7830         | 15,9925 | -0,4265 | 0,0000                     | 255,7601 | 0,1819 | 15,9982            | 0,108176451     | 2 Yolculuk Türleri                                                      |
| 6,4747         | 7,5249         | 13,9997 | 1,0502  | 1,0000                     | 195,9907 | 1,1029 | 14,0390            | 0,094928830     | 8 Yasal Ve İdari Yapılanma                                              |
| 6,8264         | 6,9300         | 13,7565 | 0,1036  | 1,0000                     | 189,2409 | 0,0107 | 13,7569            | 0,093021152     | 10 1000 Kişi Başına Trafik Kazalarında Ölen Kişi Sayısı                 |
| 6,7915         | 7,1915         | 13,9831 | 0,4000  | 1,0000                     | 195,5264 | 0,1600 | 13,9888            | 0,094589360     | 9 Geri Kalmış Hizmet Alamayan Bölgelere Öncelik                         |
| 7,3397         | 7,6463         | 14,9860 | 0,3065  | 1,0000                     | 224,5792 | 0,0940 | 14,9891            | 0,101353206     | 5 Kent İçi Toplu Taşıım Hizmetlerinde 20 Dakikayı Aşan Sefer Sıklıkları |
|                |                |         |         |                            | T        |        | 147,889749         |                 |                                                                         |

Çizelge 6.19 ve Çizelge 6.20’de D-R’nin pozitif en yüksek değeri olan K7’nin (yasal ve idari yapılanma) diğer kriterler üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğu gözlenmektedir. K7 kriterini sırasıyla K9, K10, K2 ve K8 (geri kalmış hizmet alamayan bölgelere öncelik, kent içi toplu taşıım hizmetlerinde 20 dakikayı aşan sefer sıklıkları, kamusal alanlara odaklanma ve 1000 kişi başına trafik kazalarında ölen kişi sayısı) takip etmektedir. D-R’nin negatif en yüksek değeri olan K4 (Konfor) kriterinin diğer kriterlere göre daha yüksek etkilene durumda olduğu görülmektedir. Diğer etkilene kriterler ise sırasıyla K3, K6, K1 ve K5 (kentsel hareketlilik, yolculuk türleri, kişisel güvenlik, yüksek stres ve mutsuzluk oranı) yer almaktadır.

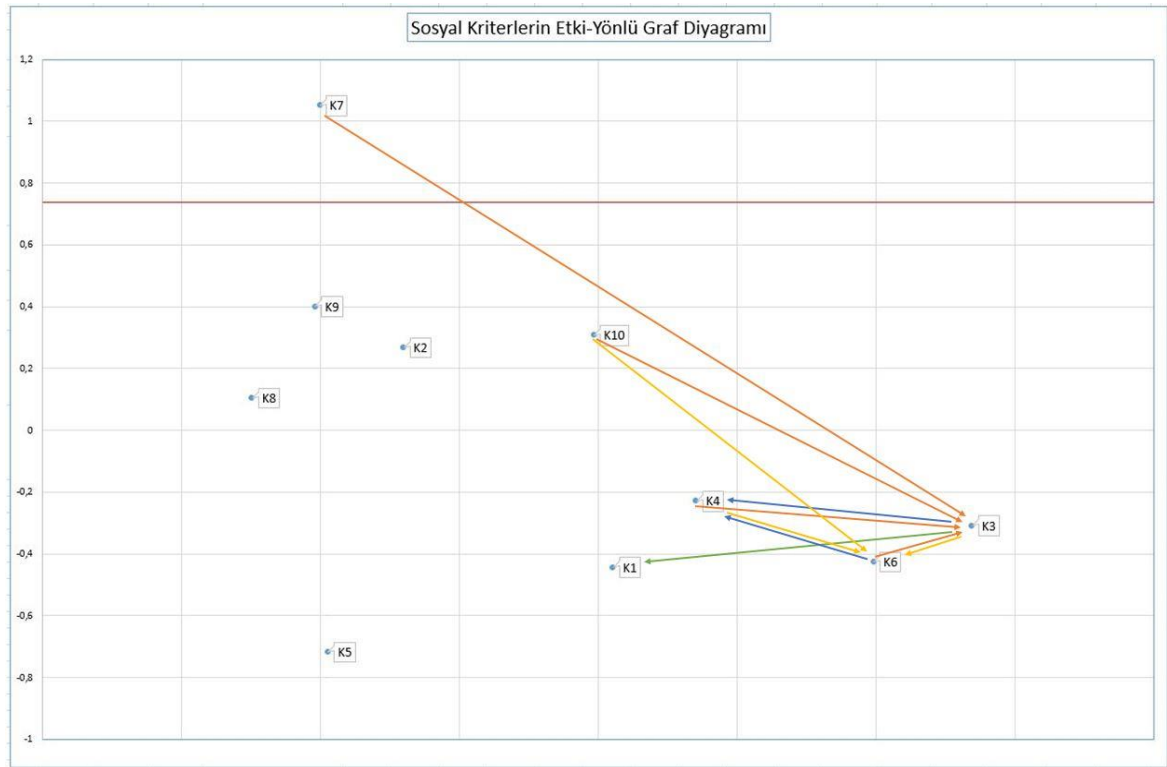
Çizelge 6.19. Sosyal kriterler D+R ve D-R değerlerine göre kriterlerin Etkilenen- etkileyen durumları

| D+R         | D-R          | Etkilenen/Etkileyen Durumu |       |
|-------------|--------------|----------------------------|-------|
| 15,055152   | -0,444470001 | ETKİLENEN                  | 0 K1  |
| 14,30088463 | 0,267650958  | ETKİLEYEN                  | 1 K2  |
| 16,34643066 | -0,309066324 | ETKİLENEN                  | 0 K3  |
| 15,35377514 | -0,229959289 | ETKİLENEN                  | 0 K4  |
| 14,02947772 | -0,717993916 | ETKİLENEN                  | 0 K5  |
| 15,99250236 | -0,426488485 | ETKİLENEN                  | 0 K6  |
| 13,99966689 | 1,050177456  | ETKİLEYEN                  | 1 K7  |
| 13,75648481 | 0,103592691  | ETKİLEYEN                  | 1 K8  |
| 13,9830761  | 0,400018862  | ETKİLEYEN                  | 1 K9  |
| 14,98596534 | 0,306538048  | ETKİLEYEN                  | 1 K10 |
| 0,739017078 | EŞİK DEĞERİ  |                            |       |

Çizelge 6.20. Sosyal kriterler Etkilenen- Etkileyen kriterler

| ETKİLENEN | ETKİLEYEN |    |    |     |     |
|-----------|-----------|----|----|-----|-----|
| KRİTERLER | KRİTERLER |    |    |     |     |
| K 1       | K1        | K3 |    |     |     |
| K 2       | K2        |    |    |     |     |
| K 3       | K3        | K4 | K6 | K7  | K10 |
| K 4       | K3        | K4 | K6 |     |     |
| K 5       | K5        |    |    |     |     |
| K 6       | K3        | K4 | K6 | K10 |     |
| K 7       | K7        |    |    |     |     |
| K 8       | K8        |    |    |     |     |
| K 9       | K9        |    |    |     |     |
| K 10      | K10       |    |    |     |     |

Çizelge 6.19’da D+R sütununda en yüksek değere sahip olan K3 (kentsel hareketlilik) diğer kriterlerle daha kuvvetli ilişki içindedir. Aynı zamanda bu kriter diğer kriterler arasında en yüksek öneme sahiptir. Bunu sırasıyla K6, K4, K1 ve K10 (yolculuk türleri, konfor, kişisel güvenlik ve kent içi toplu taşıma hizmetlerinde 20 dakikayı aşan sefer sıklıkları) takip etmektedir. Bununla beraber K8 (1000 kişi başına trafik kazalarında ölen kişi sayısı) kriterinin diğer kriterler ile ilişkisinin zayıf olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu kriterin diğer kriterlere göre en düşük öneme sahip olduğu söylenebilir. Kendinden etkilenen kriterler de (iç bağımlılık) ise aslında kendi içinde sıkıntı olduğunu ve iyileştirme yapılırsa 2 kat ilerleme olacağını göstermektedir.



Şekil 6.5. Sosyal Kriterlerin Etki-Yönlü Graf Diyagramı

Etkilenen-etkileyen kriter grupları ve eşik değerine göre elde edilen etki-yönlü graf ise Şekil 6.5’de gösterilmiştir. Eşik değeri üzerinde kalan kriterler sistem içinde daha çok ilişki kuran kriterlerdir. Graf üzerindeki kriterlerin konumları ise aralarındaki ilişki derecesini göstermektedir.

D ve R değerleri belirlendikten sonra bulunan  $D+R$  ve  $D-R$  değerleri üzerinden kriter ağırlıkları hesaplanır ve sisteme olan etkisini sayısal olarak görebilmemize yardımcı olur. Son olarak kriter öncelikleri belirlenir. İlgili formüller ve hesaplamalar yöntem açıklamasında yer almaktadır.

Çizelge 6.21. Sosyal kriterlerin ağırlıkları

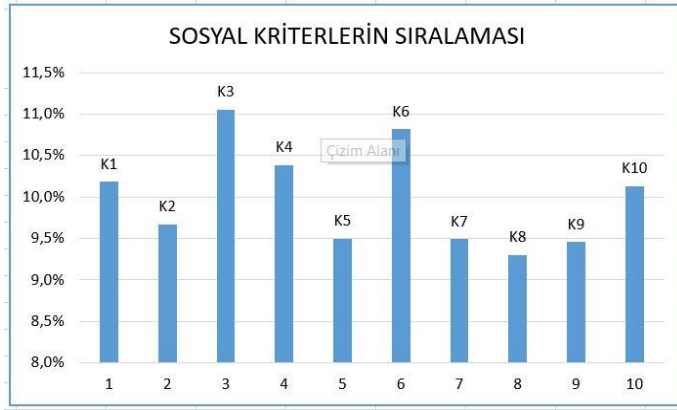
| AĞIRLIKLANDIRMA | KRİTER<br>ÖNCELİKLERİ                                                   | 0,739017078290103 - Eşik Değeri |     |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|-----|
| 10,2%           | 4 Kişisel Güvenlik                                                      |                                 | K1  |
| 9,7%            | 6 Kamusal Alanlara Odaklanma                                            |                                 | K2  |
| 11,1%           | 1 Kentsel Hareketlilik                                                  |                                 | K3  |
| 10,4%           | 3 Konfor                                                                |                                 | K4  |
| 9,5%            | 7 Yüksek Stres Ve Mutsuzluk                                             |                                 | K5  |
| 10,8%           | 2 Yolculuk Türleri                                                      |                                 | K6  |
| 9,5%            | 8 Yasal Ve İdari Yapılanma                                              |                                 | K7  |
| 9,3%            | 10 1000 Kişi Başına Trafik Kazalarında Ölen Kişi Sayısı                 |                                 | K8  |
| 9,5%            | 9 Geri Kalmış Hizmet Alamayan Bölgelere Öncelik                         |                                 | K9  |
| 10,1%           | 5 Kent İçi Toplu Taşıım Hizmetlerinde 20 Dakikayı Aşan Sefer Sıklıkları |                                 | K10 |

Çizelge 6.21 ve 6.22 de kriterlerin ağırlıkları ve önem sıraları gösterilmektedir. Buna göre K3, K6, K4 VE K1 (kentsel hareketlilik,yolculuk türleri, konfor, kişisel güvenlik,) öncelikli kriterler iken K10, K2, K5, K7, K9 ve K8 ( kent içi toplu taşıma hizmetlerinde 20 dakikayı aşan sefer sıklıkları, kamusal alanlara odaklanma, yüksek stres ve mutsuzluk, yasal ve idari yapılanma, geri kalmış hizmet alamayan bölgelere öncelik verilmesi, 1000 kişi başına trafik kazalarında ölen kişi sayısı) takip eden diğer kriterlerdir.

Çizelge 6.22. Sosyal Kriter DEMATEL Yöntemi Analiz Sonuçları

|    |                                                                       |     |
|----|-----------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | Kentsel Hareketlilik                                                  | K3  |
| 2  | Yolculuk Türleri                                                      | K6  |
| 3  | Konfor                                                                | K4  |
| 4  | Kişisel Güvenlik                                                      | K1  |
| 5  | Kent İçi Toplu Taşıım Hizmetlerinde 20 Dakikayı Aşan Sefer Sıklıkları | K10 |
| 6  | Kamusal Alanlara Odaklanma                                            | K2  |
| 7  | Yüksek Stres Ve Mutsuzluk                                             | K5  |
| 8  | Yasal Ve İdari Yapılanma                                              | K7  |
| 9  | Geri Kalmış Hizmet Alamayan Bölgelere Öncelik                         | K9  |
| 10 | 1000 Kişi Başına Trafik Kazalarında Ölen Kişi Sayısı                  | K8  |

DEMATEL yöntemi sonucu analiz edilen sosyal kriterlerin önem sıraları ve yüzde dağılımları Şekil 6.6 ve 6.7’de verilmiştir.



Şekil 6.6. Sosyal kriterlerin önem sıralaması



\*Şekilde tonlama önem sırasına göre koyudan açığa doğru gösterilmektedir.

Şekil 6.7. Sosyal Kriterlerin Dağılımı

### Ekonomi kriterleri

Çalışmada son olarak literatür çalışmaları sonucu elde ettiğimiz ekonomi konu başlıklı kriterler çizelge 6.23 deki gibi belirlenmiştir.

Çizelge 6.23. Ekonomik kriterleri sıralama ve kodlamaları

| KODLAMA | KRİTERLER                                                          |
|---------|--------------------------------------------------------------------|
| K1      | Nüfus Projeksiyonu                                                 |
| K2      | Yolculuk Projeksiyonu                                              |
| K3      | Ekonomik Faaliyetlerdeki Artış (İşgücü Projeksiyonu)               |
| K4      | Kişi Başına Düşen Günlük Araçlı Yolculuk Miktarı                   |
| K5      | 1000 Kişi Başına Düşen Otomobil Sayısı                             |
| K6      | Toplutaşım Yolculuklarının Toplam Araçlı Yolculuklar İçindeki Payı |
| K7      | Merkezi İş Alanındaki İstihdamın Toplam İstihdam İçindeki Oranı    |
| K8      | Bin Kişiye Düşen Yol Kilometresi                                   |

Çizelge 6.23. (devam) Ekonomik kriterleri sıralama ve kodlamaları

|     |                                                                                                 |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K9  | Ortalama Yol Ağı Hızı (hız/akım ilişkisi) (km/saat)                                             |
| K10 | Özel Aracın Kat Ettiği Kilometre Başına Enerji Tüketimi                                         |
| K11 | Özel Ulaşım Yolcu Kapasitesi Başına Enerji Tüketimi                                             |
| K12 | Mevcut Toplu Taşıma Aracının Kat Ettiği Kilometre Başına Enerji Tüketimi                        |
| K13 | Mevcut Toplu Taşıma Yolcu Kilometresi Başına Enerji Tüketimi                                    |
| K14 | Trafik Yoğunluğu (Birim Uzunluktaki Bir Trafik Şeridi Boyunca Seyreden Taşıt Sayısı (taşıt/km)) |
| K15 | Kuyruklanma Uzunluğu (Shock Wave)                                                               |
| K16 | Yolculuk Süresi                                                                                 |
| K17 | Ulaşım Sektörüne Harcanan Para                                                                  |
| K18 | Trafik Hacim Bilgileri (Yolun Bir Kesitinden Birim Zamanda Geçen Taşıt Sayısı (taşıt/saat))     |
| K19 | Yakıt Maliyeti (yakıt fiyatı/kişi başına düşen metropoliten gelir)                              |
| K20 | Kişi Başına Özel Ulaşım Enerji Tüketimi                                                         |
| K21 | Kişi Başına Toplu Taşıma Enerji Tüketimi                                                        |
| K22 | Durak Yürüme Mesafesi (400-500 m)                                                               |
| K23 | Yolculuk Süresinin Ekonomik Değeri                                                              |
| K24 | İşletme Maliyeti                                                                                |
| K25 | Nüfus Yoğunluğu                                                                                 |
| K26 | Gelir Dağılımı                                                                                  |
| K27 | Yolculuk İndi Bindi Sayıları                                                                    |
| K28 | Yolculuk Talepleri                                                                              |
| K29 | Trafikte Kaybedilen Zamanın Üretim Karşılığı                                                    |
| K30 | Trafik Sıkışıklığı                                                                              |
| K31 | Çalışanların Sektörel Dağılımı                                                                  |
| K32 | Eğitim – Öğrenci Sayıları                                                                       |
| K33 | Verimsiz Arazi Kullanımı                                                                        |
| K34 | Verimlilik                                                                                      |
| K35 | Alternatif Yakıt Payı (>%6)                                                                     |
| K36 | Yol Kenarı Parklanma Oranı                                                                      |
| K37 | Mevcut Otopark Sayısı                                                                           |

Daha sonra bu kriterlerin uzmanlardan alınan görüşler üzerinden Çizelge 6.24. 6.25 de Direkt İlişki matrisi oluşturulmuştur. Uzman görüşleri sonunda elde edilen değerler üzerinde yapılan güvenilirlik testi sonucunda %91 güvenilirlik oranı çıkmıştır (EK-8).

Çizelge 6.24’de her satır ve her sütunun toplamının en büyük değeri olan değer S değeri olarak kullanılmıştır. En büyük toplam değerler üzerinden S değerini bulmak için satır ve sütunda elde edilen maksimum toplam değeri 1 e oranlanarak, minimum değeri S değeri olarak kabul edilmiştir.





Çizelge 6.25. Ekonomi kriterleri Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi

| EKONOMİK KRİTERLER<br>Normalleştirilmiş Direkt İlişki<br>Matrisi | K1    | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   | K11   | K12   | K13   | K14   | K15   | K16   | K17   | K18   | K19   |
|------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| K1                                                               | 0,000 | 0,032 | 0,031 | 0,030 | 0,030 | 0,029 | 0,028 | 0,027 | 0,024 | 0,023 | 0,023 | 0,027 | 0,029 | 0,029 | 0,030 | 0,026 | 0,031 | 0,027 | 0,024 |
| K2                                                               | 0,023 | 0,000 | 0,027 | 0,033 | 0,031 | 0,032 | 0,024 | 0,030 | 0,026 | 0,029 | 0,027 | 0,030 | 0,028 | 0,033 | 0,031 | 0,029 | 0,034 | 0,031 | 0,030 |
| K3                                                               | 0,031 | 0,031 | 0,000 | 0,031 | 0,029 | 0,029 | 0,026 | 0,025 | 0,021 | 0,023 | 0,024 | 0,022 | 0,023 | 0,028 | 0,023 | 0,024 | 0,031 | 0,025 | 0,029 |
| K4                                                               | 0,021 | 0,030 | 0,023 | 0,000 | 0,030 | 0,032 | 0,018 | 0,027 | 0,029 | 0,026 | 0,028 | 0,030 | 0,030 | 0,028 | 0,033 | 0,032 | 0,030 | 0,031 | 0,029 |
| K5                                                               | 0,018 | 0,028 | 0,024 | 0,030 | 0,000 | 0,029 | 0,018 | 0,029 | 0,029 | 0,027 | 0,029 | 0,024 | 0,024 | 0,034 | 0,031 | 0,033 | 0,030 | 0,034 | 0,032 |
| K6                                                               | 0,023 | 0,031 | 0,024 | 0,032 | 0,030 | 0,000 | 0,024 | 0,027 | 0,027 | 0,028 | 0,027 | 0,028 | 0,030 | 0,028 | 0,029 | 0,030 | 0,029 | 0,029 | 0,030 |
| K7                                                               | 0,024 | 0,025 | 0,028 | 0,025 | 0,020 | 0,026 | 0,000 | 0,018 | 0,022 | 0,023 | 0,022 | 0,019 | 0,021 | 0,023 | 0,023 | 0,026 | 0,025 | 0,023 | 0,024 |
| K8                                                               | 0,017 | 0,026 | 0,024 | 0,026 | 0,020 | 0,026 | 0,017 | 0,000 | 0,027 | 0,026 | 0,028 | 0,023 | 0,025 | 0,029 | 0,027 | 0,030 | 0,027 | 0,026 | 0,028 |
| K9                                                               | 0,019 | 0,027 | 0,022 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,019 | 0,020 | 0,000 | 0,026 | 0,026 | 0,025 | 0,023 | 0,028 | 0,029 | 0,031 | 0,026 | 0,028 | 0,031 |
| K10                                                              | 0,017 | 0,025 | 0,020 | 0,028 | 0,026 | 0,026 | 0,018 | 0,016 | 0,021 | 0,000 | 0,026 | 0,019 | 0,022 | 0,025 | 0,024 | 0,026 | 0,030 | 0,027 | 0,029 |
| K11                                                              | 0,017 | 0,028 | 0,016 | 0,028 | 0,025 | 0,025 | 0,017 | 0,021 | 0,019 | 0,025 | 0,000 | 0,020 | 0,024 | 0,026 | 0,024 | 0,022 | 0,026 | 0,025 | 0,030 |
| K12                                                              | 0,021 | 0,025 | 0,018 | 0,023 | 0,021 | 0,027 | 0,017 | 0,022 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,000 | 0,028 | 0,026 | 0,022 | 0,022 | 0,027 | 0,023 | 0,029 |
| K13                                                              | 0,020 | 0,023 | 0,019 | 0,022 | 0,021 | 0,024 | 0,018 | 0,026 | 0,024 | 0,019 | 0,020 | 0,027 | 0,000 | 0,027 | 0,022 | 0,023 | 0,029 | 0,022 | 0,030 |
| K14                                                              | 0,024 | 0,028 | 0,019 | 0,031 | 0,027 | 0,027 | 0,019 | 0,027 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 0,025 | 0,023 | 0,000 | 0,031 | 0,035 | 0,030 | 0,032 | 0,031 |
| K15                                                              | 0,021 | 0,027 | 0,018 | 0,025 | 0,026 | 0,025 | 0,016 | 0,021 | 0,025 | 0,023 | 0,025 | 0,023 | 0,022 | 0,027 | 0,000 | 0,035 | 0,027 | 0,033 | 0,029 |
| K16                                                              | 0,019 | 0,030 | 0,018 | 0,028 | 0,027 | 0,027 | 0,021 | 0,025 | 0,024 | 0,032 | 0,027 | 0,027 | 0,026 | 0,030 | 0,029 | 0,000 | 0,029 | 0,026 | 0,026 |
| K17                                                              | 0,023 | 0,033 | 0,022 | 0,026 | 0,027 | 0,028 | 0,019 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,024 | 0,025 | 0,024 | 0,031 | 0,027 | 0,030 | 0,000 | 0,027 | 0,029 |
| K18                                                              | 0,020 | 0,030 | 0,020 | 0,025 | 0,024 | 0,026 | 0,015 | 0,023 | 0,025 | 0,025 | 0,026 | 0,025 | 0,024 | 0,032 | 0,026 | 0,027 | 0,026 | 0,000 | 0,027 |
| K19                                                              | 0,015 | 0,025 | 0,022 | 0,027 | 0,028 | 0,027 | 0,016 | 0,024 | 0,018 | 0,028 | 0,030 | 0,028 | 0,028 | 0,026 | 0,027 | 0,026 | 0,029 | 0,027 | 0,000 |
| K20                                                              | 0,017 | 0,023 | 0,018 | 0,031 | 0,027 | 0,025 | 0,017 | 0,018 | 0,020 | 0,022 | 0,028 | 0,019 | 0,021 | 0,028 | 0,027 | 0,023 | 0,025 | 0,023 | 0,029 |
| K21                                                              | 0,018 | 0,025 | 0,019 | 0,025 | 0,026 | 0,025 | 0,018 | 0,021 | 0,020 | 0,019 | 0,021 | 0,027 | 0,026 | 0,025 | 0,027 | 0,022 | 0,024 | 0,022 | 0,025 |
| K22                                                              | 0,018 | 0,023 | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,023 | 0,017 | 0,019 | 0,013 | 0,015 | 0,013 | 0,018 | 0,018 | 0,016 | 0,016 | 0,025 | 0,019 | 0,020 | 0,018 |
| K23                                                              | 0,018 | 0,024 | 0,022 | 0,026 | 0,027 | 0,027 | 0,020 | 0,024 | 0,019 | 0,023 | 0,022 | 0,022 | 0,020 | 0,026 | 0,022 | 0,025 | 0,025 | 0,022 | 0,021 |
| K24                                                              | 0,018 | 0,024 | 0,018 | 0,023 | 0,019 | 0,024 | 0,017 | 0,022 | 0,018 | 0,019 | 0,023 | 0,018 | 0,021 | 0,021 | 0,018 | 0,021 | 0,027 | 0,023 | 0,025 |
| K25                                                              | 0,027 | 0,032 | 0,028 | 0,029 | 0,025 | 0,030 | 0,024 | 0,031 | 0,025 | 0,025 | 0,024 | 0,025 | 0,027 | 0,029 | 0,027 | 0,027 | 0,030 | 0,027 | 0,027 |
| K26                                                              | 0,024 | 0,025 | 0,028 | 0,027 | 0,029 | 0,027 | 0,022 | 0,017 | 0,017 | 0,022 | 0,021 | 0,019 | 0,019 | 0,023 | 0,020 | 0,019 | 0,024 | 0,021 | 0,023 |
| K27                                                              | 0,019 | 0,027 | 0,018 | 0,020 | 0,016 | 0,027 | 0,017 | 0,018 | 0,020 | 0,018 | 0,018 | 0,023 | 0,024 | 0,022 | 0,019 | 0,022 | 0,020 | 0,022 | 0,020 |
| K28                                                              | 0,020 | 0,031 | 0,021 | 0,029 | 0,024 | 0,028 | 0,023 | 0,021 | 0,022 | 0,019 | 0,020 | 0,022 | 0,022 | 0,023 | 0,021 | 0,024 | 0,024 | 0,023 | 0,023 |
| K29                                                              | 0,016 | 0,025 | 0,021 | 0,023 | 0,024 | 0,028 | 0,020 | 0,018 | 0,022 | 0,019 | 0,024 | 0,019 | 0,020 | 0,022 | 0,022 | 0,026 | 0,026 | 0,021 | 0,022 |
| K30                                                              | 0,019 | 0,030 | 0,022 | 0,032 | 0,032 | 0,028 | 0,020 | 0,026 | 0,028 | 0,030 | 0,029 | 0,029 | 0,029 | 0,033 | 0,027 | 0,026 | 0,027 | 0,027 | 0,028 |
| K31                                                              | 0,025 | 0,021 | 0,026 | 0,018 | 0,021 | 0,019 | 0,019 | 0,016 | 0,011 | 0,018 | 0,016 | 0,013 | 0,015 | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,019 | 0,015 | 0,019 |
| K32                                                              | 0,023 | 0,027 | 0,016 | 0,020 | 0,019 | 0,023 | 0,016 | 0,017 | 0,015 | 0,017 | 0,019 | 0,018 | 0,017 | 0,021 | 0,022 | 0,021 | 0,030 | 0,018 | 0,018 |
| K33                                                              | 0,018 | 0,019 | 0,014 | 0,015 | 0,016 | 0,019 | 0,018 | 0,019 | 0,020 | 0,016 | 0,018 | 0,018 | 0,016 | 0,018 | 0,021 | 0,023 | 0,020 | 0,019 | 0,022 |
| K34                                                              | 0,020 | 0,022 | 0,023 | 0,020 | 0,019 | 0,025 | 0,020 | 0,019 | 0,019 | 0,023 | 0,019 | 0,021 | 0,023 | 0,017 | 0,021 | 0,023 | 0,022 | 0,021 | 0,025 |
| K35                                                              | 0,013 | 0,019 | 0,021 | 0,025 | 0,028 | 0,022 | 0,012 | 0,017 | 0,021 | 0,025 | 0,025 | 0,024 | 0,026 | 0,023 | 0,019 | 0,020 | 0,021 | 0,020 | 0,026 |
| K36                                                              | 0,015 | 0,020 | 0,013 | 0,025 | 0,027 | 0,020 | 0,019 | 0,022 | 0,020 | 0,016 | 0,015 | 0,015 | 0,017 | 0,022 | 0,020 | 0,020 | 0,017 | 0,018 | 0,016 |
| K37                                                              | 0,015 | 0,023 | 0,018 | 0,025 | 0,026 | 0,022 | 0,021 | 0,020 | 0,018 | 0,015 | 0,014 | 0,018 | 0,014 | 0,021 | 0,019 | 0,017 | 0,019 | 0,017 | 0,015 |

