

ULAşTIRMA SİSTEMLERİ ALTYAPILARININ SPSS İLE ANALİZİ

Öğr. Gör. Burak ÖZKAN

Editör

Dr. Öğr. Üyesi Yaşar VİTOşOĞLU

Paradigma Akademi



ULAŖTIRMA SİSTEMLERİ ALTYAPILARININ SPSS İLE ANALİZİ

Öğr. Gör. Burak ÖZKAN

Editör: Dr. Öğr. Üyesi Yaşar VİTOŞOĞLU

ISBN: 978-625-8240-41-2

Sertifika No: 32427
Çanakkale Kitaplığı
Araştırma İnceleme Bilişim Yayın Matbaa
TİC. LTD. ŞTİ.

Paradigma Akademi Basın Yayın Dağıtım
Fetvane Sokak No: 29/A
ÇANAKKALE
e-mail: fahrigoker@gmail.com

Yayın Sorumlusu: Nevin SUR

Dizgi & Kapak
Himmet AKSOY

Matbaa
Vadi Grafik Tasarım ve Reklam LTD. ŞTİ.
Sertifika No: 47479

Kitaptaki bilgilerin her türlü sorumluluğu yazarlarına aittir.

Bu çalışma Yüksek Lisans Tezinden Türetilmiştir.

Bu Kitap T.C. Kültür Bakanlığından alınan bandrol ve
ISBN ile satılmaktadır. Bandrolsüz kitap almayınız.

Kasım 2022
Paradigma Akademi



ÖNSÖZ

Bu çalışma ulaştırma sistemlerinin altyapısına etki eden faktörlerin SPSS programı ile belirlenmesi ve belirlenen bu faktörlerin önem derecelerine karar verilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın birinci bölümünde ulaşım kavramı ve ulaştırma sistemlerinin tarihsel gelişimi hakkında bilgi verilmiştir. İkinci bölümünde ulaştırma sistemlerinin türlerine göre gelişimi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise altyapı kavramı ve ulaştırma sistemi türlerine göre altyapıya etki edebilecek faktörler açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü ve uygulamanın yapıldığı bölümde ise faktörler belirlenerek, önem dereceleri belirtilmiştir.

Bu çalışmanın hazırlanmasında kaynak olarak faydalandığım eserlerin yazarlarına, desteklerini esirgemeyen başta danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Yaşar VİTOŞOĞLU'na, akademisyen olarak görev yapan abilerim Dr. Öğr. Üyesi Mehmet ÖZKAN'a ve Öğr. Gör. Dr. Hakan ÖZKAN'a, yüksek lisans boyunca hoşgörülü ve anlayışlı yaklaşımlarıyla destek veren Öz-Bay Yapı Denetim Şirketi'ne ve her zaman yanımda olan eşime ve aileme saygı ve teşekkürlerimi sunarım. Bu çalışmanın akademik camiaya, ulaştırma ve altyapı sektörüne ve çalışanlarına yardımcı kaynak olmasını temenni ediyorum.

Öğr. Gör. Burak ÖZKAN

(ORCID: 0000-0003-1674-4920)

Pamukkale Üniversitesi Bozkurt M.Y.O

Ulaştırma Hizmetleri Bölümü

ozkannburakk@gmail.com

Aileme ve Eşime sevgilerle...

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xvii
ÇİZELGELER LİSTESİ	xix
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xxiii

1. GİRİŞ	1
2. ULAŞTIRMA SİSTEMLERİNİN GELİŞİMİ.....	3
2.1. Ulaşım Kavramının Tanımı ve Tarihçesi	3
2.2. Ulaşım Sistemlerinin Önemi ve Türleri.....	6
2.2.1. Karayolu taşımacılığı.....	9
2.2.1.1. Dünya’da karayolu taşımacılığı.....	9
2.2.1.2. Türkiye’de karayolu taşımacılığı.....	11
2.2.2. Demiryolu taşımacılığı	16
2.2.2.1. Dünya’da demiryolu taşımacılığı	16
2.2.2.2. Türkiye’de demiryolu taşımacılığı	20
2.2.3. Denizyolu taşımacılığı	23
2.2.3.1. Dünya’da denizyolu taşımacılığı	23
2.2.3.2. Türkiye’de denizyolu taşımacılığı	27
2.2.4. Havayolu taşımacılığı.....	30
2.2.4.1. Dünya’da havayolu taşımacılığı	30
2.2.4.2. Türkiye’de havayolu taşımacılığı	33
2.3. Ulaştırma Sistemlerinin Karşılaştırılması	37

3. ULAŞTIRMA SİSTEMLERİNDE ALTYAPI.....	39
3.1. Altyapı Kavramının Tanımı.....	39
3.2. Ülkemizdeki Ulaşım Sistemlerinin Altyapısı	41
3.2.1. Karayolu altyapısı.....	41
3.2.1.1. Tüneller	44
3.2.1.2. Köprüler	47
3.2.1.3. İstinat duvarları.....	50
3.2.1.4. Menfezler	51
3.2.1.5. Viyadükler	52
3.2.1.6. Drenaj tesisleri.....	53
3.2.2. Demiryolu altyapısı	54
3.2.2.1. Platform.....	57
3.2.2.2. Yarmalar	57
3.2.2.3. Dolgular	58
3.2.2.4. Tüneller	58
3.2.2.5. Köprüler	59
3.2.2.6. Geçitler.....	60
3.2.2.7. Tahkimatlar	60
3.2.3. Denizyolu altyapısı	61
3.2.3.1. Limanlar	63
3.2.3.2. Terminaller	64
3.2.3.3. Mahmuzlar	65
3.2.3.4. Kıyı Duvarları.....	65
3.2.3.5. Dalgakıranlar	66
3.2.4. Havayolu Altyapısı.....	67
3.2.4.1. Pistler	69
3.2.4.2. Apronlar	70
3.2.4.3. Kontrol Kulesi	70
3.2.4.4. Kara Tarafı Tesisleri	71

3.3. Ulaştırma Sistemlerinde Altyapının Önemi.....	72
3.4. Altyapıyı Etkileyen Faktörler	73
3.4.1. Zemin durumu	73
3.4.2. Yer şekilleri.....	74
3.4.3. Yükseklik.....	74
3.4.4. Eğim	75
3.4.5. İklim	77
3.4.6. Ulaşılabilirlik ve erişilebilirlik	79
3.4.7. Nüfus	81
3.4.8. Endüstriyel etkenler	82
3.5. Ulaştırma Altyapısı Sorunları	84
3.6. Altyapı Yatırımlarının Planlanması	89
4. ARAŞTIRMANIN DEĞERLENDİRİLMESİ	93
4.1. Manisa İline İlişkin Bilgiler	93
4.2. Çalışmanın Uygulaması.....	94
4.2.1. Araştırmanın Ana Kütlesi ve Örneklemi	95
4.2.2. Veri Toplama Yöntemi	95
4.2.3. Araştırmanın Ön Kabulleri ve Yöntemi.....	96
4.2.3.1. Demografik bilgilerin frekans dağılımı.....	97
4.2.3.2. Faktör ve güvenirlik analizi.....	100
4.2.4. Analitik hiyerarşi süreci (AHS).....	104
4.2.5. Çalışmanın analitik hiyerarşi süreci	110
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	117
KAYNAKÇA	119

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2. 1. Fayton karayolu ulaşımı.	4
Şekil 2. 2. Eski havayolu araçlarından olan zeplin.	5
Şekil 2. 3. Fransız SNCF şirketine ait TGV treni.	17
Şekil 2. 4. Japon maglev treni.	18
Şekil 2. 5. Panama kanalı konumu ve inşası (Özkan , 2015).	24
Şekil 3. 1. Bölünmemiş (tek platformlu) bir yola ait enkesit.	42
Şekil 3. 2. Bolu tüneli.	47
Şekil 3. 3. Yavuz Sultan Selim Köprüsü.	49
Şekil 3. 4. Betonarme istinat duvarı modellemesi ve istinat duvarı inşası.	50
Şekil 3. 5. Köprü menfez ve kutu (box) menfez örneği.	52
Şekil 3. 6. Boru menfez, tabliyeli menfez ve kemerli menfez örneği.	52
Şekil 3. 7. Viyadük görünümleri.	53
Şekil 3. 8. Yollarda alınan örnek drenaj önlemleri.	54
Şekil 3. 9. Demiryolunun bölümleri.	54
Şekil 3. 10. Platform ve üzerine balast serimi.	57
Şekil 3. 11. Redüvit yarma.	58
Şekil 3. 12. Polatlı’da bulunan Duatepe Demiryolu Tüneli.	59
Şekil 3. 13. Çelik köprü.	59
Şekil 3. 14. Hemzemin geçit.	60
Şekil 3. 15. Gabyonu ve istinat duvarı.	61
Şekil 3. 16. Türkiye’nin önemli limanları ve konumları.	64
Şekil 3. 17. Kuru yük ve konteyner terminali.	64
Şekil 3. 18. Mahmuz.	65
Şekil 3. 19. Kıyı duvarı.	66
Şekil 3. 20. Dalgakıran.	66

Şekil 3. 21. Ülkemizin 2017 yılı sonu itibariyle havaalanı konumları (TOBB, 2017).....	68
Şekil 3. 22. Gece ve gündüz havaalanı pist görünüşü.	69
Şekil 3. 23. Yolcu ve kargo terminali apron görünümü.	70
Şekil 3. 24. Kontrol kulesi.....	71
Şekil 3. 25. Yağış sonucu oluşan toprak kaymasının altyapıya verdiği hasar.	79
Şekil 3. 26. Manisa Organize Sanayi Bölgesi.	84
Şekil 3. 27. Kaza kara noktaları (KGM, 2018).....	85
Şekil 3. 28. Çorlu’da 2018 yılındaki tren kazası.	88
Şekil 3. 29. Kentin mekânsal yapısı ve ulaşım ağları.	90
Şekil 4. 1. Manisa ili lokasyon haritası.	93
Şekil 4. 2. En temel AHS yapısı (Özkan vd., 2018).	104

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 2. 1. Bazı ülkeler ile Türkiye'nin otoyol uzunluğu karşılaştırması (European Commission, 2018).....	10
Çizelge 2. 2. 1950-1960 Dönemlerinde karayolu ağı (km) (Çetin vd., 2011).....	12
Çizelge 2. 3. 1950-1960 yılları arasındaki karayollarının satıh türüne göre uzunlukları (km) (Çetin vd., 2011).	13
Çizelge 2. 4. 1980-2000 Dönemlerinde devlet yollarının durumu (KGM, 2017).....	14
Çizelge 2. 5. 1980-2000 Dönemlerinde il yollarının durumu (KGM,2017).....	15
Çizelge 2.6. Bazı ülkeler ile Türkiye'nin demiryolu ana hat uzunlukları (Bilgiç, 2017).	19
Çizelge 2. 7. Cumhuriyet öncesi dönem dâhil demiryolu hat yapımı (km) (TMMOB, 2016).	21
Çizelge 2. 8. 1950-2000 Yılları yolcu ve yük taşıma oranları (TMMOB, 2016).....	22
Çizelge 2. 9. Cumhuriyet döneminde onar yıllık dönemler itibariyle demiryolu hat yapımı (Yıldız, 2008).	22
Çizelge 2. 10. Denizyoluyla yapılan uluslararası ticaretin yıllara göre değişimi (milyon ton) (UNCTAD, 2017).....	26
Çizelge 2. 11. 2003-2017 Yılları arasında kabotaj hattında taşınan yolcu sayısı (milyon adet) (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017a).	29
Çizelge 2. 12. 2003-2017 Yılları arasında kabotaj hattında yapılan yük taşımacılığı (bin ton) (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017a).	29
Çizelge 2. 13. 2000-2017 yılları dünya tarifeli yolcu trafik gelişimi (TOBB, 2017).....	32
Çizelge 2. 14. 2017 yılı dünya bölgesel tarifeli yolcu trafik pay oranları (TOBB, 2017).....	33
Çizelge 2. 15. 2017 yılı iç hat yolcu payları (TOBB, 2017).	35
Çizelge 2. 16. 2017 yılı dış hat yolcu payları (TOBB, 2017).....	36

Çizelge 2. 17. 2015-2017 yılları arasında Türkiye'ye gelen yolcu sayıları (TOBB, 2017).....	37
Çizelge 2.18. Ulaştırma sistemlerinin karşılaştırılması (Özkan , 2015).....	38
Çizelge 3. 1. Altyapı işleri ve altyapı türleri (Ekim , 2007).	40
Çizelge 3. 2. 2018 yılına ait karayolu altyapısı satıh cinsine göre uzunlukları (km) (KGM, 2018).	44
Çizelge 3. 3. 2018 yılı karayolu sınıflarına göre bölünmüş yol uzunlukları (KGM, 2018).	44
Çizelge 3. 4. Türkiye'deki tünel sayıları (Ocak 2018) (KGM, 2018).	45
Çizelge 3. 5. Türkiye'deki tünellerin devlet ve il yollarındaki sayıları (KGM, 2018).	46
Çizelge 3. 6. Türkiye'deki tünellerin uzunlukları(Ocak 2018) (KGM, 2018).	46
Çizelge 3. 7. 2017 yılı sonu itibariyle devlet ve il yollarındaki köprü sayısı ve uzunlukları (KGM, 2018).	48
Çizelge 3. 8. 2017 yılı sonunda devlet yollarındaki köprülerin cinslerine göre sayı ve uzunlukları (KGM, 2018).	48
Çizelge 3. 9. 2017 yılı sonunda il yollarındaki köprülerin cinslerine göre sayı ve uzunlukları (KGM, 2018).	49
Çizelge 3. 10. 2017 yılı konvansiyonel ve yüksek hızlı tren hatlarının uzunlukları (TCDD, 2018).	55
Çizelge 3. 11. 2017 yılı Türk deniz ticaret filosunun gemi cinslerine göre DWT ve sayısı 150 GT ve 300 GT üzeri gemiler, 10'lu grup (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017b).	61
Çizelge 3. 12. Türkiye'de konvansiyonel hatların eğim derecesine göre durumu (İncili, 2018).	77
Çizelge 3. 13. 2017 yılı trafik kazalarında etken olan yol kusurlarına ait bilgiler (KGM, 2018).	86
Çizelge 3. 14. Yolun geometrik özelliğine göre trafik kazaları ve oranları (KGM, 2018).	87
Çizelge 4.1. Uygulanan anket çalışması.	95
Çizelge 4. 2. Görev yapılan sektör dağılımı.	98
Çizelge 4. 3. Katılımcıların cinsiyet dağılımı.	98

Çizelge 4. 4. Katılımcıların sektör tecrübesi dağılımı.....	99
Çizelge 4. 5. Katılımcıların eğitim düzeyi dağılımı.	99
Çizelge 4. 6. Katılımcıların yaş dağılımı.....	100
Çizelge 4. 7. KMO ve Barlett testleri.....	100
Çizelge 4. 8. Faktör tablosu ve faktör yük değerleri.....	101
Çizelge 4. 9. Arazinin kullanım durumu sorusuna ait frekans dağılımı. ...	103
Çizelge 4. 10. Faktörlerin alpha sayıları.	103
Çizelge 4. 11. Karşılaştırmada kullanılan önem dereceleri (Timor, 2010, s. 305).	104
Çizelge 4. 12. Kriterlerin/faktörlerin ikili olarak karşılaştırılması (Özkan vd., 2018).	106
Çizelge 4. 13. Normalize matris formülü (Özkan vd., 2018).	107
Çizelge 4. 14. Öncelikler vektörü (Özkan vd., 2018).	108
Çizelge 4. 15. Matris boyutları (n) ve rassallık değerleri (Özkan vd., 2018).	109
Çizelge 4. 16. Karşılaştırma matrisi için önem derecesi ataması.	110
Çizelge 4. 17. Karşılaştırma matrisi.....	111
Çizelge 4. 18. Normalize matris.	112
Çizelge 4. 19. Ondalık olarak normalize matris.	112

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
AB	Avrupa Birliği
A.B.D.	Amerika Birleşik Devletleri
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AHS	Analitik Hiyerarşi Süreci
BUDO	Bursa Deniz Otobüsleri
Ç.E.D.	Çevresel Etki Değerlendirilmesi
D.S.İ.	Devlet Su İşleri
DWT	Dead Weight Tonnage
GT	Gross Ton
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı
İDO	İstanbul Deniz Otobüsleri
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KMO	Kaiser-Meyer-Olkin Ölçütü
LPG	Liquified Petroleum Gas (Sıvılaştırılmış Petrol Gazı)
LNG	Liquified Natural Gas (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz)
MAGLEV	Magnetic Levitation System
MBB	Manisa Büyükşehir Belediyesi
NATM	Yeni Avusturya Tünel Metodu
NaCl	Sodyum Klorür
RO-RO	Roll On Roll Off
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
STOL	Short Take Off and Landing
SNCF	Societe Nationale des Chemins de Fer
TEM	Trans European Motorways
TGV	Train a Grande Vitesse (Hızlı Tren)
TMMOB	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TOBB	Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği
THY	Türk Hava Yolları

TCDD	Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları
UNCTAD	Birleşmiş Milletler Ticaret ve Kalkınma Konferansı
YHT	Yüksek Hızlı Tren
YDH	Yüksek Hızlı Demiryolu Hattı
YYT	Yol Yatağı Tabakası

1. GİRİŞ

Günümüzde insanların hem bir yerden bir yere ulaşım isteği hem de ihtiyaçları nedeniyle yapılan yük taşımacılığı, ulaştırma sistemlerinin önemini gözler önüne sermektedir. Hızlı nüfus artışına bağlı olarak ulaşım ağının genişlemesi, teknolojinin gelişmesi ve zaman gibi faktörlerin etkisiyle ulaştırma sistemlerinin önemi daha da ileri boyutlara taşınmaktadır. Ayrıca üretim hızının ve miktarının artması ile de eşyaların ve insanların bir yerden bir yere ulaşımı uzmanlık gerektiren bir alan haline gelmiştir.

Belirli bir altyapı planlaması çerçevesinde inşa edilmeyen ulaştırma sistemleri hem gereksiz maliyetlere neden olmakta hem de boşa harcanmış bir yatırıma dönüşmektedir. Bu nedenle ülke kaynaklarının gereksiz yatırımlara dönüşmemesi için iyi bir alt yapı planlaması yapılmalıdır. Bilimsel araştırmalara dayalı geçerli bir altyapı planının hazırlanması ve izlenmesi durumunda ise daha dayanıklı ve uzun vade de kendisini yenileyebilen ulaştırma sistemleri kurulabilecektir.

Her alanda kullanılan gelişmişlik düzeyi unsurları gibi ulaştırma sistemlerinde de en yeni, en gelişmiş ulaşım araçlarına sahip olmak, teknolojik gelişmeleri takip etmek ve uygulamak, bir ülkenin gelişmişlik ve refah düzeyini yansıtmaktadır.

Ulaştırma sistemlerinin oluşturulması projenin yalnızca kâğıt üzerinde çizilmesinden ibaret olmamaktadır. Proje aşamasında karayolunun kurulacağı güzergâhı, havayolu için kurulacak havalimanını, denizyolu için inşa edilecek limanları ve demiryolu için belirlenecek güzergâhı etkileyebilecek faktörler göz önünde bulundurulmalıdır. Bu faktörler bölgedeki endüstriyel durum, iklim, yeryüzü yapısı, nüfus, kapasite ve diğer altyapı faktörleri olarak nitelendirilebilir.

Yapılan literatür araştırması sonucunda ulaştırma sistemlerinin kurulmasını etkileyebilecek faktörlere yönelik herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada dört farklı ulaştırma sisteminin kurulması için göz önünde bulundurulması gereken faktörlerin belirlenmesi ve belirlenen

bu faktörlerin önem derecesi en fazla olan faktörden en düşük faktöre doğru sıralanması amaçlanmıştır. Manisa'nın pilot il olarak seçildiği bu çalışmanın birinci bölümünde ulaştırma sistemleri hakkında genel bilgiler verilmiş olup ikinci bölümünde ulaştırma sistemlerinin kurulmasında etkili olan faktörler açıklanmıştır. Üçüncü bölümde ise tezin amacına yönelik olarak toplanan veriler SPSS istatistik paket programı ile gerçekleştirilen analizler aracılığıyla değerlendirilerek faktörler oluşturulmuştur. Daha sonra oluşturulan bu faktörlerin AHP (Analitik Hiyerarşi Süreci) yöntemi ile önem derecelerine karar verilmiştir.

2. ULAŖTIRMA SİSTEMLERİNİN GELİŖİMİ

2.1. UlaŖım Kavramının Tanımı ve Tarihçesi

Bireyler iŖ, kùltùrel veya sosyal etmenlerden dolayı bir yerden baŖka bir yere gitme ihtiyacı duyar. EŖya ve yüklerin üretildikleri yerlerden ihtiyaç duyuldukları yerlere ulaŖtırılması gerekir. Bu nedenle ulaŖım kavramı, bir bireyin ya da bir eŖyanın bir yerden baŖka bir yere fayda sağlanması amacıyla taŖınması olarak veya insanların ve üretilen malların bir fayda sağlamak amacıyla ekonomik, hızlı ve güvenli olarak yer deęiŖtirmesi Ŗeklinde tanımlanabilir.

İnsanlar yaŖamları boyunca sürekli olarak daha iyi Ŗartlar altında yaŖamayı düşünmüşler ve bu düşüncelerini gerçekleŖtirmek için de çeŖitli yöntemlerle ve çeŖitli araçlardan faydalanarak hedeflerine ulaŖmışlardır. Bu hedeflere varmak için de ulaŖımın temeli olan yol ve araçlara gerek duyulmuŖtur. Toplum yaŖamını sürdürmek isteyen bir insan organizmasına benzetirsek, insan vücudundaki besin ve minerallerin gerekli yerlere ulaşmasını sağlayan kan damarlarında olduğu gibi, ulaŖım araçları da o düzeyde toplumun ekonomik hedeflerine varmasında önemli bir rol oynar.

Bir toplumun refah seviyesini ve geliŖmiŖliğini gösteren en önemli göstergelerinden biri olan ulaŖım faaliyetleri, çevreye zarar vermeden, minimum maliyette ve en önemlisi güvenli bir Ŗekilde gerçekleŖtirilmelidir (Baytar, 2014).

UlaŖım yolları genellikle düz hatlar olarak oluŖturulmuŖtur. Karayolu ulaŖımı için yolu uzatacak ve maliyeti arttıracak olan dağ, göl vb. gibi engeller olmadan mümkün olduğunca en kısa güzergâhtan yolun geçirilmesi arzu edilir. Demiryolu ulaŖımı için ise seçilecek güzergâhın eğimi çok önemlidir. Havayolu ve denizyolu ulaŖımları bu

doğal engellerden en az etkilenen ulaşım türü olduğu için genelde en kısa yol tercih edilir.