Çizelge 6.25. (devam) Ekonomi kriterleri Normalleştirilmiş Direkt İlişki Matrisi

| K19   | K20   | K21   | K22   | K23   | K24   | K25   | K26   | K27   | K28   | K29   | K30   | K31   | K32   | K33   | K34   | K35   | K36   | K37   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0,024 | 0,026 | 0,027 | 0,023 | 0,023 | 0,024 | 0,032 | 0,024 | 0,027 | 0,031 | 0,024 | 0,028 | 0,025 | 0,031 | 0,023 | 0,025 | 0,022 | 0,025 | 0,025 |
| 0,030 | 0,029 | 0,030 | 0,026 | 0,028 | 0,029 | 0,029 | 0,019 | 0,031 | 0,033 | 0,029 | 0,031 | 0,019 | 0,017 | 0,015 | 0,025 | 0,022 | 0,026 | 0,027 |
| 0,029 | 0,028 | 0,025 | 0,014 | 0,024 | 0,023 | 0,028 | 0,027 | 0,021 | 0,026 | 0,024 | 0,024 | 0,024 | 0,018 | 0,018 | 0,027 | 0,017 | 0,023 | 0,024 |
| 0,029 | 0,031 | 0,031 | 0,019 | 0,023 | 0,023 | 0,028 | 0,018 | 0,026 | 0,026 | 0,027 | 0,033 | 0,012 | 0,011 | 0,017 | 0,024 | 0,021 | 0,029 | 0,026 |
| 0,032 | 0,032 | 0,029 | 0,016 | 0,030 | 0,020 | 0,021 | 0,019 | 0,019 | 0,022 | 0,027 | 0,033 | 0,013 | 0,010 | 0,019 | 0,023 | 0,026 | 0,029 | 0,027 |
| 0,030 | 0,026 | 0,029 | 0,021 | 0,030 | 0,028 | 0,026 | 0,019 | 0,030 | 0,028 | 0,026 | 0,032 | 0,014 | 0,013 | 0,016 | 0,022 | 0,019 | 0,025 | 0,023 |
| 0,024 | 0,023 | 0,023 | 0,020 | 0,023 | 0,022 | 0,020 | 0,016 | 0,024 | 0,025 | 0,025 | 0,028 | 0,018 | 0,011 | 0,016 | 0,024 | 0,015 | 0,021 | 0,022 |
| 0,028 | 0,025 | 0,024 | 0,018 | 0,024 | 0,020 | 0,021 | 0,015 | 0,022 | 0,023 | 0,023 | 0,028 | 0,012 | 0,012 | 0,016 | 0,020 | 0,017 | 0,019 | 0,019 |
| 0,031 | 0,027 | 0,027 | 0,015 | 0,025 | 0,021 | 0,022 | 0,017 | 0,023 | 0,023 | 0,027 | 0,027 | 0,010 | 0,013 | 0,015 | 0,020 | 0,022 | 0,021 | 0,018 |
| 0,029 | 0,031 | 0,024 | 0,014 | 0,025 | 0,018 | 0,017 | 0,016 | 0,016 | 0,017 | 0,022 | 0,019 | 0,011 | 0,010 | 0,017 | 0,025 | 0,023 | 0,015 | 0,018 |
| 0,030 | 0,033 | 0,024 | 0,011 | 0,026 | 0,018 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 0,019 | 0,022 | 0,025 | 0,011 | 0,010 | 0,016 | 0,022 | 0,019 | 0,013 | 0,014 |
| 0,029 | 0,021 | 0,027 | 0,021 | 0,031 | 0,024 | 0,022 | 0,017 | 0,017 | 0,019 | 0,020 | 0,019 | 0,014 | 0,011 | 0,015 | 0,023 | 0,020 | 0,012 | 0,014 |
| 0,030 | 0,020 | 0,026 | 0,019 | 0,030 | 0,023 | 0,022 | 0,016 | 0,018 | 0,020 | 0,022 | 0,020 | 0,010 | 0,014 | 0,013 | 0,023 | 0,020 | 0,015 | 0,012 |
| 0,031 | 0,029 | 0,028 | 0,018 | 0,027 | 0,021 | 0,025 | 0,016 | 0,020 | 0,024 | 0,025 | 0,036 | 0,010 | 0,014 | 0,017 | 0,022 | 0,016 | 0,022 | 0,016 |
| 0,029 | 0,028 | 0,029 | 0,017 | 0,027 | 0,021 | 0,017 | 0,014 | 0,022 | 0,024 | 0,028 | 0,033 | 0,012 | 0,013 | 0,018 | 0,024 | 0,019 | 0,020 | 0,018 |
| 0,026 | 0,028 | 0,029 | 0,021 | 0,027 | 0,027 | 0,017 | 0,012 | 0,020 | 0,023 | 0,028 | 0,026 | 0,010 | 0,009 | 0,018 | 0,022 | 0,016 | 0,013 | 0,013 |
| 0,029 | 0,028 | 0,028 | 0,017 | 0,027 | 0,030 | 0,023 | 0,015 | 0,021 | 0,026 | 0,027 | 0,027 | 0,014 | 0,010 | 0,018 | 0,023 | 0,020 | 0,017 | 0,016 |
| 0,027 | 0,023 | 0,025 | 0,016 | 0,024 | 0,022 | 0,021 | 0,016 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | 0,033 | 0,010 | 0,014 | 0,014 | 0,020 | 0,015 | 0,017 | 0,019 |
| 0,000 | 0,028 | 0,029 | 0,016 | 0,028 | 0,027 | 0,022 | 0,017 | 0,019 | 0,023 | 0,023 | 0,027 | 0,015 | 0,015 | 0,017 | 0,026 | 0,025 | 0,017 | 0,016 |
| 0,029 | 0,000 | 0,028 | 0,015 | 0,023 | 0,019 | 0,018 | 0,018 | 0,016 | 0,018 | 0,021 | 0,024 | 0,015 | 0,013 | 0,016 | 0,024 | 0,020 | 0,014 | 0,017 |
| 0,025 | 0,026 | 0,000 | 0,017 | 0,024 | 0,024 | 0,019 | 0,017 | 0,021 | 0,020 | 0,019 | 0,024 | 0,012 | 0,011 | 0,016 | 0,023 | 0,017 | 0,015 | 0,015 |
| 0,018 | 0,019 | 0,019 | 0,000 | 0,019 | 0,015 | 0,019 | 0,015 | 0,021 | 0,021 | 0,017 | 0,020 | 0,015 | 0,015 | 0,019 | 0,020 | 0,012 | 0,013 | 0,014 |
| 0,021 | 0,027 | 0,024 | 0,018 | 0,000 | 0,024 | 0,016 | 0,017 | 0,021 | 0,022 | 0,022 | 0,021 | 0,011 | 0,013 | 0,017 | 0,021 | 0,022 | 0,014 | 0,015 |
| 0,025 | 0,020 | 0,019 | 0,014 | 0,022 | 0,000 | 0,019 | 0,016 | 0,017 | 0,018 | 0,020 | 0,020 | 0,012 | 0,017 | 0,018 | 0,023 | 0,016 | 0,020 | 0,017 |
| 0,027 | 0,028 | 0,026 | 0,022 | 0,027 | 0,025 | 0,000 | 0,019 | 0,025 | 0,028 | 0,026 | 0,027 | 0,022 | 0,026 | 0,025 | 0,023 | 0,021 | 0,024 | 0,023 |
| 0,023 | 0,024 | 0,024 | 0,019 | 0,022 | 0,020 | 0,022 | 0,000 | 0,021 | 0,024 | 0,022 | 0,026 | 0,020 | 0,021 | 0,017 | 0,020 | 0,016 | 0,019 | 0,018 |
| 0,020 | 0,017 | 0,022 | 0,023 | 0,022 | 0,018 | 0,021 | 0,017 | 0,000 | 0,021 | 0,018 | 0,023 | 0,019 | 0,015 | 0,018 | 0,021 | 0,014 | 0,015 | 0,020 |
| 0,023 | 0,020 | 0,022 | 0,022 | 0,024 | 0,020 | 0,020 | 0,018 | 0,022 | 0,000 | 0,020 | 0,025 | 0,018 | 0,017 | 0,014 | 0,021 | 0,019 | 0,019 | 0,020 |
| 0,022 | 0,023 | 0,021 | 0,019 | 0,030 | 0,020 | 0,020 | 0,018 | 0,019 | 0,019 | 0,000 | 0,024 | 0,016 | 0,015 | 0,020 | 0,023 | 0,015 | 0,015 | 0,013 |
| 0,028 | 0,028 | 0,026 | 0,022 | 0,024 | 0,020 | 0,020 | 0,015 | 0,018 | 0,019 | 0,023 | 0,000 | 0,014 | 0,016 | 0,019 | 0,024 | 0,017 | 0,022 | 0,020 |
| 0,019 | 0,018 | 0,017 | 0,015 | 0,020 | 0,012 | 0,018 | 0,023 | 0,018 | 0,021 | 0,015 | 0,016 | 0,000 | 0,017 | 0,015 | 0,015 | 0,012 | 0,012 | 0,010 |
| 0,018 | 0,017 | 0,018 | 0,019 | 0,019 | 0,018 | 0,022 | 0,016 | 0,017 | 0,017 | 0,016 | 0,018 | 0,013 | 0,000 | 0,015 | 0,015 | 0,011 | 0,011 | 0,012 |
| 0,022 | 0,022 | 0,022 | 0,023 | 0,022 | 0,020 | 0,021 | 0,014 | 0,015 | 0,019 | 0,016 | 0,021 | 0,013 | 0,012 | 0,000 | 0,018 | 0,014 | 0,018 | 0,019 |
| 0,025 | 0,024 | 0,023 | 0,019 | 0,024 | 0,023 | 0,020 | 0,016 | 0,019 | 0,019 | 0,021 | 0,019 | 0,019 | 0,015 | 0,017 | 0,000 | 0,017 | 0,016 | 0,017 |
| 0,026 | 0,027 | 0,025 | 0,016 | 0,020 | 0,021 | 0,018 | 0,015 | 0,017 | 0,016 | 0,020 | 0,017 | 0,009 | 0,008 | 0,013 | 0,017 | 0,000 | 0,013 | 0,010 |
| 0,016 | 0,016 | 0,018 | 0,017 | 0,013 | 0,017 | 0,018 | 0,012 | 0,017 | 0,018 | 0,011 | 0,025 | 0,013 | 0,010 | 0,020 | 0,018 | 0,013 | 0,000 | 0,028 |
| 0,015 | 0,016 | 0,015 | 0,013 | 0,014 | 0,019 | 0,016 | 0,013 | 0,015 | 0,020 | 0,015 | 0,026 | 0,008 | 0,009 | 0,021 | 0,015 | 0,013 | 0,027 | 0,000 |

Toplam ilişki matrisindeki hesaplamalar kullanılırken EK-6 de işlem ekran alıntısı verilen MATLAB programından yararlanılmıştır. Toplam ilişki matrisi ortalaması alınarak eşik değeri belirlenmiştir. Eşik değeri; ekonomik faktörlerde 0,1082 bulunmuştur. Eşik değerinden büyük Matris elemanları Çizelge 6.26. de pembe ile renklendirilmiştir. Eşik değeri ekonomi kriterleri toplam ilişki matrisinin ortalamasını alınarak belirlenmiştir.

Çizelge 6.26. Ekonomi Kriterleri Toplam İlişki Matrisi

| EKONOMİK KRİTERLER<br>Toplam İlişki Matrisi | K1           | K2          | K3          | K4          | K5          | K6          | K7          | K8           | K9          | K10          | K11         | K12          | K13         | K14         | K15         | K16          | K17         | K18         | K19         |
|---------------------------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| K1                                          | 0,095182464  | 0,156678441 | 0,130691218 | 0,153233379 | 0,149105217 | 0,152222117 | 0,119253031 | 0,133788857  | 0,12802218  | 0,13145337   | 0,133566556 | 0,13640277   | 0,139355588 | 0,152240859 | 0,146644383 | 0,147054508  | 0,154198872 | 0,144312013 | 0,146587134 |
| K2                                          | 0,12077383   | 0,130255008 | 0,130530275 | 0,160880651 | 0,155000714 | 0,159141027 | 0,118342008 | 0,140745135  | 0,134430348 | 0,141470963  | 0,141258151 | 0,142600494  | 0,142462901 | 0,160210467 | 0,152123629 | 0,154309748  | 0,161959    | 0,152414953 | 0,157071749 |
| K3                                          | 0,118877732  | 0,147571737 | 0,093891456 | 0,145673074 | 0,142759285 | 0,144214348 | 0,111510532 | 0,124666486  | 0,11850362  | 0,124892462  | 0,126707518 | 0,13245512   | 0,126494379 | 0,142413949 | 0,132807492 | 0,136937786  | 0,14583782  | 0,13393839  | 0,143121742 |
| K4                                          | 0,112953206  | 0,152251584 | 0,120852439 | 0,121511096 | 0,147019833 | 0,152052123 | 0,131849493 | 0,131140591  | 0,132837476 | 0,136204844  | 0,136204844 | 0,136482574  | 0,138743349 | 0,153039469 | 0,147813976 | 0,149991111  | 0,151117018 | 0,145832244 | 0,149283827 |
| K5                                          | 0,10862985   | 0,147605446 | 0,119052317 | 0,148462224 | 0,115345422 | 0,147134295 | 0,105081892 | 0,131397041  | 0,123858507 | 0,131594105  | 0,134401004 | 0,12837257   | 0,123957525 | 0,151375613 | 0,14344765  | 0,148353281  | 0,148112267 | 0,1455241   | 0,149490218 |
| K6                                          | 0,114451033  | 0,152582793 | 0,121102883 | 0,152224914 | 0,145958597 | 0,120632753 | 0,112423877 | 0,131269533  | 0,128920748 | 0,13371088   | 0,13410556  | 0,13410556   | 0,138130924 | 0,135499329 | 0,147708552 | 0,149539249  | 0,143249738 | 0,148847549 | 0,148847549 |
| K7                                          | 0,1188882    | 0,129044211 | 0,110258663 | 0,126984483 | 0,119771112 | 0,128120963 | 0,07617962  | 0,107041852  | 0,108518184 | 0,11316717   | 0,13121852  | 0,109682532  | 0,125328396 | 0,119790655 | 0,147990655 | 0,126195838  | 0,12738298  | 0,11972431  | 0,125500577 |
| K8                                          | 0,09784847   | 0,133341497 | 0,109207509 | 0,131644903 | 0,127097154 | 0,131756887 | 0,09550987  | 0,0917993    | 0,11594184  | 0,119141049  | 0,122112572 | 0,1126363076 | 0,123406072 | 0,134600722 | 0,12785528  | 0,133780096  | 0,132414592 | 0,126275177 | 0,133202258 |
| K9                                          | 0,101812469  | 0,13702146  | 0,09854257  | 0,134717046 | 0,13232428  | 0,130668599 | 0,099419382 | 0,113598448  | 0,092167197 | 0,1215473    | 0,12300568  | 0,120932082  | 0,120506624 | 0,136056455 | 0,132114879 | 0,136735066  | 0,134520966 | 0,13109251  | 0,138479797 |
| K10                                         | 0,092678319  | 0,125480726 | 0,100035424 | 0,126524841 | 0,12232342  | 0,125040121 | 0,091144485 | 0,102078616  | 0,105121973 | 0,087832801  | 0,114576555 | 0,106811205  | 0,12344564  | 0,12362846  | 0,117775716 | 0,122691909  | 0,128559917 | 0,120528669 | 0,127542293 |
| K11                                         | 0,095212971  | 0,126585893 | 0,09535408  | 0,13509245  | 0,119897013 | 0,12301113  | 0,08949382  | 0,113598448  | 0,092167197 | 0,1215473    | 0,12300568  | 0,120932082  | 0,120506624 | 0,136056455 | 0,132114879 | 0,136735066  | 0,134520966 | 0,13109251  | 0,138479797 |
| K12                                         | 0,095558592  | 0,123424481 | 0,097097852 | 0,120511226 | 0,115610582 | 0,12427666  | 0,08953191  | 0,106521926  | 0,101583167 | 0,1104201659 | 0,106103269 | 0,108827865  | 0,115218669 | 0,123148315 | 0,114657436 | 0,11765925   | 0,124287068 | 0,115257893 | 0,127136739 |
| K13                                         | 0,095473319  | 0,12307696  | 0,099283441 | 0,12107828  | 0,117080837 | 0,122940065 | 0,091013233 | 0,11166419   | 0,1078779   | 0,10523179   | 0,108491652 | 0,114650747  | 0,125836398 | 0,125030013 | 0,115829075 | 0,119937589  | 0,12771957  | 0,116100812 | 0,128164178 |
| K14                                         | 0,110976646  | 0,143469814 | 0,110995566 | 0,144482166 | 0,137172919 | 0,140157453 | 0,103369101 | 0,125330382  | 0,122219176 | 0,126316407  | 0,127500744 | 0,117864784  | 0,118331744 | 0,134458584 | 0,102579427 | 0,139576721  | 0,134103262 | 0,144024005 | 0,143731494 |
| K15                                         | 0,102580999  | 0,139247864 | 0,104851038 | 0,13273215  | 0,129744012 | 0,132517636 | 0,095489696 | 0,114331168  | 0,115825679 | 0,117310857  | 0,120832454 | 0,117864784  | 0,118331744 | 0,134458584 | 0,102579427 | 0,139576721  | 0,134103262 | 0,144024005 | 0,143731494 |
| K16                                         | 0,1013211529 | 0,139247864 | 0,104851038 | 0,13273215  | 0,129744012 | 0,132517636 | 0,095489696 | 0,114331168  | 0,115825679 | 0,117310857  | 0,120832454 | 0,117864784  | 0,118331744 | 0,134458584 | 0,102579427 | 0,139576721  | 0,134103262 | 0,144024005 | 0,143731494 |
| K17                                         | 0,108029164  | 0,145101166 | 0,111453244 | 0,137029179 | 0,134185992 | 0,13873209  | 0,100804741 | 0,120750374  | 0,118568888 | 0,123235259  | 0,123765451 | 0,123284913  | 0,123852563 | 0,141829907 | 0,132700235 | 0,138403924  | 0,111784907 | 0,132668156 | 0,139183535 |
| K18                                         | 0,100063436  | 0,136282102 | 0,105018427 | 0,130157367 | 0,12539971  | 0,130584304 | 0,092955561 | 0,113424661  | 0,113939634 | 0,117072377  | 0,119726999 | 0,117778984  | 0,118541951 | 0,136614116 | 0,125846117 | 0,12974144   | 0,131275689 | 0,100032912 | 0,130725564 |
| K19                                         | 0,098275545  | 0,134646023 | 0,109760696 | 0,135169652 | 0,132769594 | 0,134679548 | 0,092955561 | 0,113424661  | 0,113939634 | 0,117072377  | 0,119726999 | 0,117778984  | 0,118541951 | 0,136614116 | 0,125846117 | 0,12974144   | 0,131275689 | 0,100032912 | 0,130725564 |
| K20                                         | 0,092440137  | 0,122149467 | 0,097816397 | 0,128538317 | 0,121747389 | 0,122961506 | 0,089252727 | 0,102795411  | 0,103134743 | 0,109090883  | 0,115407939 | 0,105781431  | 0,109356203 | 0,125433483 | 0,120490749 | 0,119053333  | 0,122972811 | 0,116274249 | 0,126070151 |
| K21                                         | 0,095429472  | 0,123862869 | 0,097725389 | 0,12289572  | 0,120168223 | 0,122500127 | 0,089897913 | 0,105631059  | 0,102727023 | 0,104941788  | 0,108490099 | 0,113332939  | 0,113713985 | 0,122387807 | 0,119599194 | 0,117598938  | 0,121524105 | 0,114494776 | 0,122072456 |
| K22                                         | 0,080806219  | 0,106478012 | 0,081540911 | 0,10073713  | 0,098494863 | 0,105548874 | 0,078091594 | 0,09004401   | 0,083229951 | 0,087795207  | 0,08774184  | 0,091018224  | 0,091800837 | 0,098298273 | 0,094696009 | 0,105942009  | 0,101594618 | 0,097799178 | 0,099499625 |
| K23                                         | 0,093656384  | 0,123762467 | 0,101255436 | 0,124707307 | 0,122582839 | 0,124890914 | 0,092429595 | 0,109102454  | 0,102775868 | 0,109844524  | 0,110511763 | 0,109175502  | 0,108329    | 0,124127202 | 0,115274895 | 0,121888436  | 0,123278801 | 0,115863898 | 0,118688782 |
| K24                                         | 0,087524633  | 0,11642061  | 0,092216909 | 0,114001677 | 0,107894603 | 0,115374424 | 0,084896905 | 0,101296458  | 0,094973245 | 0,099890742  | 0,104911763 | 0,095206975  | 0,107703892 | 0,111754592 | 0,104829907 | 0,110532413  | 0,117922372 | 0,109517008 | 0,115178991 |
| K25                                         | 0,118902534  | 0,153312851 | 0,125107537 | 0,148728178 | 0,141856102 | 0,149885921 | 0,113265733 | 0,135088602  | 0,126954618 | 0,131528831  | 0,131651742 | 0,131651742  | 0,134564092 | 0,148719572 | 0,14075726  | 0,145184568  | 0,150609878 | 0,140940116 | 0,145949801 |
| K26                                         | 0,101611931  | 0,127781201 | 0,110229293 | 0,128299588 | 0,127416395 | 0,127831803 | 0,097398845 | 0,105286933  | 0,10285487  | 0,111009574  | 0,110207769 | 0,108457089  | 0,101812589 | 0,124085795 | 0,116693544 | 0,118863985  | 0,12576891  | 0,16918367  | 0,123609004 |
| K27                                         | 0,089301425  | 0,119787039 | 0,092017327 | 0,111422546 | 0,105412115 | 0,11809881  | 0,085047759 | 0,097225565  | 0,097201228 | 0,098574136  | 0,100338202 | 0,104152446  | 0,106315276 | 0,113045157 | 0,106117289 | 0,1122113561 | 0,111634336 | 0,108599659 | 0,111397225 |
| K28                                         | 0,097435731  | 0,133943662 | 0,103257281 | 0,130633227 | 0,122734744 | 0,129283316 | 0,098374677 | 0,109316142  | 0,10789327  | 0,10868441   | 0,110907945 | 0,111935083  | 0,11330736  | 0,124610999 | 0,117826073 | 0,123888996  | 0,125403925 | 0,119367559 | 0,124129839 |
| K29                                         | 0,089917021  | 0,12289439  | 0,09894014  | 0,119627272 | 0,11763474  | 0,119250707 | 0,091591761 | 0,101533961  | 0,103756698 | 0,104134978  | 0,109832549 | 0,10436109   | 0,10628934  | 0,11844209  | 0,11383811  | 0,120425104  | 0,122397819 | 0,112819821 | 0,117427722 |
| K30                                         | 0,104849438  | 0,143462146 | 0,112653809 | 0,143636255 | 0,140797893 | 0,139956928 | 0,107666815 | 0,12277081   | 0,12499895  | 0,12842777   | 0,129385423 | 0,128462319  | 0,12936758  | 0,144695747 | 0,13962359  | 0,136516493  | 0,139115501 | 0,133245978 | 0,139853389 |
| K31                                         | 0,082821253  | 0,11296847  | 0,084887948 | 0,10493128  | 0,107782839 | 0,097966507 | 0,077588758 | 0,084089733  | 0,077913808 | 0,08762524   | 0,087004511 | 0,083317004  | 0,085706371 | 0,092570501 | 0,089739602 | 0,093451847  | 0,097878725 | 0,089670543 | 0,097320563 |
| K32                                         | 0,082901704  | 0,104650836 | 0,082151604 | 0,099325238 | 0,09769615  | 0,10307385  | 0,080525814 | 0,092101539  | 0,090995659 | 0,09055535   | 0,093551998 | 0,092441341  | 0,091642897 | 0,102243215 | 0,092570501 | 0,089739602  | 0,093451847 | 0,097878725 | 0,089670543 |
| K33                                         | 0,091784679  | 0,116721063 | 0,098508507 | 0,11350159  | 0,09993136  | 0,11822081  | 0,089725517 | 0,100504712  | 0,097943312 | 0,105555184  | 0,103275593 | 0,10394888   | 0,106850874 | 0,110952398 | 0,110294158 | 0,114846724  | 0,115649237 | 0,109914832 | 0,117661581 |
| K34                                         | 0,081521332  | 0,108976889 | 0,092559157 | 0,113662533 | 0,114100826 | 0,110976631 | 0,077608614 | 0,09421237   | 0,096345823 | 0,1037456    | 0,1018041   | 0,103112849  | 0,10565611  | 0,111885527 | 0,104081949 | 0,107471273  | 0,10664316  | 0,104379529 | 0,11420528  |
| K35                                         | 0,0794028719 | 0,104675502 | 0,080509513 | 0,107721973 | 0,107077183 | 0,102812383 | 0,080862758 | 0,0940523157 | 0,090523157 | 0,089506146  | 0,08989489  | 0,103882488  | 0,106850874 | 0,110952398 | 0,110294158 | 0,114846724  | 0,115649237 | 0,109914832 | 0,117661581 |
| K36                                         | 0,0730330958 | 0,106274213 | 0,084854836 | 0,107783547 | 0,105268825 | 0,104419136 | 0,081812336 | 0,088172578  | 0,088172578 | 0,088172578  | 0,088172578 | 0,088172578  | 0,088172578 | 0,088172578 | 0,088172578 | 0,088172578  | 0,088172578 | 0,088172578 | 0,088172578 |
| K37                                         | 3,602289626  | 4,76889352  | 3,81060167  | 4,701221445 | 4,559628298 | 4,698967916 | 3,485108075 | 4,068190457  | 3,973602013 | 4,142526292  | 4,028572729 | 4,15802423   | 4,222526403 | 4,68456153  | 4,461150649 | 4,69989656   | 4,711434993 | 4,45691788  | 4,666566071 |

Çizelge 6.26. (devam) Ekonomi Kriterleri Toplam İlişki Matrisi

| K19          | K20         | K21         | K22         | K23         | K24         | K25         | K26         | K27         | K28         | K29         | K30         | K31         | K32         | K33         | K34         | K35         | K36         | K37         | Toplam      |
|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 0,146587134  | 0,144030976 | 0,144862841 | 0,109692886 | 0,130639525 | 0,104238779 | 0,12467007  | 0,13571855  | 0,1315034   | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  | 0,14845496  |
| 0,1507707149 | 0,151866017 | 0,151962355 | 0,115420543 | 0,131034078 | 0,102741495 | 0,132153522 | 0,141824239 | 0,140132611 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 | 0,155973268 |
| 0,143127742  | 0,138435999 | 0,134447664 | 0,095054666 | 0,133364097 | 0,12764466  | 0,112315899 | 0,125420219 | 0,124342384 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 | 0,136602789 |
| 0,149490218  | 0,146805694 | 0,146028666 | 0,098885544 | 0,141363308 | 0,120586204 | 0,112853331 | 0,122635821 | 0,12956441  | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 | 0,148241069 |
| 0,148847549  | 0,14135353  | 0,14310941  | 0,105266211 | 0,144628287 | 0,12930905  | 0,12196874  | 0,097014262 | 0,103637825 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 | 0,148770648 |
| 0,133202298  | 0,126848382 | 0,120811991 | 0,091783375 | 0,120175906 | 0,108346074 | 0,104925151 | 0,111235571 | 0,113422046 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 | 0,128016043 |
| 0,125500077  | 0,130757336 | 0,124132592 | 0,109269634 | 0,105729693 | 0,106736362 | 0,108346074 | 0,08349457  | 0,115160706 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 |
| 0,138427997  | 0,130757336 | 0,124132592 | 0,109269634 | 0,105729693 | 0,106736362 | 0,108346074 | 0,08349457  | 0,115160706 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 | 0,131372395 |
| 0,127544293  | 0,125944842 | 0,118505825 | 0,083755803 | 0,1184464   | 0,102097565 | 0,094120222 | 0,101125772 | 0,08099412  | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 | 0,116205634 |
| 0,127136739  | 0,126449388 | 0,117810466 | 0,080171239 | 0,119048937 | 0,101449349 | 0,095330839 | 0,101422543 | 0,106823701 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 | 0,120564837 |
| 0,125686583  | 0,114477686 | 0,120240014 | 0,089366359 | 0,122876362 | 0,106698126 | 0,10318407  | 0,080364221 | 0,05206431  | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 |
| 0,128164178  | 0,114974608 | 0,119788034 | 0,087919366 | 0,123040964 | 0,107058636 | 0,101574878 | 0,080766619 | 0,101212369 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 | 0,116471678 |
| 0,143731494  | 0,137804719 | 0,136885396 | 0,094797926 | 0,134968891 | 0,117457937 | 0,109701844 | 0,080364221 | 0,05206431  | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 |
| 0,135158951  | 0,131351735 | 0,131745751 | 0,092090764 | 0,128956091 | 0,112392056 | 0,109701844 | 0,080364221 | 0,05206431  | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 |
| 0,1329024    | 0,12422951  | 0,133456574 | 0,094953302 | 0,132459967 | 0,123481669 | 0,109701844 | 0,080364221 | 0,05206431  | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 |
| 0,139185335  | 0,13422951  | 0,133456574 | 0,094953302 | 0,132459967 | 0,123481669 | 0,109701844 | 0,080364221 | 0,05206431  | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 | 0,114657194 |
| 0,130725564  | 0,123749091 | 0,124920248 | 0,089902211 | 0,123630556 | 0,110460822 | 0,104799204 | 0,084330415 | 0,115352798 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 | 0,134665159 |
| 0,10821991   | 0,131967383 | 0,132090604 | 0,092269425 | 0,130195408 | 0,118559306 | 0,108770228 | 0,087649827 | 0,104308339 | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  | 0,11549899  |
| 0,126070151  | 0,094945263 | 0,121197742 | 0,08417366  | 0,11576002  | 0,10195636  | 0,096528808 | 0,082327961 | 0,094138829 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 | 0,119904769 |
| 0,120072456  | 0,097870745 | 0,080403822 | 0,095589759 | 0,102935222 | 0,104338054 | 0,119330046 | 0,065853611 | 0,065744297 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 | 0,080843098 |
| 0,099495625  | 0,098070082 | 0,097725046 | 0,058275772 | 0,097431704 | 0,085329282 | 0,085230605 | 0,068831588 | 0,088973211 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 | 0,100107161 |
| 0,118688782  | 0,121170153 | 0,117912056 | 0,087389268 | 0,093760557 | 0,107010346 | 0,095236323 | 0,080948754 | 0,099232021 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 | 0,106147401 |
| 0,115177891  | 0,107402535 | 0,106428094 | 0,078479572 | 0,108097073 | 0,07719664  | 0,092345147 | 0,075872617 | 0,089009495 | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  | 0,09554706  |
| 0,145949801  | 0,143239257 | 0,14053577  | 0,10086374  | 0,140416573 | 0,126463794 | 0,097110376 | 0,097878379 | 0,120455564 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 | 0,130346076 |
| 0,123609004  | 0,121627554 | 0,12056077  | 0,090161754 | 0,117984708 | 0,105561218 | 0,103822055 | 0,066608405 | 0,101310082 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 | 0,110707014 |
| 0,111397225  | 0,105449701 | 0,109708918 | 0,087030942 | 0,108867557 | 0,095506322 | 0,095038655 | 0,076591639 | 0,073032847 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 | 0,099250664 |
| 0,124129839  | 0,117583997 | 0,118531123 | 0,092890379 | 0,119795442 | 0,109326162 | 0,101655    | 0,084298171 | 0,102803092 | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  | 0,08702053  |
| 0,117427722  | 0,115939051 | 0,112652286 | 0,086941072 | 0,121032125 | 0,101366701 | 0,097034643 | 0,080357345 | 0,095336125 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 | 0,101210442 |
| 0,139853389  | 0,13610045  | 0,132748446 | 0,100202181 | 0,13044798  | 0,11548579  | 0,110171799 | 0,088609157 | 0,106585964 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 | 0,115042633 |
| 0,097320563  | 0,093876229 | 0,092007937 | 0,070237186 | 0,094702144 | 0,07940117  | 0,081287101 | 0,074903843 | 0,080637955 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 | 0,088075109 |
| 0,102099943  | 0,099016901 | 0,099424962 | 0,07896     | 0,099532391 | 0,09039799  | 0,089904381 | 0,071788323 | 0,084767975 | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   | 0,0893223   |
| 0,106011784  | 0,103305878 | 0,102084958 | 0,082131357 | 0,101838219 | 0,091204634 | 0,090376543 | 0,077350885 | 0,093275151 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 |
| 0,117661591  | 0,113938204 | 0,112019412 | 0,084783615 | 0,102376543 | 0,095326072 | 0,095326072 | 0,077350885 | 0,093275151 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 | 0,098985794 |
| 0,114250528  | 0,11219764  | 0,109962535 | 0,078033882 | 0,104626218 | 0,096765393 | 0,089185614 | 0,073500695 | 0,087435385 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 | 0,091887561 |
| 0,09875388   | 0,096345127 | 0,0970431   | 0,075395084 | 0,092254475 | 0,087814262 | 0,084949353 | 0,065981465 | 0,082580819 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 | 0,088652071 |
| 0,096572441  | 0,095118925 | 0,093595792 | 0,070583102 | 0,091693126 | 0,088660935 | 0,082513628 | 0,066355228 | 0,080259555 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 | 0,089789066 |
| 4,666566071  | 4,513621406 | 4,480796525 | 3,30405567  | 4,451750523 | 3,981731306 | 3,781705433 | 3,074087845 | 3,723898299 | 4,09681931  | 4,080910789 | 4,58968775  | 2,580934438 | 2,541462856 | 3,112337757 | 3,975134896 | 3,305143868 | 3,394317287 | 3,320723352 | 3,320723352 |



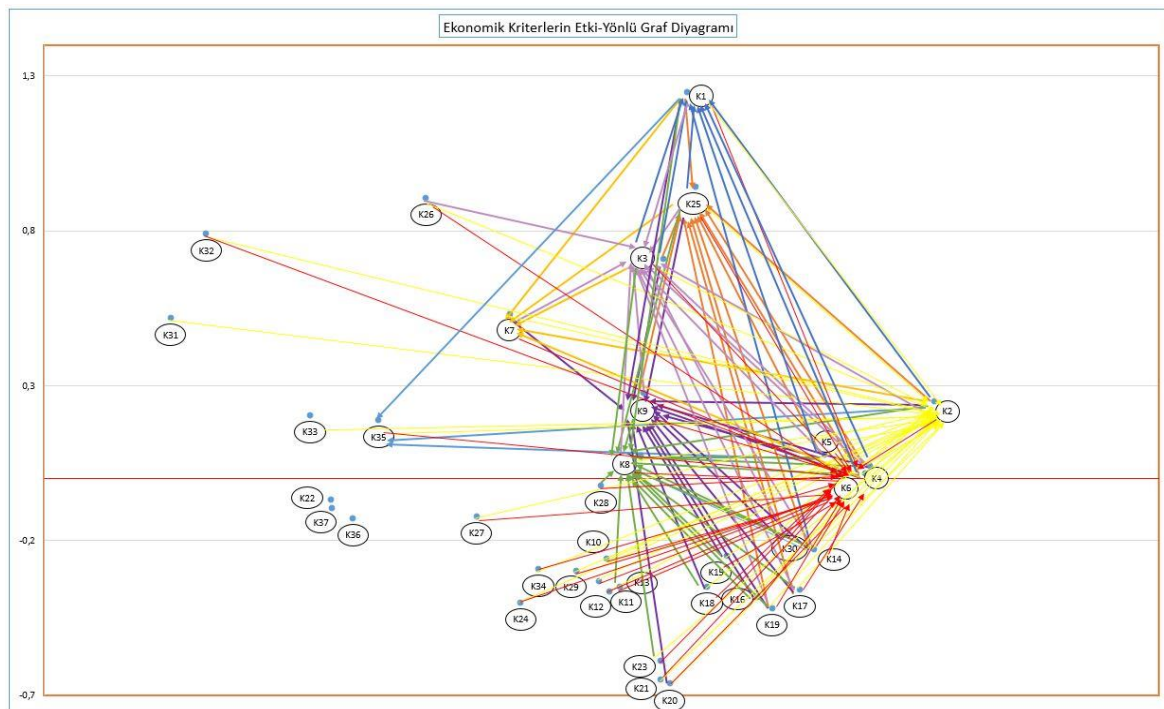
Çizelge 6.27 ve 6.28 de D-R'nin pozitif en yüksek değeri olan K1'ün (nüfus projeksiyonu) diğer kriterler üzerinde daha yüksek etkiye sahip olduğu gözlenmektedir. K1 kriterini sırasıyla K26, K25, K32, K3, K7 ve K31(gelir dağılımı, nüfus yoğunluğu, eğitim-öğrenci sayısı, ekonomik faaliyetlerdeki olası artış, merkezi iş alanındaki istihdamın toplam istihdam içindeki oranı, çalışanların sektörel dağılımı) takip etmektedir. D-R'nin negatif en yüksek değeri olan K22 (durak yürüme mesafesi) kriterinin diğer kriterlere göre daha yüksek etkilenen durumunda olduğu görülmektedir. Diğer etkilenen kriterler ise sırasıyla K28, K37, K27 ve K36 (yolculuk talepleri, mevcut otopark sayısı, yolculuk indi-bindi sayıları, yol kenarı parklanma oranı) yer almaktadır.

Çizelge 6.28. Ekonomi Kriterleri D+R ve D-R değerlerine göre kriterlerin Etkilenen-etkileyen durumları

| D+R        | D-R         |           |   |
|------------|-------------|-----------|---|
| 8,45670364 | 1,24612439  | ETKİLEYEN | 1 |
| 9,78797928 | 0,25020057  | ETKİLEYEN | 1 |
| 8,33137819 | 0,71017485  | ETKİLEYEN | 1 |
| 9,44348161 | 0,04103872  | ETKİLEYEN | 1 |
| 9,19786775 | 0,07861115  | ETKİLEYEN | 1 |
| 9,41535955 | 0,01742372  | ETKİLEYEN | 1 |
| 7,50282588 | 0,53260973  | ETKİLEYEN | 1 |
| 8,2123671  | 0,07598619  | ETKİLEYEN | 1 |
| 8,22452501 | 0,27732098  | ETKİLEYEN | 1 |
| 8,02585612 | -0,25925646 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,04181751 | -0,36389705 | ETKİLENEN | 0 |
| 7,98654205 | -0,32950641 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,09673112 | -0,34834169 | ETKİLENEN | 0 |
| 9,14251366 | -0,2266094  | ETKİLENEN | 0 |
| 8,67464314 | -0,24765816 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,83732262 | -0,38265669 | ETKİLENEN | 0 |
| 9,06587449 | -0,35699549 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,56591373 | -0,34791522 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,91619722 | -0,41693492 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,36568561 | -0,66155721 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,31405377 | -0,64752728 | ETKİLENEN | 0 |
| 6,5401198  | -0,06799154 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,31657071 | -0,58693034 | ETKİLENEN | 0 |
| 7,56445283 | -0,39900978 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,50468414 | 0,94127327  | ETKİLEYEN | 1 |
| 7,05488828 | 0,90671259  | ETKİLEYEN | 1 |
| 7,32660195 | -0,12119464 | ETKİLENEN | 0 |
| 7,99628286 | -0,023081   | ETKİLENEN | 0 |
| 7,86390094 | -0,29792064 | ETKİLENEN | 0 |
| 8,99350863 | -0,18442892 | ETKİLENEN | 0 |
| 5,68020529 | 0,51833641  | ETKİLEYEN | 1 |
| 5,87271197 | 0,78978626  | ETKİLEYEN | 1 |
| 6,43029552 | 0,20562001  | ETKİLEYEN | 1 |
| 7,65900094 | -0,29126885 | ETKİLENEN | 0 |
| 6,79932839 | 0,18904066  | ETKİLEYEN | 1 |
| 6,66160797 | -0,1270266  | ETKİLENEN | 0 |
| 6,54889551 | -0,0925512  | ETKİLENEN | 0 |
| 0,10826103 | Eşik Değer  |           |   |



Çizelge 6.29 da D+R sütununda en yüksek değere sahip olan K2 (yolculuk projeksiyonu) diğer kriterlerle daha kuvvetli ilişki içindedir. Aynı zamanda bu kriter diğer kriterler arasında en yüksek öneme sahiptir. Bunu sırasıyla K4, K6, K5, K14 ve K17 (kişi başına düşen günlük araçlı yolculuk miktarı, toplu taşıma yolculuklarının toplam araçlı yolculuklar içindeki payı, 1000 kişi başına düşen otomobil sayısı, trafik yoğunluğu ve ulaşım sektörüne harcanan para) takip etmektedir. Bununla beraber K31 (çalışanların sektörel dağılımı) kriterinin diğer kriterler ile ilişkisinin zayıf olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu kriterin diğer kriterlere göre en düşük öneme sahip olduğu söylenebilir. Kendinden etkilenen kriterler (iç bağımlılık) de ise aslında kendi içinde sıkıntı olduğunu ve iyileştirme yapılırsa 2 kat ilerleme olacağını göstermektedir.



\*Karmaşıklıkla sebep olmamak adına eşik değeri üzerinde kalan kriterlerin ilişki yönleri gösterilmektedir (EK-10).

Şekil 6.8. Ekonomi Kriterleri Etki-Yönlü Graf Diyagramı

Etkilenen-etkileyen kriter grupları ve eşik değerine göre elde edilen etki-yönlü graf ise Şekil 6.8’de gösterilmiştir. Eşik değeri üzerinde kalan kriterler sistem içinde daha çok ilişki kuran kriterlerdir. Graf üzerindeki kriterlerin konumları ise aralarındaki ilişki derecesini göstermektedir.

D ve R değerleri belirlendikten sonra bulunan D+R ve D-R değerleri üzerinden kriter ağırlıkları hesaplanır ve sisteme olan etkisini sayısal olarak görebilmemize yardımcı olur. Son olarak kriter öncelikleri belirlenir. İlgili formüller ve hesaplamalar yöntem açıklamasında yer almaktadır.

Çizelge 6.30. Ekonomi kriterlerinin ağırlıkları

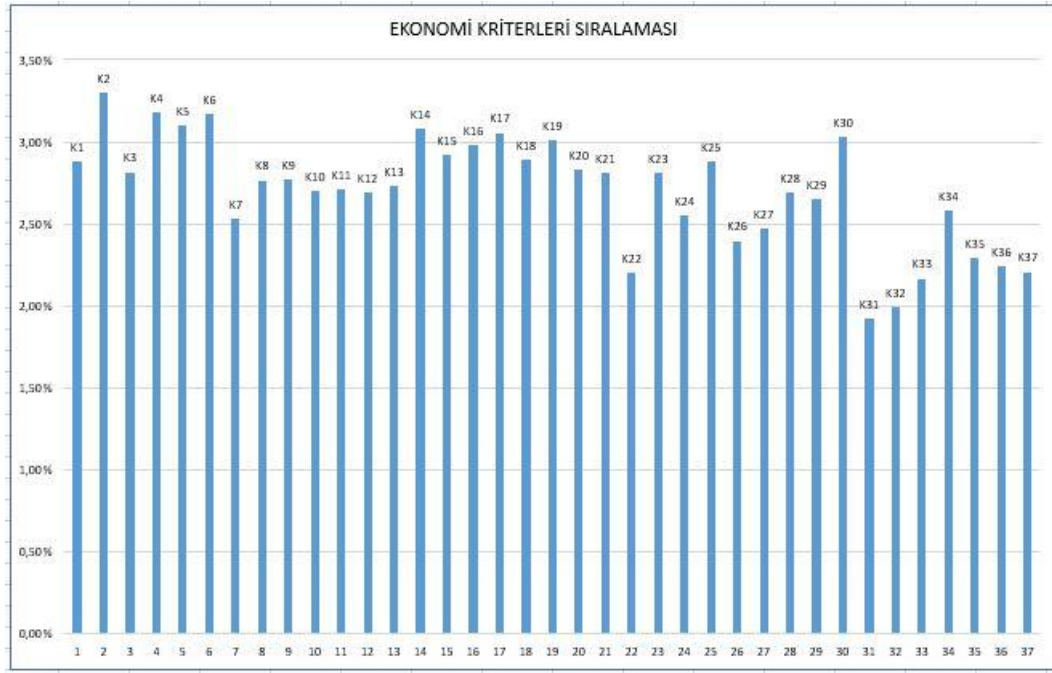
|       | KRİTER ÖNCELİKLERİ                                                                                | 0,108261028042987 - Eşik Değer |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----|
| 2,88% | 13 Nüfus Projeksiyonu                                                                             |                                | K1  |
| 3,30% | 1 Yolculuk Projeksiyonu                                                                           |                                | K2  |
| 2,82% | 15 Ekonomik Faaliyetlerdeki Olası Artış (İşgücü Projeksiyonu)                                     |                                | K3  |
| 3,18% | 2 Kişi Başına Düşen Günlük Araçlı Yolculuk Miktarı                                                |                                | K4  |
| 3,10% | 4 1000 Kişi Başına Düşen Otomobil Sayısı                                                          |                                | K5  |
| 3,17% | 3 Toplu Taşıma Yolculuklarının Toplam Araçlı Yolculuklar İçindeki Payı                            |                                | K6  |
| 2,53% | 28 Merkezi İş Alanındaki İstihdamın Toplam İstihdam İçindeki Oranı                                |                                | K7  |
| 2,77% | 19 Bin Kişiye Düşen Yol Kilometresi                                                               |                                | K8  |
| 2,77% | 18 Ortalama Yol Ağı Hızı (Hız/Akım İlişkisi) (km/saat)                                            |                                | K9  |
| 2,70% | 22 Özel Aracın Kat Ettiği Kilometre Başına Enerji Tüketimi                                        |                                | K10 |
| 2,71% | 21 Özel Ulaşım Yolcu Kapasitesi Başına Enerji Tüketimi                                            |                                | K11 |
| 2,69% | 24 Mevcut Toplu Taşıma Aracının Kat Ettiği Kilometre Başına Enerji Tüketimi                       |                                | K12 |
| 2,73% | 20 Mevcut Toplu Taşıma Yolcu Kilometresi Başına Enerji Tüketimi                                   |                                | K13 |
| 3,08% | 5 Trafik Yoğunluğu (Birim Uzunluktaki Bir Trafik Şeridi Boyunca Seyreden Taşıt Sayısı (Taşıt/Km)) |                                | K14 |
| 2,92% | 10 Kuyruklanma uzunluğu (shock wave)                                                              |                                | K15 |
| 2,98% | 9 Yolculuk Süresi                                                                                 |                                | K16 |
| 3,06% | 6 Ulaşım Sektörüne Harcanan Para                                                                  |                                | K17 |
| 2,89% | 11 Trafik Hacim Bilgileri (Yolun Bir Kesitinden Birim Zamanda Geçen Taşıt Sayısı (Taşıt/Saat))    |                                | K18 |
| 3,01% | 8 Yakıt Maliyeti (Yakıt Fiyatı/Kişi Başına Düşen Metropolen Gelir)                                |                                | K19 |
| 2,83% | 14 Kişi Başına Özel Ulaşım Enerji Tüketimi                                                        |                                | K20 |
| 2,81% | 16 Kişi Başına Toplu Taşıma Enerji Tüketimi                                                       |                                | K21 |
| 2,20% | 34 Durak Yürüme Mesafesi (400-500 m)                                                              |                                | K22 |
| 2,81% | 17 Yolculuk Süresinin Ekonomik Değeri                                                             |                                | K23 |
| 2,55% | 27 İşletme Maliyeti                                                                               |                                | K24 |
| 2,88% | 12 Nüfus Yoğunluğu                                                                                |                                | K25 |
| 2,40% | 30 Gelir Dağılımı                                                                                 |                                | K26 |
| 2,47% | 29 Yolculuk İndi Bindi Sayıları                                                                   |                                | K27 |
| 2,69% | 23 Yolculuk Talepleri                                                                             |                                | K28 |
| 2,65% | 25 Trafikte Kaybedilen Zamanın Üretim Karşılığı                                                   |                                | K29 |
| 3,03% | 7 Trafik Sıkışıklığı                                                                              |                                | K30 |
| 1,92% | 37 Çalışanların Sektörel Dağılımı                                                                 |                                | K31 |
| 2,00% | 36 Eğitim – Öğrenci Sayıları                                                                      |                                | K32 |
| 2,17% | 35 Verimsiz Arazi Kullanımı                                                                       |                                | K33 |
| 2,58% | 26 Verimlilik                                                                                     |                                | K34 |
| 2,29% | 31 Alternatif Yakıt Payı (>%6)                                                                    |                                | K35 |
| 2,24% | 32 Yol kenarı parklanma oranı                                                                     |                                | K36 |
| 2,21% | 33 Mevcut otopark sayısı                                                                          |                                | K37 |

Çizelge 6.30 ve 6.31 de kriterlerin ağırlıkları ve önem sıraları gösterilmektedir. Buna göre K2, K4, K6, K5, K14, K17, K30, K19, K16 ve K15 (arazi kullanımı-mekânsal tüketim, yatırımın tükettiği enerji, kişi başına düşen ton cinsinden co2 emisyon değeri, kentteki kişi başına düşen yeşil alan miktarı m2/kişi) öncelikli kriterler iken K18, K25, K1, K20, K3, K21, K23, K9, K8 ve K13 (kent iklimi, Eğimin %6 dan küçük olması, zemin şartları ve gürültü kirliliği 75-120 Db) takip eden diğer kriterlerdir. Sırasıyla K35, K36, K37, K22, K33, K32 ve K31 en düşük öneme sahip kriterlerdir.