Ulaşımın tarihi insanlık tarihinin varoluşuna kadar uzanmaktadır. İnsanlar tarihleri boyunca sürekli bir yerden başka bir yere çeşitli nedenlerden dolayı seyahat etmiştir. İlk taşıma şeklinin insanın sırtında çocuk ve eşyalarını taşıması olduğu düşünülmektedir. Daha sonra bazı hayvanlardan yararlanılarak ulaşımın biraz da olsa kolaylaştırılmasına çalışılmıştır. Ulaşım tarihinde en önemli değişim tekerleğin bulunuşu ile gerçekleşmiştir.



Şekil 2. 1. Fayton karayolu ulaşımı.

Tekerleğin bulunuşu ile binek olarak kullanılan hayvanlar artık çekici güç olarak kullanılmaya başlanmış ve Şekil 2.1.'de görülen ve fayton olarak bilinen ulaşım aracı yapılmıştır. Böylece daha çok insan ve daha ağır yükler aynı anda ve daha uzun mesafelere seyahat edebilmiştir.

Deniz yolu ulaşımı ise yelken ve kürek gücüne dayanan kayık ve gemilerle ilkel olarak yapılmaktaydı. Çin ve Hindistan'dan Anadolu'ya kadar uzanan önemli ticaret yolları olarak bilinen İpek ve Baharat Yolları üzerinde yer alan Fırat ve Nil Nehirlerinde büyük limanların bulunması geçmişte insanların ulaşımını gemilerle ve binek atlarla gerçekleştirdiklerini göstermektedir. Ulaşımında önemli gelişmelerden bir başkası da Çinli denizcilerin keşfettiği pusuladır.

Pusulanın bulunuşu ile insanlar daha uzun mesafelere kara ve deniz ulaşımı yapma imkânı elde etmiştir. Ulaşımındaki en büyük gelişmeler 19. Yüzyılın başlarında meydana gelmeye başlamıştır. James Watt'ın 1765 yılında buhar makinesini icat etmesiyle büyük buharlı gemilerin yapımının önü açılmış ve yelkenli taşımacılık sona ermiştir (Açıksöz, 2015). Buharlı makinenin icadı ile demir yollarının temeli de atılmıştır. 1804 yılında İngiltere'de Richard Trevithick ve Andrew Vivian ilk buharlı lokomotifini icat etmiştir. Bu lokomotif Galler'de demiryolu hattına yakın ölçülerde olan Penyydarren tramvay hattında denenmiştir. İlk buharlı lokomotifler yavaş ve gürültülü olmasından dolayı fazla yatırım çekmemiştir. 1825'te George Stephenson Stockton-Darlington hattında çalıştırdığı trenle gerçek anlamda demiryolu taşımacılığını başlatmış oldu. Havayolu ulaşımı ise günümüze daha yakın bir dönemde gelişmeye başlamıştır. Bu gelişim ile kıtalar arası uzaklık kavramı ortadan kalkmış ve ülkelerin uluslararası ortamda diğer ülkelerle sosyal, ekonomik, kültürel, ticari ve turistik etkileşiminin sağlanmasına ve gelişmesine imkân sağlanmıştır (Demir, 1989). Hava taşımacılığında ise ilk gelişmeler 5 Haziran 1783 tarihinde Fransa'da balonun icat edilmesiyle başlamıştır (Açıksöz, 2015).



Şekil 2. 2. Eski havayolu araçlarından olan zeplin.

Fransa'daki hava taşımacılığındaki ilk gelişmelerden sonra Alman kontu Ferdinand Von Zeppelin (1838-1917) güdümlü balonları daha da geliştirmiş ve 2 Temmuz 1900 yılında Şekil 2.2.'de görülen alüminyum gövdeli, içinde özel bölmeleri olan ve bu bölmeleri hidrojen veya helyum gazı ile doldurulabilen ilk zeplinin uçuşunu başarı ile gerçekleştirmiştir (Demir, 1989).

Tarih boyunca ulaşım birçok medeniyetin birbirleri ile etkileşim içinde olmasına, kültür alış verişinde bulunmasına neden olmuştur. Çin ve Hindistan'dan Anadolu'ya kadar uzanan İpek ve Baharat Yolları sayesinde birçok kültür birbirinden etkilenmiştir. Bu etkileşim ile medeniyetler daha çok kültür tanıyıp daha çok gelişim göstermiştir. Bu da ulaşımın, ülkelerin gelişimine olan etkisini göstermektedir.

Geçmişten günümüze değin insanların ihtiyaçlarının değişmesi ve artması, ulaşım yollarının gelişmesine sebep olmuştur. Ulaşımın gelişmesini birçok faktör etkilemiştir. Bu faktörler coğrafi yapı, ekonomi, sosyal ve politik faktörlerdir. Geçmişteki medeniyetler ve bugünkü ülkeler ekonomik faaliyetlerini, mal ve hizmetlerin mümkün olduğunca geniş pazarlara ulaştırılmasıyla sürdürmektedir. Günümüzde ise ulaşımı mekânsal erişilebilirlik olarak tanımlayabiliriz. Günümüzde gelişmiş olarak nitelendirilen ülkelerin ve bu ülkelerin şirketlerinin birçok ülkede ticaret yaptığı, mal ve hizmet pazarladığı görülmektedir.

2.2. Ulaşım Sistemlerinin Önemi ve Türleri

Ulaştırma sistemleri, bir ülkede başta ekonomi olmak üzere sosyal ve kültürel faaliyetlerin canlanmasında rol oynayan önemli bir etkidir. Bu nedenle ülkenin doğal kaynaklarından maksimum gelir elde edilmesi, mal ve hizmetlerin güvenli ve hızlı şekilde dağıtılması, iç ve dış ticaretin gelişmesi, ancak ulaştırma sistemlerinin doğru planlanması ve düzenli bir ulaştırma ağının oluşturulması ile mümkün olacaktır (Akgüngör ve Demirel, 2004).

Ulaştırma ağları ulaşılabilirliği sağlayarak ulaştırma sistemlerinin temelini oluşturur. Günümüzde yolcu taşımacılığı

açısından ulaştırma sistemlerini demiryolu, karayolu, denizyolu ve havayolu olarak dört gruba ayırabiliriz. Ulaştırma sistemleri dünyada kara, deniz ve hava olmak üzere üç mekanda gerçekleştirilir. Her biri kendi ihtiyaç ve özelliklerine göre çeşitli yük ve yolcu talebini karşılar. Konum olarak dünyanın neresinde olduğuna ve yerleşim şekline bağlı olarak farklılıklara neden olurlar.

Ulaştırma sektörü, sanayi veya tarım sektörü gibi mal üreten bir sektör değil ancak diğer sektörlerin üretkenliği ve dağıtımı ile doğrudan etkili bir hizmet sektörüdür. Zaten ulaştırma terimi, insanların veya eşyaların yararlı olduğu varsayılan belli bir amaca yönelik yer değiştirmeleri olarak tanımlanır. Ulaştırmanın bir hizmet sektörü olması nedeniyle sanayi veya tarım sektöründe olduğu gibi depolanma imkânı yoktur. Bu nedenle de gerektiği yerde gerektiği kadar sunulmalıdır. Gerektiği halde ulaşım imkânı sunmak veya gerektiği yerde yetersiz ulaştırma sistemi sunmak ülke ekonomisi açısından önemli bir kayba neden olur. Bu nedenlerden dolayı ekonomik hatta sosyal ve kültürel bir etkinlik olarak ulaşım politikalarının ülke şartlarına uygun olarak tanımlanması ve dikkatli olarak uygulanması gerekir.

Ulaştırma sektörünün temel amacı ulaştırma talebini en kısa zamanda ve en az maliyetle, güvenli bir şekilde karşılamak olduğuna göre bu amaç doğrultusunda ulaştırma sistemlerinden birine ağırlık vermekle değil, ulaştırma sistemleri arasında koordinasyonu sağlayacak bir alt yapının oluşturulması ile amaca ulaşılır. Bu durum ise ulusal ulaşım ana planının hazırlanmasını zorunlu kılar. Sağlıklı bir ulaştırma hizmeti için bütün kaynaklar, ihtiyaçlar, sosyal ve kültürel etkileşimler bu planlama çerçevesinde ele alınmalı ve iyi değerlendirilmelidir (Yenidünya, 2008).

Hızlı kentleşmenin, sanayileşmenin ve nüfusun tahmin edilenden daha fazla artış göstermesinin insan yaşantısının önemli bir parçası olan ulaştırma sektörüne olumsuz olarak yansması kaçınılmazdır. Kentleşme oranı bir toplumun ekonomik, sosyal

gelişmişlik ve refah seviyesinin göstergesi olarak kabul edilebilir. Ancak planlı kentleşme, mevcut altyapı ve taşıma altyapısıyla birlikte bir bütündür. Ulaştırma hizmetlerine ve hizmet sağlayanlara sistemin devamlılığı için gerekli ve yeterli alt yapılar hazırlanmalıdır. Bu nedenle ulaşım ve onun bir parçası olan trafik ile ilgili planlamalar ve çözüm önerileri de bir bütünlük içerisinde olmalıdır. Devlet ve kent yönetimlerinin temel görevlerinden biride; ekonomik ve toplumsal gelişmenin ihtiyaçlarını karşılayabilecek şekilde ulaştırma sistemlerinin kapasitelerini oluşturabilmek, ülkenin ulaştırma sistemleri için altyapı durumuna ve toplum menfaatlerine uygun taşıma sistemleri kurmak ve bu sistemleri kendi içinde koordine etmektir.

Gelişen teknoloji, insan yaşantısına yön veren diğer sektörler gibi ulaştırma sistemlerini de etkilemektedir. Günlük yaşantısının en az 3-5 saatini trafikte harcayan insanlar geçirdikleri bu saatlerin daha hızlı, konforlu, ekonomik ve daha kısa olması için sürekli bir arayış içerisinde. Günümüzde yeterli ve modern ulaştırma sistemleri olmasına rağmen sosyal hayatı canlı ve dinamik tutmak mümkün değildir.

Ulaştırma sistemleri ve olanakları bir bütün olarak bir şehir veya ülkenin genel yapısını etkilemekle kalmaz, aynı zamanda o şehir veya ülkenin ekonomik, sosyal ve kültürel yapılarını da etkiler. Günden güne artan yük ve yolcu yoğunluğu, gelişen teknolojiye bağlı olarak mevcut ulaştırma sistemlerini geliştirmekte ve bu sistemlere alternatif ulaşım sistemlerini devreye sokmaktadır. Geline bu noktada ulaştırma sistemlerinin çevreye, topluma ve sanayileşmeye yararlarının yanı sıra her geçen gün insanları rahatsız eden çevre ve ortam olumsuzlukları da artmaktadır.

Ulaştırma kamusal bir hizmettir. Devletin veya belediyelerin vatandaşları için yaptığı bir hizmet türüdür. Ulaşım sistemleri şehirlerin veya ülkelerin ekonomik yapısı, toplumun ihtiyaçları,

şehirlerin kurulduğu coğrafya, halkın nüfus yoğunluğu durumlarına göre çeşitlilik gösterir.

Yolcu taşımacılığını karayolu, demiryolu, denizyolu ve havayolu ulaşımı olarak 4 gruba ayırabiliriz.

2.2.1. Karayolu taşımacılığı

2.2.1.1. Dünya’da karayolu taşımacılığı

Yolcu taşımacılığında; hız, güvenlik, konfor ve ekonomiklik bütün ulaştırma sistemlerinde insanların talep ettiği özellikler olmuştur. Bu özelliklerin yanında doğayı az kirletmesi, ülkelerin kendinde olan mevcut enerji kaynaklarını kullanması ve bu sırada yolcu-km başına düşen enerjinin en az olması, planlanan tesislerin ilk yatırım maliyetinin minimum olması ve bakım-onarımın kolay ve maliyetinin minimum olması ulaştırma sistemlerinin tercih edilmesinde göz önünde bulundurulması gereken diğer faktörlerdir.

Dünyada ulaşım sistemlerinin sadece birinden faydalanan hiçbir ülke yoktur. Her ülke karayolu, demiryolu, havayolu ve coğrafi konumlanmasına göre denizyolunu kullanır. Burada önemli olan husus ülkenin sosyal durumuna, ekonomik imkânlarına, sahip olduğu enerji kaynaklarına, arazi özelliklerine ve teknolojik gelişmelerine uygun olan ulaştırma sistemlerini belirleyip her birine gerekli olan yatırımı yapmasıdır.

Dünya yol istatistikleri incelendiğinde çok gelişmiş ülkelerde dâhil olmak üzere birçok yerde yolcu taşımacılığında karayoluna olan talebin sürekli arttığı görülmektedir. Karayolu taşımacılığı, aktarmasız ve hızlı olması nedeniyle diğer ulaştırma sistemlerine göre daha çok tercih edilmektedir.

Ülkeler arasında gerek yol kalitesi gerekse karayolu uzunluğu açısından değerlendirme yapıldığında ABD önde gelmektedir. En yüksek yol yoğunluğu ise Japonya, Almanya, Birleşik Krallık, Belçika, Fransa, Danimarka ve İrlanda’dadır (Kögmen, 2014). Kıta ölçüsü olarak değerlendirme yapıldığında ise Amerika ve Batı

Avrupa'nın dünyanın en yoğun ve en kaliteli karayolu ağına sahip olduğu görülür. Çizelge 1.1.'e göre, Avrupa ülkeleri içerisinde yüz ölçümleri ile oranlandığında karayolu ağının en geliştiği ülke Almanya'dır.

Çizelge 2. 1. Bazı ülkeler ile Türkiye'nin otoyol uzunluğu karşılaştırması (European Commission, 2018).

Ülke	Karayolu otoyol uzunluğu	Yüzölçümü(km)	Uzunluk/km
ABD	93 300	9 826 630	0,010
Türkiye	2 657	780 580	0,003
Almanya	12 996	357 021	0,036
Japonya	8 400	377 972	0,022
İspanya	15 444	505 990	0,30
Fransa	11 612	547 030	0,021
İtalya	6 943	301 338	0,023
İngiltere	3 764	130 395	0,029
Portekiz	3 065	92 212	0,033
Hollanda	2 758	42 508	0,065
Çin	104 400	9 597 000	0,011

Çizelge 2.1.'de de görüldüğü gibi ABD'nin 2013 yılı sonu itibariyle 93 300 km, Japonya'nın 2013 yılı sonu itibariyle 8 400 km, Çin'in 104 400 km, Türkiye'nin 2018 yılı itibariyle 2 657 km, AB ülkeleri olarak ise 2016 yılı sonu itibariyle sırasıyla Almanya'nın 12 996 km, İspanya'nın 15 444 km, Fransa'nın 11 612 km, İtalya'nın 6 943 km, İngiltere'nin 3 764 km, Portekiz'in 3 065 km, Hollanda'nın ise 2 758 km'lik otoyol uzunluğu bulunmaktadır. Türkiye'nin yüz ölçümüne ve nüfus yoğunluğuna en yakın ülke olan Fransa'yı düşünürsek Fransa'nın otoyol ağı uzunluğunun Türkiye'nin otoyol ağı uzunluğundan ortalama 5 kat daha fazla olduğu görülmektedir. Yine Almanya'nın otoyol ağı uzunluğunun Türkiye'nin otoyol ağı uzunluğunun yaklaşık 6 katı olduğu görülmektedir. Bu durum, gelişmiş ülkelere kıyasla gelişmekte olan ülke statüsünde yer alan Türkiye'nin otoyol ağının yeterli düzeyde olmadığını göstermektedir.

Dünya yol istatistikleri incelendiğinde çok gelişmiş ülkeler dâhil olmak üzere dünyanın birçok yerinde yolcu taşımacılığında karayoluna olan talebin gün geçtikçe arttığı gözlenmektedir. Karayolu taşımacılığı bir yerden başka bir yere ulaşımında kapıdan kapıya aktarmasız ve hızlı bir şekilde ulaşımına uygun olduğu için diğer ulaştırma sistemlerine göre daha çok tercih edilmektedir.

2.2.1.2. Türkiye’de karayolu taşımacılığı

Tüm ülkelerde olduğu gibi Türkiye’de de karayolu ulaşımı için doğal coğrafyanın belirgin etkileri vardır. Türkiye’nin kuzey ve güney kıyıları ile iç bölgeler arasındaki ulaşım bağlantıları, belli güzergâhlarda yoğunlaşmıştır. Bunun en önemli nedeni yüksek sıra dağların yol yapımına ve dolayısıyla ulaşım faaliyetlerine zorluk çıkarmasıdır. Yolların çoğunluğu büyük veya büyükçe akarsuların yarıp oluşturdukları vadi sistemleri ile yüksek dağlar arasına yerleşmiş bulunan, çevresine göre daha alçak ve kolay aşılabilen dağ geçitleri, bel noktaları, boğazlar ve havzalar üzerinden geçirilmişlerdir. Dolayısıyla da bu tür yerlerde kurulan yerleşmeler daha çabuk gelişmişlerdir. Sonuç itibarı ile Türkiye’nin orografik yapısı, kara ve demir yollarının dağılışı ve uzanışı gibi özelliklerini etkileyerek doğu-batı yönlü gelişmesini sağlamıştır (Deniz, 2016).

Türkiye’de 1950’li yıllara kadar demiryollarının geliştiği ancak Marshall yardımlarına bağlı olarak uygulanan hükümet politikaları nedeni ile karayollarının gelişmeye başladığı ve demiryolu ulaşımının adeta yok sayıldığı görülmektedir. Bu dönem karayolu ulaşımında temelden değişme ve hızlı bir gelişmenin gerçekleştiği bir dönem olmuştur (Çetin vd., 2011).

1948 yılında ABD yönetimi tarafından hazırlanan Hilts raporunun amacı ülkemizin demiryolu yapımı politikasını karayolu yapımına yöneltmektir. Hilts raporu, Türkiye’de ulaşım ağının demiryollarından karayollarına kaydırılması ve bunun içinde Yollar Genel Müdürlüğü’nün kurulması gerektiğini belirtmiştir (Saroğlu, 2010). Yol sorununuz konusunda bir dönüm noktası oluşturan

raporun temel amacı, Türkiye’de her mevsim ulaşım elverişli uzun yol ağları inşa etmektir. Marshall Planı çerçevesinde alınan yardımlarla inşa edilmeye başlanan karayolu inşaatları 1950 yılından sonra hızlı bir şekilde gelişim göstermiştir. Bu süreçte karayolu yapımı hızlanırken demiryolu inşaatlarında dengeli bir finans dağıtımı sağlanamadığı için demiryolu teknolojisiyle paralel bir gelişim gösterememiştir.

1950 yılından sonra ulaştırma politikalarında yapılan değişimler sonucunda karayolu yapımına ağırlık verildi. 1950-1970 tarihleri karayolu inşasının altın çağı oldu. Demiryolu altyapı ve işletme yatırımlarının pahalı olması, daha düşük yatırım maliyetleri ile yapılabilen karayolu altyapı sistemlerinin daha cazip hale getirilmesi, Marshall yardımları ve 1970’ten sonra gelişen otomotiv sektörünün tetiklemesi gibi nedenlerden dolayı karayolu yük ve yolcu taşımacılığında diğer ulaşım sistemlerine göre, karayolu lehine orantısız bir şekilde artış meydana geldi. Bu dönemde yol yapım politikasının ana amacı, sağlık, eğitim gibi ana hizmetlerin yurdun her tarafına götürülebilmesi için yaz-kış geçit verebilecek yolları inşa etmek olmuştur. Fakat ‘teker dönsün’ mantığıyla ülkenin her yerine yapılan bu yolların geometrik ve fiziki standartları oldukça düşüktür (Yıldız A. , 2008).

Çizelge 2. 2. 1950-1960 Dönemlerinde karayolu ağı (km)
(Çetin vd., 2011).

Yıllar	Devlet Yolu	İl Yolu	Toplam	Otoyollar	Genel Toplam
1950	24 306	22 774	47 080	-	47 080
1955	24 553	30 455	55 008	-	55 008
1960	26 711	34 831	61 542	-	61 542

Çizelge 2.2.’de gösterilen yıllara ait ülkemizin devlet yolu, il yolu ve otoyol uzunlukları verilmiştir. 1950 yılından sonra ülkemizde karayoluna yatırım yapıldığı anlaşılmaktadır. 1950-1960 yılları arasında 2 405 km devlet yolu ve 12 057 km il yolu yapılmıştır. Devlet yolu ve il yoluna göre standardı daha yüksek yol olan otoyolların ise

henüz bu yıllar arasında yapımına başlanmamıştır. Bu durumda ise yol uzunlukları açısından artışlar başlasada yol standardı olarak düşük yollar yapıldığı yorumu çıkarılabilir.

Çizelge 2. 3. 1950-1960 yılları arasındaki karayollarının satih türüne göre uzunlukları (km) (Çetin vd., 2011).

Yıllar	Kaplama Yollar			Parke Yol	Stabilize	Toprak	Geçit Vermeyen yol	Toplam
	Asfalt Beton	Sathi Kaplama	Toplam					
1950	336	1 111	1 447	177	22 590	10 311	12 555	47 080
1955	218	2 497	2 715	189	28 975	8 956	14 173	55 008
1960	216	6 677	6 893	156	34 990	9 168	10 335	61 542

Çizelge 2.3.'te ise 1950-1960 yıllarına ait kaplama türüne göre yol uzunlukları verilmiştir. Bu yıllarda yol uzunlukları açısından gelişmeler görülse de yol standartları açısından yetersiz kalmıştır. Çizelge 2.3'de görüldüğü gibi stabilize ve toprak yol uzunlukları asfalt kaplamalı yol uzunluklarına göre daha fazladır.

1970'li yılların ikinci yarısından itibaren petrol fiyatlarının artması ve çıkan kriz ile birlikte petrole dayalı ulaşım politikalarını uygulayan ülkeler; bu politikalarını gözden geçirmeye ve değişiklikler yapmaya başlamıştır. Özellikle petrol yoksulu ülkeler; petrolden bağımsız ulaşım planlamalarına yönelirken petrol zengini ülkeler ise petrol tüketimine dayalı ulaşım politikalarını teşvik etmeye devam etmişlerdir. Ülkemizde tam da bu dönemde; petrol tüketimine dayalı ve 1950'li yıllardan beri uyguladığı tek tercihlili karayolu ulaşım politikalarını radikal bir şekilde diğer ulaşım sistemlerine dönüştürmesi gerekirken yatırımlarını karayolu ulaşımına kaydırmaya devam etmiştir. Bununla da yetinmeyerek 1980'li yıllarda transit yol yapımını üstlenmiştir. Bu çerçevede ülkemiz ve 8 Batılı ülke; azalan iş hacimlerini geliştirebilmenin yolu olarak TEM (Trans European Motorways) idaresi adı altında birleşerek 3600 km'lik kısmı ülkemizde olmak üzere 9000 km'lik bir otoyol projesi geliştirerek uygulamaya koymuşlardır (Yıldız A. , 2008).