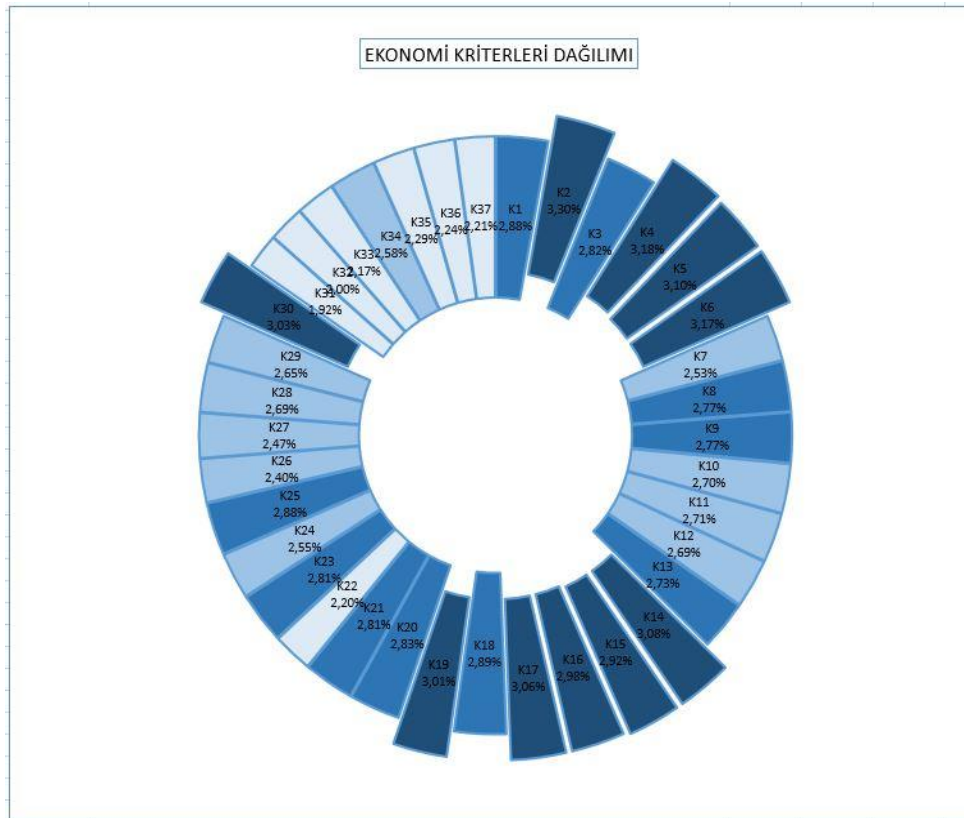
Çizelge 6.31. Ekonomi Kriterleri DEMATEL Yöntemi Analiz Sonuçları

|    |                                                                                                 |     |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1  | Yolculuk Projeksiyonu                                                                           | K2  |
| 2  | Kişi Başına Düşen Günlük Araçlı Yolculuk Miktarı                                                | K4  |
| 3  | Toplutaşım Yolculuklarının Toplam Araçlı Yolculuklar İçindeki Payı                              | K6  |
| 4  | 1000 Kişi Başına Düşen Otomobil Sayısı                                                          | K5  |
| 5  | Trafik Yoğunluğu (Birim Uzunluktaki Bir Trafik Şeridi Boyunca Seyreden Taşıt Sayısı (Taşıt/Km)) | K14 |
| 6  | Ulaşım Sektörüne Harcanan Para                                                                  | K17 |
| 7  | Trafik Sıkışıklığı                                                                              | K30 |
| 8  | Yakıt Maliyeti (Yakıt Fiyatı/Kişi Başına Düşen Metropolitan Gelir)                              | K19 |
| 9  | Yolculuk Süresi                                                                                 | K16 |
| 10 | Kuyruklanma uzunluğu (shock wave)                                                               | K15 |
| 11 | Trafik Hacim Bilgileri (Yolun Bir Kesitinden Birim Zamanda Geçen Taşıt Sayısı (Taşıt/Saat))     | K18 |
| 12 | Nüfus Yoğunluğu                                                                                 | K25 |
| 13 | Nüfus Projeksiyonu                                                                              | K1  |
| 14 | Kişi Başına Özel Ulaşım Enerji Tüketimi                                                         | K20 |
| 15 | Ekonomik Faaliyetlerdeki Olası Artış (İşgücü Projeksiyonu)                                      | K3  |
| 16 | Kişi Başına Toplu Taşıma Enerji Tüketimi                                                        | K21 |
| 17 | Yolculuk Süresinin Ekonomik Değeri                                                              | K23 |
| 18 | Ortalama Yol Ağı Hızı (Hız/Akım ilişkisi) (km/saat)                                             | K9  |
| 19 | Bin Kişiye Düşen Yol Kilometresi                                                                | K8  |
| 20 | Mevcut Toplu Taşıma Yolcu Kilometresi Başına Enerji Tüketimi                                    | K13 |
| 21 | Özel Ulaşım Yolcu Kapasitesi Başına Enerji Tüketimi                                             | K11 |
| 22 | Özel Aracın Kat Ettiği Kilometre Başına Enerji Tüketimi                                         | K10 |
| 23 | Yolculuk Talepleri                                                                              | K28 |
| 24 | Mevcut Toplu Taşıma Aracının Kat Ettiği Kilometre Başına Enerji Tüketimi                        | K12 |
| 25 | Trafikte Kaybedilen Zamanın Üretim Karşılığı                                                    | K29 |
| 26 | Verimlilik                                                                                      | K34 |
| 27 | İşletme Maliyeti                                                                                | K24 |
| 28 | Merkezi İş Alanındaki İstihdamın Toplam İstihdam İçindeki Oranı                                 | K7  |
| 29 | Yolculuk İndi Bindi Sayıları                                                                    | K27 |
| 30 | Gelir Dağılımı                                                                                  | K26 |
| 31 | Alternatif Yakıt Payı (>%6)                                                                     | K35 |
| 32 | Yol kenarı parklanma oranı                                                                      | K36 |
| 33 | Mevcut otopark sayısı                                                                           | K37 |
| 34 | Durak Yürüme Mesafesi (400-500 m)                                                               | K22 |
| 35 | Verimsiz Arazi Kullanımı                                                                        | K33 |
| 36 | Eğitim – Öğrenci Sayıları                                                                       | K32 |
| 37 | Çalışanların Sektörel Dağılımı                                                                  | K31 |

DEMATEL yöntemi sonucu analiz edilen ekonomi kriterlerinin önem sıraları ve yüzde dağılımları Şekil 6.9. ve 6.10 de verilmiştir.



Şekil 6.9. Ekonomi kriterlerinin önem sıralaması



\*Grafikte tonlama önem sırasına göre koyudan açığa doğru gösterilmektedir.

Şekil 6.10. Ekonomi kriterlerinin Dağılımı



## 7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kentlerde toplu taşıma yatırımı yapılırken temel amaç ulaşım hizmetini daha hızlı, daha konforlu ve daha güvenli, daha dengeli ve erişebilirlik düzeyi yüksek şekilde yerine getiren, yaşanabilir kentler oluşturmaktır. Raylı sistem taşımacılığı da bu amaçları yerine getirmekteki önemini kanıtlamakta olan bir toplu taşıma türüdür. Metro, tramvay, hafif raylı sistem ve monoray gibi çeşitlenen raylı ulaşım sistemleri çeşitli özellikleri ile birbirinden ayrılmaktadır. Aynı zamanda birbirinden farklılık gösteren bu sistemler yer yer farklı özellikleri ile kendi içlerinde ön plana çıkmaktadır.

Ülkemizde “kent nüfusunun bir milyon üzerinde olması” raylı sistem eşiği olarak kabul edilmişken ve mevcut projelerin finansmanında 9. Kalkınma Planının 449. maddesi ile getirilen “Raylı sistem projeleri, alternatif toplu taşım projelerinin yetersiz kaldığı, sistemin işletmeye açılması öngörülen yıl için doruk saat yolculuk talebinin tek yönde asgari 15.000 yolcu/saat düzeyinde gerçekleşmesi beklenen koridorlarda planlanacaktır.” şeklindeki sınırlama raylı sistemlerin ülkemizdeki uygulamalarını kısıtlanmaktadır. Herhangi bir raylı sistem yatırımı yapılırken ortak standartların oluşturulması bir gereksinimdir.

Çalışmada, karşılaşılan bu kısıtlamayı engelleyebilmek ve kentlerde raylı sistem yatırımlarının etkinliğini arttırmak için yatırım yapılırken çevresel, sosyal ve ekonomik anlamda hangi kriterlerin ne düzeyde etkisi olduğu analiz edilmektedir. Analize göre her kriterin kendi arasında belli düzeylerde ilişki içinde olduğu görülmekte ve öne çıkan kriterler ile bu kriterlerin öne çıkmasına etki eden alt kriterler elde edilmektedir. Kentte öne çıkan kriterlere dair sağlıklı veri yok ise bu kriterlere etki eden alt kriterler üzerinden yatırım kararları verilmesi gerekmektedir. Ağırlığı yüksek kriterler yatırımın etkinliğini iyi yönde etkilemektedir. Kriterler içinde ne kadar kuvvetli ise o kriter üzerine yoğunlaşmak yatırımın etkinliğini arttıracaktır. Ek –11 da raylı sistem yatırımı daha etkin kılabilmek adına belirlenen; çevresel, sosyal ve ekonomik anlamda öne çıkan kriterler ve bu kriterleri etkileyen alt kriter ilişki şeması gösterilmektedir.

Bir bölge veya bir kent için raylı sistem yatırım kararı verilirken kuşkusuz o bölgenin veya kentin topoğrafik ve iklim yapısı, jeolojisi, bölgenin veya kentin sosyoekonomik yapısı, kent makro formu ve arazi kullanımı, zemin şartları, coğrafi konum, iktisadi gelişmişlik düzeyi,

mevcut ulaşım sistemleri, bu sistemlerin kullanım oranları ve kaliteleri, ulaştırma hizmeti talep edenlerin beklentileri, ihtiyaçları ve öncelikleri vb. etmenler ulaşım stratejilerinin seçiminde etkili olmaktadır. Bu kapsamda uzman görüşleriyle elde ettiğimiz sonuçlarda kentlerde raylı sistem yatırım kararı verilirken Çevresel anlamda sırasıyla “Arazi Kullanımı/ Mekânsal Tüketim, Ulaşım Yatırımının Tüketeceği Enerji, Kişi Başına Düşen Ton Cinsinden CO2 Emisyon Değeri, Kentte Kişi Başına Düşen Yeşil Alan Miktarı Ve Kentin İklimi” kriterleri yatırım etkinliğini arttırmak için kullanabileceğimiz kriterler olup bu kriterlere uygun yatırımlar yapıldığında daha etkin bir raylı sistem yatırımı için dikkat edilmesi gereken önemli kriterlerdir. Yine çevresel kriterlerde “Eğimin %6 dan küçük olması” kriteri doğal bir eşik oluşturduğu için diğer tüm çevresel kriterleri etkilemektedir.

Kentte kişi başına düşen yeşil alan miktarı, Kentin iklimi ve kentteki eğim kentin arazi kullanımı ve mekânsal tüketimini etkilemeyen alt kriterlerdir. Yerleşim koşulları bulunduğu coğrafyanın fiziki ve iklim koşullarından etkilenmekte ve buna göre şekillenmektedir. İklim özelliği ve eğim durumu kentteki gelişimi sınırlayan doğal eşiklerdendir. Dolayısıyla kentteki gelişim ve mekansal tüketim bu koşullardan etkilenmektedir. Benzer şekilde Kentte kişi başına düşen yeşil alan miktarı da kent içi arazi kullanım karar ve dağılımı etkilediğinden kentsel arazi kullanım kararlarını da etkilemektedir.

Çevresel kararların yanı sıra; yatırım maliyeti, kapasite ve kullanıcı ilişkisinin iyi kurgulanması, yönteminin gerçekçi, uygulamanın geçerli olabilmesi için, sosyal ve ekonomik yapı ile ilgili özel koşulların ve verilerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Bu kapsamda Sosyal anlamda sırasıyla “Kentsel Haaketlilik, Yolculuk Türleri, Konfor, Kişisel Güvenlik, Kent İçi Toplu Taşıma Hizmetlerinde 20 Dk Aşan Sefer Sıklıkları” ile Ekonomik anlamda “Yolculuk Projeksiyonu, Kişi Başına Düşen Günlük Araçlı Yolculuk Miktarı, Toplu Taşıma Yolculuklarının Toplam Araçlı Yolculuklar İçindeki Payı, 1000 Kişi Başına Düşen Otomobil Sayısı, Trafik Yoğunluğu, Ulaşım Sektörüne Harcanan Para, Trafik Sıkışıklığı, Yakıt Maliyeti, Yolculuk Süresi, Kuyruklanma Uzunluğu, Trafik Hacim Bilgileri, Nüfus Yoğunluğu, Nüfus Projeksiyonu, Kişi Başına Özel Ulaşımın Enerji Tüketimi, İşgücü Projeksiyonu, Kişi Başına Toplu Taşıma Enerji Tüketimi, Yolculuk Süresinin Ekonomik Değeri, Ortalama Yol Ağı Hızı, 1000 Kişiye Düşen Yol Kilometresi Ve Mevcut Toplu Taşıma Yolcu Kilometresi Başına Enerji Tüketimi” dikkate alınması gereken en önemli diğer kriterlerdir.

Raylı sistemler çok sayıda yolculuk başlangıç noktası veya diğer ulaştırma türlerine aktarma noktası içeren entegre bir sistemdir. Bu sebeple “Kentsel Hareketlilik” verileriyle elde edilen yolculuk akışları, başlangıç ve bitiş noktaları, yoğun kullanılan güzergah gibi pek çok bilgi elde edilmektedir. Bu bilgileri sağlamak adına kentlerde yapılabilecek en önemli ve en sağlıklı uygulama Ulaşım Ana Planlarının hazırlanmasıdır.

Yolculuk hacmi çevreden merkeze doğru büyümektedir ve bu trafiğin kent merkezinde vardığı yoğunluk, sebep olduğu trafik sıkışıklığı, kuyuruklanma uzunluğu daha yüksek kapasiteli ulaştırma imkanı veren raylı sistemleri gerektirir. Benzer şekilde kentte mevcutta kullanılan diğer toplu taşıma sistemlerinin; yol uzunlukları, kapasiteleri, toplu taşıma içindeki payları, enerji tüketim miktarları kent içi raylı sistemlerinin gerekliliğini ve önemini etkileyen diğer faktörlerdir.

Kentte kişi başına düşen yeşil alan miktarı, Kentin iklimi ve kentteki eğim kentin arazi kullanımı ve mekânsal tüketimini etkilemeyen alt kriterlerdir. Yerleşim koşulları bulunduğu coğrafyanın fiziki ve iklim koşullarından etkilenmekte ve buna göre şekillenmektedir. İklim özelliği ve eğim durumu kentteki gelişimi sınırlandıran doğal eşiklerdendir. Dolayısıyla kentteki gelişim ve mekansal tüketim bu koşullardan etkilenmektedir. Benzer şekilde Kentte kişi başına düşen yeşil alan miktarı da kent içi arazi kullanım karar ve dağılımı etkilediğinden kentsel arazi kullanım kararlarını da etkilemektedir.

Zaman ve paranın önemli bir kısmı ulaşımda (taşımacılıkta) harcanmaktadır. Ulaşımda zaman faktörünün yani (iş-konut ilişkisi bağlamında) mesafeden çok yapılacak yolculuk süresi ve bu sürenin ekonomik değeri önem kazandığı görülmektedir.



## KAYNAKLAR

1. Zegras, C. (2006). *Sustainable Transport Indicators and Assessment Methodologies*. Biannual Conference And Exhibit Of The Clean Air Initiative For Latin American Cities: Sustainable Transport: Linkages To Mitigate Climate Change And Improve Air Quality, 1-16.
2. Groenleer, M., Kaeding, M. and Versluis, E. (2010). Regulatory Governance Through Agencies Of The European Union? The Role Of The European Agencies For Maritime And Aviation Safety In The Implementation Of European Transport Legislation. *Journal Of European Public Policy*, 17(8), 1212-1230.
3. İnternet:  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.in.gov%2Flegislative%2Finterim%2Fcommittee%2F2008%2Fcommittee%2Freports%2FMTTAB8K.pdf&date=2018-08-04> Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
4. Rahman, F. and Kabir, A. (2010). *Towards A Sustainable Public Transport System for Khulna City: Bangladesh*. Conference On Technology & Sustainability In The Built Environment, 671-686.
5. Wegener, M. (2006). Accessibility and Spatial Development in Europe. *Scienze Regionali*, 5(2), 15-46.
6. Tumlin, J. (2012). Chapter 2 Sustainable Transportation (7-22); *Sustainable Transportation Planning*. New Jersey: Wiley.
7. Tumlin, J. (2012). Chapter 8 Transit (105-136); *Sustainable Transportation Planning*. New Jersey: Wiley.
8. Akbulut, G. (2010). Siyasi Coğrafya açısından Türkiye’de Demiryolu Ulaşımı. Ankara:Anı Yayıncılık, 10- 65, 174- 267.
9. Tumlin, J. (2012). Chapter 14 Measuring Success (263-285); *Sustainable Transportation Planning*. New Jersey: Wiley.
10. Bonnett, C.F. (2013). *Raylı Sistemlerin Temelleri* (çev. Erkaya H.). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık, 1- 42, 181- 187.
11. Toth-Szabo, Z., Várhelyi, A., Koglin, T. and Angelevska, B. (2011). Measuring sustainability of transport in the city – development of an indicator-set. Bulletin 261. Traffic & Roads, Department of Technology and Society, Lund University, Lund.
12. Darçın, M. (2005). AB Ulaştırma Politikası: Ulaştırma Alt Sektörleri Arasındaki Denge. *Trafik ve yol güvenliği 3. Ulusal Kongresi Sergisi Bildiriler Kitabı*, 473-481.
13. Diaz, R. B. (1999). Impacts of Rail Transit On Property Values. *RTD FasTracks Track 3 – Partnering*.

14. Kosijer, M., Ivic, M., MArkovic, M. And Belosevic I. (2012). Multicriteria decision-making in railway route planning and design. *Gradevinar*, 64(3), 195 – 205.
15. Curtis, C. (2008) Evolution of the Transit-Oriented Development Modeli for Low-density Cities: A Case Study of Perth's New Railway Corridor. *Planning,Pratice & Research* 23(3), 285-302.
16. İnternet:Waco Rapid Transit Corridor Feasibility Study:  
URL:[http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.waco-texas.com%2Fuserfiles%2Fcms-mpo%2Ffile%2F2018%2520Policy%2520Board%2520Meetings%2F18%252004-19%2520Policy%2520Board%2F4\\_2\\_Waco%2520RTC\\_Eval%2520of%2520Alts\\_DRAFT\\_Exec%2520Summ\\_Final\\_Draft\\_for\\_distribution.pdf&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.waco-texas.com%2Fuserfiles%2Fcms-mpo%2Ffile%2F2018%2520Policy%2520Board%2520Meetings%2F18%252004-19%2520Policy%2520Board%2F4_2_Waco%2520RTC_Eval%2520of%2520Alts_DRAFT_Exec%2520Summ_Final_Draft_for_distribution.pdf&date=2018-08-04)  
Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
17. Ahlfeldt. G. M. And Wendland. N. (2011) Fifty years of urban accessibility: The impact of the urban Railway network on the land gradient in Berlin 1890-1936. *Regional Science and Urban Economics* ,41, 77-88.
18. Şenbil M., Zhang J., and Fujiwara A. (2005). Evaluating Energy Efficiency of Urban Transportation Systems in Developing Cities Using a Four-Wave Panel Data. *Proceedings of Infrastructure Planning*, 31.
19. Russo F. And Comi A. (2012). City charateristics and urban good movements: A way to environmental transportation system in a sustainable city. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 39, 61-73.
20. Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları. (2011). *TCDD ve Limancılık*. Ankara : Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları, 18-49.
21. İnternet:New Tube for London Feasibility Report October 2014  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fcontent.tfl.gov.uk%2Fntfl-feasibility-report.pdf&date=2018-08-04> Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
22. ECMT. (2005). *The Role of Government in European Railway Investment and Funding*. China Railway Investment & Financing Reform Forum. Beijing, China Principle Administrator : Stephen Perkins.
23. Üçüncüoğlu, C. (2014). *The Increasing Role of Regional Rail System in Urban Transport: The Case of Izban in İzmir*, Master of Science Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
24. Basiago, A.D. (1999). Economic, social and environmental sustainability in development theory and urban plannig practice. *The Environmentalist*,19,145-161.
25. İnternet:Mid-West Area Strategic Plan Public Transport Feasibility Study  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.mwasp.ie%2Fdocuments%2FPublic%2520Transport%2520Feasibility%2520Study.pdf&date=2018-08-04> Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.

26. İnternet:Sustainable Urban Transportation Systems :  
URL:[http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.unclearn.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Finventory%2Funescap20\\_0.pdf&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.unclearn.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Finventory%2Funescap20_0.pdf&date=2018-08-04)  
Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
27. Roucoules, M. (2012). Transport Environmental Impacts in Cities and Sustainability: Martinique Island Case Study, French West Indies, Master of Science Thesis, Chalmers University of Technology, Gothenburg.
28. Mamun, S.A. (2006). *Public Transit Accessibility and Need Indices: Approaches for Measuring Service Gap*, Master of Science Thesis, Bangladesh University of Engineering and Technology.
29. Yaman, Y. C. (2015). Integration and Coordination Between Regional/Urban Plans and Transportation Plans: The Case of The Rail Transit Investment in Gaziantep, Master of Science Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
30. Manual S. (2012). A Guide for Sustainable Urban Development in the 21st Century.
31. Currie, G. and Stanley, J. (2008). Investigating Links between Social Capital and Public Transport, *Transport Reviews*,28(4), 529-547.
32. Zuidgeest, M. and Maarseveen, M. (2000). *Transportation Planning for Sustainable Development*, South African Transport Conference.
33. Okyere, D.K. (2012). Sustainability Of The Urban Transport System Of Kumasi, Master of Philosophy Thesis, Kumasi.
34. Özgür, Ö. (2009). *An Analysis of Rail Transit Investments in Turkey: are the Expectations Met?* Master of Science Thesis, Middle East Technical University, Ankara.
35. Sutcliffe E.B: (2012). Toplu Taşıma Sistemleri., T. Kılınçaslan (Derleyen). *Kentsel Ulaşım*.İstanbul: Nİnova Yayınları, 127-178.
36. İnternet:Santa Cruz Branch Rail Line Rail Transit Feasibility Study Final Report:  
URL:[http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fscrtc.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F02%2FRailTransitStudy\\_FullDoc.pdf&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fscrtc.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F02%2FRailTransitStudy_FullDoc.pdf&date=2018-08-04) Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
37. Erdoğan, T.(2016).Ulaşım Hizmetlerinin Ekonomik Kalkınma Üzerine Etkisi, *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*,3(1),188-215.
38. Özeroğlu, A. İ. (2012). Ab ulaştırma politikaları ve bölgesel projelerde Türkiye'nin yeri. *Anadolu BİL Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 7(26), 44-54.
39. Kılınçaslan, T. (2012). Kentsel Ulaşım Planlaması., T. Kılınçaslan (Derleyen). *Kentsel Ulaşım*.İstanbul: Nİnova Yayınları, 179-233.

40. Murteza, M. (2010). *Raylı Sistem Yatırımları Fizibilite Etütleri ve Yapım Yöntemleri*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
41. İnternet:Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2017). Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri. Ankara, Müsteşar Prof.Dr Mustafa Öztürk.  
URL:[http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cevresehirkutuphanesi.com%2Fassets%2Ffiles%2Fslider\\_pdf%2Fk5ZJrB8L2eyV.pdf&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cevresehirkutuphanesi.com%2Fassets%2Ffiles%2Fslider_pdf%2Fk5ZJrB8L2eyV.pdf&date=2018-08-04) Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
42. İnternet:Anadolu Raylı Ulaşım Sistemleri. (2017). Raylı Ulaşım Sistemleri Sektör Analizi.Anadolu Raylı Ulaşım Sistemleri Kümelenmesi. Dr. İlhami Pektaş.  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.anadoluraylisistemler.org%2Fcontent%2Fupload%2Fdocument-files%2Frayli-sistemler-sektor-an-20180106120111.pdf&date=2018-08-04> Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
43. İnternet:TMMOB Çevre Mühendisleri Odası, Hava Kirliliği Raporu 2016:  
URL:[http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cmo.org.tr%2Fresimler%2Fekler%2Fa941df595b4c831\\_ek.pdf%3Ftipi%3D67%26turu%3DH...0&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.cmo.org.tr%2Fresimler%2Fekler%2Fa941df595b4c831_ek.pdf%3Ftipi%3D67%26turu%3DH...0&date=2018-08-04) Son Erişim Tarihi: 02.08.2018.
44. Kırancıoğlu, C. (2016). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Kent İçi Raylı Sistem Koridor Planlaması, *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Dergisi*, (33), 54-71.
45. Yıldıztekin, H. (2016). *Kentiçi Sürdürülebilir Ulaşım Modelleri İçerisinde Raylı Sistemler ve Ankara Banliyösü Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
46. Aktan, E.Ö. (2010). Kentiçi Ulaşım İlişkisi Bağlamında Kent Biçimi ile İle İlgili Güncel Yaklaşımlar., *Planlama Dergisi*, 49, 61-71.
47. Baştürk, G. (2014). *Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Sistemleri İncelemesi ve Dünya Örnekleri İle Karşılaştırılması*, Ulaştırma ve Haberleşme Uzmanlığı Tezi, Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Ankara.
48. Sutcliffe Babalık E. Ve Şenbil M. (2012).Sürdürülebilir ulaşım ve politikası. Ersoy M, Kentsel planlama ansiklopedik sözlük (s.413-416). İstanbul: Ninova Yayıncılık.
49. Türkiye Belediyeler Birliği. (2014). Ulaşım Planlama Çalışmaları ve Ulaşım Ana Planı Hazırlama Klavuzu. Ankara:TBB.
50. Türkiye Sağlıklı Kentler Birliği. (2012). Sağlıklı Kentleşmede Kentiçi Ulaşım Sistemleri. *Kentli Dergisi*, 6, 12-54.
51. İnternet:İktisadi Kalkınma Vakfı. (2016). AB Toplu Taşıma Politikalarının Gelişimi ve Geleceği.  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.ikv.org.tr%2Fimages%2Ffiles%2Ftoplutasima%281%29.pdf&date=2018-08-04> Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.

52. Gündüz, A.Y., Kaya M. ve Aydemir, C. (2011). Kentiçi Ulaşımında Karayolu Ulaşımına Alternatif Sistem: Raylı Sistem Ulaşım Sistemi, *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 2(1), 134-151.
53. İnternet:İktisadi Kalkınma Vakfı. (2015). AB ve Türkiye Demiryolu Politikalarının Karşılaştırmalı Analizi.  
URL: [http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.ikv.org.tr%2Fimages%2Ffiles%2FDegerlendirme\\_180.pdf&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.ikv.org.tr%2Fimages%2Ffiles%2FDegerlendirme_180.pdf&date=2018-08-04)  
Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
54. İnternet:Metrobüslerde Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulanması ile Verimlilik Artışı Fizibilite Çalışması,  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.istka.org.tr%2Fmedia%2F24628%2Fmetrobus%25C3%25BCslere-ak%25C4%25B1l%25C4%25B1-ula%25C5%259F%25C4%25B1m-sistemlerinin-entegrasyonuna-%25C4%25B0li%25C5%259Fkin-fizibilite-analizi.pdf&date=2018-08-04>  
Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
55. Akgüngör, A.P. ve Demirel, A. (2004). Türkiye'deki Ulaştırma Sistemlerinin Analizi ve Ulaştırma Politikaları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 10(3), 423-430.
56. İnternet:Avrupa Komisyonu. (2011). Komisyon Personeli Çalışma Dokümanı :  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.dtd.org.tr%2Ffiles%2Fuluslararası%2Fbeyazkic87tapdoc.doc&date=2018-08-04>  
Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
57. Simit, K.O., Rizelioğlu, M. ve Arslan T. (2016). Türkiye'nin İlk Yerli Tramvayı İpekböceği Hattı Üzerine Bir Analiz, *Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 21(2), 489- 498.
58. Başköy, H. (2001). *Ulaştırma sistemleri içinde demiryollarının yeri, Mevcut Durumu ve Geleceği*, 3. Ulaşım ve Trafik Kongresi-Sergisi, Ankara, 229- 233.
59. Sakarya Büyükşehir Belediyesi. (2013). Sakarya Ulaşım Ana Planı (Suap) Ve Öncelikli Toplu Taşıma Sistemlerinin Avan Projeleri İle Ön fizibilite Etütlerinin Hazırlanması Ön fizibilite Raporu, Sakarya Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Dairesi Başkanlığı Ukom Şube Müdürlüğü, Sakarya,18-55.
60. İnternet:  
URL:  
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.utikad.org.tr%2Fdb%2Ffiles%2FTUBITAK%2520Ulastirma%2520ve%2520Turizm%2520Paneli.pdf&date=2018-08-04> Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
61. Erzurum Düşünce ve Strateji Derneği. (2011). *Erzurum Hafif Raylı Sistem Projesi*.
62. Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı. (2015). *Anadolu Kaplanlarının Yükselişi-Türkiye Şehirleşme İncelemesi*, 87180-TR, 67-90.

63. Erkol, O. (2008). *Avrupa Birliği Ulaştırma Politikalarının Türkiye'deki Raylı Sistemlere Etkileri*, Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
64. Ilıcalı, M., Öngel, A. ve Kızıldaş, M.Ç. (2015). İstanbul'da Türlerarası Entegrasyonun Kentiçi Raylı Sistemler Ve Marmaray Özelinde Değerlendirilmesi, Transist 2015 Bildiriler Kitabı, 179-185.
65. Hüner, E.E., DüNDAR, S. Ve Gökaşar, I. (2017). *Türkiye ve Avrupa Birliği Raylı Sistem Politikalarının Karşılaştırılması*, Transist 2017 Bildiriler Kitabı, 370-377.
66. Yüksel, T. Ve Öztürk, Z. (2017). Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Raylı Sistemlerde Kullanımının Sağladığı Yararlar, Transist 2017 Bildiriler Kitabı, 244-250.
67. İnternet:Avrupa Birliği Ulaştırma Politikası:  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fibb.gov.tr%2Fsites%2FAvrupa-Birligi%2FDocuments%2Fkomisyonlarsunum%2Fulastirmapolitikasi.ppt&date=2018-08-04>  
Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
68. İnternet:Kantarıcı, M. KNT522 Ulaşım Sistemleri Ders Notları İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi, İstanbul.  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fdocplayer.biz.tr%2F1502117-Iszu-knt-522-ulasim-sistemleri-dr-muammer-kantarci.html&date=2018-08-04>  
Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
69. Devlet Planlama Teşkilatı. (1963). *Birinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* (1963-1967), Devlet Planlama Teşkilatı, 384-528.
70. Devlet Planlama Teşkilatı. (1968). *İkinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* (1968-1972), Devlet Planlama Teşkilatı, 561-641.
71. Devlet Planlama Teşkilatı. (1973). *Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı* (1973-1977), Devlet Planlama Teşkilatı, 482-1010.
72. Devlet Planlama Teşkilatı. (1979). *Dördüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı* (1979-1983), Devlet Planlama Teşkilatı, 409-673.
73. Devlet Planlama Teşkilatı. (1985). *Beşinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* (1985-1989), Devlet Planlama Teşkilatı, 94-206.
74. Devlet Planlama Teşkilatı. (1990). *Altıncı Beş Yıllık Kalkınma Planı* (1990-1994), Devlet Planlama Teşkilatı, 84-362.
75. Devlet Planlama Teşkilatı. (1996). *Yedinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* (1996-2000), Devlet Planlama Teşkilatı, 143-306.
76. Devlet Planlama Teşkilatı. (2001). *Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı* (2001-2005), Devlet Planlama Teşkilatı, 43-230.

77. Devlet Planlama Teşkilatı. (2007). *Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013)*, Devlet Planlama Teşkilatı, 14-121.
78. Acar, O. (2013). *Yüksek Hızlı Demiryollarının Kentsel Gelişim Ve Arazi Kullanımı Üzerindeki Etkileri Ve Uşak Kenti Örneği*, Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
79. Demirel, A. (2017). Toplu Taşıma Ağ Planlamasında İlkeler ve Başarı Örnekleri, Transist 2017 Bildiriler Kitabı, 237-243.
80. Hamurcu, M. ve Eren, T. (2017). Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Türünün Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı, Transist 2017 Bildiriler Kitabı, 98-106.
81. Yıldıztekin, H. (2015). *Sürdürülebilir Ulaşım Modelleri İçerisinde Kent İçi Raylı Sistem ve Ankara Örneği*, 2nd International Sustainable Buildings Symposium, Ankara.
82. Öztürk, Z. Ve Öztürk, O. (2014). *Demiryolu Gürültüsü Önlemler, Yönetmelik*, Transist 2014 Bildiriler Kitabı, 399-408.
83. Ulvi, H., Özkazan., S. Ve Soydan A. (2016). Sürdürülebilir Ulaşım İçin Toplu Taşımada Yolcu Memnuniyeti Düzeyleri Ve Beklentileri Üzerine Bir Değerlendirme, Transist 2016 Bildiriler Kitabı, 411-418.
84. İnternet:Sürdürülebilir Bir Ulaştırma Sistemi ve Demiryolu Yatırımları:  
URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww4.ticaret.edu.tr%2Fulastirma%2Fwp-content%2Fuploads%2Fsites%2F85%2F2016%2F05%2FB%25C4%25B0LD%25C4%25B0R%25C4%25B0-S%25C3%25BCrd%25C3%25BCr%25C3%25BClebilir-Bir-Ula%25C5%259Ft%25C4%25B1rma-Sistemi-ve-Demiryolu-Yat%25C4%25B1r%25C4%25B1mlar%25C4%25B1.pdf&date=2018-08-04>  
Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
85. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.demiryolu.net%2Fdemiryolu-haritalari%2Fmetro-haritalari%2Fisvec-stokholm-metro-ve-tramvay-hatti-ve-guzergah-haritasi.html&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
86. İnternet:URL:[http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kalkinma.gov.tr%2FLists%2FUzmanlk%2520Tezleri%2FAttachments%2F379%2FS%25C3%25BCrd%25C3%25BCr%25C3%25BClebilir%2520Kenti%25C3%25A7i%2520Ula%25C5%259F%25C4%25B1m%2520Politikalar%25C4%25B1%2520Ve%2520Toplu%2520Ta%25C5%259F%25C4%25B1ma%2520Sistemlerinin%2520Kar%25C5%259F%25C4%25B1la%25C5%259Ft%25C4%25B1r%25C4%25B1mas%25C4%25B1\\_Son.pdf&date=2018-09-02](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kalkinma.gov.tr%2FLists%2FUzmanlk%2520Tezleri%2FAttachments%2F379%2FS%25C3%25BCrd%25C3%25BCr%25C3%25BClebilir%2520Kenti%25C3%25A7i%2520Ula%25C5%259F%25C4%25B1m%2520Politikalar%25C4%25B1%2520Ve%2520Toplu%2520Ta%25C5%259F%25C4%25B1ma%2520Sistemlerinin%2520Kar%25C5%259F%25C4%25B1la%25C5%259Ft%25C4%25B1r%25C4%25B1mas%25C4%25B1_Son.pdf&date=2018-09-02) Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
87. Aktan, E.Ö. (2005). *Ulaşımda Yeni Teknolojiler Ve Uygulamaların Kent Biçimine (Olası) Yansımaları*, 6. Ulaştırma Kongresi , İstanbul, 152-166.
88. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kpsrehber.com%2FKutuphane%2FDosyalar%2F11->

[Kalk%25C4%25B1nma%2520Planlar%25C4%25B1%2520ve%2520Ekonomik%2520Krizler.pdf&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.demiryolu.net%2Fdemiryolu-haritalari%2Fmetro-haritalari%2Falmanya-munih-tramvay-metro-hatti-ve-guzergah-haritasi.html&date=2018-08-04) Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.

89. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.demiryolu.net%2Fdemiryolu-haritalari%2Fmetro-haritalari%2Falmanya-munih-tramvay-metro-hatti-ve-guzergah-haritasi.html&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
90. Akbulut, H. Ve Eyiçitak, Z. (2006). Afyonkarahisar İli Mevcut Kent İçi Ulaşım Planı İçerisinde Raylı Sistem Kullanılabilirliğinin Araştırılması, *Yapı Teknolojileri Elektrik Dergisi*, 1, 13-19.
91. Saatçioğlu, C. Ve Yaşarlar Y. (2012). Kentiçi Ulaşımında Toplu Taşımacılık Sistemleri: İstanbul Örneği, *Kafkas Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(3), 117-144.
92. Özden, R. (2012). *Karşılaştırmalı Standart Belirleme Yöntemi ile Ülkemizdeki Hafif Raylı Sistemlerin Karşılaştırılması*, Yüksek Lisans Tezi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kütahya.
93. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.demiryolu.net%2Fdemiryolu-haritalari%2Fmetro-haritalari%2Falmanya-berlin-metrosu-ve-tramvayi-guzergah-haritasi.html&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
94. Akbulut, F. (2016). Kentsel Ulaşım Hizmetlerinin Planlanması ve yönetiminde Sürdürülebilir Politika Önerileri, *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11, 336-355.
95. İnternet:Erdoğan, Ö., Günümüzde Belediyelerin Sürdürülebilir Kent-İçi Ulaşım (Toplu Taşımacılık) ile İlgili Görev ve Sorumlulukları :  
URL:[http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fabmyod.aydin.edu.tr%2Fmakaleler%2Fsayı\\_44%2Fgunumuzde-belediyelerin-surdurulebilir.pdf&date=2018-08-04](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fabmyod.aydin.edu.tr%2Fmakaleler%2Fsayı_44%2Fgunumuzde-belediyelerin-surdurulebilir.pdf&date=2018-08-04) Son Erişim Tarihi: 04.08.2018.
96. Arslan, O. (2010) *Kaliteli Bir Toplu Taşıma Sistemi Nasıl Olmalıdır, Münih Örneği*, Darmstadt Teknik Üniversitesi Ulaşım Enstitüsü, Darmstadt, Almanya.
97. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.urbanrail.net%2Ffeu%2Fde%2Ffr%2Ffreiburg.htm&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
98. Van Der Loop, J.T.A. & De Jong, G.C. (1997). What is the Best Public Transport System? An Instrument to Compare Urban Public Transport Systems Using Transportational, Environmental and Social Criteria. *Transaction on the Built Environment*, 30, 205-213.
99. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.amsterdamtips.com%2Fimages%2Famsterdam-metro-map.gif&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.

100. 5216 Sayılı Büyükşehir Belediyesi Kanunu (2004), T. C. Resmi Gazete, 25531, 10 Temmuz 2004.
101. 5627 Sayılı Enerji Verimliliği Kanunu (2007), T. C. Resmi Gazete, 26510, 2 Mayıs 2007.
102. 5393 Sayılı Belediye Kanunu (2005), T. C. Resmi Gazete, 25874, 3 Temmuz 2005.
103. 655 Sayılı Ulaştırma, Denizcilik Ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat Ve Görevleri Hakkında Kanun Hükmünde Kararname (2011), T. C. Resmi Gazete, 28102, 1 Kasım 2011.
104. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.demiryolu.net%2Fdemiryolu-haritalari%2Ftramvay-haritalari%2Fturkiye-konya-tramvay-hatlari-ve-guzergah-haritasi.html+&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
105. İnternet:URL:[http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.google.com.tr%2Fsearch%3Fq%3Dkonya%2Btramvay%26newwindow%3D1%26source%3Dlnms%26sa%3DX%26ved%3D0ahUKEwjhrribjd3cAhWIJIAKHVgGApgQ\\_AUIC\\_SgA%26biw%3D1366%26bih%3D613%26dpr%3D1%23&date=2018-09-02](http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.google.com.tr%2Fsearch%3Fq%3Dkonya%2Btramvay%26newwindow%3D1%26source%3Dlnms%26sa%3DX%26ved%3D0ahUKEwjhrribjd3cAhWIJIAKHVgGApgQ_AUIC_SgA%26biw%3D1366%26bih%3D613%26dpr%3D1%23&date=2018-09-02) Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
106. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fatus.konya.bel.tr%2Ftranvaytarihce.php%3FlangCode%3Dtr&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
107. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2F+http%3A%2F%2Fwww2.estram.com.tr%2FCntnt%2F25&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
108. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.demiryolu.net%2Fdemiryolu-haritalari%2Ftramvay-haritalari%2Fturkiye-eskisehir-estram-tramvay-hatti-ve-guzergah-haritasi.html&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
109. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.demiryolu.net%2Fimages%2Fupload%2Feskisehir-estram-tramvay-haritasi-2.jpg&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
110. İnternet:URL:<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.burulas.com.tr%2Fhat-guzergahi.aspx&date=2018-09-02> Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
111. İnternet:URL:[http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ubak.gov.tr%2FBLSM\\_WIYS%2FKAİK%2Ftr%2FDoc%2F20180208\\_155359\\_76347\\_1\\_64.pdf&date=2018-09-02](http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ubak.gov.tr%2FBLSM_WIYS%2FKAİK%2Ftr%2FDoc%2F20180208_155359_76347_1_64.pdf&date=2018-09-02) Son Erişim Tarihi: 02.09.2018.
112. Kalkınma Bakanlığı (2017). *On Birinci Kalkınma Planı (2019-2023) Özel İhtisas Komisyonları ve Çalışma Grupları El Kitabı*, Devlet Planlama Teşkilatı.

113. Yıldırım, B.F. ve Önder, E. (2018). *Operasyonel, Yönetmel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Yayınevi, 15-20.
114. İnternet: URL:  
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fweb.archive.org%2Fweb%2F20070820025315%2Fhttp%3A%2F%2Fwww.bvg.de%2Findex.php%2Fen%2FBvg%2FIndex%2Ffolder%2F670%2Fname%2FUnderground&date=2018-12-07> Son Erişim Tarihi: 07.12.2018.
115. İnternet: URL:  
<http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.celebialper.com%2Ful%2Fkeler%2Ffalmanya%2Fberlin-ulasim-rehberi.html+&date=2018-12-07> Son Erişim Tarihi: 07.12.2018.
116. İnternet: URL:  
<http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fmoovitapp.com%2Finsights%2Fen%2Fmoovit%2Finsights%2Fpublic%2Ftransit%2Findex-countries&date=2018-12-07> Son Erişim Tarihi: 07.12.2018.
117. Kısa, A.C.G ve Perçin, S. (2017). Bütünleşik bulanık DEMATEL-Bulanık Vikor yaklaşımının makine seçimi problemine uygulanması. *Journal of Ysar University*,12(48), 249-256.
118. Türker, T., Etöz M., ve Türker, Y. (2016). Üniversitelerde Bölüm Etkinliklerinin Ölçülmesinde Kullanılan Kritik Başarı Faktörlerinin Bulanık DEMATEL Yöntemi ile Belirlenmesi, *Dergipark*,4,1.
119. Karaatlı, M., Ömürbek, N., Işık E. ve Yılmaz, E. (2016). Performans Değerlemede DEMATEL ve Bulanık TOPSIS Uygulaması, *Ege Akademik Bakış*, İzmir 16(1), 49-64.
120. Javan, M.S.F., ve Javan, S. F. (2015). *Analysis Of The Banking Challenges In The Business Environment Using DEMATEL Technique*, ICASE Conference.
121. İlker, M., Göksen H. Ve Tuncer, M.A. (2015). *Kablo Sektöründe Tedarikçi Seçimi İçin Bütünleşik DEMATEL-AAS-VIKOR Yönteminin Kullanılması*, Ege Akademik Bakış; İzmir 15.2: 285-300.
122. Özveri, O., Güçlü P. ve Ayçin, E. (2015). Evaluation Of Service Supply Chain Performance Criteria With Danp Method, *ASSAM Uluslararası Hakemli Dergi*, 2(4).
123. Altan Ş. ve Karas E. A. (2015). Bulanık DEMATEL ve Bulanık Topsis Yöntemleri İle Üçüncü Parti Lojistik Firma Seçimi İçin Bütünleşik Bir Model Yaklaşımı”, *Suleyman Demirel University Journal of Faculty of Economics & Administrative Sciences*, 20(3), 99- 119.
124. Bali, Ö., Tütün, S., Pala, A. ve Çörekçi, C., (2014). 3PL Sağlayıcı Seçimi İçin Bulanık DEMATEL Ve Bulanık Topsis İle Mcdm Yaklaşımı, *Sigma*, 32, 222-239.

125. Eroğlu Ö. (2014). *Assessment of Maintenance/Repair Alternatives with The Fuzzy DEMATEL and SMAA-2 Methods*, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
126. Gürbüz, F. Ve Çavdarıcı S. (2018). Geri dönüşüm sektörüne ilişkin sorun alanlarının DEMATEL ve gri DEMATEL yöntemiyle değerlendirilmesi. *Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 22 (2), 285-301.
127. Kabak, M. (2018). *ENM557 Çok Kriterli Karar Verme Ders Notları*. Ankara :Gazi Üniversitesi.
128. Battal, Ü. (2018).Türkiye’de Havayolu Taşımacılığının Finansman Sorunları: DEMATEL Yöntemi Uygulaması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(2), 96-111.
129. UTTAC, *AUAP Plan Raporu*, Gazi University, Ankara, Turkey, 2014.
130. Sutcliffe Babalık, E. (2015). Ulaşım, Ersoy M, *Kentsel Planlamada Standartlar*, İstanbul: Nivona Yayıncılık, 229-260.
131. Ulvi, H. (2011). *Kapalı Bir Havzada Milli Parkların Ulaşım Sisteminin Çevre Duyarlı Modellenmesi İçin Bir Yöntem: Beyşehir ve Kızıldağ Milli Parkları Örnekleme*. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
132. Tabak, Ç. and Yıldız, K. (2018) ‘Turkey’s logistics impact compared to the Netherlands, Germany and Belgium’, *Int. J. Logistics Systems and Management*, 31(1), 1–19.
133. Orman, A., Düzkaya, H., Ulvi, H., & Akdemir, F. (2018). Multi-Criteria Evaluation by Means of Using the Analytic Hierarchy Process in Transportation Master Plans: Scenario Selection in the Transportation Master Plan of Ankara. *Gazi University Journal of Science*, 31(2).