1970'lerde motorlu taşıt sanayinin kurulmasıyla, karayolu ulaştırma stratejisine yeni bir boyut kazandırılmıştır. Trafik yoğunluğu

fazla olan bazı ana güzergâhlarda ve büyük şehir çevrelerinde, çok şeritli ekspres yollar ile otoyolların yapımı hız kazanmıştır. Bu bağlamda 1970 yılında yapımına başlanan ve 30 Ekim 1973 tarihinde tamamlanarak hizmete açılan Boğaziçi Köprüsü ile çevre yolu, Avrupa ve Asya arasındaki ilk sabit bağlantı olarak Türkiye ulaşım sistemleri ağına çok önemli bir halkasını oluşturmuştur. 1980 sonrası, Türkiye’de ihracata yönelik büyüme politikalarının uygulanmaya başlamasıyla devlet yatırımlarının arttığı bir dönem olarak değerlendirilebilir. 1980’li yıllara gelindiğinde çağdaş bir yol sistemi olarak ifade edilen otoyol yapımına başlanmıştır. 1980-2000 yılları arasında karayolları ağına devlet ve il yollarını arttırmaktan ziyade otoyol yapımına ve yolların kalitesini artırma çalışmalarına öncelik vermiştir. Bu kapsamda beton asfalt ve sathi kaplama yollarda önemli artışlar gözlenmiştir (Yıldırım Keser vd., 2018).

Çizelge 2. 4. 1980-2000 Dönemlerinde devlet yollarının durumu (KGM, 2017).

Yıllar	Asfalt Beton	Sathi Kaplama	Parke	Stabilize	Toprak	Diğer	Toplam
1980	2 571	22 421	70	5 467	784	663	31 976
1981	1 641	22 888	52	4 763	678	866	30 888
1982	2 695	23 337	58	4 354	716	793	31 953
1983	2 694	23 571	59	3 861	630	395	31 210
1984	2 928	23 790	54	3 441	428	341	30 982
1985	3 196	24 060	48	2 915	405	373	30 997
1986	3 673	23 994	54	2 709	120	436	30 986
1987	3 776	24 465	52	2 239	101	429	31 062
1988	3 965	24 362	50	2 069	82	471	30 999
1989	4 011	24 640	50	1 874	80	393	31 048
1990	4 137	24 771	44	1 738	77	382	31 149
1991	4 305	24 787	45	1 596	110	418	31 261
1992	4 433	24 778	49	1 457	178	448	31 343
1993	4 488	25 086	43	1 263	128	416	31 424
1994	4 630	25 016	40	1 311	69	323	31 389
1995	4 700	24 483	39	1 230	82	388	31 422

1996	4 939	25 013	37	1 012	81	330	31 412
1997	4 986	25 077	38	825	81	313	31 320
1998	5 350	25 043	41	618	39	254	31 345
1999	5 450	25 040	50	545	89	214	31 388
2000	5 683	24 978	52	387	88	209	31 397

Çizelge 2.4.'e göre 1980-2000 dönemlerinde asfalt betonu yol km'si sürekli bir artış göstermektedir. Özellikle 1985-1986 ve 1997-1998 yılları arası artış göstermiştir. Aynı şekilde stabilize yollar azalırken sathi kaplama yollar artış göstermiştir. Bu da 1980-2000 yılları arasında yolların geometrik ve fiziki standartlarının arttırılmasına çalışıldığını göstermektedir.

Çizelge 2. 5. 1980-2000 Dönemlerinde il yollarının durumu (KGM,2017).

Yıllar	Asfalt Beton	Sathi Kaplama	Parke	Stabilize	Toprak	Diğer	Toplam
1980	251	10 427	70	13 041	3 821	1 175	28 785
1981	259	11 196	65	12 495	3 475	1 334	28 824
1982	242	12 058	60	11 815	3 464	1 362	29 001
1983	242	12 951	69	10 854	2 701	1 270	28 087
1984	248	13 840	75	10 309	2 329	1 329	28 130
1985	172	14 724	77	10 104	2 035	1 193	28 305
1986	178	15 749	85	9 311	1 692	1 138	28 153
1987	196	16 565	125	8 528	1 409	1 030	27 853
1988	196	16 885	136	8 224	1 335	1 076	27 852
1989	117	17 398	94	7 684	1 154	1 057	27 504
1990	124	18 429	92	7 065	1 279	990	27 979
1991	109	19 087	89	6 454	1 217	1 004	27 960
1992	113	19 285	87	6 659	1 395	960	28 499
1993	117	19 874	85	6 089	1 297	884	28 346
1994	127	20 486	82	5 583	1 212	953	28 443
1995	135	20 866	82	5 322	1 248	924	28 577
1996	141	21 621	68	4 995	1 095	893	28 813
1997	150	22 607	69	4 749	1 120	826	29 521
1998	309	23 607	75	3 523	1 141	885	29 540
1999	302	24 014	82	3 216	1 106	815	29 535
2000	374	24 731	82	2 639	1 056	811	29 693

Çizelge 2.5.' te görüldüğü gibi 1980-2000 yılları arasında il yollarında asfalt betonu yollarda ciddi bir artış yaşanmamıştır. Ancak sathi kaplama yollarda ciddi bir artış görülmüştür. Stabilize, toprak ve diğer yol (köy yolları vb.) km'leri azalırken bu yolların geometrik ve fiziki standartları yükseltilmiştir. Bu dönemde 1980 yılında yapımlarına başlanan ve sonraki yıllarda artarak devam eden otoyol inşasına ağırlık verilmiştir. Yine de ülkemizin yüz ölçümünü dikkate alarak düşünürsek otoyolların yetersiz olduğu anlaşılmaktadır.

2.2.2. Demiryolu taşımacılığı

2.2.2.1. Dünya'da demiryolu taşımacılığı

Bir yerden bir yere madeni bir yol üzerinde kılavuzlanmış ve mekanik bir güçle hareket ettirilen araçlar içinde insan veya eşya taşımacılığı yapan tesislerin hepsine demiryolu ulaşım sistemi denir (Ekim , 2007).

20. yüzyılda elektrikli çekim sistemlerinin geliştirilmesi ile demiryolları daha fazla gelişmiş ve 2. Dünya Savaşının öncesinde sinyalizasyon ve merkezi kontrol sistemlerinin gelişmesiyle 1950'li yıllarda şimdiki demiryolları şekillenmeye başlamıştır. Demiryollarında hızın artması, maliyetin azalması, daha iyi organizasyon ve sunulan hizmetin iyileştirilmesi modernizasyon ve gelişimi zorunlu hale getirmiştir. Bundan dolayı artık günümüzde 550-600 km/sa. hızla giden yüksek hızlı trenler kullanılmaya başlanmıştır./8



Şekil 2. 3. Fransız SNCF şirketine ait TGV treni.

Yüksek hızlı trenler arasındaki hız rekoru Şekil 2.3.'te görülen Fransız SNCF şirketine bağlı TGV trenine aittir ve saatteki hızı 575 km'dir (Bilgiç, 2017).

Klasik demiryollarına ilave olarak 1970'li yılların ortasından itibaren bilimsel gelişmeler ve deneyler ilerleyen aracın tekerleği ile taşıyıcı altyapı sistemi arasında temas olmadan aracın hareketini mümkün kılmıştır. Buna örnek olarak manyetik levitasyonlu (manyetik olarak havada durabilen) Maglev trenler verilebilir. Maglev tren teknolojisi henüz geliştirilme aşamasında olduğu için günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanmamıştır. Şu anda Japonya ve Almanya maglev tren teknolojisi üzerinde çalışmalar yapmaktadır. Maglev trenlerin günlük hayattaki ilk örneği Çin'in Şangay kentinde kullanılmaya başlanmıştır. 30 km uzunluğundaki bir hat üzerinde kullanılmaya başlayan bu tren mesafeyi 7 dakika 20 saniyede alabilmektedir.



Şekil 2. 4. Japon maglev treni.

Şekil 2.4.'te görülen Japon Maglev treni üzerinde 2015 yılında hız denemesi yapılmış ve Japon Maglev treni hız rekoru kırarak saatte 603 km hıza ulaşmıştır (Bilgiç, 2017).

Demiryolu taşımacılığının gelişmesinde, petrol fiyatlarının artışı ve petrolün tükenme olasılığına karşılık alternatif enerji kaynağı olarak elektriğin kullanılmaya başlanması ana etkenlerden birisi olmuştur (Akarabulut, 2015).

Demiryolları, Avrupalı devletlerin ekonomik gelişmeleri için stratejik bir değere sahiptir. Avrupa demiryolları taşımacılığı, özellikle nakliye alanında son yıllarda tedirgin edici bir düşüş yaşamıştır. 1970'li yıllarda AB ülkelerinde nakliyenin % 21'i demiryolu ile taşınmakta iken 2000'li yıllarda bu değer % 8,1'e düşmüştür. Yine aynı şekilde bu oran karayollarında % 30,8 den % 43,8 yükselmiştir. Bu dönemde düşüş yaşayan tek sektör demiryollarıdır. Bu dönemde diğer ulaşım sistemleri taşıma yüzdelerini hep arttırmıştır. Demiryolları ile seyahat edenlerin oranı da yine aynı dönemlerde % 10,2'den % 6,3'e düşerek endişe verici bir düşüş yaşamıştır. Bunun en önemli nedenleri, demiryolunun karayoluna göre daha az rekabetçi olması ve yine karayollarına göre ilk yatırım maliyetinin bir hayli yüksek olmasıdır. Tüm bunların yanında demiryollarının kendine özgü avantajları da bulunmaktadır. Demiryolları temiz ve güvenli bir

ulaştırma sistemidir. Bir tren bir seferinde ortalama 60 kamyon yükü taşıyabilir (Kuşçu, 2011). Altyapısı geniş ve gelişime açıktır. Karayollarına göre daha uzun ömürlü olup, bakım ve onarım maliyetleri daha azdır.

Demiryolu taşımacılığı bir kitle taşımacılığıdır. Eğer yeterli miktarda ulaştırma talebi yoksa demiryolu ulaştırmasının uygun olmayacağı ve zarar edeceği aşikârdır. Demiryolu ulaşımı, birim enerji miktarıyla en fazla yolcu veya yük taşıyan dolayısıyla enerji verimliliği çok yüksek olan bir taşıma biçimidir. Bunun yanında, en temiz enerji birimlerini kullandığı için çevreyi kirletmeden taşınan yük veya yolcu miktarına oranla daha az gürültü kirliliği yaratan, kent ya da kentler arasındaki ulaşımında daha az arazi ve kentsel alana ihtiyaç duyan bir ulaşım türüdür.

Çizelge 2.6. Bazı ülkeler ile Türkiye'nin demiryolu ana hat uzunlukları (Bilgiç, 2017).

Ülke	Yüzölçümü (km ²)	Ana Hat Uzunluğu (km)	Uzunluk/km ²
Türkiye	780 580	12 532	0,016
ABD	9 826 630	226 706	0,023
Almanya	357 021	48 215	0,135
Fransa	547 030	29 488	0,054
Polonya	312 685	23 072	0,074
Çek Cum.	78 866	9 597	0,122
Romanya	237 500	11 385	0,048

Çizelge 2.6.'da görüldüğü gibi, Türkiye'nin demiryolu uzunluğu 2017 sonunda 12 532 km, ABD'nin 2006 yılında 226 706 km, AB ülkeleri olarak 2017 yılı sonunda sırasıyla Almanya'nın 48 215 km, Fransa'nın 29 488 km, Polonya'nın 23 072 km, Çek Cumhuriyeti'nin 9 597 km, Romanya'nın 11 385 km'dir. Çizelgede de görüleceği gibi en uzun demiryolu ağı ABD'ye aittir. Ancak yüzölçümelerini de dikkate alarak bakarsak en yoğun demiryolu ağı Almanya'ya aittir. Türkiye Avrupa kıtasında olduğu için Avrupa ülkeleri ile

kıyasladığımızda geride kalmıştır. Sonuç olarak Türkiye'nin karayollarında olduğu gibi demiryolu açısından da yetersiz olduğu görülmektedir.

Trenleri 21. Yüzyılda farklı kılacak olan özellik, onların hızlarından ziyade hızlı tren hatlarının bir ağ gibi örülmüş olması olacaktır. 19. Yüzyılda Avrupa ülkeleri kuzey-güney hattındaki demiryollarını askeri amaçlarla farklı genişlikte inşa etmiştir. Geleceğin birleşmiş Avrupa'sında ülkelerin güvenlik açısından aldıkları bu önlemlerden vazgeçerek 2020 yılında 12 Avrupa ülkesi birbirlerine yüksek hızlı tren ağı ile bağlanma arzusunda anlaşmaya varmıştır (Akarabulut, 2015).

2.2.2.2. Türkiye'de demiryolu taşımacılığı

Türkiye'nin demiryolu tarihçesini, Avrupa ülkelerine (İngiltere, Almanya ve Fransa) tanınan imtiyazlara dayanan 1851-1922 yılları arası Cumhuriyet öncesi dönemi, demiryoluna yapılan yatırımların en parlak, hızlı ve hareketli olduğu 1923-1950 yılları arası Cumhuriyet dönemi, demiryollarının ihmal edildiği 1950-2003 yılları arası dönem, demiryollarına gereken önemin tekrar verilmeye başladığı 2003 yılı sonrası dönem olarak dört bölüme ayırabiliriz (Arslan, 2017).

İlk olarak Cumhuriyet öncesi dönemine bakarsak Osmanlı Devleti'nden devralınan ve yabancı devletlerin imtiyazında bulunan demiryolunun 3 714 km'si ana hat, 845 km'si tali hat olmak üzere toplam 4559 km'lik kısmı Kurtuluş Savaşından sonra devletleştirilmiştir (TMMOB, 2016). Türkiye'de ilk demiryolu inşaatı 1856 yılında İngiliz şirketine verilen imtiyazla başlamış ve İzmir-Aydın arasına inşa edilmiş olan 130 km uzunluğundaki bu hattın yapımı 1866 yılında tamamlanabilmiştir (Çağlıyan ve Bozkurt Yıldız, 2013).

Çizelge 2. 7. Cumhuriyet öncesi dönem dâhil demiryolu hat yapımı (km)
(TMMOB, 2016).

Dönemler	Toplam uzunluk (km)
Osmanlı İmparatorluğundan Devralınan Ana ve Tali Hat Uzunluğu	4 559
1923-1931	6 011
1940	8 637
1950	9 204
2001	10 940

Genç Cumhuriyetin ilk hedeflerinden birisi, Atatürk'ün talimatları doğrultusunda, çağın gelişmişlik göstergesi olarak kabul edilen demiryollarının tüm ülkeyi demir ağlarla saracak şekilde geliştirilmesidir. Teknik ve mali yönden çok zor şartlar altında, demiryolu yapımı İkinci Dünya Savaşı'na kadar büyük bir hızla sürdürüldü. Çizelge 2.7.'de görüldüğü gibi savaş nedeniyle 1940'dan sonra demiryolu uzunluklarındaki artış yavaşladı. 1923-1950 yılları arasında yapılan 3.578 km'lik demiryolunun 3.208 km.si, 1940 yılına kadar tamamlandı.

1940 yılından sonra demiryollarının yapımı yavaşlarken, 1950'li yıllardan itibaren 2003 yılına kadar yapımı neredeyse durma noktasına geldi. Marshall yardımları ile çelik rayların lastik tekerleklerle yenik düştüğü bu dönem, ancak millileşme yolunda atılan birkaç adımla hafızalarda kalmıştır. Eskişehir'de üretilen Karakurt ve Sivas'ta üretilen Bozkurt ilk yerli buharlı lokomotif olarak kayıtlara geçmiştir (Pektaş, 2018). 1950'den 2003'e kadar ihmal edilen demiryolu ve şehir içi raylı ulaşım sistemlerinde 2003 yılı milat oldu ve demiryolu sistemleri yapımı tekrardan başladı.

Çizelge 2. 8. 1950-2000 Yılları yolcu ve yük taşıma oranları (TMMOB, 2016).

	1950		2000	
	Yolcu	Yük	Yolcu	Yük
Demiryolu	42,2	68,2	2,2	5,4
Karayolu	50,3	25	96	90
Denizyolu	7,5	6,8	0	4,4
Havayolu	0	0	1,8	0,2

Çizelge 2.8.'de görüleceği gibi, ulaştırma sistemlerinin 1950 ve 2000 yıllarındaki yolcu ve yük dağılım yüzdeleri verilmiştir. Demiryolunun payı 1950 yılında yolcu taşımacılığında % 42,2, yük taşımacılığında % 68,2 iken 2000 yılında bu değerler yolcu taşımacılığında % 2,2 ve yük taşımacılığında % 5,4 gibi ciddi bir düşüş göstermiştir. Yine denizyolunun payı 1950'de yolcu taşımacılığında % 7,5 yük taşımacılığında % 6,8'di. Bu oranlar 2000 yılında düşerek yolcu taşımacılığında % 0'a, yük taşımacılığında ise % 4,4'e geriledi. Karayolunda ise ciddi bir artış olduğu gözlenmektedir. 1950 yılında karayolunun payı yolcu taşımacılığında % 50,3 iken 2000 yılında bu değer % 96'ya yükselmiştir. Yine karayolunun payı 1950'de yük taşımacılığında % 25 iken bu değer 2000 yılında % 90'a yükselmiştir. Havayolu ulaştırma sistemi ise ülkemizde yaygın olarak kullanılmamıştır.

Çizelge 2. 9. Cumhuriyet döneminde onar yıllık dönemler itibariyle demiryolu hat yapımı (Yıldız, 2008).

Dönemler	Toplam (km)
1923-1930	1 451
1931-1940	2 626
1941-1950	566
1951-1960	348
1961-1970	339
1971-1980	373
1981-1990	103

(Not: İltisak hatları hariçtir.)

Çizelge 2.9.'da görüldüğü gibi 1950 yılından itibaren 2000 yılına kadar demiryoluna yapılan yatırımlar azalmaktadır. 1981-2000 yıllarında ise 19 yılda 103 km demiryolu hattı yapılarak demiryolu yatırımları neredeyse durma noktasına gelmiştir.

2003-2004 yılları arasında ileride hayata geçirilecek olan önemli yatırım projeleri planlanarak, yatırım stratejileri demiryollarında ortaya konulmuştur. 2004-2016 yıllarında ise ortalama 138 km olmak üzere toplam 1 805 km demiryolu inşa edilmiştir.

2009 yılında Türkiye, sadece kendine has olarak inşa edilen hat üzerinde işleyen, saatte 250 km hız yapabilen YHT ile tanıştı. Ankara-Eskişehir hattının faaliyete geçmesi demiryolu sektöründe tarihimizin en önemli dönüm noktalarından biri kabul edilmektedir (Ekmen Uçev ve Mahdum, 2015). Ülkemizde bu mantıkla öncelik, nüfus yoğunluğunun fazla olduğu ve altyapının uygun olduğu bölgelere verilerek, yatırımlara olan geri dönüşlerinde hızlı olacağı düşüncesiyle birçok yüksek hızlı demiryolu (YDH) hattı yapımı ve mevcut hatların bakım ve onarımı ulaştırma politikalarına dâhil edilmektedir (Yüce, 2015).

Ülkemizde 1923-1950 yılları arasında demiryoluna ciddi yatırımlar yapılmış olup Avrupa ülkeleri ile hemen hemen aynı seviyelerdeydi. Ancak 1950 yılından sonra Marshall yardımları ile karayoluna yönelen politika ile demiryoluna istenen yatırımlar yapılamamıştır. Bu durum nedeniyle günümüzde demiryolu ağının yetersiz olduğu bilinmektedir.

2.2.3. Denizyolu taşımacılığı

2.2.3.1. Dünya'da denizyolu taşımacılığı

Denizyolu taşımacılığı, insanların ve yüklerin deniz üzerinde hareket edebilen araçlar vasıtasıyla bir yerden başka bir yere taşınması olarak tanımlanabilir. Ancak denizyolu taşımacılığı yük taşınmasında talep edilir. Gemilerin hızlarının ortalama 26 km/sa olması nedeniyle uzun mesafeli seyahatlerde genelde tercih edilmezler. İnsanlar

denizyolu ulaşımını genelde denizyolu ulaşımına imkânı olan şehir merkezlerinde kısa mesafeli seyahatler için tercih ederler. İstanbul'daki Anadolu-Avrupa yakası geçişleri buna örnek olarak verilebilir. Dünya ticaretinde ise çok ağır yüklerin ülkeler arasındaki taşımacılığında denizyolu tercih edilir. Denizyolunda yol yapım ve bakım işlerinin olmaması, maliyetinin düşük olması tercih edilmesinde en önemli etkenlerdir.

Denizyolu taşımacılığı altında iç su taşımacılığı kavramı da bulunmaktadır. İç su taşımacılığı, nehirlerde, göllerde ve kanallarda gerçekleştirilen taşımacılık faaliyetlerini kapsayan bir ifade olarak tanımlanabilir. Örneğin; Panama topraklarında bulunan Panama Kanalı Atlas Okyanusu ile Büyük Okyanusu birbirine bağlayan bir kanaldır. Bu kanal 77 km uzunluğunda olup Dünya ticaretinin % 5'lik kısmı gerçekleştirildiği için Dünya deniz ticareti açısından önemli bir kanaldır. Panama Kanalı ABD ve Fransa iş ortaklığı ile inşa edilmiş olup 1914 yılında tamamlanmıştır. Panama Kanalı deniz ticareti ile uğraşan denizcilik firmaları açısından yakıt ve zaman tasarrufu sağlamaktadır. Çünkü gemiler Panama Kanalı öncesinde Atlas Okyanusundan Büyük Okyanusa ve Büyük Okyanustan Atlas Okyanusuna geçebilmek için Güney Amerika'nın en Güney ucu olan Horn Burnu (Boynuz Burnu)'nu dönmek zorunda kalıyordu. Bu durum da işletmeler için yakıt maliyetinin artmasına ve zaman kaybına yol açmaktaydı (Özkan , 2015).



Şekil 2. 5. Panama kanalı konumu ve inşası (Özkan , 2015).

Şekil 2.5.'te konumu ve inşası verilen Panama kanalının hizmete açılmasıyla Horn Burnu denizyolu trafiği azalmış ve deniz ticareti açısından önemini kaybetmiştir.

Deniz taşımacılığı, özellikle sanayi hammaddesini oluşturan çok büyük yüklerin bir seferde bir yerden başka bir yere taşınması imkânını sağlaması, güvenilir olması, sınır aşımı olmaması, mal zayıyatının minimum düzeyde olması, çevreyi çok az kirletmesi, yolcu-km ve ton-km başına tükettiği enerjinin çok az olması, diğer kayıplarının hemen hemen hiç olmaması ve havayoluna göre 14, karayoluna göre 7, demiryoluna göre 3,5 kat daha ucuz olması nedeniyle dünyada en çok tercih edilen ulaştırma sistemidir (Koçak, 2012).

Denizyolu taşımacılığı, ulaştırma sistemleri içerisinde küresel ticaretin en verimli ve ekonomik bir şekilde gerçekleştirildiği ulaştırma sistemidir. Dünya'da küresel ticaretin yaklaşık % 80'i denizyolu taşımacılığı ile gerçekleşmektedir (Yenidünya, 2008).