**EKLER**

## EK-1. Beş Yıllık Kalkınma Planları

|                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BİRİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (1963-1967) | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ülke geneli ulaşım kararlarına sahiptir.</li> <li>- Hizmetleri iyileştirmek, maliyetleri düşürmek hedeflenmiştir.</li> <li>-Ulaştırma işleri ulusal ekonomiye en uygun şekilde yürütülecektir.</li> <li>-En geniş anlamda temel yapı yatırımlarına, istihdam sorununa ve yeniden düzenleme konularına ağırlık verilecektir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                              |
|                                               | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Karayolu taşımacılığı politikalarını iyileştirmek için stratejiler geliştirilecektir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                               | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Sadece ulusal demiryolu projeleriyle ilgili birkaç açıklama içermektedir.</li> <li>-Demiryolu taşıması uzun mesafede ve yüksek trafik yoğunluğunun bulunduğu hatlarda verimli olduğu söylenmekte ve bu konuda teşvik edici şartlar hazırlanacaktır.</li> <li>-Demiryolu işletmeciliğinde iktisadilik ve verimliliği artırıcı tedbirler alınacaktır.</li> <li>-Demiryolu işletmeciliğinde iktisadilik ve verimliliği artırıcı tedbirler alınacaktır.</li> </ul>                                                                                       |
|                                               | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| İKİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (1968-1972)  | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ulaştırma sektörü, planda öngörülen ekonomik ve sosyal hedeflerin gerçekleşmesini mümkün kılacak ve destekleyecek yönde geliştirilecektir.</li> <li>-Sektör, değişen şartlara uyabilen, gelişen, dinamik bir yapıya sahip kılınacaktır.</li> <li>-Ulaştırma sistemlerinde emniyet sağlanacak kazaların önlenmesi esas olacaktır.</li> <li>-Yük taşımacılığı güvenli, rahat ve ekonomik hale getirilecektir.</li> <li>-Karayolu, demiryolu ve denizyolu taşımacılığını tamamlayıcı ve besleyici bir biçimde taşıt örgütü oluşturulacaktır.</li> </ul> |
|                                               | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Taşıma talebi yüksek bir hızla, denizyolu ve demiryolundan karayoluna kaydığında yatırımlar mevcut karayolu şebekesinin fiziki ve geometrik standartlarının yükseltilmesi ve grup köy yollarının genişletilmesi amaçlanmaktadır.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                               | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Demiryollarını iktisadi olan hatlarda kullanılacaktır.</li> <li>-TCDD işletmesinin sürekli zarar ettiği, hatlarının çoğunun altyapısının eski, geometrik ve fiziki standartların yetersiz, vagon ve lokomotiflerin büyük oranda eski olduğu ifade edilmektedir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                               | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## EK-1. (devam) Beş Yıllık Kalkınma Planları

|                                                |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|------------------------------------------------|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ÜÇÜNCÜ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (1973-1977)   | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -Kentsel ulaşım için herhangi bir politika önerisi getirmemekte, yol geliştirme projeleri ana yatırım alanını oluşturmaktadır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|                                                | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                                | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | -Planda demiryolu şebeke uzunluğunun 8135 km olduğu, bu hatlarda fiziki ve geometrik standartların iyileştirilmesi gerektiği, sanayinin ihtiyacını hızlı ve ucuz karşılamak, kömür ve cevher taşımacılığında modern demiryolu standartları ve yeni yol alternatiflerine gidilmesi gerektiği üzerinde durulmuştur.<br>-Bunun yanında demiryolu taşıtlarında buharlı lokomotiflerin yerine dizel lokomotiflerin kullanılmasına önem verileceği belirtilmektedir. |
|                                                | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| DÖRDÜNCÜ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (1978-1983) | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -III. Plan döneminde, öngörülmeyen bir transit trafiğine yol verme durumunda kalmıştır. Bu ek transit karayolu kapasitelerinde darboğaz yaratmış, bu nedenle bazı yeni altyapı ve düzenleme gereksinimleri ortaya çıkmıştır.                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  | -Sanayi yük taşımalarının karayollarından demir ve deniz yollarına kaydırılması, kitle taşımacılığına yönelmesi ve dışa bağımlılığının en aza indirilmesi için gerekli önlemlerin alınması planlanmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | -Demiryolu ulaşım yatırımlarının uygulanmasında büyük şehirlere öncelik verilmiştir.<br>-Demiryolu ile ilgili hedeflerde, demiryolu iç hat yolcu taşımacılığının yılda ortalama %14,3 oranında artması sağlanarak dönem sonunda 1978'e göre iki katına çıkarılması ve iç hat yük taşımacılığında ise % 20,1'e ulaşılması amaçlanmıştır.                                                                                                                        |
|                                                | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  | -İstanbul ve Ankara hafif raylı veya yeraltı metro sistemleri inşa edilmeye başlandı.<br>-Planlar kentsel ulaşım ile ilgili bir bölüm içermektedir ve mekânsal planlar ve ulaşım planları arasındaki entegrasyon ihtiyacını vurgulamaktadır.                                                                                                                                                                                                                   |

## EK-1. (devam) Beş Yıllık Kalkınma Planları

|                                               |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| BEŞİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (1985-1989) | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -Ulaştırma sektörünün sağlıklı bir yapıya kavuşması sektörde verimliliğin artması, mevcut kapasitelerin en etkin biçimde kullanımı ve hizmet düzeyinin yükseltilerek devamı, altyapının güvenli ve ekonomik bir hizmeti eksiksiz olarak yerine getirmesi esas alınmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                               | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  | -Bölgelerarası kalkınma farklarını gidermede önemli bir araç olarak kullanılan bölgesel planlamadan vazgeçilmiş ve Kalkınmada Öncelikli Yörelere (KÖY) uygulamasına geçilmiş, karayolları ağırlıklı bir altyapının yatırımlarının devam edilmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|                                               | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | -Banliyö hatlarının geliştirilmesi, kapasite artırılmış ve toplu taşımacılığa yönelik raylı sistemlere geçilmesine imkânlar dahilinde öncelik verilecektir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                               | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  | -Kentsel ulaşım için önemli politikaları kapsamaktadır. Düşük maliyetli önlemlere öncelik verilecek; erişilebilirlik artırılacak ve mevcut altyapı ve araçların etkin kullanımı öncelik kazanacaktır. Bu plan, kentsel gelişim planlarının kentsel ulaşım planları ile entegrasyon ihtiyacını vurgulamaktadır<br>-Şehir içi yolcu taşımalarında, mevcut altyapı ve taşıtların daha verimli kullanılmasını sağlayacak az maliyetli tedbirlere öncelik verilecektir.                                                                                                                                                                                                                               |
| ALTINCI BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (1990-1994) | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -Kentsel ulaşım projelerinde standartlaşma eksikliği, ulaşım sistemlerinin işleyişinde finansal kaynak yaratmadaki sorunlar ve verimsizlikler başlıca konulardır. Bu planda kentsel ulaşım planlarının kentsel kalkınma planları ile bütünleştirilmesi ihtiyacı tekrar vurgulanmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                               | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  | -                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|                                               | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | -Demiryollarında, kombine taşımacılık ve konteyner kullanımı gibi alanlarda hızlı ve güvenli bir taşımacılığa geçiş için gerekli düzenlemeler yapılması; demiryolu taşımacılığında kullanıcıların taleplerini yakından izleyen, pazar koşullarındaki değişikliklere hızla uyum sağlayan yapısal düzenlemelerin en kısa zamanda gerçekleştirilmesi; demiryollarında verimliliğin artırılması ve çağdaş bir işletmeciliğin gerçekleştirilmesi amacıyla yeterli sayı ve nitelikte yetişmiş kadroların istihdamının sağlanması; demiryollarının AB ölçülerinde dengeli, verimli ve ekonomik bir duruma getirebilmek için gerekli çalışmaların organize edilmesi gibi başlıca konular ele alınmıştır. |
|                                               | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  | -Kentsel ulaşım yatırımları, arazi kullanım planları ile entegre edilecek ve toplu taşımayı temel alan uzun vadeli planlar adapte edilecektir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

## EK-1. (devam)Beş Yıllık Kalkınma Planları

|                                                 |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| YEDİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (1996-2000)   | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -Ulaşım modları arasında yaratacağı uyumlu entegrasyonla ekonomik, hızlı ve güvenli bir hizmet sunarak kalkınma hedeflerine ulaşılmasına en fazla katkı sağlayabilmek, çevre ile uyumlu bir ulaştırma altyapısı oluşturmak, ulaşım talepleri, ana plan kararlarına uygun olarak çözümlenecek ve kentsel ulaşım planlarının önemi ve bunların uygulanmaları arttırmak, kentsel ulaşım ana plan çalışmalarını hızlandırılmak ve imar planlarına göre hazırlamak, toplu taşıma sistemlerine öncelik vermek, temel amaçlarıdır.                                                        |
|                                                 | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|                                                 | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | -Demiryolu ulaşım sistemlerinin altyapısının ve işletmesinin yeni teknolojilerin ve yönetim metodolojilerinin arkasında olduğunu ve bunun taleplerin karşılanmasında sorunlara neden olduğunu belirtmektedir. Kentsel demiryolu transit sistemlerinde standardizasyonun, sistemlerin yetki ve sorumluluklarının ve kentteki diğer modlarla entegrasyonun, ulaştırma çalışma raporlarında veya planlarında açıkça belirtilmediği ve bunun sistemlerin verimsiz olmasına neden olduğu söylenmektedir.                                                                                |
|                                                 | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  | -Kent içi raylı toplu taşıma sistemlerinde yetki ve sorumluluklar ile teknik ölçüt ve standartların açıkça belirlenememiş ve diğer toplu taşıma sistemleriyle bütünleşmenin gerçekleştirilememiş olması nedeniyle istenilen verim sağlanamamaktadır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| SEKİZİNCİ BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (2001-2005) | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -Son 10 yıllık dönemde ulaştırma sektöründe yurtiçi yük taşımalarında denizyolu, demiryolu ve boru hattı taşımalarının toplam taşımalar içindeki payları azalırken, karayolu taşıma payının arttığı görülmektedir.<br>-Ulaştırma Ana Planının hazırlanması gerektiği üzerinde durulmuştur.                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|                                                 | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  | -Karayollarında yeni yol yapımı ve yol standartlarının yükseltilmesi,<br>-Raylı sistem projeleri ile ilgili bir dizi ilk kararları alınmaktadır.<br>-Raylı sistem projelerinin yapımında öncelik nüfusu 1 milyon üzeri olan kentlere ve yolculuk talepleri yüksek olan ulaşım koridorlarına verilmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|                                                 | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | -Demiryolu transit sistemi projeleri standartları belirlenmiştir.<br>-Demiryollarında işletmecilik ve taşıma hizmetlerinin ayrılması,<br>-Demiryolları-liman entegrasyonunun güçlendirilmesi,<br>-Demiryollarının yapıları ve devletle ilişkileri yeniden değerlendirilmiş ve düzenlenmiştir. Günümüzde demiryollarının diğer ulaşım türleri karşısında rekabet gücünü arttırma çabalarının yanı sıra mevcut alt yapıda birden fazla işleticinin faaliyetlerine imkân vererek sektör içi rekabet yaratmaya çalışılmıştır.                                                          |
|                                                 | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  | -Kentsel ulaşım için raylı toplu taşıma projeleri geliştirilmesi biçiminde sıralanmaktadır.<br>-Ulaştırma Özel İhtisas Komisyonu Raporu Kent içi Ulaşım Alt Komisyonu Raporunda; "Kent içi Ulaşımında Yetki ve Sorumluluk Paylaşımı" başlığı altında; "Belediyeler kendi sınırları içinde imar planlaması ve ulaşım planlaması çalışmalarını yürütmekle ve uygulamakla sorumludur. Dolayısıyla belediyeler bu iki planlama kriter ve süreçleri arasında eşgüdümü ve ulaşım ana planının imar planına uygunluğunu sağlama sorumluluğunu da taşımaktadır." ifadeleri yer almaktadır. |

## EK-1. (devam)Beş Yıllık Kalkınma Planları

|                                                 |                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DOKUZUNCU BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (2007-2013) | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -Stratejik bir plan olmakla birlikte Avrupa Birliği'nin öncelik verdiği projeleri içermektedir. Dünyada lojistiğin giderek artan önemi nedeniyle hız ve zaman unsurlarının ön plana çıkması sonucunda "noktadan noktaya" taşımanın yerine kullanımı son derece yaygınlaşmış olan "kombine taşımacılık" üzerine yoğunlaşmaktadır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|                                                 | KARAYOLU ULAŞIM KARARLARI  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|                                                 | DEMİRYOLU ULAŞIM KARARLARI | -Türkiye, AB ve Asya ülkeleri ile yakın gelecekte ekonomik gelişmeyi sağlayabilmek için hızlı demiryolu ve ana hatlar üzerinde yeni tali kolların devam kararı alınmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|                                                 | ŞEHİR İÇİ ULAŞIM KARARLARI | -Çevreye duyarlı, ekonomik açıdan verimli, güvenli ve sürekli yaya hareketinin sağlanmasını esas alan kent içi ulaşım planlaması yapılmasını ve arazi kullanım kararlarının her ölçekte ulaşım etkileri ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği savunulmaktadır.<br>-Plan kapsamında raylı sistem projelerinde tek yönde doruk saatte asgari 15.000 yolcu/saat yolculuk talebi tasarım kriteri olarak belirlenmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| ONUNCU BEŞ YILLIK KALKINMA PLANI (2014-2018)    | GENEL ULAŞIM KARARLARI     | -Kent içi toplu taşımada trafik yoğunluğu ve yolculuk talebindeki gelişmeler dikkate alınarak öncelikle otobüs, metrobüs ve benzeri sistemler tercih edilecek; bunların yetersiz kaldığı güzergâhlarda raylı sistem alternatifleri değerlendirilecektir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|                                                 | ŞEHİRİÇİ ULAŞIM KARARLARI  | -Şehir içi ulaşımında, intermodal entegrasyon ve uyumun güçlendirilmesi, altyapının öncelikli olarak yayalara ve toplu taşıma araçlarına öncelik verilmesi, etkin şehirler arası ve şehirler arası bağlantılar kurulması gibi konular, trafiği azaltan yüksek erişilebilirlik ve yakıt tasarruflu, çevre dostu, akıllı, güvenli, verimli ve uygun maliyetli uygulamaları yaygınlaştırmak ve artan araç sahipliğini karşılamak için altyapının kurulması hala önem taşımaktadır.<br>-Nüfusu bir milyonu aşan şehirlerde, sıkışık saatlerde bir yöndeki ulaşım talebinin 6 000 yolcuya ulaşması durumunda otobüs ile taşımanın en ekonomik ulaşım türü olacağı; ancak sıkışık saatlerde bir yöndeki ulaşım talebi 6 000 – 15 000 arasında tramvay ve hafif raylı sistem, 15 000'i geçmesi durumunda ise metro gerektiği kabul edilmektedir.<br>-Raylı sistemlerin, işletmeye açılması beklenen yıl için doruk saat tek yön yolculuk talebinin; tramvay sistemleri için asgari 7000 yolcu/saat, hafif raylı sistemler için asgari 10000 yolcu/saat, metro sistemleri için ise asgari 15000 yolcu/saat düzeyinde gerçekleşeceği öngörülen koridorlarda planlanması şartı aranacaktır. |