Deniz taşımacılığının ülke ekonomilerindeki yeri gelişmekte, bu nedenle limanların ve deniz araçlarının önemi de artmaktadır. Petrol, doğalgaz ve madenlerin önemli bir bölümünün denizler altında olması, Dünya'nın dörtte üçünün sulardan oluşması denizyolu ticaretinin önemini arttıran unsurlar olarak sayılabilir.

Dünyada denizyolu ile taşımacılık, kabotaj ve uluslararası taşımacılık olmak üzere iki gruba ayrılır. Kabotaj taşımacılığı uluslararası rekabete kapalı, iç piyasaya dönük bir hizmet olarak tanımlanırken, uluslararası taşımacılık, uluslararası rekabetin olduğu ve uluslararası ticaret şartlarına uygun olarak yapılan denizyolu taşımacılığını ifade etmektedir.

Modern çağda kullanılan gemiler, kuru yük gemileri, petrol taşıyan tankerler, çeşitli madenleri sıvı ve katı halde taşıyabilen gemiler, sıvılaştırılmış LPG ve LNG gazlarını taşıyan gemiler, gıda ve soğuk taşınması gereken yükler için soğutma sistemli olan gemiler, kara ve demiryolu araçlarının taşınması için feribotlar ve Ro-Ro

gemileridir. Bu gemilere son yıllarda nükleer güçle çalışan gemileri de ekleyebiliriz. Nükleer güçle çalışan gemi sayısında gerek askeri gerekse sivil alanda ilk sırada ABD yer almaktadır. Bunu sırasıyla Rusya, Almanya, Fransa, Japonya izlemektedir (Mamarsulov, 2009).

Çizelge 2. 10. Denizyoluyla yapılan uluslararası ticaretin yıllara göre değişimi (milyon ton) (UNCTAD, 2017).

Yıl	Petrol ve Gaz	Dökme	Kuru Yük ve Konteyner	Toplam Yük
1970	1 440	448	717	2 605
1980	1 871	608	1 225	3 704
1990	1 755	988	1 265	4 008
2000	2 163	1 295	2 526	5 984
2005	2 422	1 709	2 978	7 109
2006	2 698	1 814	3 188	7 700
2007	2 747	1 953	3 334	8 034
2008	2 742	2 065	3 422	8 229
2009	2 642	2 085	3 131	7 858
2010	2 772	2 335	3 302	8 409
2011	2 794	2 486	3 505	8 785
2012	2 841	2 742	3 614	9 197
2013	2 829	2 923	3 762	9 514
2014	2 825	2 985	4 033	9 843
2015	2 932	3 121	3 971	10 023
2016	3 055	3 172	4 059	10 287

Çizelge 2.10.'da görüldüğü gibi, denizyoluyla yapılan uluslararası ticarete 1970 yıllarında petrol ve doğalgaza ağırlık verilirken 2013 yılında kuru yük ve konteyner taşımacılığı ön planda gelmektedir. Aynı zamanda 1979 -2013 yılları arasında petrol ve gaz taşımacılığındaki artış iki kat olmasına karşın, demir cevheri, tahıl, kömür, boksit, alüminyum, fosfat gibi dökme yük taşımacılığındaki artış 4 kat, konteyner taşımacılığı ve kuru yükte ise yıllar içinde artış 7 kat olmuştur.

Dünya ekonomisi denizcilik sektörünün talep yönünü kanallandırmakta, yatırımcıların bu doğrultuda önümüzdeki birkaç yıl için plan yapmalarında ekonominin gelecekteki performansı önemli rol

oynamaktadır. 2008 yılından sonra ekonomilerde yaşanan dengesiz gelişim, 2009 yılında, 1970 yılında yaşanan petrol krizinden sonra sanayi üretiminde en keskin düşüşün nedenini oluşturmuştur. 2009 sonbaharında sanayi üretimi, Atlantik, ABD, Avrupa bölgesinde bir önceki yıla göre % 15 azalmış, Asya-Pasifik bölgesi bu gelişmelerden en az oranda etkilenmiş, krizin ortasında olmasına rağmen Kuzey Atlantik'te ve Çin'de etkilenme sınırlı olmuştur.

2.2.3.2. Türkiye'de denizyolu taşımacılığı

Türkiye, üç tarafı denizlerle çevrili, 8 333 km uzunluğunda doğal kıyısı olan, Asya ve Avrupa arasında köprü görevi gören jeopolitik konumuyla Doğu-Batı ve Kuzey-Güney koridorları arasında büyük bir ticaret güzergâhının önemli parçası durumundadır. Türkiye, bu önemli ve avantajlı konumu ile denizyolu ile bağlantılı aktarma/transit yükleri limanlarına çekebilecek potansiyele sahiptir.

Denizyolu ile yolcu taşımacılığı ülkemizde karayolu ve demiryolundan sonra 3. sırada gelmektedir. Denizyolu ülkemizde ağırlıklı olarak yük taşımacılığında tercih edilmektedir. Denizyolu ulaşımının en büyük avantajı, bir seferde binlerce kişinin veya tonlarca ağırlıktaki yüklerin aynı anda taşınabilmesidir.

Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de ticaretin büyük bir kısmı denizyolu ile yapılmaktadır. Türkiye'de deniz yolu taşımacılığı ülkenin ekonomik, ticari ve sosyal yapısı açısından, Dünya'daki pazarlara ulaşması bakımından, aynı zamanda konum itibarıyla jeopolitik açıdan son derece uygundur. Ülke ekonomisinin gelişmesindeki rolü göz önüne alındığında taşıma zincirinin deniz ayağı olan limanların konumlarının iyi seçilmesi, yatırımın maliyetinin uygun olması ve verilecek hizmetlerin en iyi şekilde gerçekleştirilmesi planlanmalıdır.

Ülkemizde dış ticaretimizin geliştirilmesi, ekonomimizin dışa açılarak Dünya ekonomisi ile bütünleşmesi ve diğer ekonomik hedeflerimizin gerçekleştirilmesi açısından son derece önemli fonksiyona sahip denizcilik sektörümüz hızla gelişmeye devam etmektedir. Ancak son dönemde denizyolunda gelişmeler görülmesine

rağmen gelişmiş ülkelere göre düşük seviyede kalmaktadır (Baytar, 2014). Etkin ve yoğun denetim sonucunda, Paris Memorandumu Liman Devleti denetimlerinde Türk bayraklı gemiler kara listeden 2006 yılında gri listeye, 2008 yılında da beyaz listeye geçirilmiştir. Yat inşasında ülkemiz 3. sıraya, gemi inşasında ise 6. sıraya yükselmiştir (Şendur, 2015).

Ulaştırmada ülkemiz genelindeki durum İstanbul ilimizde de benzerlik göstermekte, kent içi ulaşımında % 90 karayolu, % 6 demiryolu ve sadece % 4 denizyolu kullanılmaktadır. Deniz ulaşım imkânı olan şehirlerde şehirlerarası ulaşımında deniz yolunun oranı daha da alt seviyelerdedir. Bu durumun düzeltilmesi ve ulaşımın denizyoluna kaydırılması ülke ekonomisi, güvenli ulaşım ve çevre kirliliği açısından ele alınması gereken önemli bir konudur.

Denizyolu kullanımının arttırılması için özellikle limanların altyapılarının iyileştirilmesi, karayolu ve demiryolu ile olan bağlantılarının arttırılması gereklidir. Aynı zamanda deniz yolunun kullanımının arttırılması için gerekli olan gemi sayısının karşılanması gerekmektedir. Bu sayının karşılanmasında gemilerin dışarıdan alınması yerine ülkemizde tasarlanıp yine ülkemizde son yıllarda sayısı artan tersanelerde üretilmesi ülke ekonomisine büyük katkı sağlayabilir.

Kabotaj, bir ülkenin kendi karasuları içerisinde kalan milli deniz çevresini kullanması ya da kullandırması hakkı olarak tanımlanabilir. Bir başka tanımlama yapılırsa kabotaj, bir ulusun kendi limanlarına deniz ticareti konusunda tanıdığı imtiyazlardır. Ülkemiz denizyollarının daha etkin kullanılması için kabotaj hattında çalışan teknelerin özelliklerinin araştırılması ve bunlara alternatif oluşturacak gemi formlarının tasarlanması son derece faydalı olacaktır. Mevcut hatlar ve alternatif hatlarda çalışması düşünülen gemi tiplerinin tasarım ve imalat aşamalarının ülkemizde gerçekleştirilmesi ile gerek istihdam oluşumu gerekse dış ticarete ödenecek olan dövizin yurt içinde kalmasıyla ülke ekonomisine büyük katkı sağlanacaktır (Şener vd., 2004).

Çizelge 2. 11. 2003-2017 Yılları arasında kabotaj hattında taşınan yolcu sayısı (milyon adet) (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017a).

Yıllar	Yolcu Miktarı
2003	100
2004	113
2005	123
2006	135
2007	150
2008	152
2009	159
2010	154
2011	157
2012	159

Çizelge 2.11.'den hareketle kabotaj hattında taşınan yolcu sayısında 2016 yılında 2003 yılına göre % 48'lik bir artış gözlenmiş ve 2017 yılında bu artış 2003 yılına göre % 45 olmuştur.

Çizelge 2. 12. 2003-2017 Yılları arasında kabotaj hattında yapılan yük taşımacılığı (bin ton) (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017a).

Yıllar	Yükleme	Boşaltma	Toplam
2003	14 320	14 884	29 204
2004	14 993	14 959	29 952
2005	14 146	13 923	28 069
2006	15 473	15 133	30 606
2007	17 724	18 005	35 728
2008	18 306	19 486	39 059
2009	18 561	19 430	37 791
2010	18 306	19 486	37 791
2011	21 257	22 387	43 644
2012	22 869	24 050	46 919
2013	26 076	27 862	53 938
2014	24 978	25 754	50 732
2015	25 894	26 578	53 472
2016	26 250	27 050	53 300
2017	22 340	22 833	45 173

Çizelge 2.12.'de görüldüğü gibi, ülke genelinde kabotaj taşımacılığında, elleçlenen yük miktarlarında 2003 yılına göre 2016 yılında % 83 artış, boşaltmada ise 2016 yılında % 81,74'lük artış gözlenmiştir. Toplam yükte ise 2017 yılında 2003 yılına oranla % 54,68'lik bir artış meydana gelmiştir.

Türkiye kıyılarındaki İstanbul, İzmit, İzmir, Bandırma, Mersin, İskenderun ve Samsun gibi limanlar, karayolu ve demiryolu bağlantılarının etkisi ile ulaşım fonksiyonları üst düzeyde etkin olan önemli limanlarımızdır. Bu limanlarımız, hinterlandı yüksek limanlardır. Sinop limanı ise doğal bir liman olmasına rağmen konumu ve yeryüzü şekillerinden dolayı hinterlandı dar bir liman olduğu için gelişmemiştir. İstanbul limanı, Türkiye'nin en büyük ithalat yapan limanıdır. Tüketici nüfusun burada bulunması ve Türkiye'deki sanayi kuruluşlarının % 65'inin burada kurulması, İstanbul limanının en büyük ithalat yapılan liman olmasının temel nedenleridir. İzmir limanı ise İstanbul limanından sonra gelen en büyük ihracat yapılan limandır. Tarım ürünlerinin büyük bir bölümü bu limandan ihraç edilir. Mersin limanı, Türkiye'nin Ortadoğu'ya açılan kapısı olarak bilinir. Yükleme-boşaltma kapasitesi en büyük limanımızdır. İskenderun limanı, Doğu ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinin ithalat ve ihracat limanı olma özelliğini taşır. Samsun limanı, Karadeniz bölgesinin en gelişmiş ve en önemli limanıdır. Samsun'un hinterlandının gelişmiş olması limanın gelişimini sağlamıştır. Trabzon limanı, İran ile karayolu bağlantısı olduğu için İran'ın transit limanıdır. Trabzon limanının gelişmesinde Zigana ve Kop geçitlerinin önemi büyüktür. Antalya, Kuşadası, Çeşme, Bodrum, Marmaris limanları ise turizm limanları olarak bilinir (Kargı, 2016).

2.2.4. Havayolu taşımacılığı

2.2.4.1. Dünya'da havayolu taşımacılığı

Günümüzde havayolu sektörü diğer ulaştırma sistemlerine göre daha fazla ilgi görmekte ve bu ilgi zamanla daha da artmaktadır. Sektör, havayolu taşımacılığının gerçek anlamda başladığı ilk günden

günümüze kadar sürekli bir değişim süreci içinde kalmıştır. İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra ülkeler arasında atan gruplaşma ve soğuk savaş zaten var olan sosyal ve ekonomik farklılıkları daha belirgin hale getirmiştir. Ülkeler arasında meydana gelen büyük ekonomik ve politik farklılıklar ve bu ülkeler arasındaki ilişkiler tüm dünyadaki sektörleri etkilediği gibi havayolu sektörünü de etkilemiştir (MEB, 2011b).

Ülkeler havayolu sektörünü hep kendi ellerinde tutmak istemektedir. Bu nedenle uluslararası havayolu taşımacılığı ülkelerin kendi politikaları çerçevesinde şekillenmiştir. Bunun belirgin göstergelerinden biri, ülkelerin yaptıkları ikili anlaşmalarla havayolu işletmelerinin hangi hatlarda uçuşlar düzenleyeceklerini belirlemiş olmalarıdır. Bu durumda, havayolu işletmelerinin pazara ulaşım ve erişim imkânları kendi amaçları, hedefleri ve stratejileri doğrultusunda değil ülkelerin çeşitli faktörleri göz önünde tutarak belirledikleri politikalar doğrultusunda belirlenmektedir (MEB, 2011b).

Havayolu taşımacılığının, küreselleşen dünya üzerinde her geçen gün önemi biraz daha artmaktadır. Bunun farkına varan Avrupa devletleri de özelleştirmeler, serbestleştirme çalışmaları ve belirli oranlarda hava yolu şirketlerine verdikleri desteklerle havayolu ulaşımını desteklemeye çalışmaktadırlar. Havayolu taşımacılığı, 1903 yılında Wright kardeşlerin havayolu taşımacılığında attıkları tarihi adımdan itibaren gün geçtikçe sürekli gelişme göstermiştir. Zaman zaman yaşanan ekonomik krizler nedeniyle havayollarına olan talep bazı dönemlerde düşüş gösterse de, yakın gelecekte dünya üzerinde havayolu taşımacılık sektörünün diğer ulaştırma sistemleri ile dengeyi sağlayabileceği düşünülmektedir (Batur, 2008).

Diğer taşımacılık türleri içerisinde en yeni taşımacılık türü olan havayolu taşımacılığı aynı zamanda en hızlı taşımacılık türüdür. Ancak havayolu taşımacılığında yakıt, personel giderleri ve alan ücretleri gibi masrafların maliyeti arttırması, havayolu taşımacılığının birim maliyetinin en yüksek olduğu taşımacılık türü olmasına neden

olmaktadır. Havayolu taşımacılığı kendi özelliğinden dolayı kısa sürede bozulabilecek yüklerin taşınmasında, zaman kaybının işletmelere zarar verebileceği durumlarda, uzun mesafelerde, hafif ve değerli yüklerin taşınmasında tercih edilen bir taşımacılık türüdür (Özkan , 2015).

Havayolu kısıtlı kitle taşımacılığı, yüksek hızı, belirli şartlar altında geniş bir ulaşım ağı kurma özelliği ile güvenli, konforlu ve rahat bir ulaşım sistemidir. Elverişlilik mesafe arttıkça artmaktadır. Yolcu taşımacılığında daha çok tercih edilmektedir. Günümüzde kıtalararası seyahatlerde ve 1 000 km'yi aşan mesafelerde hava yolu ulaşım sistemi hız, rahatlık ve konfor gibi etmenlerden dolayı tercih edilmektedir.

Çizelge 2. 13. 2000-2017 yılları dünya tarifeli yolcu trafik gelişimi (TOBB, 2017).

Yıllar	Yolcu Miktarı (milyar yolcu)
2000	1,66
2001	1,64
2002	1,64
2003	1,63
2004	1,89
2005	2,02
2006	2,13
2007	2,30
2008	2,37
2009	2,36
2010	2,56
2011	2,80
2012	2,90
2013	3,10
2014	3,20
2015	3,50
2016	3,70
2017	4,10

Çizelge 2.13.’teki bilgilere göre, dünyada 2007-2009 yılları arasında durgun olan tarifeli yolcu taşımacılığı, 2010 yılı ve sonrasında tekrar canlanmaya başlamış ve yolcu sayısında artış meydana gelmiştir. Son üç yılın kesin rakamlarına göre 2014 yılında 3 316 milyon yolcu taşınırken, 2015 yılında bu rakam bir önceki yıla göre % 7,2’lik artış ile 3 556 milyon yolcuya ve 2016 yılında yine bir önceki yıla göre % 6,8’lik artış ile 3 796 milyon yolcuya yükselmiştir. 2017 yılı ilk verileri, 2016 yılına göre % 7,9’luk artış ile 4 100 milyon yolcunun taşındığını göstermektedir.

Çizelge 2. 14. 2017 yılı dünya bölgesel tarifeli yolcu trafik pay oranları (TOBB, 2017).

Bölgeler	Pay Oranı
Latin Amerika ve Karayibler	7
Ortadoğu	6
Afrika	2
Asya-Pasifik	35
Avrupa	26
Kuzey Amerika	24

Çizelge 2.14.’teki verilere göre 2017 yılında taşınan ulusal ve uluslararası tarifeli yolcunun bölgelere göre dağılımında Asya-Pasifik bölgesi %35 ile birinci olurken bunu % 26 ile Avrupa, % 24 ile Kuzey Amerika % 7 ile Latin Amerika ve Karayibler, % 6 ile Ortadoğu ve % 2 ile Afrika bölgesi izlemiştir. Yük taşımacılığında ise (yük/ton.km) Asya ve Pasifik bölgesi % 39,2 ile öne çıkmaktadır. Bunu % 22,7 ile Avrupa, % 19,6 ile Kuzey Amerika, % 14,1 ile Ortadoğu, % 2,8 ile Latin Amerika ve Karayibler, % 1,6 ile Afrika izlemiştir. Hem yolcu hem de yük taşımacılığında hava yolu kullanımı açısından Afrika bölgesi son sırada gelmiştir. Asya-Pasifik bölgesi ise hava yolu taşımacılığını kullanan en yoğun bölge durumundadır.

2.2.4.2. Türkiye’de havayolu taşımacılığı

Ülkemizde havacılık konusunda ilk çalışmalar Osmanlı Devleti döneminde askeri alanda, sınırlı olarak başlamıştır. 1911-1912

Trablusgarp savaşında İtalyanların hava saldırısına uğrayan Osmanlı devleti havacılığın önemini anlayarak askeri havacılık alanında ilk çalışmalarını yapmaya başlamıştır (Korul ve Küçükönel, 2016). Türkiye’de ilk sivil havacılık çalışmaları, 1912 yılında günümüzdeki Atatürk Havaalanı’nın hemen yanında bulunan Sefaköy’de iki hangarı olan küçük bir tesisle başlamıştır. Çanakkale Savaşında kullanılan uçakların bakım ve onarımının yapıldığı iki hangardan oluşan bu tesis varlığını cumhuriyet döneminde de sürdürmüştür (Çizmecioğlu, 2013). 1925 yılında daha sonraki adı Türk Hava Kurumu olacak olan “Türk Tayyare Cemiyeti’nin kurulması ile Türk havacılığının kurumsal temelleri atılmıştır (MEB, 2011b).

1933 yılında Türkiye’de sivil hava taşımacılığı 5 uçaklı bir filo ile Türk Hava Postaları adı altında yürütölmeye başlandı ve Cumhuriyetin 10. yılına denk gelen bu tarihte Milli Savunma Bakanlığı’na bağılı olarak Havayolları Devlet İdare İşletmesi kuruldu. Bu işletme ölkemizde sivil hava şirketleri kurmak ve havayolu ile taşıma yapmak amacıyla çalışmalara başlamıştır. Aynı zamanda bu kurum, Türk Hava Yolları Anonim Ortaklığının oluşumunun temeli olmuştur (Çizmecioğlu, 2013) .

Türkiye’de sivil havacılığın asıl gelişimi II. Dünya Savaşından sonra başlamıştır. Bu dönemde hem uçakların modernleştirilmesine hem de yeni havaalanlarının yapımına ağırlık verilmiştir. 1949 yılında, Bayındırlık Bakanlığı’na bağılı Hava Meydanları Bürosu kurulmuştur. 1956 yılında çıkarılan bir yasa ile Devlet Hava Meydanları İşletmesi kurularak havalimanlarının işletilmesi ve uçuş güvenliğinin sağlanması bu kuruluşa devredilmiştir (Korul ve Küçükönel, 2016).

Havayolu ulaştırma sektörünün, 14.10.1983 tarihinde kabul edilen 2920 sayılı Sivil Havacılık Kanunu’nun yürürlöğe girmesiyle birlikte 1985 yılından sonraki dönemde belirgin bir gelişme gösterdiği görölmektedir. Bu dönemde THY’nin bir modernizasyon ve standardizasyon programı kapsamında filosunu geliştirmeye başladığı, hizmet standardını geliştirmeye çalıştığı ve ekonomik açıdan avantajlı olmasından dolayı yurt dışı hatlara yöneldiğı görölmüştür. (Çelik A. , 2015).

Türkiye’de havayolu taşımacılığını etkileyen en önemli gelişmelerden biri 1983 yılında gerçekleşen liberalleşme sürecidir. 2920 sayılı kanun ile ülkede özel hava yolu şirketlerinin kurulmasına ve faaliyet göstermesine izin verilmiştir. Bu kanun sonucunda dünyada önemli bölümü kamuya ait olan havayolu taşımacılığı sektörü serbestleşerek sektöre girişler kolaylaşmıştır. Böylece yeni firmaların giriş yapması sağlanarak sektörde faaliyet gösteren şirket sayısı hızla artmıştır. 2003 yılından itibaren ise Türkiye’de sektörün serbestleşmesiyle Türk Havayolu Taşımacılığı sektörü de hızla gelişim göstermiştir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü verilerine göre hava araçları; uçak, hava taksisi, genel havacılık, balon, zirai mücadele ve iş jeti olarak adlandırılmaktadır (Kundak ve Aktop, 2018).

Ülkemizde büyük ve önemli havalimanları olarak; İstanbul Sabiha Gökçen, İstanbul Atatürk, Ankara Esenboğa, İzmir Adnan Menderes, Antalya, Adana, Trabzon, Muğla-Milas-Bodrum, Gaziantep, Diyarbakır ve Hatay Havaalanlarını sayabiliriz. Şu an inşaat aşamasında olan İstanbul 3. Havaalanı ise dünyanın en büyük havaalanlarından birisi olacaktır. Ülkemizde hizmet veren 55 havaalanı mevcuttur.

Çizelge 2. 15. 2017 yılı iç hat yolcu payları (TOBB, 2017).

Havaalanı	İç Hat Yolcu Oranı
İstanbul Sabiha Gökçen	19
İstanbul Atatürk	18
Ankara Esenboğa	13
İzmir Adnan Menderes	10
Antalya	7
Adana	4
Trabzon	4
Muğla-Milas-Bodrum	2
Gaziantep	2
Diyarbakır	2
Diğer	19

Çizelge 2.15.'te de görüleceği gibi, iç hat yolcu paylarında % 19 ile İstanbul Sabiha Gökçen birinci gelmekte ve bunu % 18 ile yine İstanbul'da olan Atatürk Havaalanı takip etmektedir. Ankara Esenboğa % 13, İzmir Adnan Menderes % 10 ve Antalya % 7'lik orana sahiptir.

Çizelge 2. 16. 2017 yılı dış hat yolcu payları (TOBB, 2017).

Havaalanı	Dış Hat Yolcu Oranı
İstanbul Sabiha Gökçen	12
İstanbul Atatürk	53
Ankara Esenboğa	2
İzmir Adnan Menderes	3
Antalya	22
Adana	1
Gazipaşa-Alanya	0,4
Muğla Dalaman	3
Muğla-Milas-Bodrum	1
Hatay	0,3
Diğer	2

Çizelge 2.16.'da görüleceği gibi, dış hat yolcu taşımacılığında 2017 yılında İstanbul Atatürk Havaalanı % 53 ile ilk sırada yer almaktadır. Bunu % 22 ile Antalya, % 12 ile İstanbul Sabiha Gökçen, % 3 ile İzmir Adnan Menderes ve Muğla-Dalaman Havaalanları takip etmektedir.

Havayolu ulaşımı turizm sektörü açısından çok önemli bir sektördür. Dış hatlardan özellikle yaz aylarında Antalya, Muğla-Dalaman ve Muğla-Milas-Bodrum Havaalanlarına yolcu talebi oldukça fazladır.

Çizelge 2. 17. 2015-2017 yılları arasında Türkiye'ye gelen yolcu sayıları (TOBB, 2017).

Yıllar/ Aylar	Yıllar			% Değişim Oranı	
	2015	2016	2017	2016/15	2017/16
Ocak	1 594 400	1 521 249	1 384 622	-4.59	-8.98
Şubat	1 751 380	1 631 277	1 494 891	-6.86	-8.36
Mart	2 269 962	2 034 471	1 944 942	-10.37	-4.40
Nisan	2 768 482	2 219 619	2 498 489	-19.83	12.56
Mayıs	4 187 786	3 029 374	3 388 560	-27.66	11.86
Haziran	4 482 621	2 902 139	3 962 416	-35.26	36.53
Temmuz	6 131 213	4 211 530	5 845 934	-31.31	38.81
Ağustos	5 656 083	3 709 503	5 305 838	-34.42	43.03
Eylül	4 708 032	3 412 154	4 691 972	-27.52	37.51
Ekim	3 688 684	2 853 430	3 381 691	-22.64	18.51
Kasım	2 055 549	1 699 949	1 993 329	-17.30	17.26
Aralık	1 819 877	1 681 985	2 077 140	-758	23.49
Toplam	41 114 069	30 906 680	37 969 824	-24.83	22.85

Çizelge 2.17.'de görüleceği gibi ülkemizdeki turist sayısı 2015 yılında 41 114 069 iken 2016 yılında, Rusya ile yaşanan siyasi kriz ve terör olaylarından etkilenmiş ve turist sayısı % 24,83 oranında azalarak 30 906 680'e gerilemiştir. 2017 yılında ise bu sorunlar ortadan kalkarak tekrardan artış göstererek 37 969 824'e yükselmiştir. Her üç yılda da temmuz ve ağustos aylarında diğer aylara göre daha çok turist gelmiştir.

2.3. Ulaştırma Sistemlerinin Karşılaştırılması

İnsanlar yolculuk yapmak için, şirketler ise hizmet amacıyla mallarını taşımak için belirli kıstasları dikkate alıp ulaştırma sistemini belirler. Bu kıstaslarda en önemli olanlar güvenlik, hız, erişilebilirlik ve maliyettir. Seyahat edilecek yerler arası uzaklık büyük ise genelde havayolu tercih edilir. Şehir içi ulaşımında genellikle karayolu tercih edilmekte, ancak nüfus yoğunluğu fazla olan şehirlerde demiryolu hatları da kullanılmaktadır. İstanbul, İzmir gibi şehirlerde deniz

ulaşımı da mümkündür. Şirketler ise mal taşımacılığı yapmak için en önemli faktörün maliyet olduğunu düşünmektedir. Ulaştırma maliyetleri, sektöre göre değişmekle birlikte şiddetli uluslararası rekabet koşullarında ürünün pazardaki fiyatının oranının değişmesine neden olabilmektedir. Bu oranın tespitinde, ürünle ilgili olarak arz ve talep dengesi, ağırlık, değer ve miktarı, taşınabilirlik, önem derecesi, bulunabilirlik gibi faktörler göz önünde bulundurularak değerlendirilmeler yapılmaktadır.

Çizelge 2.18. Ulaştırma sistemlerinin karşılaştırılması (Özkan , 2015).

Taşıma türü	Maliyet	Ulaştırma Hızı	Hizmet Verilen Yerlerin Sayısı	Çeşitli Malları Kullanma Becerisi	Tarifeli Yüklemlerin Sıklığı	Tarifelerin Uygulanmasının Güvenirliği
Karayolu	Yüksek	Hızlı	Çok Geniş	Yüksek	Yüksek	Yüksek
Demiryolu	Düşük	Yavaş	Sınırlı	Yüksek	Düşük	Yüksek
Denizyolu	Çok Düşük	Yavaş	Sınırlı	Çok Yüksek	Çok Düşük	Orta
Havayolu	Çok Yüksek	Çok Hızlı	Geniş	Sınırlı	Yüksek	Yüksek

Çizelge 2.18.'de ulaştırma sistemlerinin maliyet, ulaştırma hızı, hizmet verilen yerlerin sayısı, çeşitli mallara kullanma becerisi, tarifeli yüklemlerin sıklığı ve tarifelerin uygulanmasının güvenirliliği özelliklerine karşılaştırılmaları verilmiştir.

3. ULAŖTIRMA SİSTEMLERİNDE ALTYAPI

3.1. Altyapı Kavramının Tanımı

Bir ulaŖtırma sistemi güzergâhı üzerinde taşıtların hareket edeceği yuvarlanma yüzeyine destek olan platformun ve tesviye yüzeyinin altında kalan yapıya altyapı denir (Ekim , 2007). Bir yol hiçbir zaman doğal zemine doğrudan doğruya, hiçbir işlem yapılmadan oturtulmaz. Bunun nedeni doğal zeminin bölgenin durumuna göre çeŖitli engebeler ve pürüzler ile dolu olmasıdır. Boy kesitte doğal arazinin yükseltisini gösteren siyah çizgiyi, yol platformunun yükseltisini gösteren kırmızı çizgi düzeyine getirmek ve bu konumda korumak için oluşturulan yapılara altyapı, bu işlemi gerçekleŖtirmek için yapılan işlere de altyapı işleri denir. Yolun toprak işi sonunda daha önce belirlenmiŖ kot ve en kesit şekline getirilen kısmına altyapı denir (Görmüş , 2015).

Bir baŖka tanımlama ile yeni yolun geçtiği güzergâhta tabii arazideki zemin kotu düşük kısımların doldurulması, zemin kotu yüksek yerlerin ise kazılarak açılması veya delinmesi şeklinde yol döŖenmek amacıyla inşa edilen tesislerin tümüne altyapı denir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2011).

Altyapı hizmetlerinde genelde hizmetten faydalananların hizmetin bedelini ödediği görölmektedir. Bu özelliğinden dolayı bu tür hizmetlere yarı özel mal ve ücretli mal sınıflandırması içinde yer verilebilir. UlaŖtırma altyapı hizmetleri genellikle kamu yararları gözetilerek yapılır. UlaŖtırma hizmetleri baŖka kamu hizmetleri arasında birleŖik mal niteliğindedir. Yani savunma, sınırları koruma,

iç güvenlik, eğitim, sağlık gibi hizmetleri karşılamak için devlet yurdun çeşitli noktalarına ve yurttaşlarına ulaşmak zorundadır.

Taşıt yükleri yolun üstyapısına etki etmektedir. Üstyapı kısmı ise üzerine gelen yükleri altyapıya iletmektedir. Bu nedenle yolun esas taşıyıcı kısmı altyapı olup, altyapının üstyapıdan gelen yükleri herhangi bir kalıcı deformasyona uğramadan güvenle karşılayarak, geniş bir yüzey alanı boyunca doğal zemine iletmesi gerekir.

Genel olarak ulaştırma hizmetlerindeki altyapı işleri ve türleri çalışmaları çizelge 3.1’de verilmiştir.

Çizelge 3. 1. Altyapı işleri ve altyapı türleri (Ekim , 2007).

Altyapı İşi	Altyapı Türü
Arazi Yüzeyini, Zemini Kazıp Uzaklaştırarak Düşürme	Yarma
Arazi Yüzeyini, Zemini doldurarak ve Sıkıştırarak Yükseltme	Dolgu
Dolgu ve Yarma Şevlerinin Korunması	Çimlendirme, Ağaçlandırma, Ankraj, Kaplama vb.
Dolguda Şev Eteğinin, Yarmada Şev Kretinin Korunması	Blokaj, Pere, İstinat duvarı vb.
Yüzeysel ve Yeraltı Sularının Uzaklaştırılması	Drenaj Tesisleri
Yolun Durgun Sular ve Akarsular Üzerinden Geçirilmesi	Köprü
Küçük Akarsuların Dolgu Altından Geçirilmesi	Büzler ve Menfezler
Doğal Zeminin Delinerek, İçinden Yol Geçirilmesi	Tünel
Yolun Vadilerin Üzerinden Geçirilmesi	Viyadük
Yol Yüzeyinin Kardan Korunması	Paranej, Kimyasal Yöntemler (NaCl)
Doğal Zeminin İyileştirilmesi	CFG Yöntemi, Bağlayıcı Katkı Malzemeleri, Asfalt Betonu
Altyapı Tesislerinin Sürekli Denetimi, Bakımı, Onarımı ve Korunması	

Çizelge 3.1.’de görüldüğü gibi ulaştırma hizmetlerinde altyapı, özgün mühendislik yapıları (sanat yapıları), tesisleri ve işlerinden

oluşmakta olup, bu yatırımların hizmet ömrü boyunca denetlenmesi, bakım ve onarımın yapılması ve korunması gerekmektedir.

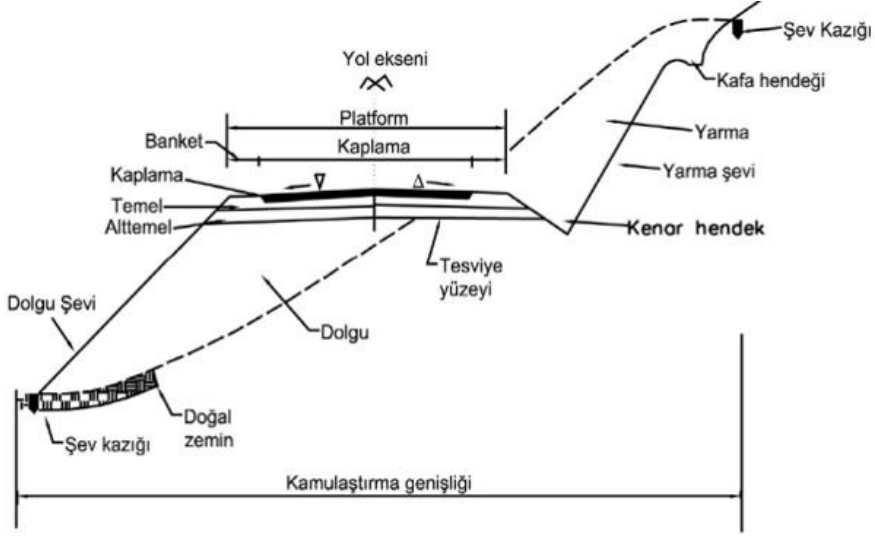
Kısaca altyapı, bir ulaştırma sisteminin konumunu oluşturan ve yolu dış etkilere koruyan fakat yuvarlanma yüzeyinin altında kaldığı için gözden uzak bir yapıdır. Bir yolun hizmet düzeyi ve kalitesi en az % 50 oranında altyapı kalitesine ve korunma koşullarına bağlıdır (Yalçın ve Erel, 2007, s. 328).

3.2. Ülkemizdeki Ulaşım Sistemlerinin Altyapısı

3.2.1. Karayolu altyapısı

Yapımı tamamlanmış bir karayolunda, tesviye yüzeyi ile doğal zemin arasındaki bölge altyapı olarak adlandırılır. Altyapı, yolun dolgu kesimlerinde başka bir yerden getirilen bir malzeme ile oluşturulmuş toprak gövde, yarma kesimlerinde ise doğal zeminden oluşmaktadır. Dolgu kısmındaki zeminde kullanılan malzeme çürük olmamalı veya sıkışmaya elverişli olmayan toprak kullanılmalıdır. Yarma kesiminde yol kotuna gelen zemindeki tesviye işleri de altyapıya dâhildir. Ayrıca mühendislikte sanat yapıları olarak bilinen köprü, tünel, menfez, viyadük, istinat duvarı vb. gibi yapılar altyapı kısmına girmektedir.

Altyapının amacı, istenilen zemin kotunda düzgün bir yüz sağlamak, üstyapı tarafından iletilen yükleri daha geniş alana yayarak deformasyonları önlemek ve az da olsa yolu dış etkenlere karşı korumaktır. Bu işlevleri yerine getirmek için altyapının trafik yükleri, don ve su etkilerine karşı dayanıklı olması gerekir. Altyapı işlemleri yapılırken bitkisel toprak, çürük zemin ve sıkışması zor toprak türleri kullanılmamalıdır (Hasançelebioğlu, 2014). Eğer bu tür malzemeler kullanılırsa yolun üstyapısında ciddi bozulmalar meydana gelir ve hesaplanan hizmet ömründen daha kısa sürede bakım onarım çalışmaları yapılması gerekir. Bu durumda ülke ekonomisi zarar görür ve tahmin edilenden daha fazla maliyet çıkar. Bu nedenle altyapı çalışmalarında kullanılacak malzemelerin özelliklerinin çok iyi incelenmesi gerekir.



Şekil 3. 1. Bölünmemiş (tek platformlu) bir yola ait enkesit.

Şekil 3.1.'de bölünmemiş (tek platformlu) bir yola ait enkesit verilmiştir. Bu enkesitte alttemel, temel, kaplama ve banket bölümleri yolun üstyapı kısmını oluşturur. Yarma, dolgu, kenar hendekleri, dolgu ve yarma şevleri ve doğal zemin ise yolun altyapı kısmını oluşturur. Şekilde de görüleceği gibi yolun yükünü taşıyan kısım altyapı kısmıdır.

1920'li yıllarda yol yapımında daha çok üst yapıya önem verilip altyapı çalışmalarına fazla önem verilmezdi. İlerleyen yıllarda taşıt hızlarındaki artış ve buna bağlı olarak dingil ağırlıklarındaki artış ve ayrıca trafik yoğunluğunun artması bir yandan yolun geometrik standartlarında bazı değişiklikler getirirken bir yandan da daha dayanıklı bir altyapı ve üstyapı inşasını zorunlu hale getirmiştir. Bu sıralarda yapılan bazı araştırmalar ve gözlemler sonucunda yolun bir yapı olarak tahmin edilen hizmet ömrü boyunca beklenen hizmet düzeyine cevap verebilmesi için sadece üstyapı kısmına önem verilmesinin yeterli olmadığı, üstyapının oturduğu altyapı ve doğal zeminin durumunun da yolun inşa ve bakım maliyetlerinde de büyük önem taşıdığı kesin olarak ortaya konmuştur (Yayla, 2004).

5539 sayılı Karayolları Genel Müdürlüğü'nün kuruluş ve görevleri hakkında kanunun 15. Maddesine göre Kara Yolları Genel müdürlüğüne ait yollar, otoyollar, devlet yolu ve il yolu olmak üzere 3'e ayrılmıştır.

Otoyollar, üzerinde erişme kontrolünün uygulandığı devlet yollarıdır. Otoyollar genelde ücretlidir. Erişme kontrollü karayolu özellikle transit trafiğe tahsis edilen, belirli yerlerdeki gişeler dışında giriş ve çıkışın yasaklandığı, yaya, hayvan ve motorsuz taşıt ve araçların giremediği, sadece izin verilen taşıt türlerinin kullandığı ve trafiğin özel kontrole tabi tutulduğu karayoludur.

Devlet yolları, önemli bölge ve şehir merkezlerini, deniz, hava ve demiryolu istasyon, liman, iskele ve alanlarını birbirine bağlayan birinci derecede ana yollardır.

İl yolları, bir il sınırı içinde ikinci derece öneme sahip olan ve şehir, kasaba, ilçe ve bucak gibi belli başlı merkezleri birbirine ve il merkezlerine ve komşu illerdeki yakın ilçe merkezlerine, devlet yollarına, demiryolu istasyonlarına, limanlara, hava alanlarına ve kamu ihtiyacının gerekli olduğu diğer yerlere bağlayan yollardır.

Karayolları sorumluluğunda ve yol ağında olmayıp diğer kuruluşlara ait olan yollar ise, köy yolları, turistik yollar, orman yolları ve şehir içi yollardır. Köy yolları il özel idare müdürlüklerinin, orman yolları orman bakanlığının, şehir içi yollar ise belediyelerin sorumluluğundadır. Turistik yollar, kültür ve turizm bakanlığına bağlıdır. Ancak turistik yolların yapım ve bakımı, kültür ve turizm bakanlığınca sağlanan finansmanla KGM tarafından yapılmaktadır (KGM, 2017).

Ülkemizde 2018 yılına ait karayolu altyapısı satıl cinsine göre yol uzunlukları çizelge 3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 3. 2. 2018 yılına ait karayolu altyapısı satih cinsine göre uzunlukları (km) (KGM, 2018).

	Asfalt Betonu	Sathi Kaplama	Parke	Stabilize	Toprak	Diğer	Toplam
Otoyol	2 157	-	-	-	-	-	2 157
Devlet Yolları	16 991	13 691	66	36	-	282	31 066
İl Yolları	3 802	26 492	248	632	520	2 202	33 896
Toplam	22 950	40 183	314	668	520	2 484	67 119

Çizelge 3.2.'de görüleceği gibi, 2018 yılında toplam karayolu altyapımız 67 119 km'dir. Toplam karayolu altyapımızın 22 950 km'si asfalt betonu ile kaplıyken 40 183 km'si ise sathi kaplamadır. Toplam devlet yolumuz 31 066 km olup bunun 16 991 km'si asfalt betonu ile kaplıdır. Toplam il yolu uzunluğu ise 33 896 km olup bunun sadece 3 802 km'si asfalt betonu ile kaplıdır.

Çizelge 3. 3. 2018 yılı karayolu sınıflarına göre bölünmüş yol uzunlukları (KGM, 2018).

Bölünmüş Yollar(km)	
Otoyollar	2 157
Devlet Yolları	20 237
İl Yolları	1 613
Toplam	24 007

Çizelge 3.3.'e göre toplam bölünmüş yollar 24 007 km'dir. Bu uzunluğun 2 157 km'si otoyol, 20 237 km'si devlet yolu, 1 613 km'si ise il yoludur.

Sanat yapıları olarak adlandırılan köprü, tünel, menfez, viyadük, drenaj tesisleri ve istinat duvarları da altyapı kısmına dahildirler (Görmüş , 2015).

3.2.1.1. Tüneller

Türkiye'deki karayolu tünellerinin yapımına 1950'li yıllarda başlanmıştır. İlk yapılan tüneller genelde mesafeyi kısaltıp yoldan

kazanç sağlamak yerine genelde doğal afetlerden (heyelan, çığ) korunmak amacı ile inşa edilmiştir. Türkiye’de 1980’lerin sonlarında otoyol yapımlarının başlamasıyla beraber tünel inşasında yeni ekipmanlar ve Yeni Avusturya Tünel Açma Metodu (NATM) gibi yeni yapım teknolojileri ile tanışılmıştır. Bu gelişmeler KGM ve yüklenici firmaları daha uzun tüneller açma konusunda cesaretlendirmiştir. Otoyollarda çift tüplü tünellerin yapımına 1990’ların başlarında başlanmıştır (Ünal, 2017). Çift tüplü tünel olarak Türkiye ve Avrupa’da ilk sırada gelen ve Dünya’nın 2. en uzun tüneli olan Ovit Tüneli 14,7 km uzunluğunda olup Rize-Erzurum karayolunun İkizdere-İspir mevkiinde yer almaktadır (Çakır Sümer, 2014).

Kazalara ve bu kazalar sonucunda ölümlere neden olan tehlikeli kurpları daha az kullanmak, iki merkez arasındaki mesafeyi kısaltıp yoldan kazanç sağlamak ve daha güvenli ulaşım temin etmek gibi nedenler de günümüzde tünel açılmasında etkili olmaktadır.

Çizelge 3. 4. Türkiye’deki tünel sayıları (Ocak 2018) (KGM, 2018).

0-500 m Arasındaki Tüneller	500-1000 m Arasındaki Tüneller	1000-2000 m Arasındaki Tüneller	2000-3000 m Arasındaki Tüneller	3000 m’den Uzun Tüneller	Toplam Tünel Sayısı
149	54	32	5	2	242

Çizelge 3.4.’de görüleceği gibi ülkemizde Ocak 2018 tarihi itibari ile toplam 242 adet karayolu tüneli bulunmaktadır. Bu tünellerden 149 adedinin uzunluğu 0-500 metre arasında, 54 adedinin uzunluğu 500-1000 metre arasında, 32 adedinin uzunluğu 1000-2000 metre arasında, 5 adedinin uzunluğu 2000-3000 metre arasında ve 2 adedinin uzunluğu da 3000 metreden daha fazladır.

Çizelge 3. 5. Türkiye’deki tünellerin devlet ve il yollarındaki sayıları (KGM, 2018).