## EK-2. Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

| YAZAR                         | ÇALIŞMANIN ADI                                                                                                                                                                                                                           | KONU                                                                                                                                                                                                                                                                                     | YÖNTEM                                 | KRİTER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Zegras, C. 2006               | Sustainable Transport Indicators and Assessment Methodologies. Biannual Conference And Exhibit Of The Clean Air Initiative For Latin American Cities: Sustainable Transport: Linkages To Mitigate Climate Change And Improve Air Quality | Sürdürülebilirlik kavramını tanımlayarak, kentsel sürdürülebilirlik üzerine odaklanmaktadır. Kentsel sürdürülebilirlik adına ulaşımın sürdürülebilirliği, kentsel ulaşımın sürdürülebilirliği ve kentsel yolcu sürdürülebilirliği gibi konular üzerinden değerlendirmeler yapılmaktadır. | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz | -Ulaşımın imkân ve hizmetlerinin artmasıyla birlikte sermaye ve kaynak (toprak, hava, yakıt) tüketimi de artmaktadır.<br>-Erişilebilirliğin artırılması, sürdürülebilir kalkınmaya olumlu katkıda bulunarak faaliyet / fırsatlarla meşgul olma potansiyelini ve beşeri sermayeyi arttırmaktadır.                                                                                                                                                                                                               |
| Rahman, F. and Kabir, A. 2010 | Towards A Sustainable Public Transport System for Khulna City: Bangladesh                                                                                                                                                                | Khulna kenti karar vericilerin ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan sürdürülebilir bir toplu taşıma sistemi kurmak için kullanabilecekleri güzergâhlar önermektedir.                                                                                                                      | GIS Model (P-Median Problem)           | -Sosyo-ekonomik özellikler, yolculuk yaratma davranışını etkileyen önemli bir faktördür. Seyahate çıkma oranlarında dikkate değer farklılıklar, cinsiyet ve yaş grubunun katmanlaşması ile gözlenmektedir.<br>-Toplu taşıma sistemi, trafik sıkışıklığını ve park problemini önlemek için yollardaki araç yoğunluğunu azaltacaktır.                                                                                                                                                                            |
| Wegener, M. 2006              | Accessibility and Spatial Development in Europe                                                                                                                                                                                          | Sosyo-ekonomik gelişme ve faaliyetler ulaşım altyapısı yatırımlarının ve diğer ulaşım politikalarının etkilerinin mekânsal ve zamansal dağılımı incelenmektedir.                                                                                                                         | Mekânsal analiz (ESPON 2006)           | -Mekânsal gelişim bağlamında, ulaşım altyapısının kapasite, bağlantı, seyahat hızları vb. bakımından kalitesi, diğer konumlara göre konumların niteliklerini, yani genellikle erişilebilirlik olarak ölçülen yerlerin rekabet avantajını belirlemektedir. -Taşımacılık altyapı yatırımları değişen konum niteliklerine yol açmakta ve mekânsal gelişim modellerinde değişikliklere neden olabilmektedir.<br>-Ulaştırma altyapısı, bölgesel ekonomik kalkınmayı teşvik etmek için önemli bir politika aracıdır. |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                                                                               |                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tumlin, J.<br>2012                                                            | Sustainable<br>Transportation<br>Planning, Chapter 2<br>Sustainable<br>Transportation,<br>Chapter 8 Transit,<br>Chapter 14 Measuring<br>Success |                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                   | <p>-Araç birimine göre birim alan başına on kattan fazla insan hareket ettirmek verimlilik göstergesidir.</p> <p>- 15 dakika, belirli bir seyahat için geçişi kullanma konusunda kendiliğinden bir karar verebilecek olan sürücüleri çekmek için gerekli asgari servis sıklığı olarak düşünülmelidir.</p> <p>- Transit biraz yürümeyi gerektirir ve obeziteyi azaltır.</p>                                                                                                                                    |
| Toth-Szabo, Z.,<br>Várhelyi, A.,<br>Koglin, T. and<br>Angjelevska, B.<br>2011 | Measuring<br>sustainability of<br>transport in the city –<br>development of an<br>indicator-set                                                 | İsveç şehirlerinde taşımacılığın sürdürülebilirliğini takip edebilmek adına ekonomik, sosyal ve çevresel anlamda değerlendirme yapıyor. 3 başlık altında 6 yönerge belirleyerek kent sakinlerinin ulaşım sürdürülebilirliğini nasıl yorumladığını değerlendirmektedir. | Karşılaştırmalı<br>Analiz<br>Kriter Seçme<br>(HASTA<br>framework) | <p>- Araba tabanlı hareketlilik kalıplarının gerektirdiği artan arazi miktarı artmaktadır.</p> <p>-Araçlara erişimi olmayanların yaşadığı sosyal dışlama artmaktadır.</p> <p>-Ulaşım sektörünün önemli bir hizmet işlevi vardır, insanların ve malların hareketlilik ihtiyaçlarını destekler ve geniş bir ekonomik faaliyet yelpazesi sunmaktadır.</p> <p>-Ulaştırma sektörü büyük miktarda doğal sermaye tüketmekte ve sermaye oluşturmak yerine topluma, firmalara ve bireylere maliyetler üretmektedir</p> |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                                           |                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diaz, R. B. 1999                          | Impacts of Rail Transit On Property Values                                                                        | Gelecekteki demiryolu düzenlemeleri boyunca arazi için maksimum mülk değeri yararını sağlamak adına gerekli stratejiler ortaya koymaktadır.                                                                                                                           | Kaynak Taraması                                  | -İstasyon mesafeleri 400-2500 m arası olmalıdır.<br>-Raya yakınlığın özellik değerleri üzerinde olumlu etkileri olduğu gösterilmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Şenbil M., Zhang J., and Fujiwara A. 2005 | Evaluating Energy Efficiency of Urban Transportation Systems in Developing Cities Using a Four-Wave Panel Data    | Kentsel ulaşım sistemlerinin enerji verimliliğini belli ölçütler çerçevesine gelişen kentlerde kullanılarak karşılaştırma yapılmaktadır.                                                                                                                              | Karşılaştırmalı Analiz (Dört Dalga Panel Verisi) | Kentsel ulaşım sektörü enerji tüketimini kentsel form, ulaşım ağı ve seyahat özelliklerine ek olarak;<br>• Özel taşımacılıkta özel taşımacılık yakıt tüketimi<br>• MİA'daki işlerin sayısı<br>• MİA'da Nüfus<br>• İç alandaki işlerin sayısı<br>• İç alan nüfusu<br>• Yol ağının uzunluğu (km)<br>• Motorlu taşıtlar<br>• Toplu taşıma araçları<br>• Özel ulaşım aracı kilometre<br>• Toplu taşımanın modlar içindeki payı<br>• Özel taşımacılığın modlar içindeki payı<br>• Özel ulaşım ortalama yol ağı hızı<br>• MİA'daki park alanları gibi kente özgü özelliklerinden etkilenir.                                                                                       |
| Russo F. And Comi A. 2012                 | City characteristics and urban good movements: A way to environmental transportation system in a sustainable city |                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                  | -bir kentsel alanın rekabetçiliğinde önemli bir rol oynadığından ve hem kendi yarattığı gelir hem de desteklediği istihdam seviyeleri açısından kentsel ekonomide önemli bir unsur olan verimli bir yük taşımacılığı sistemi gereklidir.<br>- Kentsel yolların tıkanıklığı sadece çevre kirliliği ve enerji tüketimindeki artıştan değil, aynı zamanda yolculukların uzunluğunun artmasından da sorumludur.<br>-Ulaşım, sürdürülebilir kalkınmada önemli bir role sahiptir; sosyal olarak kapsayıcı olan toplulukların yaratılmasına, kilit hizmetlere erişimin iyileştirilmesine ve iklim değişikliğine yönelik emisyon azaltışlarına katkıda bulunulmasına yardımcı olur. |
| Üçüncüoğlu, C. 2014                       | The Increasing Role of Regional Rail System in Urban Transport: The Case of Izban in İzmir                        | İZBAN üzerinden demiryolları üzerinde çalıştırılan ve kentsel ulaşım hizmet eden uygulamalarda daha başarılı projeler oluşturabilmek için yerel yönetimlerin daha geniş yetki ve sorumluluklara sahip olmaları gerekliliği üzerinde değerlendirilmeler yapılmaktadır. | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz           | -Kentsel şehir yapıları şehirden uzak yerleşim alanları oluşturmakta; metro ve LRT sistemleri bu gibi durumlarda özellikle orta mesafeler için çözümler sunmaktadır.<br>-Demiryolları potansiyel üretim merkezlerinin güçlendirilmesi, doğal kaynaklara erişimin sağlanması ve özellikle daha az gelişmiş bölgelerde, ülkenin ekonomik kalkınmasının desteklenmesi açısından çok önemli görülmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                      |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                           |                                                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2012                      | Mid-West Area Strategic Plan Public Transport Feasibility Study                            | Orta Batı Bölgesi Stratejik Planının önemli bir bölümünü oluşturmakta ve otomobilden, başta çeşitli biçimlerde olmak üzere, başta toplu taşımacılık olmak üzere, daha sürdürülebilir modlara geçişin önemini tartışmaktadır.                                                                                 | Modelleme (Senaryo Seçimi)                        | <p>-Hafif raylı sistem, anahtar koridorlardaki sorunları taşımak için modern, hızlı ve yüksek profile bir çözüm sunar.</p> <p>-Ağır raylı sistemlere kıyasla, hafif raylı sistem, yerleşmiş kentsel alanlara daha uyumludur ve ayrı hizalamalarla veya caddede (veya her ikisinin bir kombinasyonu) çalışabilir.</p> <p>-Hafif raylı sistem, ana toplu taşıma ağını oluşturmak için genişletilen ancak tümüyle ağır demiryolu ve otobüs seferleri ile bağlantılı birçok sistemle iyi bir şekilde kurulmaktadır.</p> |
| United Nations ESCAP 2012 | Sustainable Urban Transportation Systems                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Kaynak Taraması                                   | <p>-Ciddi trafik sıkışıklığı ve hava kirliliği, kişisel ve kurumsal üretkenlik kaybı, yüksek ulaşım maliyeti ve düşük yaşam kalitesi gibi diğer sorunlarla karşılaşmaktadır.</p> <p>- Trafik sıkışıklığı ve hava kirliliği, hem sağlık hem de üretkenlik açısından önemli bir maliyet getirdiği için GSYİH üzerinde olumsuz bir etkiye sahiptir.</p>                                                                                                                                                                |
| Mathilde R. 2012          | Transport Environmental Impacts in Cities and Sustainability: Martinique Island Case Study | İnsanların hareketlilik için artan taleplerine cevap vermek için şehirleşmiş bölgelerde yıllarca tanımlanan ulaşım politikasının sürdürülebilir olup olmadığını değerlendirmektedir.                                                                                                                         | Karşılaştırmalı Analiz Modelleme (Senaryo Seçimi) | -Bir kentin başarılı bir kalkınması, böylelikle etkin bir hareketlilik sağlama yeteneğine bağlıdır, ancak hareketlilik, diğerlerinin yanı sıra, yerel ihtiyaçların işlevidir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Mamun, S.A. 2006          | Public Transit Accessibility and Need Indices: Approaches for Measuring Service Gap        | Planlayıcılar tarafından hizmet kapsamındaki eksikliklerin tespit edilmesi ve toplumda transit erişilebilirlik konusunda eşitliği teşvik etmeleri için kolayca yorumlanabilecek bireysel erişilebilirlik ölçütlerine dayanan bütünlük bir ölçüyü formüle etmek için ağırlıklandırma faktörleri önermektedir. |                                                   | <p>-Toplu taşıma sistemi, yaşanabilir ve sürdürülebilir kentlerin yaratılmasında sürdürülebilir ve sosyal ulaşım alternatifinin önemli bir aracı olarak görülmektedir.</p> <p>- Erişilebilirlik, insanların toplu taşıma hizmetlerine ulaşma kolaylığı ve rahatlığını ölçmektedir.</p>                                                                                                                                                                                                                              |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                                                            |                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Okyere, D.K. 2012                                          | Sustainability Of The Urban Transport System Of Kumasi                       | Kumasi ulaşım sisteminin sürdürülebilirliğini araştırılmıştır. Kumasi için ulaşım sürdürülebilirliğini ölçmek için uygun bir çerçeve geliştirmek, Kumasi'deki mevcut ulaşım durumunu incelemek, Kentin ulaşım sisteminin sürdürülebilirliğini incelemek ve Kumasi'de sürdürülebilir kentsel ulaşım için sonuçlar ve politika sonuçları belirlemek amaçlanmıştır.                                                                                                      | Anket Çalışması Korelasyon analizi (SPSS) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Özgür, Ö. 2009                                             | An Analysis of Rail Transit Investments in Turkey: are the Expectations Met? | Türkiye'deki raylı sistem yatırımlarından beklenenleri ortaya koyarak bu beklentilerin karşılanıp karşılanmadığını araştırmaktadır. Bu beklentileri ortaya çıkarmak üzere İstanbul, Ankara, İzmir ve Bursa kentlerinde hali hazırda işletilen raylı sistem yatırımları incelenmiştir. Yapılan yarı yapılandırılmış görüşmelerle bu sistemler planlanırken ve uygulanırken öne sürülen hedefler belirlenmiş; bu hedefler, ortaya çıkan sonuçlarla karşılaştırılmıştır. | Karşılaştırmalı Analiz                    | -LRT gelişimi için ideal bir durumun en az 10 km'lik bir koridor olmalı<br>-bir alışveriş merkezi, tıp kompleksi, bir üniversite kampüsü, bir havalimanı, bir CBD gibi her iki ucundaki etkinlikler ve aktivitelerle ilgili bir koridor olmalı<br>-Koridorun konut alanlarına 500 metre yürüme mesafesinde olmalı |
| Santa Cruz Country Regional Transportation Commission 2015 | Santa Cruz Branch Rail Line Rail Transit Feasibility Study Final Report      | Toplu taşıma türleri özellikleri, raylı sistem türleri ve faydaları anlatılmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Erdoğan, T. 2016                                           | Ulaşım Hizmetlerinin Ekonomik Kalkınma Üzerine Etkisi                        | Gelişmiş ülkeler ve Türkiye açısından ulaştırma politikaları, ulaşımın teknik özellikleri ve ulaşımın ekonomi içinde değişen fonksiyonu irdelenerek bir çalışma yapılmıştır.                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kaynak Taraması                           | -200 km üzerindeki mesafelerde demiryolu yapılmalı                                                                                                                                                                                                                                                                |
| ÖZEROĞLU, A. İ. 2012                                       | Ab ulaştırma politikaları ve bölgesel projelerde Türkiye'nin yeri            | AB'nin ekonomik ve sosyal bütünleşmesinin temel unsuru olan ulaştırma politikalarının yanı sıra Türkiye'nin önemi, ulaşım stratejileri ve yansımaları incelenmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Kaynak Taraması                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Murteza, M. 2010                                           | Raylı Sistem Yatırımları Fizibilite Etütleri ve Yapım Yöntemleri             | Türkiye'deki raylı sistem yatırımlarının yapılabilirlik etütlerinin beklentileri karşılayıp karşılamadığı ve nasıl yapılması gerektiği araştırılmaktadır. İstanbul ve Kayseri kentlerinde mevcutta işletilen raylı sistem yatırımları incelenmiştir.                                                                                                                                                                                                                  | Karşılaştırmalı Analiz                    | -Yolcu sayısı tahminleri<br>-Maliyet tahminleri<br>-Trafik sıklığını azaltma<br>-Kente imaj kazandırma<br>-Buchanan nüfusu 100 bini aşan kentlerde mutlak başka sistemlerin geliştirilmesi gerekliliğini açıklamıştır.                                                                                            |
| Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Öztürk, M. 2017              | Ulaşım Kaynaklı Hava Kirliliğinin Sağlık Üzerine Etkileri                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                           | -Ulaşım kaynaklı hava kirlleticilerin atmosferde dağılımı rüzgâr hızı ile doğru orantılı<br>-İklim Koşulları                                                                                                                                                                                                      |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                        |                                                                                               |                                                                                                                                                                 |                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kırlangıçoğlu, C. 2016 | Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Kent İçi Raylı Sistem Koridor Planlaması              | Kent içi raylı sistem koridorları planlanırken fiziki ve beşeri coğrafya faktörlerinin göz önünde bulundurularak CBS üzerinde tasarım modeli oluşturulmaktadır. | Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri Coğrafi Bilgi Sistemleri | <p>-Günlük ve zirve saatlerdeki yolculukların nereden nereye gerçekleştikleri genel hatlarıyla bilinirse, raylı sistem güzergâhları bu talebe göre tasarlanabilir ve istasyon noktaları yine bu talebin en fazla yoğunlaştığı bölgelere konumlandırılabilir.</p> <p>- Raylı sistemler yüksek yolculuklar gerektirmektedir, bu da nüfusun fazla olduğu bölgelerde mümkündür. Dolayısıyla nüfus yoğunluğu da yolculuk talebi ile bağlantılı önemli faktörlerdendir. Nüfus yoğun bölgelerdeki insanların evlerinden çıkıp işlerine, okullarına vb. çekim noktalarına hızlı ve güvenli erişimleri sağlanmalıdır.</p> <p>-Tramvay gibi eğim ile doğrudan bağlantılı olan sistemlerde %7 eğimin üstüne çıkılmamaktadır. Çok tercih edilmemekle birlikte, zorunlu durumlarda, takviye bir takım güçlendirmeler ile bu oran %12'ye kadar çıkabilmektedir.</p> <p>- Raylı sistemler yüksek yolculuklar gerektirmektedir, bu da nüfusun fazla olduğu bölgelerde mümkündür. Dolayısıyla nüfus yoğunluğu da yolculuk talebi ile bağlantılı önemli faktörlerdendir.</p> |
| Yıldıztekin, H. 2016   | Kent içi sürdürülebilir Ulaşım Modelleri İçerisinde Raylı Sistemler ve Ankara Banliyöü Örneği | Banliyö tren sisteminin dünya örnekleri incelenmiş, Ankara Banliyö Tren sisteminin kapasite ve etkinliğini arttırmak için bir model önerisi geliştirmektedir.   | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz Modelleme             | <p>-Yaşam kalitesini etkileyen en temel unsurların sera gazı salımı, hava ve gürültü kirliliği sayılabilir.</p> <p>-Demiryolu Düzenleme Genel Müdürlüğüne 2015 yılında hazırlanan Demiryolu sistemleri için uyulması gereken teknik standartlarda bu oran istasyonlar arası maksimum % 2,5 kabul edilirken, istasyonlarda bu oran maksimum % 0,25 olarak kabul edilmiştir.</p> <p>- Toplu taşımanın tercih edilir olmasını sağlamak için hizmet kalitesinin yükseltilmelidir.</p> <p>-Singapur'da her konutun durak uzaklığı max.400m olacak şekilde planlanmıştır.</p> <p>-Nüfusu 1milyonu aşan kentlerde; pik saatlerde tek yönde 6000-15000 için tramvay ve HRS, 15000 üzerinde ise metro gerektiği kabul edilmektedir.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Baştürk, G. 2014       | Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Sistemleri İncelemesi ve Dünya Örnekleri İle Karşılaştırılması    | Türkiye'deki raylı sistemlerin verimliliğini arttırmak ve yaşanan problemlerin önüne geçmek adına öneriler ortaya koymaktadır.                                  | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz                       | <p>-Kent içi Toplu taşımada trafik yoğunluğu ve yolculuk talebindeki gelişmeler dikkate alınarak, alternatif sistem olarak raylı sistemler değerlendirilmelidir.</p> <p>-Bir bölge veya bir kent için sistem belirlemeye gidilirken kuşkusuz o bölgenin veya kentin topoğrafik ve iklim yapısı, jeolojisi, bölgenin veya kentin sosyoekonomik yapısı, şehrin planlama özellikleri, mevcut olan yolların veya sistemlerin kaliteleri, verimliliği, ülkeden ve bölgeden gelen veriler... vb. birçok faktör göz önünde bulundurulmalıdır.</p> <p>- Ülkemizde hafif raylı sistemler ve metro hatlarında %6 boyuna eğime müsaade edilmektedir.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                                       |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Saatçioğlu, C. Ve Yaşarlar Y. 2012    | Kent içi Ulaşımında Toplu Taşımacılık Sistemleri: İstanbul Örneği                                                                        | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz                                                                                                                                                                       | -Ulaştırma sistemlerinde konforlu bir seyahat için gürültü seviyesinin rahatsızlık bölgesi 75-120 dB olarak kabul edilmektedir. | Saatçioğlu, C. Ve Yaşarlar Y. 2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| TMMOB Çevre Mühendisleri Odası 2016   | Hava Kirliliği Raporu                                                                                                                    | Ülkemizdeki hava kirliliğine dair mevzuat hakkında bilgi verilmektedir.                                                                                                                                      |                                                                                                                                 | -AB 24 saatlik SO <sub>2</sub> ortalama sınır değeri 125mq/m <sup>3</sup> , PM <sub>10</sub> ortalama sınır değeri 50 mq/m <sup>3</sup> , Türkiye’de ise SO <sub>2</sub> ortalama sınır değeri 225mq/m <sup>3</sup> , PM <sub>10</sub> ortalama sınır değeri 80 mq/m <sup>3</sup> olarak kabul edilmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Yaman, Y. C. 2015                     | Integration and Coordination Between Regional/Urban Plans and Transportation Plans: The Case of The Rail Transit Investment in Gaziantep | Türkiye’de politika belgeleri ile yasal çerçeve incelenerek kent/bölge planlamanın bütünleşik olarak gerçekleştirilmesinin koşulları tartışılmakta; ardından Gaziantep örneğinde konu incelenmektedir.       | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz                                                                                          | -Araba kullanımında önemli artış, yüksek petrol bağımlılığı, trafik sıkışıklığı, hava kirliliği, kentsel gürültü, sosyal ayrışma ve kentsel sokakların kaybına neden olmaktadır.<br>-Trafik sıkışıklığı ve faaliyetler arasındaki mesafelerin artması nedeniyle toplu taşıma ve motorsuz ulaşım modlarının (yürüyüş ve bisiklet) kullanımı da kesintiye uğratılmaktadır.<br>-Yeni yollar eklendiğinde veya mevcut kapasite arttığında, yeni geziler eklenir ve genellikle yolculuk süresindeki veya kısa mesafelerdeki geçişler yerine daha uzak mesafelere yoğunlaşmaktadır. |
| Currie, G. and Stanley, J. 2008       | Investigating Links between Social Capital and Public Transport                                                                          | Sosyal olarak dezavantajlı olanlar için seyahat seçeneklerinin sunulması, toplu taşımacılık sistemlerinin sağlanmasında en önemli gerekçelerden biri olduğu ve bu konuda yapılan çalışmalar anlatılmaktadır. | Kaynak Taraması                                                                                                                 | -Sosyalleşme aracı olarak ulaşım hizmeti bir çözüm olabilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Zuidgeest, M. and Maarseveen, M. 2000 | Transportation Planning for Sustainable Development                                                                                      | Sürdürülebilir kalkınma ve ulaşım planlamanın temel ilkeleri tartışılmakta ve bu ilkeler, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde ulaşım planlamanın olanakları birbirleriyle karşılaştırılıyor.                | Karşılaştırmalı Analiz                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                                                   |                                                                                       |                                                                                                                                                                              |                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Türkiye Belediyeler Birliği 2014                  | Ulaşım Planlama Çalışmaları ve Ulaşım Ana Planı Hazırlama Klavuzu                     |                                                                                                                                                                              |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kent içi ulaşım ile beraber yakın çevredeki gelişmeler de dikkate alınmalıdır. Kent ve bölge genelinde, yapısal değişikliklerin yanı sıra, halkın ulaşım alışkanlıklarındaki değişiklikler gibi davranış biçimlerinde de değişiklikler olmaktadır.</li> <li>-Farklı ulaşım türlerinde taşınan yolcu sayıları</li> <li>-Türler arası yolcu kaymaları</li> <li>-İşletme özellikleri (hız, dakiklik, sıklık, emniyet vb.)</li> <li>-Konfor ve sistem standartları</li> <li>-Ortalama yolculuk süreleri</li> <li>-Aktarma şekilleri ve sayıları</li> <li>-Hacim/kapasite oranları</li> </ul> |
| Türkiye Sağlık Kentler Birliği 2012               | Sağlıklı Kentleşmede Kent içi Ulaşım Sistemleri                                       |                                                                                                                                                                              |                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kentlerde araçların park yeri sorununun gereksinime cevap verecek şekilde giderilememesi, birçok aracın yol kenarlarına park etmesine yol açmakta, bunun sonucu park eden araçlar zaten dar olan yol alanında hareket halindeki araçların payını azaltmaktadır.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Gündüz, A.Y., Kaya M. ve Aydemir, C. 2011         | Kent içi Ulaşımında Karayolu Ulaşımına Alternatif Sistem: Raylı Sistem Ulaşım Sistemi | Kent içi ulaşımında raylı sistem kullanımının karayolu ulaşımına kıyaslayarak avantaj sağladığı noktalara değinilmektedir.                                                   | Kaynak Taraması | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Raylı sistem taşımacılığında, yatırım maliyetleri yüksek olmakla birlikte, işletme maliyetleri karayolu taşımacılığına göre daha düşüktür.</li> <li>-Kaza riskleri, enerji tüketimi, trafik sıkışıklığı ve personel istihdamı kara yolu taşımacılığına göre daha azdır.</li> <li>-Taşıma kapasitesi, karayolu taşımacılığına göre çok daha yüksektir</li> <li>-Demiryolları gerek yük ve gerekse yolcu taşımacılığında diğer sistemlere kıyasla daha az enerji tüketmektedir.</li> </ul>                                                                                                 |
| Akgüngör, A.P. ve Demirel, A. 2004                | Türkiye’deki Ulaştırma Sistemlerinin Analizi ve Ulaştırma Politikaları                | Türkiye’deki ulaşım sistemlerinin ve ulaştırma politikalarının tarihsel süreç içerisinde değerlendirilmesi yapılmaktadır.                                                    | Kaynak Taraması | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ulaşımında esas olan ‘insan’dır. İnsana götürülen hizmetin parametreleri ise; güvenlik, konfor, dakiklik, erişilebilirlik ve maliyettir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Avrupa Komisyonu 2011                             | Komisyon Personeli Çalışma Dokümanı                                                   |                                                                                                                                                                              | Kaynak Taraması | <ul style="list-style-type: none"> <li>-2009 yılında, İklim ve Enerji paketi kapsamında, AB 2020 yılı itibariyle ulaştırmada kullanılan yenilenebilir enerjilerin payında %10’a ulaşma ve 2020 yılı itibariyle yakıtların sera gazı yoğunluğunu %6 oranında azaltma gibi zorunlu bir hedef belirlemiştir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Başköy, H. 2001                                   | Ulaştırma sistemleri içinde demiryollarının yeri, Mevcut Durumu ve Geleceği           |                                                                                                                                                                              | Kaynak Taraması | <ul style="list-style-type: none"> <li>-200 km üzerindeki mesafelerde demiryolu yapılmalıdır.</li> <li>-Çift hatlı bir demiryolu için gereken alan sadece 12 metredir.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Türkiye Ekonomi Politikaları Araştırma Vakfı 2015 | Anadolu Kaplanlarının Yükselişi-Türkiye Şehirleşme İncelemesi / Bölüm 4               | Türkiyede ki kentsel ulaşım alanındaki eğilimler ve mevcut durum değerlendirilmiş ve bu değerlendirmelere dayalı olarak kentsel ulaşım alanında dört öncelik belirlenmiştir. | Kaynak Taraması | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kentsel ulaşım ve kentsel gelişim arasında ayrılmaz bir ilişki bulunmaktadır.</li> <li>-Ulaştırma ve arazi geliştirme arasında başarılı bir entegre sağlandığında sosyal ve ekonomik getiriler sağlanabilir.</li> <li>-Yolcu hacimlerinin en yüksek olduğu yerlerde ağır raylı sistemler, talebin daha ılımlı olduğu yerlerde HRS kullanılmaktadır.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                           |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                                               |                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Erkol, O. 2008                                | Avrupa Birliği Ulaştırma Politikalarının Türkiye’deki Raylı Sistemlere Etkileri                       | AB ülkelerinde uygulanan demiryolu politikaları ve uluslararası demiryolu ağı projelerinde Türkiye’nin yeri ve bu projelerdeki önemi vurgulanmaktadır.                                                                                                                           | Kaynak Taraması                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| İlıcılı, M., Öngel, A. ve Kızıltaş, M.Ç. 2015 | İstanbul’da Türlerarası Entegrasyonun Kent İçi Raylı Sistemler Ve Marmaray Özelinde Değerlendirilmesi | İstanbul’un çok yönlü ve çok merkezli olarak sürekli büyümesi ve ulaşım türleri arasında entegre gerekliliği ve bu gerekliliği sağlamadaki raylı sistemlerin etkileri tartışılmaktadır.                                                                                          | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz    | -İstihdam yatırımlarının ulaşırma üzerinden de değerdendirilmesi gerekmektedir.                                                                                                                                                                                                                |
| Hüner, E.E., Dündar, S. Ve Gökaşar, I. 2017   | Türkiye ve Avrupa Birliği Raylı Sistem Politikalarının Karşılaştırılması                              | AB’nin izlediği raylı sistem politikaları ve sonuçları incelenmekte, ülkemizde uygulanana politikalarla karşılaştırılması yapılarak olası sonuçlar çıkarılmıştır.                                                                                                                | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz    | -Nüfusu ve nüfus yoğunluğu olan şehirlerde metro daha küçük şehirlerde tramvay ve HRS uygulamaları öne çıkmaktadır.<br>-Raylı sistemlerin karbon salınımları daha düşük olduğu için çevreye verdiği zarara daha düşüktür.                                                                      |
| Yüksel, T. Ve Öztürk, Z. 20017                | Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Raylı Sistemlerde Kullanımının Sağladığı Yararlar                         | Raylı sistemlerde kullanılan tren kontrol ve yönetim sistemleri, demiryolu denetleme sistemleri, tren bilgi talep ve takip sistemleri ile yolculara yönelik kullanılan akıllı ulaşım sistemlerine yer verilerek, bu sistemlerin raylı sistemlere olumlu etkisini göstermektedir. | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz    | -Raylı sistemler güvenli, hızlı ve konforlu yolculuk imkânı sunmaktadır.<br>-Çevreye daha az zarar vermekte ve daha az enerji harcamaktadır.                                                                                                                                                   |
| Demirel, A. 2017                              | Toplu Taşıma Ağ Planlamasında İlkeler ve Başarı Örnekleri                                             | Hem Türkiye’den hem dünyadan ağ planlama örnekleri üzerinden karşılaşılan problemler tartışılmakta ve çözümler önerileri getirilmektedir.                                                                                                                                        | Kaynak Taraması                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Hamurcu, M. ve Eren, T. 2017                  | Kent İçi Raylı Toplu Taşıma Türünün Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı                      | Büyükşehirler için kentsel ulaşırmda iyileşme sağlayacak kent içi raylı toplu taşıma türleri için sıralama yapılmaktadır.                                                                                                                                                        | Çok kriterli karar verme (AHP ve TOPSIS ) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Yıldıztekin, H. 2015                          | Sürdürülebilir Ulaşım Modelleri İçerisinde Kent İçi Raylı Sistem ve Ankara Örneği                     | Sürdürülebilir ulaşım teknolojileri ve bu teknolojiler içerisinde kent içi raylı sistemler irdelenmekte ve bu sistemlerin sürdürülebilirliğe etkisi Ankara örneği üzerinde tartışılmaktadır.                                                                                     | Kaynak Taraması                           | -Raylı ulaşım sistemler petrole bağımlılığı azaltmaktadır.<br>-Kent yayılmasını kontrol altında tutmak adına raylı sistemler bir araçtır.<br>-Raylı sistemler mekânsal boşlukları korumaktadırlar.<br>Her kesimden/profilden kullanılabilen raylı sistemler sosyal entegrasyonu sağlamaktadır. |
| Aktan, E.Ö. 2005                              | Ulaşırmda Yeni Teknolojiler Ve Uygulamaların Kent Biçimine (Olası) Yansıması                          | Ulaşırmda kent biçimine etkisi ve ulaşırmda teknolojik gelişim konuları tartışılmaktadır. Dünya örnekleri üzerinden İstanbul kent bütünü için değerdendirme yapılmaktadır.                                                                                                       | Kaynak Taraması                           | -Zaman faktörü (iş-konut ilişkisi bağlamında) mesafe karşısında ön plana çıkmaktadır. Kentin ne kadar uzağında oturuluyor olması değil kaç dakikada kent merkezine ulaşılabilir olması önemlidir.                                                                                              |