	Tünel Adedi		Toplam Tünel Adedi	0-500 m Arasındaki Tüneller	500-1000 m Arasındaki Tüneller	1000-2000 m Arasındaki Tüneller	2000-3000 m Arasındaki Tüneller	3000 m’den Uzun Tüneller
	Tek Tüp	Çift Tüp						
Devlet Yolu	154	55	209	126	47	29	5	2
İl Yolu	32	1	33	23	7	3	0	0
Toplam	186	56	242	149	54	32	5	2

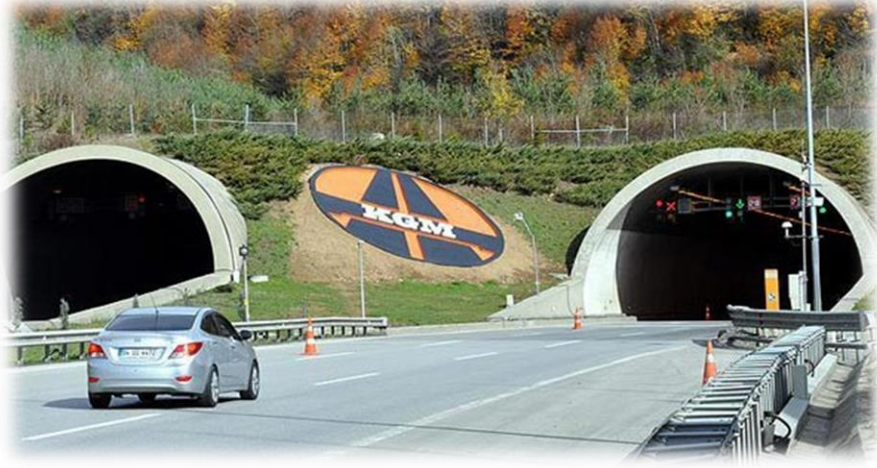
Çizelge 3.5.’de görüldüğü gibi devlet yollarında toplam 209 adet karayolu tüneli bulunmaktadır. Bu 209 adet karayolu tünelinden 154’ü tek tüplü, 55’i ise çift tüplüdür. 126 tanesi 0-500 metre arasında, 47 tanesi 500-1000 metre arasında, 29 tanesi 1000-2000 metre arasında, 5 tanesi 2000-3000 metre arasında ve 2 tanesi 3000 metreden daha büyük uzunluktadır. İl yollarında ise toplam 33 tane karayolu tüneli vardır. Bu 33 karayolu tünelinden 23 tanesi 0-500 metre arasında, 7 tanesi 500-1000 metre arasında ve 3 tanesi 1000-2000 metre arasındadır.

Çizelge 3. 6. Türkiye’deki tünellerin uzunlukları(Ocak 2018) (KGM, 2018).

Tünel Adedi		Tek Tüp Tünel Uzunluğu (m)	Çift Tüp Uzunluk (m)		Toplam Uzunluk (m)
Tek Tüp	Çift Tüp		Sol Tüp Uzunluk (m)	Sağ Tüp Uzunluk (m)	
186	56	86 761,39	55 122,99	54 791,08	196 675,46

Çizelge 3.6.’da ise karayolu tünellerinin uzunlukları hakkında bilgi verilmiştir. 186 tane tek tüplü tünelin toplam uzunluğu 86 761,99 metredir. 56 tane çift tüplü olan karayolu tünellerinin sol tüpleri 55 122,08 metre, sağ tüpleri 54 791,08 metre uzunluğundadır. Ülkemizde

bulunan toplam 242 adet tünelin toplam uzunluğu ise 196 675,46 metredir.



Şekil 3. 2. Bolu tüneli.

Ülkemizden karayolu tünellerine örnek verecek olursak Şekil 3.2.'de görülen Bolu Tüneli Karayolları Genel Müdürlüğünün uzun yıllar sonunda açtığı modern bir tüneldir.

3.2.1.2. Köprüler

Köprü, nehir, vadi gibi geçilmesi zor olan doğal etmenlerin iki kıyısını bağlayan veya herhangi bir engelle ayrılmış iki yakayı birbirine bağlayan, trafik akımının, başka bir trafik akımını kesmeden üstten geçirilmesini sağlayan yapılara denir. Bir başka tanımlama olarak ise birbirinden ayrı iki kara parçasını birbirine bağlayan yapılara köprü denir (Çelik O. , 2015).

Köprüler, tarih boyunca medeniyetlerin gelişmesine ve birbirleri ile olan ilişkilerinin artmasına araç olmuştur. Köprüler sadece kullanılabilirliği ile değil mimari ve estetik görünüşleriyle de ilgi çekmektedir.

Köprüler genelde altyapı ve üstyapı olarak iki bölüme ayrılır. Köprü alt yapısı, üst yapıyı taşıyan kısımları kapsar. Köprülerin en

önemli alt yapı elemanı ayaklarıdır. Köprü ayakları bir binanın kolonları gibi düşünülebilir; yani köprülerin ayakta kalmasını sağlayan en önemli yapı elemanıdır (Çelik O. , 2015).

Çizelge 3.7’de Karayolları Genel Müdürlüğü sorumluluğundaki Devlet ve İl yolları üzerinde bulunan köprülerin 2017 sonu itibariyle toplam sayı ve uzunlukları verilmiştir.

Çizelge 3. 7. 2017 yılı sonu itibariyle devlet ve il yollarındaki köprü sayısı ve uzunlukları (KGM, 2018).

Yıl	Devlet Yolu		İl Yolu		Toplam	
	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)
2017	6 019	367 875,35	2011	85 529,03	8 030	453 404,38

Çizelge 3.7.’de görüldüğü gibi 2017 yılı sonunda devlet yolları üzerinde toplam 6 019 tane köprü bulunmaktadır ve bu köprülerin toplam uzunluğu 367 875,35 metredir. Yine 2017 yılı sonunda il yolları üzerinde toplam 2 011 tane köprü olup bu köprülerin toplam uzunluğu 85 875,35 metredir. Toplamda ise ülkemizde 2017 yılı sonunda toplam 8 030 tane köprü olup toplam uzunlukları 453 404,38 metredir.

Çizelge 3.8.’de ise devlet yolları üzerinde bulunan köprülerin 2017 yılı sonu itibariyle cinslerine göre sayı ve uzunlukları verilmiştir.

Çizelge 3. 8. 2017 yılı sonunda devlet yollarındaki köprülerin cinslerine göre sayı ve uzunlukları (KGM, 2018).

Yıl	Betonarme		Çelik		Taş		Toplam	
	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)
2017	5 919	357 610,29	99	10 204,06	1	61	6 019	367 875,35

Çizelge 3.8’de görüldüğü gibi 2017 yılı sonunda 5 919 tane betonarme köprü vardır ve bu köprülerin toplam uzunluğu 357 610,29 metredir. Yine 2017 yılı sonunda toplam 99 tane çelik köprü vardır ve bu köprülerin toplam uzunluğu 10 204,06 metredir. Taş köprü olarak ise 1 tane taş köprü vardır ve 61 metre uzunluğundadır.

Çizelge 3.9’da ise il yolları üzerinde bulunan köprülerin 2017 yılı sonu itibariyle cinslerine göre sayısı ve uzunlukları verilmiştir.

Çizelge 3. 9. 2017 yılı sonunda il yollarındaki köprülerin cinslerine göre sayı ve uzunlukları (KGM, 2018).

Yıl	Betonarme		Çelik		Taş		Toplam	
	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)	Sayı	Uzunluk (m)
2017	1 876	77 189,44	121	7 644,83	14	694,76	2 011	85 529,03

Çizelge 3.9’da görüldüğü gibi 2017 yılı sonu itibariyle 1 876 tane betonarme köprü olup toplam uzunlukları 77 189,44 metredir. Çelik köprülerin toplam uzunlukları 7 644,83 metre olup sayısı 121 tanedir. Taş köprülerin sayısı 14 tane olup bu köprülerin toplam uzunluğu ise 694,76 metredir.



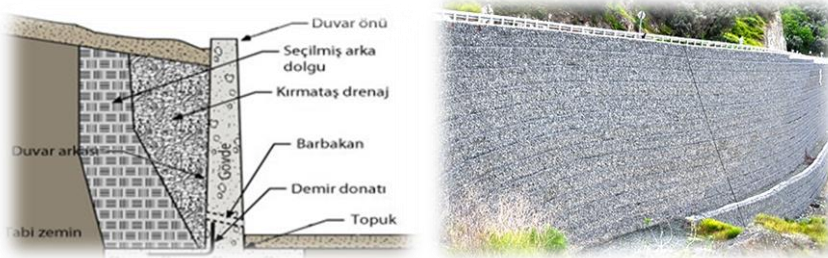
Şekil 3. 3. Yavuz Sultan Selim Köprüsü.

Ülkemizden karayolu köprülerine bir örnek verecek olursak Şekil 3.3.'te görülen Yavuz Sultan Selim köprüsü 2016 yılında açılan bir köprüdür.

3.2.1.3. İstinat duvarları

Taş, betonarme ve betondan yapılan, zemin kaymasını ve aşınmasını önlemek için inşa edilen yapılara istinat duvarı denir. İstinat duvarı eğimli arazilerde zemini tutması ve kaymaması için yapılan mühendislik yapılarıdır. İstinat duvarları, dere, kanal kenarlarında ve derin kazılarda zemini tutmada fayda sağlar.

İstinat duvarı yapılırken, duvar arkasında desteklenecek olan zeminin fiziksel ve mekanik özellikleri, muhteviyatı, yer altı suyu durumu dikkate alınmalıdır ve hesaplama yapılırken bu hususlara dikkat edilmelidir. Aynı zamanda inşasına başlamadan önce zemin etüt çalışmaları yapılmalı ve duvar geometrisi amacına uygun olarak modellenmelidir. Ayrıca modelleme ile istinat duvarının yüksekliği belirlenmelidir. İstinat duvarlarının yapıldıkları malzemenin türüne göre yükseklikleri değişmektedir. Genel olarak 3,5-4 metreye kadar kârgir veya beton, 4-8 metre arasındaki yüksekliklerde betonarme istinat duvarı yapılır (Gürer, 2007). Zeminde bulunan veya istinat duvarı arkasında birikebilecek suyun zemini ağırlaştırıp duvarı itmemesi ve yıkmaması için duvarda barbakan denilen delikler bırakılmalıdır. İstinat duvarları kullanılan malzeme türüne göre taş, beton ve betonarme olmak üzere 3 gruba ayrılır.



Şekil 3. 4. Betonarme istinat duvarı modellemesi ve istinat duvarı inşası.

Şekil 3.4.'te betonarme istinat duvarlarının yapısı ve inşası verilmiştir. Betonarme istinat duvarı yapılırken duvar arkasındaki malzemelerin drenaja engel olmayan ve su tutmayan malzemeler olması gerekir. Şekil 3.4.'te istinat duvarının arkasında drenaj için kullanılan su geçirimli kırmataşlar gösterilmiştir.

3.2.1.4. Menfezler

Yağışla akışa geçen doğal dere yataklarının (kuru derelerin) yolu kesmesi durumunda, yağıştan dolayı yüzeysel akışa geçen yağmur sularının yola zarar vermemesi için yolun altından geçen drenaj yapılarına menfez denir. Bir başka tanımlama ile açıklığı 8 metreden küçük olan köprü ve açıklığı ne olursa olsun yolun altındaki bütün sanat yapılarına menfez denir. Yol gövdesinden drenaj elemanlarıyla toplanan yüzey ve yüzeyaltı suları ile doğal akışı yola doğru olan derelerden gelen suyun, bağlantı yolu ve kavşak kollarının altından güvenli bir şekilde akışını sağlamak için menfezler yapılır.

Menfezlerin boyutlandırılması ve konumlandırılması son derece önemlidir. Yol gövdelerinde menfez civarındaki yolların kaplamalarındaki oturma, deformasyon vb. bozulmalar genellikle yetersiz menfez tasarımından dolayı ortaya çıkmaktadır (KGM, 2018).

Menfezlerin yapımında, beton, çelik, kil gibi malzemeler kullanılabilir. Menfezlerin geometrisi dikdörtgen, dairesel veya başka şekillerde olabilir. Özellikle asfalt yol yapımı sırasında yol yapım aşamaları ve altyapı sistemi olarak karşımıza çıkmaktadır.

Menfezler; köprü menfezler, kutu (box) menfezler, kemerli menfezler, tabliyeli menfezler ve boru (büz) menfezler olarak ayrılabilir.



Şekil 3. 5. Köprü menfez ve kutu (box) menfez örneği.

Şekil 3.5.'te köprü ve kutu menfezlere örnek verilmiştir. Köprü altındaki suların akışını sağlamak için köprü menfez, karayollarının altında suyun akışını sağlamak için ise kutu menfezler inşa edilir.



Şekil 3. 6. Boru menfez, tabliyeli menfez ve kemerli menfez örneği.

Şekil 3.6.'da başka menfez örnekleri olan boru, tabliyeli ve kemerli menfez örnekleri verilmiştir.

3.2.1.5. Viyadükler

Yüksek iki nokta arasında kalan alanı, genellikle bir nehrin ayırdığı vadiyi köprü ile birbirine bağlayan yapılara viyadük denir. Viyadükler yüksek vadiler üzerinde kurulan çok açıklıklı köprülerdir. Viyadükler genelde kurpların çok olduğu yolları alıyman şekline çevirip trafiğin akışını kolaylaştırır ve zaman kaybını önlemek amacıyla yapılır. Genellikle otoyol veya demiryolu ulaşımını düzene sokmak için inşa edilirler.



Şekil 3. 7. Viyadük görünümleri.

Şekil 3.7.’de vadilerin engebeli arazisinden kurtulmak ve yolun bu kısmını alıyman durumuna getirmek için inşa edilen viyadük örnekleri verilmiştir.

3.2.1.6. Drenaj tesisleri

Yapıları, bitkileri ve zeminleri yüzeysel ve yeraltı suyunun zararlarından korumak amacıyla suyu uzaklaştırmak için yapılan işlemlere drenaj işleri denir. Drenaj sistemleri yapılış şekline göre açık drenajlar ve kapalı drenajlar olmak üzere ikiye ayrılır (DSİ, 2014).

Açık drenajlar yağış, yeraltı veya sulama sularının araziden uzaklaştırılması amacıyla yapılan tesislere denir. Çeşitli amaçlarla inşa edilmiş binaları veya bitki köklerini yeraltı sularının zararlarından korumak için yapılmış drenaj boruları ile suları ortamdan uzaklaştırmak için yapılmış olan tesislere kapalı (yeraltı) drenaj sistemi denilmektedir (DSİ, 2014).

Yeraltı drenajı; yağışla ve sulamayla gelen, yüksek bölgelerdeki sulama kanallarından veya hendeklerden sızan suları ve artezyen basınç altındaki yeraltı suyu ile seviyesi yükselen su kütlesini azaltmak için yapılır. Yeraltı drenajları genelde boşaltıcı ve kesme-kuşaklama drenajı olmak üzere ikiye ayrılır (DSİ, 2014).



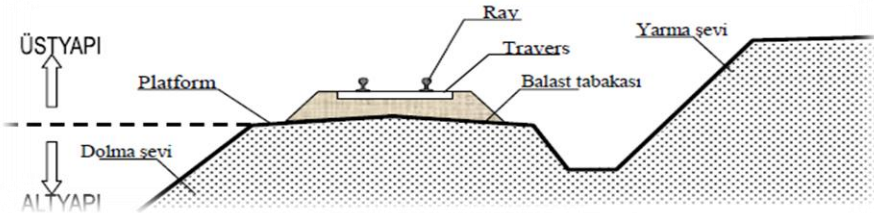
Şekil 3. 8. Yollarda alınan örnek drenaj önlemleri.

Şekil 3.8.'de yağışlar sonucunda yolun üst kısmındaki suların drene edilmesi için yapılan drenaj ızgaraları verilmiştir.

3.2.2. Demiryolu altyapısı

Nüfusun ve demiryolu ulaşımına olan talebin sürekli artması ve raylı sistemlerin yolcu ve yük taşımacılığında öneminin artması nedeniyle, bu artan talebi güvenli bir şekilde karşılayabilmesi için demiryolu hatlarının sorunsuz olması gerekmektedir. Bu nedenle inşa edilecek demiryolu altyapısı, belirlenen hızlarda üzerine gelecek olan yükleri taşımalı, üstyapıyı gerektiğince destekleyerek bozulmasını önlemeli, hat bakım maliyetini düşürmeli ve hat ömrünü uzatmalıdır. Bu durumlara dikkat edilmesi halinde sistem bir bütün olarak sağlıklı bir şekilde çalışarak gerekli güven ve konforu sağlar (Toksoy, 2017).

Daha öncede belirtildiği gibi altyapı, yeni yolun geçtiği yerlerde doğal zemine kotu düşük yerlerde dolgu yapılması ve kotu yüksek yerlerin de kazılarak açılması veya delinerek yol geçirilmesi amacıyla inşa edilen tesislerin tümüne denir.



Şekil 3. 9. Demiryolunun bölümleri.

Şekil 3.9.'da görüldüğü gibi demiryolu inşası üstyapı ve altyapı olmak üzere 2 bölüme ayrılır. Üstyapıyı ray, travers, balast tabakası oluşturur. Altyapı elemanları ise platform, yarma, dolgu, tünel, köprü, geçitler ve tahkimatlardan oluşur (MEB, 2011a).

Balast tabakaları ile altındaki zemin tabakalarına ya da sanat yapılarına yol yatağı tabakaları (YYT) denilmektedir. Yol yatağı tabakaları ile bunların özellik ve kalınlıkları, yol mesnet rijitliğinin sağlanmasında, yol geometrisinin ve drenaj sisteminin korunmasında ve yol performansı üzerinde önemli rol oynarlar. Yol yatağı tabakalarının kalınlıklarının tasarımında, altyapıyı oluşturan zeminlerin özgün karakteristikleri (doğal yapısı, taşıma kapasitesi, suya ve don karşı direnci vb.), bölgenin iklim koşulları, bölgenin jeolojik ve hidrojeolojik şartları, statik ve dinamik trafik yapıları gibi durumlar dikkate alınmalıdır (Yalçın ve Erel, 2007).

Altyapı açısından seyahatin tamamında veya belli bir bölümünde trenlerin 250 km/saat ve üzeri hızlarda işletilmesine imkân sağlamak amacıyla yeni inşa edilmiş ise “yüksek hız hattı” olarak tanımlanır (Yüce, 2015). Dünyada ve ülkemizde son yıllarda demiryolu ulaşım sistemlerinde hıza önem verilmiştir. Ülkemiz 2009 yılında inşa edilen ve saatte 250 km hız yapabilen YHT ile tanışmıştır. Ankara-Eskişehir YHT hattının ulaşımına açılması demiryolu sektöründe tarihimizin dönüm noktalarında biri olarak kabul edilmektedir (Ekmen Uçev ve Mahdum, 2015).

Çizelge 3. 10. 2017 yılı konvansiyonel ve yüksek hızlı tren hatlarının uzunlukları (TCDD, 2018).

	Konvansiyonel Hat Uzunluğu (km)
A-Anahatlar	
Elektriksiz	5 869
Elektrikli	2 563
Toplam	8 432
B-2. 3. 4. Anahatlar	173
Elektriksiz	418
Elektrikli	591

Toplam	
Anahatlar Toplamı	
Elektriksiz	6 042
Elektrikli	2 981
Toplam	9 023
C- İltisak Hatları	
Elektriksiz	433
Elektrikli	0
Toplam	433
D- İstasyon Yolu	
Elektriksiz	1 473
Elektrikli	466
Toplam	1 939
İltisak + İstasyon Yolu	
Elektriksiz	1 906
Elektrikli	466
Toplam	2 372
Toplam Konvansiyonel Hat Uzunluğu	
Elektriksiz	7 948
Elektrikli	3 447
Toplam	11 395
Yüksek Hızlı Tren Hat Uzunlukları	
A- Anahat	594
B- 2. Anahat	590
C- İstasyon Yolları	29
Toplam	1 213
Genel Toplam	
A- Anahatlar	9 026
B- 2. 3. 4. Anahatlar	1 181
Anahatlar Toplamı	10 207
C- İltisak Yolları	2 401
Toplam Hat Uzunluğu	12 608

Çizelge 3.10.'da görüldüğü gibi ülkemiz genelinde 2017 yılı sonu itibarıyla 8 432 km anahat, 591 km ikinci, üçüncü ve dördüncü hatlar olmak üzere toplam 9 023 km konvansiyonel ana hattımız bulunmaktadır. Toplam anahat uzunluğuna 1 939 km uzunluğundaki istasyon yolu ve 433 km iltisak yolu eklendiğinde toplam demiryolu altyapı uzunluğumuz 11 395 km'ye ulaşmaktadır. Ülkemizde son

yıllarda yapımı artan YHT hat uzunluğu ise 1 213 km’dir. Ülkemizin toplam konvansiyonel ve YHT hat uzunluğu 12 608 km’den ibarettir.

Demiryolu altyapısı platform, yarma, dolgu, tünel, köprü, geçit ve tahkimatlardan oluşur.

3.2.2.1. Platform

Yarma ve dolgularda üzerine balastın serildiği, tesviye edilmiş stabilize yüzey kısmına platform denir. Platformun görevi üstyapıdan gelen yükleri daha geniş bir yapı olan zemine yaymaktır.



Şekil 3. 10. Platform ve üzerine balast serimi.

Şekil 3.10.’da demiryolu inşaatlarında doğal zemin ve üst kısımda bulunan travers ve ray kısımları arasında alttemel görevi gören platform ve balast serimi verilmiştir.

3.2.2.2. Yarmalar

Demiryolu güzergâhının geçtiği doğal arazinin yüksek kısımlarının kazılıp düzenlenmesi ve tesviye edilmesi işlemlerine yarma denir.



Şekil 3. 11. Redüvit yarma.

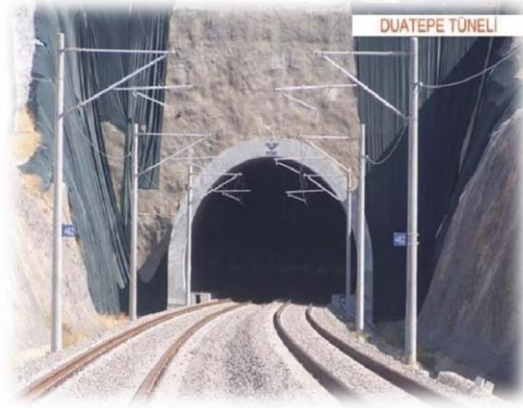
Şekil 3.11.'de demiryollarında redüvit yarmaya örnek verilmiştir. Demiryolunun kot seviyesine gelmesi için yapılan ve iki tarafında balast tutucu duvar bulunan yarmalara redüvit yarma denir (MEB, 2011a).

3.2.2.3. Dolgular

Demiryolunun geçtiği doğal arazide belirlenen yol kotundan düşük olan bölgelerin nitelikli malzemelerle doldurulması işlemine dolgu denir.

3.2.2.4. Tüneller

Demiryolu güzergâhının geçtiği doğal arazide arazi kotunun yol kotundan çok yüksekte kaldığı ve bu nedenle yarma maliyetinin çok olduğu durumlarda arazinin delinmesi sonucu elde edilen iki ucu açık olan geçitlere tünel denir. Uzun tünellerde km artış yönüne göre her 50 metrede bir sağda ve solda korunma yuvaları yapılır. Tünelde km artış yönüne göre bu korunma yuvalarına numara verilir. Görevli personel trenlerin geçişi esnasında bu korunma yuvalarına sığınır (MEB, 2011a).



Şekil 3. 12. Polatlı’da bulunan Duatepe Demiryolu Tüneli.

Şekil 3.12.’de Polatlı’da bulunan Duatepe Demiryolu Tüneli örnek olarak verilmiştir. Demiryolu inşaatları maliyetli yapılar olduğu için yolu uzatmak yerine tünel açılması gerekebilir. İlk yıllarda tünel maliyeti daha fazla olmasına rağmen uzun dönemli düşünüldüğünde tünel açılması demiryolu yolunun uzatılmasından daha faydalı olabilmektedir.

3.2.2.5. Köprüler

Akarsu, karayolu, demiryolu vb. engelleri geçmek için yapılan, dolgu altında olmayan ve açıklığı 8 metreden büyük olan sanat yapılarına köprü denir (MEB, 2011a).



Şekil 3. 13. Çelik köprü.

Şekil 3.13.’te demiryolu çelik köprü örneği verilmiştir. Akarsuların, derin vadilerin ya da engebeli arazilerin zor koşullarından kurtulmak ve daha güvenli ve konforlu bir yol inşa etmek için yapılan yapılardır.

3.2.2.6. Geçitler

Demiryolu ile yaya yolu veya karayolu ulaşım sisteminin kesişmesi sonucu demiryolu hattının bir taraftan öteki tarafa geçmesini sağlayan tesislere “geçit” adı verilir. Alt geçit, üst geçit ve hemzemin (eş düzey) geçit olmak üzere üç farklı geçit vardır.



Şekil 3. 14. Hemzemin geçit.

Şekil 3.14.’te demiryolu ve karayolunun kesiştiği bölgelerdeki geçitlere örnek olarak hemzemin geçit verilmiştir. Hem demiryolu araçlarının hem de karayolu araçlarının kontrollü şekilde geçebileceği şekilde tasarlanır.

3.2.2.7. Tahkimatlar

Altyapı elemanlarının yapıldığı yerlerde; doğal zeminin zayıflığı, yer altı ve yer üstü sularının neden olduğu olumsuzluklar, trafik hacminin fazla olmasından dolayı taşıtların neden olduğu deformasyonlar, kar ve çığ gibi doğal nedenlerden kaynaklanan yol kapanmaları gibi durumların önlenmesi için yapılan bakım, onarım ve sağlamlaştırma yapılarına tahkimat denir.

Altyapı elemanlarının sağlamlaştırılması için sedde, kıyı duvarı, istinat duvarı, taş kaplama, blokaj, kayalama, mahmuzlar (yön değiştiriciler), gabyoni (tel kafesler), su geçitleri (petradük, akadük, sifon) ve kar siperleri gibi tahkimatlar yapılabilir (MEB, 2011a).



Şekil 3. 15. Gabyoni ve istinat duvarı.

Şekil 3.15.'te ulaştırma sistemlerinin korunması için yapılan gabyoni ve istinat duvarı örnekleri verilmiştir.

3.2.3. Denizyolu altyapısı

Ülkemiz, coğrafi konumu dikkate alındığında Avrupa, Asya ve Ortadoğu arasındaki köprü konumuyla önemli geçiş yolları üzerinde bulunmaktadır. Cebelitarık boğazı ile Atlas okyanusuna, Süveyş Kanalı ile Arap Yarımadası ve Hint Okyanusu'na, Türk boğazlarının Akdeniz-Karadeniz bağlantılarıyla Avrasya ve Uzakdoğu'ya uzanan bir ulaşım ağının odak noktasındadır. Bu önemli jeopolitik konum kabotaj, uluslararası ve transit taşımacılık yönünden ülkemizin önemini göstermektedir (Turan ve Şahin, 2014).

Çizelge 3. 11. 2017 yılı Türk deniz ticaret filosunun gemi cinslerine göre DWT ve sayısı 150 GT ve 300 GT üzeri gemiler, 10'lu grup (Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 2017b).

Gemi Cinsi (10'lu Grup)	150 GT ve Üzeri		300 GT ve Üzeri	
	Adet	DWT	Adet	DWT
Kuru Yük Gemileri	353	1 368 837	333	1 360 833
Dökme Yük Gemileri	64	2 692 977	61	2 692 709
Konteyner	75	1 392 287	75	1 392 287
Sıvı/Gaz Taşıyan Tankerler	184	2 340 123	138	2 322 259

Yolcu Gemileri	312	89 959	201	88 942
Hizmet Gemileri	129	61 458	87	56 752
Römorkörler	153	2 776	83	2 776
Deniz Araçları	229	27 487	144	26 878
Balıkçı Gemileri	279	8 646	99	5 019
Sportif ve Eğlence Amaçlı Tekneler Yatlar	221	3 297	42	1 935
Toplam	1 999	7 987 847	1 263	7 950 390

Çizelge 3.11.'e göre 2017 yılı sonu itibariyle Türk deniz ticaret filosunun yaş ortalaması 150 GT ve üstü için 22'dir. Türk deniz ticaret filosunda 2017 yılı sonu itibariyle 150 GT ve üzeri ağırlıkta gemiler için kuru yük gemileri 353 adetle, DWT bazında ise 2 692 977 ile dökme yük gemileri ilk sırada yer almaktadır. Türk deniz ticaret filosunda 2017 yılı sonu itibariyle 300 GT ve üzeri ağırlıkta gemiler için kuru yük gemileri 333 adetle, DWT bazında ise dökme yük gemileri ilk sırada gelmektedir. Ülkemizde 150 GT ve üzeri ağırlıkta olan toplam deniz taşıt sayısı 1 999 tanedir. Bu değer 300 GT ve üzeri ağırlıkta olanlar için ise 1 263 adettir. Toplam DWT değeri ise 150 GT ve üzeri için 7 987 847 iken 300 GT ve üzeri için 7 950 390'dır.

Ülkemiz üç tarafı denizlerle çevrili olup, 8333 km kıyı uzunluğuna sahip olmasına rağmen uluslararası eşya taşımacılığında en çok kullanılan taşımacılık türü olan denizyolu taşımacılığından ülke içi taşımacılıkta yeteri kadar faydalanamamaktadır (Turan ve Şahin, 2014).

Denizyolu altyapısında inşaat mühendislerini doğrudan ilgilendiren yapılar, kıyı koruma yapıları, liman yapıları ve açık deniz yapıları olmak üzere üç bölüme ayrılmaktadır. Kıyı koruma yapıları; kıyı duvarları, kaplamalar, bölme perdeleri, mahmuzlar, kum aktarma ve tarama tesisleri olarak sıralanabilir. Liman yapıları ise, yanaşma yapıları, rıhtımlar, iskeleler, dalgakıranlar ve terminallerdir. Açık deniz yapıları olarak ise; akla ilk gelenler denizaltı boru hatları, deniz deşarjı sistemleri ve petrol platformlarıdır (Arisoy, 2017).

3.2.3.1. Limanlar

Dalga, akıntı ve rüzgâr gibi ulaşım engel oluşturabilecek etkilerden gemileri koruyan, gemilerin yükleme ve boşaltma işlemlerini gerçekleştirmelerini sağlayan ve bunun için gerekli donanımına sahip olan, gümrük, depolama ve lojistik gibi alanlarda da hizmet veren tesisleri içeren karmaşık yapılara liman denir. Limanlar birden fazla terminalden (rıhtım) oluşmaktadır.

Ülke ekonomisi açısından çok önemli olan limanların verdiği hizmetler bakımından artan talebi karşılayacak arza sahip olması ve ekonomik gelişmeleri karşılayacak sosyal ve fiziki kapasitelerinin olması gerekir. Bu gelişmelere bağlı olarak liman yeri seçiminde bölgeye ait yük taşımacılığı hacmi ve cinsi belirlenmelidir. Limanların konumlarının belirlenmesinde bölgesel ve yerel faktörler etkilidir (Balık, 2014).

Bölgesel faktörler; ekonomik durum yönünden sanayi yatırımları ve bölgenin endüstriyel gelişime açık olması, arazi durumu yönünden ise arazi maliyetlerinin ve gerektiğinde arazi genişletme maliyetlerinin düşük olmasıdır (Balık, 2014).

Bir başka önemli konu, bölgenin topoğrafik bilgilerinin araştırılması ve detaylı etütlerin yapılmasıdır. Denizin sığ olması, liman yapılacak olan bölgenin konumu ve dağlık yapıya sahip olup olmaması liman yeri seçiminde etkilidir. Ayrıca liman yapılacak olan bölgenin, rüzgârların oluşturduğu gel-git dalgaları ile su yüksekliğinin değişimi, deprem dalgası ve tsunami olma olasılığı açısından detaylı olarak araştırılması gerekir. Liman projelerinden doğacak olan çevresel etkilerin (su kirliliği, hava kirliliği, toprak kirliliği, gürültü, ısı, ışık, radyasyon, titreşim vb.) ÇED raporu çerçevesinde ortaya konulması gerekir (Balık, 2014).



Şekil 3. 16. Türkiye'nin önemli limanları ve konumları.

Şekil 3.16.'da Türkiye'nin önemli limanlarının konumları verilmiştir. Ülke içi ve dışı ticarete bu limanlarımız ülkemiz için önemli bir rol oynamaktadır.

3.2.3.2. Terminaller

Gemilerin yanaştıkları rıhtımlar olup, gemilerin türlerine ve işlevlerine göre yükleme-boşaltma sırasında gerekli olan mekanizmalara sahiptirler. Terminaller genellikle gemilerin taşıdıkları yüklere göre donatılırlar. Konteyner, genel kargo terminalleri, yolcu ve feribot terminalleri, Ro-Ro terminalleri, kuru yük terminalleri, LNG/LPG terminalleri, sıvı dökme yük terminalleri gibi çeşitleri vardır.



Şekil 3. 17. Kuru yük ve konteyner terminali.

Gemilerin taşıdıkları yüklere göre yanaştıkları limanlar farklılık göstermektedir. Şekil 3.17.'de kuru yük ve konteyner taşıyan gemilere ait liman örnekleri verilmiştir.

3.2.3.3. Mahmuzlar

Mahmuzlar veya mahmuz sistemleri kıyı dengesini korumak için inşa edilirler. Mahmuzlar veya mahmuz sistemleri belirli bir kumsal alanın korunması, yapay veya doğal yollarla oluşmuş kıyı alanlarının korunması için kullanılır. Mahmuzlar kıyıya dik ve dar olarak yapılan ince yapılardır. Mahmuzlar kıyı boyunca katı madde taşınımını etkilerler ve kıyının dengeli olmasını sağlarlar (Ulaştırma Bakanlığı, 2007).



Şekil 3. 18. Mahmuz.

Şekil 3.18.'de kıyı dengesini korumak ve kıyı boyunca katı madde taşınmasını engellemek için inşa edilen mahmuz örneği verilmiştir.

3.2.3.4. Kıyı Duvarları

Kıyı duvarları, arkalarındaki kara parçalarını denizin aşındırma, taşıma ve yıkma etkilerinden korumak amacıyla kıyıya paralel ya da paralele yakın bir konumda inşa edilirler (Ertaş ve Özölçer, 1996, s. 33). Bir başka tanıma göre, kıyı erozyonuna karşı koruma sağlamak, dalganın kıyıdan denize doğru ilerlemesini engellemek, dalganın aşarak kıyı gerisindeki yapılara zarar vermesini önlemek için yapılan kıyıya paralel olan yapılara kıyı duvarı denir.



Şekil 3. 19. Kıyı duvarı.

Şekil 3.19.'da kara parçalarını korumak, deniz suyunun aşındırma etkisine karşı koruma sağlamak için tasarlanan kıyı duvarlarına bir örnek verilmiştir.

3.2.3.5. Dalgakıranlar

Dalgakıranlar, tüm deniz araçlarının güvenli olarak barınmalarına ve limanların işlevlerini güvenli olarak yapmalarına olanak sağlamak üzere korunmuş su alanları yaratmak için tasarlanan yapılardır. Aynı zamanda kıyı koruma yapıları ve kıyı stabilize yapıları olarak tasarlanırlar. Dalgakıranların limanlarımızda en sık görülen tipleri, taş dolgu ile yapılanlardır (Ulaştırma Bakanlığı, 2007).



Şekil 3. 20. Dalgakıran.

Şekil 3.20.'de limanların ve limanlara yanaşan teknelerin korunması, denizde oluşan dalgaların limana gelmesinin engellenmesi amacıyla inşa edilen dalgakıran örnekleri verilmiştir. Dalgakıran örnekleri, ülkemizde Karadeniz bölgesinde daha sık olarak görülmektedir.

3.2.4. Havayolu Altyapısı

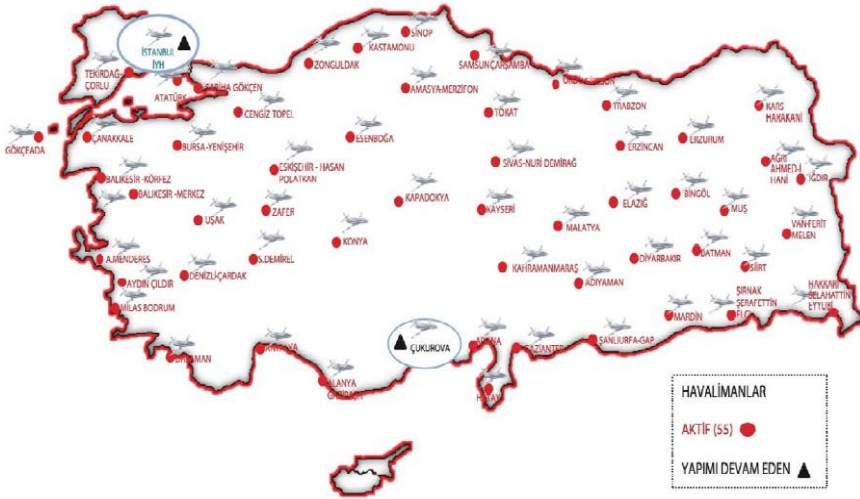
Havaalanı mühendisliği, inşaat mühendisliğinin alt bir dalı olan ulaştırma ana bilim dalına bağlı bir bölüm olarak ortaya çıkmaktadır. Havaalanları, işlevsel olarak kara tarafı ve hava tarafı olarak iki bölüme ayrılır. Hava tarafı, terminal yaklaşım sahası, pist, taksirut ve farklı amaçlı apronlardan oluşmaktadır. Bir başka deyişle, uçağın yaklaşması, piste inip kalkması, taksirut ile yerde hareket ederek aprona ve piste ulaşması, yolcuların indirilip bindirilmesi, uçakların park edilmesi gibi işlemler havaalanlarının hava tarafında gerçekleşir. Kara tarafı ise yolcu, kargo ve bagaj işlemlerinin gerçekleştirildiği yolcu veya kargo terminallerini, otoparkları, iç hat yollarını ve havaalanına ulaşımı sağlayan diğer ulaşım sistemlerini içeren tesisleri kapsar. Havayolu ulaşımı, diğer ulaştırma sistemlerine göre daha hızlı, konforlu ve emniyetli olmasına rağmen en pahalı ulaşım sistemi olması nedeniyle daha az talep görür. Havaalanı yapısının konumu belirlenirken çevre, topografya, kara ulaşımına erişim, hizmetlerin kullanılabilirliği, atmosfer koşulları, var olan veya yeni yapılan havaalanı genişlemesinin mümkün olması vb. faktörler dikkate alınmalıdır (Güler, 2014).

Topoğrafya açısından; kazıya ya da dolguya ihtiyacın olup olmaması, drenaj ve zeminin cinsi, özellikleri, taşıma gücü gibi inşaat maliyetini etkileyen faktörlerin araştırılması gerekir. Atmosfer açısından; görüş ve havaalanı kapasitesini azaltabilecek sis, duman vb. durumların oluşumu hakkında aşırma yapılması, hava durumu, rüzgârlar, yağmur, kar gibi iklim durumları hususunda etkili olan faktörlerin listelenmesi gerekir. Çevre açısından; doğal yaşam alanlarının, okul ve hastane gibi gürültüye hassas yapıların konumları tespit edilmelidir (Ulaştırma Bakanlığı, 2007).

Günümüzde, ülkemizdeki havaalanlarının birçoğu STOL (Short Take Off and Landing) nitelikte olup geniş gövdeli uçaklara hizmet vermek için elverişli değildir. Belirli bir standardın olmayışı ve altyapıların yetersizliği havaalanı işletmeleri için büyük bir risk oluşturmaktadır. Gelişmiş ülkelerde geleceğe dönük yatırımlar ve farklı taşımacılık türlerindeki gelişim süreçleri uzun vadeli olarak

hazırlanan ulaştırma ana planları ile ortaya konmaktadır. Ülkemizde ise ulaşım türlerinin gelişim süreçlerini ve ulaşım sistemlerinin birbiriyle olan etkileşimlerini ele alan planlar son derece azdır. Sektörün sağlıklı büyümesinde önemli bir faktör olan kurumlar arası koordinasyonun olmaması plansız olmanın en büyük göstergelerinden biridir (Çizmecioğlu, 2013).

Bir havaalanının bölümleri olarak; pist, taksi yolu, apron, sabit tesisler, kara tarafı tesisleri, havaalanı işlemleri ve destek hizmetleri, meteorolojik servisler, uçak bakım alanları, kaza, kırım ve yangınla mücadele hizmetleri, genel havacılık hizmetleri, uçak yakıt hizmetleri sayılabilir (Arabacı, 2010). Havayolu ulaşımında inşaat mühendisliğini doğrudan etkileyen başlıca yapılar ise, pist, teknik blok ve kule yapısı, terminal binası ve apronlardır.



Şekil 3. 21. Ülkemizin 2017 yılı sonu itibariyle havaalanı konumları (TOBB, 2017).

Şekil 2.21.'deki haritada görüldüğü gibi 2017 yılı sonu itibariyle aktif olarak hizmet veren havaalanı sayısı 55'tir. 29 Ekim 2018 tarihinde bir kısmı açılan İstanbul Havalimanı ile Mersin ilimizde yapımı devam eden Uluslararası Çukurova Havalimanının inşaatları halen devam etmektedir.

3.2.4.1. Pistler

Uçakların inişi ve kalkışı için hazırlanmış bir kara hava sahası üzerinde belirlenmiş olan dikdörtgen alana pist denilmektedir. Pistler, hava trafiği dağılımına uygun olmalı, iniş, manevra ve kalkış sırasında dolu veya karışık olmamalı, terminal alanından pist sonuna kadar en kısa taksi yolu güzergâhına sahip olmalı, inen uçakların pisti en erken sürede terk etmelerine ve terminal alanına en kısa sürede ulaşmalarına imkân vermelidir (Güler, 2014).

Havayolu planlayan kurumlara yol göstermek ve havaalanı yerleşimi konusunda az da olsa uyum sağlamalarına yardımcı olmak amacıyla uyulması gereken kriterler ICAO (Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı) tarafından belirtilmiştir (Arabacı, 2010). Pist uzunluğunun belirlenmesine etki eden faktörler; uçak performansı, sıcaklık etkisi, rüzgâr etkisi, pistin eğimi ve pistin yüzey koşullarıdır (Güler, 2014).

Pistin, kaymaya karşı dirençli olması, iyi bir frenleme için drenajının iyi yapılması, uçaklarda bulunan hassas elektronik cihazların zarar görmemesi ve yolcu konforu için kaplama tabakasının düzgün olması ve uçakların tekerlek yüklerine karşı dayanıklı olması gerekir (Okur, 2008). Uçakların gece iniş ve kalkışlarında güvenlikleri için pistin sağında ve solunda ışıklandırmaların olması gereklidir. Aynı zamanda pistlerde; taksi yolu, apron, pist şeridi, banket gibi yapılarda bulunmaktadır.



Şekil 3. 22. Gece ve gündüz havaalanı pist görünüşü.

Şekil 3.22.'de uçakların güvenli bir şekilde iniş ve kalkış yapmaları için kullanılan uçakların büyüklükleri ile orantılı olarak tasarlanan uzunluklarının minimum 2-3 km olması gerekmektedir.

3.2.4.2. Apronlar

Bir havalimanında uçakların yolcu indirme ve bindirme, posta ve kargo yükleme ve boşaltma, yakıt dolumu yapma, uçak park alanı olarak kullanma ve bakım görme nedeniyle durdukları bölgeye verilen isme apron denir. Burada belirtilen tüm apronların bütün havaalanlarında olma zorunluluğu yoktur. Havaalanlarında beklenen trafik tipine ve hacmine göre ihtiyaç duyulup duyulmadıklarının belirlenmesi, eğer ihtiyaç varsa bu talebin büyüklüğüne göre hesaplanmaları gerekir. Yolcu terminali apronu, kargo terminali apronu, bakım terminali apronu, park apronu, genel havacılık apronu, bekleme alanları, helikopter apronu gibi kısımları vardır (Ulaştırma Bakanlığı, 2007).



Şekil 3. 23. Yolcu ve kargo terminali apron görünümü.

Şekil 3.23.'te havaalanlarının bölümlerinden biri olan yolcu ve kargo terminali apronları örnek olarak gösterilmektedir.

3.2.4.3. Kontrol Kulesi

Havaalanı kontrol servislerinin verimli olarak çalışması, havaalanı dâhilindeki tüm hareket alanlarında temiz ve mânialardan arındırılmış görüş alanı bulunmasını ve havaalanı çevresinde hava

trafiği için aynı görüş imkânlarının sağlanmasını gerektirmektedir. Apronların, taksi yollarının, başta yaklaşma ve kalkış bölgeleri olmak üzere havaalanını çevreleyen tüm tesis ve yapıların kontrol kulesinden rahatça görülmesi gerekmektedir. Şekil 3.24'te görüleceği gibi, havaalanı eğer genişleme açısından elverişli ise ileride inşası planlanan tüm tesislerin de görüşünün engellenmeyeceği bir konumda ve yükseklikte yapılmalıdır (Arabacı, 2010).



Şekil 3. 24. Kontrol kulesi.

Şekil 3.24.'te de görüldüğü gibi havaalanlarında kontrol kuleleri, bütün alanları net şekilde görebilecek yükseklikte olmalıdır.

3.2.4.4. Kara Tarafı Tesisleri

Bir havaalanının yolcu yükleme araçlarının yolcu binasıyla birleştiği yerden başlayan, yolcu binaları ve kargo tesislerinin içinden geçip onları da içine alan, halkın kullanabildiği mekân ve binalar kara tarafı tesisleri olarak adlandırılır (Arabacı, 2010).



Şekil 3.25. Havaalanı terminal binası.

Kara tarafı tesisleri olarak yolcu binaları, kargo tesisleri, araç park alanları sayılabilir (Arabacı, 2010). Şekil 3.35.'te ise kara tarafı tesislerinden yolcu terminal binası örnek olarak verilmiştir.