## EK-2. (devam)Kaynak Taraması – Kriter Tablosu

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Özden, R.<br>2012                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Karşılaştırmalı Standart Belirleme Yöntemi ile Ülkemizdeki Hafif Raylı Sistemlerin Karşılaştırılması                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Kaynak Taraması Karşılaştırmalı Analiz(EQUIP Yöntemi) | -Kentın nüfusu ve artış oranı, Nüfus yoğunluğunun dağılımı, Kentte arazi kullanımı (kentsel gelişim planı), Kentteki gelir düzeyi, Kentteki gelir dağılımı, Kentin demografik yapısı (çalışan, öğrenci vb. oranları), Kentteki otomobil sahipliği oranı, diğer toplu taşıma sistemlerinin; yol uzunlukları, kapasiteleri, toplu taşıma içindeki payları, etkinlikleri kent içi raylı sistemlerinin gerekliliğini ve önemini etkileyen faktörlerdir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Curtis, C.<br>2008                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Evolution of the Transit-Oriented Development Modeli for Low-density Cities: A Case Study of Perth's New Railway Corridor | Toplu taşıma araçları tercihinin en üst düzeye çıkarmak için ulaşım modları arasında devlet transit ajansı koordinasyonuna dayanan transit transfer istasyonlarına farklı entegrasyon modelleri üzerinde çalışma yaparak, her modelin sunduğu fırsatları ve kısıtları incelenmektedir. | Kaynak Taraması                                       | -Aktivite merkezleri, küçük ölçekli istihdam, alışveriş ve hizmetler ve orta ve yüksek yoğunluklu konut dâhil günlük faaliyet ihtiyaçlarının odak noktası olarak, merkezdeki toplu taşıma durağına yürüme mesafesinde yer alan aktivite koridoru boyunca aralıklarla geliştirilmektedir.<br>-Faaliyet koridorları", hattın her iki tarafında 400 metreye kadar olan alanı kullanan bir ana arter yolunda veya banliyö demiryolu hattında yoğunlaşmaktadır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Ulvi, H., Özkazan., S. Ve Soydan A.<br>2016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Sürdürülebilir Ulaşım İçin Toplu Taşımada Yolcu Memnuniyeti Düzeyleri Ve Beklentileri Üzerine Bir Değerlendirme           | Ankara kentinde toplu taşıma sistemlerinin tercih edilmesinde ve kullanım sıklığında "kalite-hizmet düzeyi" önemini incelenmektedir.                                                                                                                                                   | Kaynak Taraması                                       | -Toplu taşıma araçlarının konfor düzeyi incelendiğinde ise araç içi-dış temizliğinden, havalandırma ve ısınma sistemlerinden memnuniyet oranının yüksek olduğu görülmektedir konforu en çok etkileyen iki etmen araç içi yoğunluk ve araçların sefer sayılarıdır. Her iki durumda da uzun saatler ayakta beklemek/yolculuk etmek bireylerin yaşam kalitesini düşürmektedir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Sustainable Urban Transportation Systems :<br>URL: <a href="http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.unclearn.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Finventory%2Funescape20_0.pdf&amp;date=2018-08-04">http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.unclearn.org%2Fsites%2Fdefault%2Ffiles%2Finventory%2Funescape20_0.pdf&amp;date=2018-08-04</a><br>Son Erişim Tarihi: 02.08.2018. |                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                       | -Toplu taşıma sisteminin konfor düzeylerini ve yaşam kalitesine etkisini ölçebilmek için gerekli göstergeler: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kişisel araçlarla okul gezilerinin modal paylaşımı</li> <li>• Diğer ulaşım modlarına göre kişisel araç gezileri ile yolculuk sayısı</li> <li>• Diğer taşıma modlarına göre kişisel araçlarla yolculuk uzunlukları</li> <li>• CBD'de 1000 metrekare veya 1000 iş başına park alanı (minimum olmalıdır)</li> <li>• Otopark fiyatı (daha yüksek olmalı)</li> </ul> -Araçların neden olduğu kazaların ekonomik etkilerini ölçebilmek için kentte yaşanan toplam kaza sayısı, 100.000 kişi başına-10.000 araç başına oranları, bu kazalardaki toplam ölüm sayıları ve yapılan kazaların ekonomik maliyeti GSYİH içindeki yüzdesi önemli göstergelerdir. |

### EK-3. Ekonomi kriterleri tablosu

[illegible]







## EK-7. Çevresel Kriterler Güvenilirlik Analizi

**Case Processing Summary**

|       |                       | N  | %     |
|-------|-----------------------|----|-------|
| Cases | Valid                 | 10 | 100,0 |
|       | Excluded <sup>a</sup> | 0  | ,0    |
|       | Total                 | 10 | 100,0 |

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

**Reliability Statistics**

| Cronbach's Alpha | N of Items |
|------------------|------------|
| ,607             | 8          |

**Item-Total Statistics**

|          | Scale Mean if Item Deleted | Scale Variance if Item Deleted | Corrected Item-Total Correlation | Cronbach's Alpha if Item Deleted |
|----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| VAR00002 | 11,5000                    | 14,278                         | -,232                            | ,723                             |
| VAR00003 | 12,3000                    | 10,233                         | ,470                             | ,527                             |
| VAR00004 | 11,8000                    | 10,844                         | ,286                             | ,581                             |
| VAR00006 | 12,4000                    | 10,711                         | ,505                             | ,530                             |
| VAR00007 | 12,3000                    | 8,678                          | ,821                             | ,412                             |
| VAR00008 | 11,9000                    | 9,878                          | ,423                             | ,535                             |
| VAR00009 | 12,3000                    | 11,344                         | ,252                             | ,590                             |
| VAR00010 | 12,1000                    | 11,433                         | ,184                             | ,612                             |

## EK-8. Ekonomi Kriterleri Güvenilirlik Analizi

**Case Processing Summary**

|       |                       | N  | %     |
|-------|-----------------------|----|-------|
| Cases | Valid                 | 37 | 100,0 |
|       | Excluded <sup>a</sup> | 0  | ,0    |
|       | Total                 | 37 | 100,0 |

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

**Reliability Statistics**

| Cronbach's Alpha | N of Items |
|------------------|------------|
| ,917             | 29         |

**Item-Total Statistics**

|          | Scale Mean if Item Deleted | Scale Variance if Item Deleted | Corrected Item-Total Correlation | Cronbach's Alpha if Item Deleted |
|----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| VAR00054 | 58,7959                    | 71,389                         | ,529                             | ,914                             |
| VAR00055 | 58,7032                    | 70,771                         | ,567                             | ,913                             |
| VAR00056 | 58,6730                    | 70,682                         | ,582                             | ,913                             |
| VAR00057 | 58,6962                    | 70,671                         | ,590                             | ,913                             |
| VAR00058 | 58,6586                    | 70,777                         | ,576                             | ,913                             |
| VAR00059 | 58,4127                    | 70,832                         | ,492                             | ,914                             |
| VAR00060 | 58,5332                    | 70,620                         | ,552                             | ,913                             |
| VAR00061 | 58,4459                    | 71,328                         | ,473                             | ,915                             |
| VAR00062 | 58,3800                    | 71,773                         | ,448                             | ,915                             |
| VAR00063 | 58,5365                    | 70,000                         | ,613                             | ,912                             |
| VAR00064 | 58,4176                    | 71,825                         | ,419                             | ,915                             |
| VAR00065 | 58,4989                    | 70,831                         | ,525                             | ,914                             |
| VAR00066 | 58,5173                    | 70,629                         | ,597                             | ,912                             |
| VAR00068 | 59,1303                    | 73,570                         | ,377                             | ,916                             |
| VAR00069 | 58,5324                    | 71,658                         | ,480                             | ,914                             |
| VAR00070 | 58,7857                    | 71,597                         | ,544                             | ,913                             |
| VAR00071 | 58,8722                    | 73,974                         | ,284                             | ,917                             |
| VAR00072 | 59,2514                    | 74,589                         | ,266                             | ,917                             |
| VAR00073 | 58,9135                    | 71,203                         | ,596                             | ,913                             |
| VAR00074 | 58,7562                    | 71,160                         | ,572                             | ,913                             |
| VAR00075 | 58,7381                    | 70,069                         | ,668                             | ,911                             |
| VAR00076 | 58,4562                    | 71,230                         | ,451                             | ,915                             |
| VAR00077 | 59,5116                    | 73,245                         | ,387                             | ,916                             |
| VAR00078 | 59,5322                    | 73,471                         | ,328                             | ,916                             |
| VAR00079 | 59,2303                    | 75,184                         | ,197                             | ,918                             |
| VAR00080 | 58,7857                    | 72,569                         | ,482                             | ,914                             |
| VAR00081 | 59,1562                    | 71,640                         | ,589                             | ,913                             |
| VAR00082 | 59,0949                    | 69,821                         | ,656                             | ,911                             |
| VAR00083 | 59,1311                    | 70,440                         | ,622                             | ,912                             |

## EK-9. Sosyal Kriterler Güvenilirlik Analizi

**Case Processing Summary**

|       |                       | N  | %     |
|-------|-----------------------|----|-------|
| Cases | Valid                 | 9  | 90,0  |
|       | Excluded <sup>a</sup> | 1  | 10,0  |
|       | Total                 | 10 | 100,0 |

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

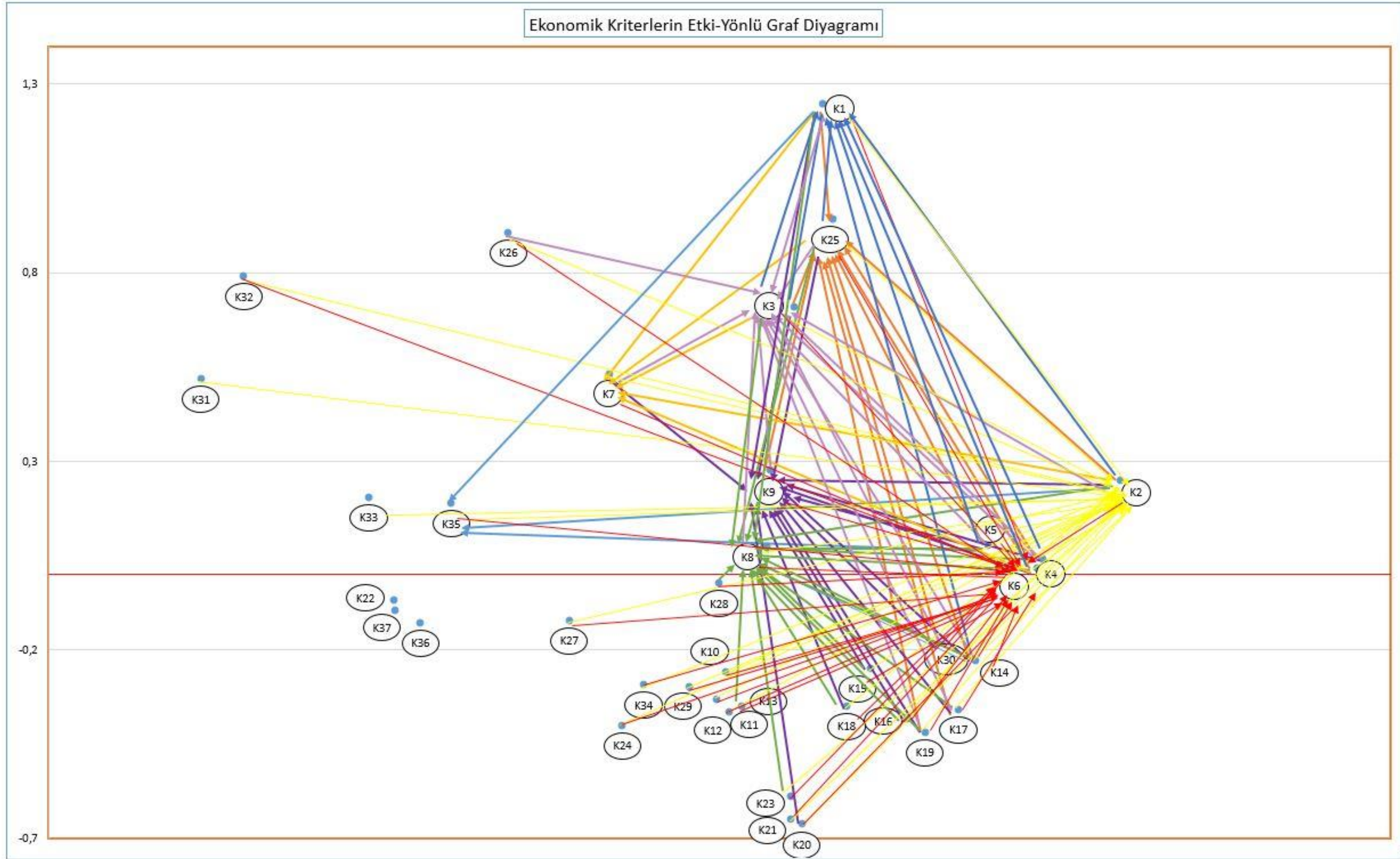
**Reliability Statistics**

| Cronbach's Alpha | N of Items |
|------------------|------------|
| ,876             | 10         |

**Item-Total Statistics**

|          | Scale Mean if Item Deleted | Scale Variance if Item Deleted | Corrected Item-Total Correlation | Cronbach's Alpha if Item Deleted |
|----------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| VAR00001 | 12,3333                    | 62,750                         | ,680                             | ,857                             |
| VAR00002 | 12,3333                    | 63,000                         | ,612                             | ,863                             |
| VAR00003 | 12,6667                    | 72,750                         | ,249                             | ,886                             |
| VAR00004 | 12,7778                    | 70,694                         | ,327                             | ,882                             |
| VAR00005 | 12,4444                    | 61,278                         | ,752                             | ,851                             |
| VAR00008 | 12,6667                    | 68,500                         | ,559                             | ,867                             |
| VAR00009 | 12,3333                    | 62,250                         | ,864                             | ,846                             |
| VAR00010 | 12,2222                    | 53,694                         | ,879                             | ,837                             |
| VAR00007 | 13,5556                    | 66,528                         | ,480                             | ,873                             |
| VAR00006 | 12,6667                    | 65,250                         | ,606                             | ,863                             |

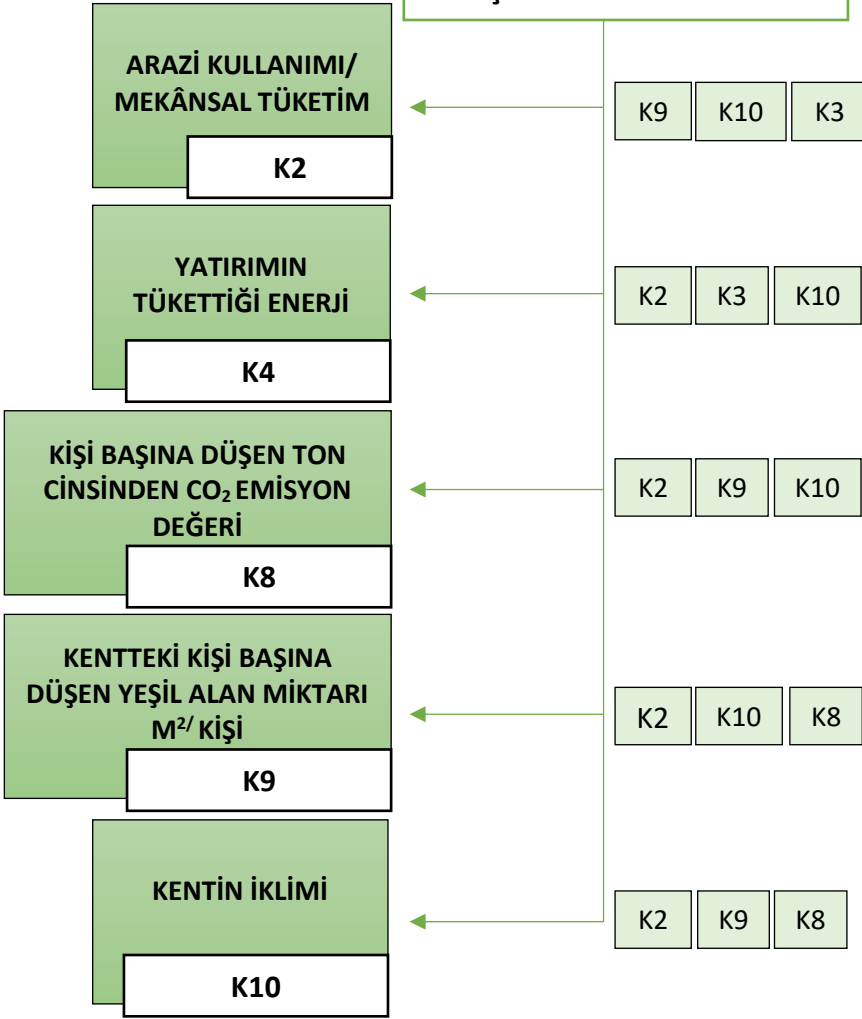
EK-10. Ekonomik kriterlerin etki-yönlü graf diyagramı



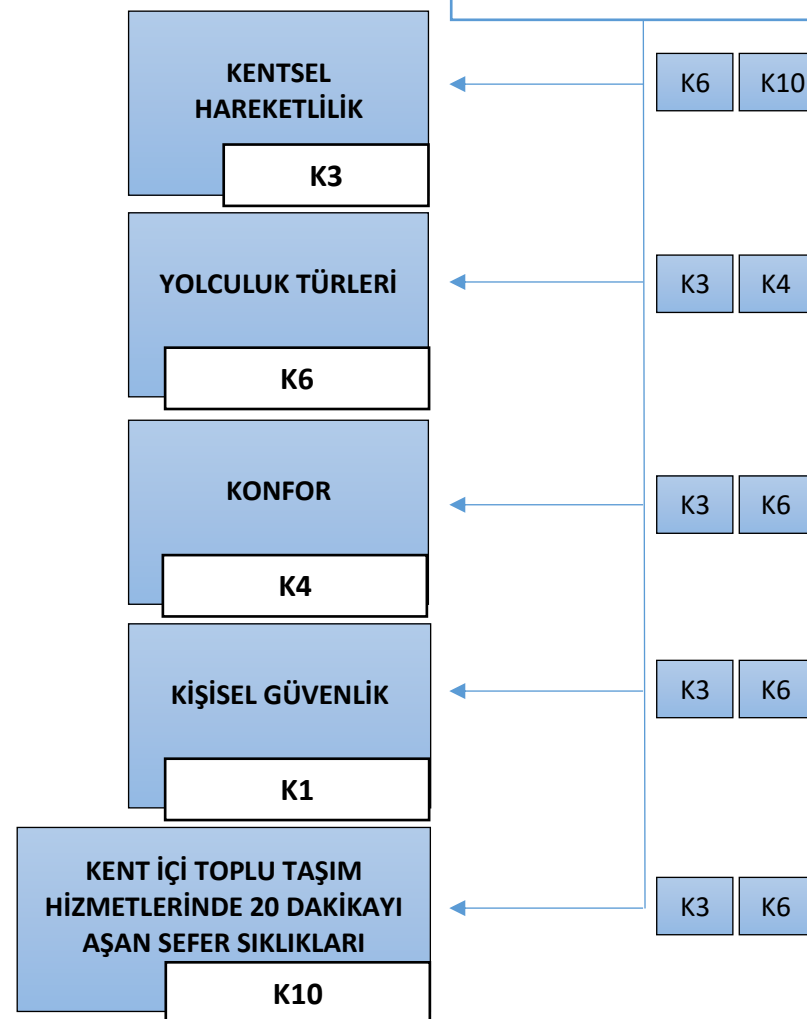
EK-11. Raylı sistem yatırım kriterleri –ana ve alt kriter ilişki şeması

## RAYLI SİSTEM YATIRIM KRİTERLERİ

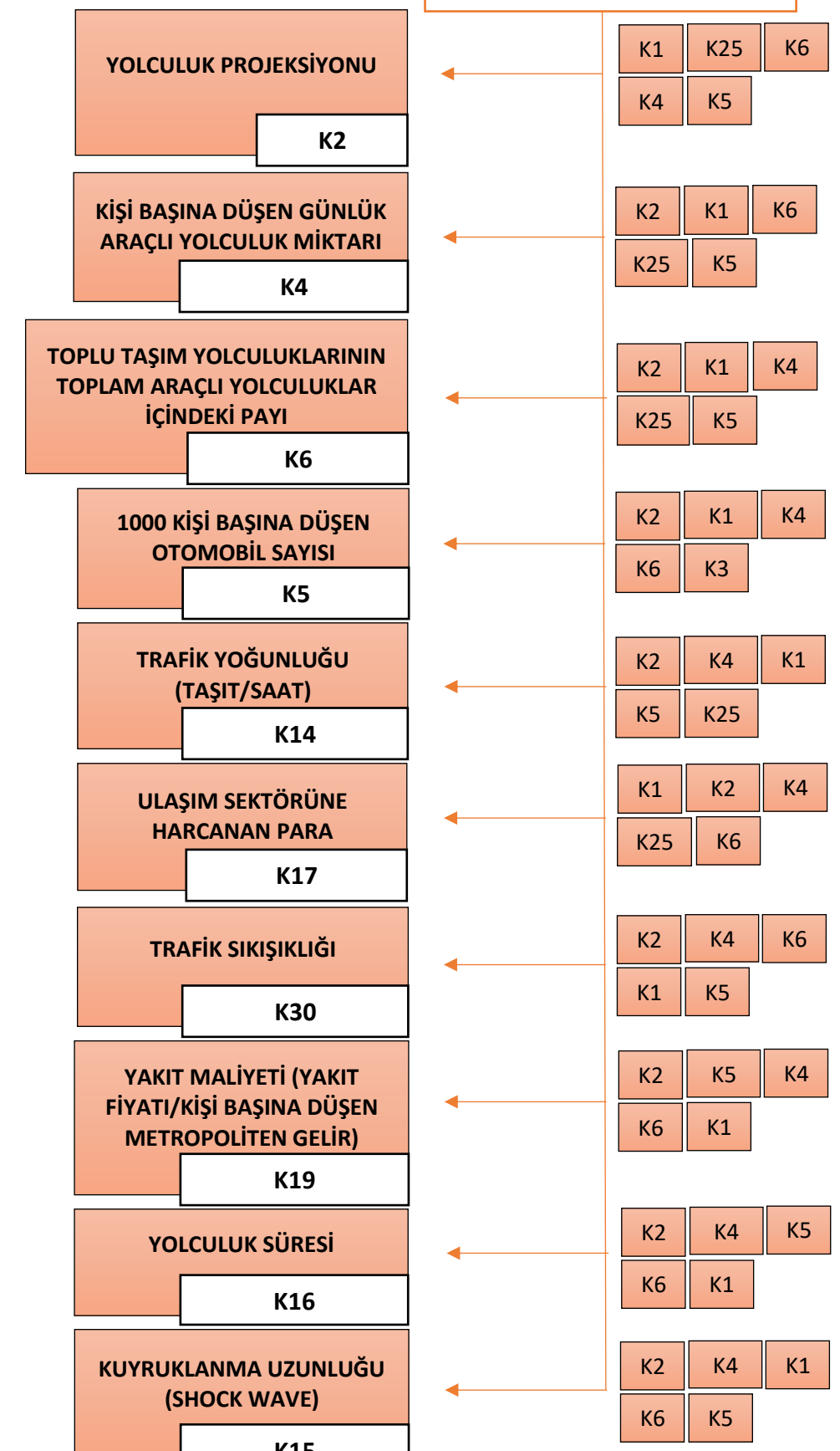
### ÇEVRESEL KRİTERLER



### SOSYAL KRİTERLER



### EKONOMİ KRİTERLERİ



|     |                                                    |
|-----|----------------------------------------------------|
| K2  | ARAZİ KULLANIM/MEKÂNSAL TÜKETİM                    |
| K3  | EĞİM <%6                                           |
| K8  | KİŞİ BAŞINA DÜŞEN TON CİNSİNDEN CO2 EMİSYON DEĞERİ |
| K9  | KENTTE KİŞİ BAŞINA DÜŞEN YEŞİL ALAN MİKTARI        |
| K10 | KENTİN İKLİMİ                                      |

|     |                                                                      |
|-----|----------------------------------------------------------------------|
| K3  | KENTSEL HAREKETLİLİK                                                 |
| K4  | KONFOR                                                               |
| K6  | YOLCULUK TÜRLERİ                                                     |
| K10 | KENT İÇİ TOPLU TAŞIM HİZMETLERİNDE 20 DAKİKAYI AŞAN SEFER SIKLIKLARI |

|     |                                                                     |
|-----|---------------------------------------------------------------------|
| K1  | NÜFUS PROJEKSİYONU                                                  |
| K2  | YOLCULUK PROJEKSİYONU                                               |
| K3  | EKONOMİK FAALİYETLERDEKİ OLAŞI ARTIŞ (İŞGÜCÜ PROJEKSİYONU)          |
| K4  | KİŞİ BAŞINA DÜŞEN GÜNLÜK ARAÇLI YOLCULUK MİKTARI                    |
| K5  | 1000 KİŞİ BAŞINA DÜŞEN OTOMOBİL SAYISI                              |
| K6  | TOPLU TAŞIM YOLCULUKLARININ TOPLAM ARAÇLI YOLCULUKLAR İÇİNDEKİ PAYI |
| K25 | NÜFUS YOĞUNLUĞU                                                     |

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : KUTLU, Büşra Hilal  
 Uyuğu : T.C.  
 Doğum tarihi ve yeri : 07.04.1991, Ankara  
 Medeni hali : Bekar  
 e-mail : hilalkutlu@gazi.edu.tr



### Eğitim

| Derece        | Eğitim Birimi                                  | Mezuniyet Tarih |
|---------------|------------------------------------------------|-----------------|
| Yüksek lisans | Gazi Üniversitesi / Şehir ve Bölge Planlama    | 2019            |
| Lisans        | Gazi Üniversitesi / Şehir ve Bölge Planlama    | 2013            |
| Lise          | Dr. Binnaz EGE-Dr.Rıdvan EGE<br>Anadolu Lisesi | 2009            |

### İş Deneyimi

| Yıl        | Yer                | Görev               |
|------------|--------------------|---------------------|
| 2016-Halen | Gazi Üniversitesi  | Araştırma Görevlisi |
| 2014-2016  | Bozok Üniversitesi | Araştırma Görevlisi |

### Yabancı Dil

İngilizce

### Yayınlar

1. Ulvi, H., Kutlu, B.H. ve Akdemir, F. (2019). Gelişmekte Olan Ülkelerde Raylı Sistem Yatırım Kararlarını Etkileyen Ölçütlerin Belirlenmesi: AB ve Türkiye Özelinde Bir Araştırma. *Demiryolu Mühendisliği*, 9, 61-78.

### Hobiler

-



*GAZİ GELECEKTİR..*