3.3. Ulaştırma Sistemlerinde Altyapının Önemi

Altyapı yatırımları, üst yapı yatırımlarını destekleme ve tamamlama amacıyla yapılan yatırımlar olduğu için üst yapı yatırımlarına göre daha öncelikli yatırımlardır. Alt yapı olmadan yapılan herhangi bir yatırımın hizmet ömrü beklenenden daha kısa olup beklenen verimi daha azdır. Örneğin bir yere inşa edilen bir fabrikanın başka yerlerle bağlantı yollarının olması, su, elektrik, kanalizasyon, haberleşme gibi altyapıların yapılmasının planlanması gerekmektedir. Bu altyapı yatırımları yapılmadığı durumda fabrikanın önemi azalacak, belki de katma değeri sıfır olacaktır. Gelişmiş ülke olarak nitelendirilen ülkeler, altyapı açısından gelişimini tamamlamış ve bu bakımdan herhangi bir problem yaşamayan, altyapı yatırımlarına artık çok az bütçe ayıran ülkelerdir. Altyapı sorunları genellikle gelişmekte olan ülkeler ve az gelişmiş ülkelerin sorunlarından biridir. Gelişmiş ülkelerin ise altyapı bakımından yerli olanaklara sahip olmaları önemli olsa da bu olanakların sürdürülebilirliği de büyük önem taşımaktadır. Yani gerekli altyapı olanaklarına sahip olmak yeterli değildir. Bunun yanında, önemli olan, bu altyapı olanaklarının sürdürülebilir olmasıdır (Karacan, 2017). Bir benzetme ile açıklayacak olursak, bir ülkenin ulaştırma altyapısı bir binanın temeli gibidir. Binanın uzun yıllar kullanılması ve güvenilir olması için temelının sağlam olması gerekir. Bu nedenle üst yapıların sağlam ve güvenli olması için alt yapı yatırımlarında daha dikkatli ve titiz olunması gerekmektedir.

Alt yapı, genel olarak mal ve hizmetler ile kamu arasında bağlantı kurması amacıyla yapılan fiziksel tesislerin tamamıdır. Genel olarak bütün altyapı yatırımlarının maliyetleri yüksektir. Özellikle ulaştırma sistemlerindeki altyapı tesislerinin maliyetleri çok büyüktür. Altyapı, karayolları ve diğer ulaşım imkânlarının yanında su ve

kanalizasyon hatları, haberleşme sistemleri gibi birçok birbiri ile bağlantılı sektörlerden oluşmaktadır. Altyapı yatırımlarının büyüklüğü, kişi başına düşen karayolu ve demiryolu hatlarının uzunluğu, enerji tüketimi gibi gelişmişlik göstergelerinden biridir. Bunun yanında, altyapı yatırımları sanayileşme, hayat standardının ve refah seviyesinin yükseltilmesi açısından son derece önemlidir (Karacan, 2017). Alt yapı sistemleri üretim imkânlarına doğrudan etki edebilmektedir. Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ve az gelişmiş ülkelerle kıyaslandığında daha fazla üretim imkânlarına sahip olmasının en önemli nedenlerinden birisi, aralarındaki altyapı gelişmişlik düzeyi farklılığıdır.

3.4. Altyapıyı Etkileyen Faktörler

3.4.1. Zemin durumu

Toprak, insanoğlunun tarih boyunca çok fazla kullandığı ve belki de en karmaşık yapı malzemesidir. Toprak üzerine yapılan tüm inşaat mühendisliği yapılarının taşıyacakları yükler, o yapılar üzerinde meydana gelen çatlamlar, çökmeler ve gerilmeler, zeminin yapısına, cinsine, sınıfına, kısaca zeminin fiziksel ve mühendislik özelliklerine doğrudan bağlıdır (Aydın ve Uygur, 2005).

Kullandığımız yollar, yapılar ve barajlar, zemin üzerine inşa edildiğinden, tasarım ve inşaat aşamalarından önce mutlaka zemin şartlarının bilinmesi, oturma ve taşıma gücü hesaplamalarının yapılması, zemin durumu elverişli değilse ekonomik olarak en uygun güçlendirmelerinin yapılması gerekmektedir. Aksi takdirde geri dönüşü zor ve maliyeti bir hayli yüksek sorunlar ile karşılaşilmektedir. Günümüzde en sık karşılaşılan zemin sorunları, şişme, çökme ve dispersif özellik gösteren zeminlerdir. Bu zeminlerde inşaat faaliyetlerine geçilmeden önce gerekli önlemler alınmazsa yapılarda çok ciddi hasarlar ortaya çıkmakta ve ekonomik açıdan maddi kayıplar meydana gelmektedir.

Zemin etütleri düşünüldüğü kadar zor ve maliyetli olmayıp, elde edilen veriler sayesinde daha güvenli, uzun hizmet ömrüne sahip ve

daha kalıcı yapılar inşa edilebilmektedir. Zemin etüdünde, zemin sorunlarına karşı gerekli önlemlerin alınması için zeminin fiziksel ve mühendislik özellikleri belirlenir. Zeminin fiziksel özellikleri denildiğinde, o zeminin dane boyutu dağılımı, aktivitesi, plastisitesi, likit limiti, büzülme limiti ve sıkıştırma değerleri başta gelmektedir. Zeminin mühendislik özellikleri ise, zeminin geçirgenliği, şişme basıncı, serbest şişme değeri, şişme indisi, tek ve üç eksenli basınç dayanımı, zemin oturma değerleri, zemin taşıma kapasitesi ve zemin emniyet gerilmesi gibi değerlerdir (Aydın ve Uygur, 2005).

3.4.2. Yer şekilleri

Ülkemizde bilindiği gibi dağların uzanış yönü doğu-batı doğrultusundadır. Bu doğal durum, kara ve demiryolu ulaşımlarının kuzey-güney doğrultusunda yapılmasını zorlaştırmaktadır. Bu yüzden, kuzey-güney doğrultusundaki kara ve demiryolu ulaşımları genellikle geçitler üzerinden sağlanmaktadır.

Ülkemizin Karadeniz ve Akdeniz bölgelerinde, dağların uzanış yönü doğrultusuna bağlı olarak kıyı ile iç kesimler arasında kara ve demiryolu ulaşımı güçlüklerle yapılmaktadır. Ege bölgesinde ise, dağlar kıyıya dik konumda uzandıkları için, kıyı ile iç kesimler arasındaki ulaşımda bir zorluk yaşanmamaktadır (Saroğlu, 2010).

3.4.3. Yükseklik

Ülkemizde ortalama yükseltinin fazla olması ve batıdan doğuya doğru gidildikçe ortalama yüksekliğin artması, ulaştırma üzerine olumsuz bir etki yaratmaktadır. Ayrıca yükseltinin artması, karayolu ve demiryolu ulaşım sistemi yatırımlarının maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır (Saroğlu, 2010). Yine arazideki yükseltinin atması ve kar yağışlarının olması ulaştırma sistemlerinin ve sanat yapılarının yapılması sırasında güçlüklerle sebep olmaktadır.

Ülkemizin kuzeyinde bulunan Karadeniz dağları ile güneyinde bulunan Toros dağları yaklaşık 2 000-2 500 metrelik yükseklikleri ile ülkenin kuzey ve güney kesimlerinin iç kesimlerle olan bağlantısını

sağlamada büyük sorun yaratmaktadır. Bu sıradağların aşılıp ulaşım bağlantısının sağlanması, gerek yol ve planlanan sanat yapıları bakımından gerekse maliyet açısından oldukça güçtür (Saroğlu, 2010). Yükseltinin az olması maliyeti düşürür. Yükselti farklarının az olduğu bölgelerde, tünel, yarma, viyadük gibi sanat yapılarına daha az ihtiyaç duyulur. Bu durum da, ülke ekonomisine katkı sağlar.

3.4.4. Eğim

Eğim, ulaşım ağlarının yer seçimini, yol kalitesini ve maliyetini etkileyen topografyanın önemli bir parçasıdır. Ekonomik şartlar göz önüne alındığında, ulaştırma sistemlerinin eğimin az olduğu yerlerden geçirilmesinin daha avantajlı olduğu düşünülmektedir. Ancak eğimin düşük olduğu tüm bölgeler, her zaman doğru yol güzergâhı olmayabilir. Bazen eğimin düşük olduğu güzergâhlar yolu uzatabilmektedir. Bu durum da, maliyeti arttırabilmektedir.

Eğimin düşük olduğu yerler; dağlık olmayan kıyı kesimleri, ovalar, geniş vadi tabanları, graben ve plato alanlarıdır. Eğimin arttığı ve ulaşım sistemleri için problem yarattığı yerler ise, dağların denize yakın ve paralel uzandığı kıyı kesimleri, dar ve derin vadilerin olduğu alanlar, düşey atımlı fay kırıklarının olduğu alanlar ve dağlık engebeli olan alanlardır. Eğimin az olduğu alanlarda yol güzergâhının sahip olacağı avantajları şu şekilde ifade edebiliriz;

- Eğimin az olduğu ulaştırma sistemlerinde, yol ve sanat yapıları için inşaa maliyetleri düşüktür.
- Eğim azlığı sebebiyle yol güzergâhlarında doğrusal uzanım daha fazladır. Bu durum, kuş uçuşu mesafe ile yol uzunluğunun birbirine yakın olmasına neden olur. Ayrıca, yolun doğrusal olması, yoldaki kurp ve rampaların azalmasını sağlar. Bu da, hem yolun daha güvenli olmasına, hem de yakıt tüketimi ve zaman kaybının azalmasına neden olur.

- Düşük eğime sahip yol ağlarında hava şartlarının olumsuz etkileri, belli oranlarda azalmış olur. Don, kar yağışı, ıslak zemin gibi durumlarda, eğimin az olduğu ulaştırma sistemlerinde araç durma mesafesinin düşük, yol görüş mesafesinin de fazla olması, yolları daha güvenli hale getirerek kaza oranlarının azalmasına sebep olur (İncili, 2018).

Eğimin az olduğu bölgelerde en sık görülen problem ise, drenaj problemidir. Akarsuların yatak değiştirme ve biriktirme yapma problemleri ortaya çıkar. Bu durumda, yol sistemlerini mevcut durumdaki zeminden dolgu yapıp yükseltmek, köprü, menfez gibi sanat yapıları inşa ederek suyun yola zarar vermeden akışını sağlamak veya akarsu akışını engelleyen setler yapmak gerekir (İncili, 2018). Aksi takdirde, en iyi aşındırıcılardan biri olan suyun yol altyapısına zarar vererek yolda bozulmalara, yol kalitesinin düşmesine, beklenen hizmet ömrünü tamamlamadan bakım onarıma ihtiyaç göstermesine sebep olması mümkündür.

Ulaşım sistemlerinde eğim ve onun getirmiş olduğu olumsuz sonuçlar, en çok demiryollarında hissedilmektedir. Demiryollarının eğime karşı olan hassasiyeti, demiryolu güzergâhının belirlemesinde daha titiz davranılmasını gerektirir. Hem ray sistemlerinin hem de tren tekerleklerinin demirden yapılmış olması, sürtünmeyi azalttığından eğimin fazla olduğu yerlerde çekiş gücünü azaltır ve yakıt tüketimini artırır (İncili, 2018). Eğimin fazla olduğu demiryolu hatlarında, taşınacak olan yük miktarları azalmaktadır. Kısaca eğimin arttığı demiryolu güzergâhında enerji ve yakıt giderleri artarken taşınan yolcu ve yük miktarları azalmaktadır. Bu durum da, ekonomik kayba neden olmaktadır.

Çizelge 3. 12. Türkiye’de konvansiyonel hatların eğim derecesine göre durumu (İncili, 2018).

Eğim (%)	Uzunluk (km)	Uzunluk (%)
0	1 406	15,7
1-5	3 458	38,6
5,1-10	1 798	20,1
10,1-15	1 433	16
15,1-20	606	6,8
20,1- +	246	2,7
Toplam	8 947	100

Çizelge 3.12.’de Türkiye’deki tren yollarının eğim durumuna göre uzunlukları verilmiştir. Tren yollarının eğiminin, mümkün olduğunca az olması istenmektedir. Eğim arttıkça maliyet ve ulaşımın zorluğu artmaktadır. Türkiye’de % 1-5 arasında eğimi olan tren yolu uzunluğu, 3 458 km olup bu uzunluk ta % 38,6’ya karşılık gelmektedir.

3.4.5. İklim

İklim, tüm ulaşım sistemlerinde ve bu sistemlerin ilişkili olduğu sektörlerde doğrudan bir etkiye sahiptir. İklim elemanları olarak; sıcaklık, hava basıncı ve rüzgârlar, nemlilik ve yoğunlaşma (bulutluluk, sis) ve yağışlar (kar, yağmur, dolu,) başta gelmektedir ve bu elemanların ulaşım sistemleri üzerinde etkisi vardır.

Sıcaklık, iklimin ana elemanlarından birisidir. Sıcaklık konusunda en önemli iki unsur, yüksek sıcaklık ve düşük sıcaklıktır. Yüksek ve düşük sıcaklıkların görüldüğü bölgelerde ulaştırma yapıları üzerinde, özellikle karayolu ulaştırmasında bazı problemler görülmektedir. Yüksek sıcaklığın etkisiyle asfalt kaplamalarda erime, çökme, akma gibi problemler yaşanmaktadır. Bu problemler, yol standartlarını düşürmekte ve kazaların oluşmasına sebep olmaktadır. Düşük sıcaklıkların yol kaplamalarındaki ilk etkisi ise, mekanik çözünmeyi arttırmasıdır. Bu mekanik çözünme olayı, şevlerde ve yol

yamaçlarında da olacağından toprak ve kaya kütlelerinin yola düşme ihtimalleri artmaktadır (İncili, 2018).

Hava basıncı ve rüzgârların ise, ulaşım sistemlerine etkisi çok nadirdir. Çok nadirde olsa, rüzgârın şiddetini aşırı derecede arttırması ve fırtına durumları, özellikle karayolu ulaşım sistemlerinde sorunlar çıkartabilir. Hava basıncı ve rüzgârlar, en çok havayolu ile denizyolu ulaşım sistemleri üzerinde etkilidir. Her iki ulaşım sisteminin de kara ile bağlantısı olmadığı için rüzgâr doğrudan etkili olmaktadır. Rüzgâr hızı, hava yolu ulaşımında hava araçlarının kalkış ve inişlerinde önemli bir etkiye sahiptir. Havaalanı inşaatlarında pist yapımında, rüzgârın esme sıklığının (frekansı), başka bir ifadeyle hâkim rüzgâr yönlerinin dikkate alınması, hava araçlarının kalkış yönünün belirlenmesi ve uçuş güvenliği bakımından önem arz eder. Deniz ulaşımında ise rüzgârın yönü ve hızının büyüklüğü, duruma göre büyük dalgaların oluşumuna neden olmaktadır. Denizyolu ulaşımında rüzgârın şiddetinin ve büyüklüğünün önemi çoktur. Rüzgârın şiddetinin önemli olmasına örnek olarak İDO ve BUDO seferlerinin iptal edilmesi verilebilir. Özellikle Karadeniz bölgesinde koy ve körfezlerin jeolojik oluşum yüzünden az sayıda olması nedeniyle, limanları rüzgârlardan oluşan dalga ve akıntılardan korumak için dalgakıranların yapılmasına gerek duyulmaktadır.

Yağışlar, tüm taşıtırma sistemlerini etkilemektedir. Karayolu ulaşımında yol sistemini ve ulaşım araçlarını etkilemektedir. Aşırı yağış alan bölgelerde, zeminin ağırlaşması sonucu yol kenarlarındaki toprak kütlelerinin yola zarar vermesi, yol altyapısının bozulması gibi durumlar sık sık görölmektedir. Yağış alan bölgelerde şev eğiminin arttırılması, istinat duvarlarının yapılması ve menfezler inşa edilerek suyun drene edilmesi gerekmektedir. Kar yağışının ise, ulaşım sistemleri üzerinde çok daha olumsuz etkileri vardır. Kar yağışından sonra düşük sıcaklıkların etkisiyle buza dönüşebilen karlar, mekanik çözünmeler sonucu yolun üst kısmına zarar vermektedir. Karla mücadele edilirken karayolları üzerine serpilten tuz ve kimyasal maddeler, yolların aşınmasına ve bozulmasına neden olur. Ayrıca kar

yağışıyla beraber eğimli arazilerde çığ olaylarının yaşanma riski artmaktadır. Bu doğal durumlarla mücadele etmekte bir hayli maliyetli olduğu için kar yağışının fazla olduğu yol güzergâhlarında tünel, kar tünelleri, kar perdeleri inşa edilerek yol daha güvenli hale getirilebilir. Demiryollarında ise az olan sürtünmenin kar ile daha da azalması sonucunda eğimli arazilerde çekim gücünün azalması gibi sorunlar ile karşılaşılabilir. Havayollarında pistin kar yağışı ile kapanması ve buzlanması ulaşımı aksatmaktadır. Denizyolu ulaşımında ise kar yağışının etkisi diğer ulaşım sistemlerine göre daha azdır. Yükleme ve boşaltma sırasında yaşanan zorluklar ve seyir halindeki gemilerin görüş mesafelerindeki azalmalar olumsuz etki olarak düşünülebilir (İncili, 2018).



Şekil 3. 25. Yağış sonucu oluşan toprak kaymasının altyapıya verdiği hasar.

Şekil 3.26.'da görüldüğü gibi, yağışların altyapı sistemlerinde etkili bir faktör olduğu görülmektedir. Altyapı sisteminin yapılacağı bölgenin maksimum yağış oranına göre tasarlanması ve yatırımın yapılacağı coğrafyaya uygun malzemelerin kullanılması gerekmektedir.

3.4.6. Ulaşılabilirlik ve erişilebilirlik

Bir yerden başka bir yere en kısa sürede, ekonomik, güvenli, konforlu bir şekilde ve çevreye zarar vermeden gidebilmek ya da gidilecek yere yaklaşmak erişilebilirlik olarak tanımlanmaktadır. Erişilebilirlik ulaşım yerleri arasındaki mesafeyle ters orantılıdır. Yani çıkış noktası ile varış noktası arasındaki mesafe arttıkça erişilebilirlik

azalmaktadır. Mesafe arttıkça tercih edilecek ulaştırma sistemi alternatifleri de azalmaktadır. Günümüzde insanlar çeşitli nedenlerden dolayı bir yerden başka bir yere seyahat etmektedir. Bu seyahatleri en kısa sürede gerçekleştirmek için ulaştırma hizmetleri arasındaki bağlantının önemi çok büyüktür. Günümüzde havalimanları ve otobüs terminalleri şehir dışlarında konumlandırılmaktadır. Buradaki amaç, şehir içi trafiğini rahatlatmak ve trafik hacmini azaltmaktır. Bu yüzden havaalanları, otobüs terminalleri, limanlar ve demiryolu istasyonlarına gidecek ulaştırma hizmetlerinin birbiri ile bağlantılı olması ve erişilebilirliğinin yüksek olması gerekir. Bu yüzden, inşa edilecek olan yolcu istasyonlarının konumlarının, şehir içindeki ulaşım sistemlerinin durumuna göre inşa edilmesi gerekmektedir. Örneğin, otobüs terminalleri ve havaalanlarına giden karayolu toplu taşıma ve demiryolu hatlarının uygun ve elverişli olması, yolcuların faydasına olmaktadır.

Ulaştırma sistemlerinin konumları ve erişilebilirliği çok önemlidir. Dünya üzerindeki bazı alanlar, ulaşım ağlarının yoğunlaştığı yerler olması itibarıyla dikkati çeker. Bu nedenle, ulaşılabilirliği kolay olan havaalanları ve hinterlandı geniş olan limanlar ulaşımın yoğunlaştığı alanlardır. Dünyadan örnek verirse, Almanya'daki Frankfurt havaalanının karayolu ve demiryolu hatlarıyla erişilebilirliği oldukça yüksektir. Bu yüzden Avrupa'nın merkezi havaalanı olmuştur. Havaalanına gelen yolcular, rahat bir şekilde şehir merkezine ya da gidecekleri yere kolayca ulaşabilmektedir. Bu durum, ülke ekonomisine de olumlu olarak yansımaktadır.

Ulaşılabilirlik ya da erişilebilirlik, bir yerin potansiyelini belirleyen temel unsurlardır. Bir yer çok yakın gibi görüle de, o noktanın ulaşım sistemleri ile bağlantı yoksa erişilebilir değildir. Burada ulaşımı engelleyen fiziki veya beşerî faktörler bulunabilir. Gidilen yerin çok dağlık, engebeli veya kötü hava koşullarına sahip olması nedeniyle erişimi zor olabilir ya da erişimi hiç olmayabilir. Bunlar erişilebilirliği etkileyen fiziki faktörlerdir. Alınan siyasi

kararlar, yapılan yatırımlar, oluşturulan yeni sınırlar ise bir yerin erişilebilirliğini etkileyen beşerî faktörlerdir (İncili, 2018).

3.4.7. Nüfus

Ulaşım ve nüfusun birbirlerinin gelişimleri üzerinde etkileri vardır. Nüfusu fazla olan bir yerleşim yerinin daha fazla, daha büyük ulaşım sistemlerine ihtiyacı vardır. Aynı zamanda, ulaşım sistemlerinin büyük ve gelişmiş olduğu yerler, merkezde ve nüfusu fazla olan yerleşim bölgeleridir. Ulaşım sistemlerinin gerçekleştirilmesi ile beraber yerleşim yerlerinde bazı değişiklikler meydana gelmektedir. Ulaşım sistemlerine uzak kalan yerler, yer değiştirebilmektedir. Yani, eskiden kurulmuş olan köy gibi az nüfuslu yerleşimlerde yaşayanlar, yerlerini değiştirerek yeni yapılan ulaşım sistemlerine daha yakın bölgelere yerleşebilirler. Yeni yapılan ulaşım sistemlerine yakın konutlar, dokuları ve modern olmaları bakımından farklılıklar gösterir. Ulaşım sistemlerine uzak yerleşim yapıları, genellikle daha yaşlı yapılardır. Ters olarak düşünülecek olursa, yerleşim yerlerindeki nüfusun artışı, ulaşım problemlerini arttırmakta ve alternatif ulaşım sistemlerine gerek duyulmaktadır. İstanbul, İzmir, Eskişehir gibi bazı şehirlerde nüfusun tahmin edilenden daha fazla artış göstermesi ve ulaştırma sistemlerine olan talebin artması nedeniyle tramvay ve metro gibi demiryolu ulaşım sistemleri yapılmıştır.

Karayolu ulaşımının nüfus ve yerleşmede etkili olduğu bilinmektedir. Örnek vermek gerekirse, Manisa'nın 8 ova köyü ile 5 dağ köyünün kıyaslandığı çalışmada, ulaşımın ova köylerde daha kolay ve dağ köylerinde ise daha zor olması, yerleşme ve nüfus özelliklerinin farklılaşmasına neden olmuştur. Ova köylerinin şehir merkezine daha yakın ve ulaştırma sistemlerine daha stratejik bir konumda oluşu, dağ köylerinin ise ana yollardan daha uzak konumda bulunuşu dağ köylerinin ekonomilerinin dışı daha kapalı ve geride olmasına neden olmuştur. İstatistiklere göre ova köylere geliş-gidiş sayıları dağ köylerine göre daha fazladır (İncili, 2018).

Demiryolu ulaşımının da, nüfus ve yerleşme üzerine etkileri vardır. Demiryolu ulaşımının olduğu bölgeler tarz, form, doku olarak değişimlere uğramaktadır. İstasyon merkezlerinin olduğu yerlerde hareketlilik yaratması sebebiyle nüfus artışı olmaktadır. Demiryolu istasyonları zorunlu uğrama noktaları olduğundan yolcular için kurulan ticaret noktalarında artış olmaktadır (İncili, 2018).

Havayolu ulaşım sistemi ise, karayolu ve demiryolu ulaşım sistemleri kadar olmasa da nüfus ve yerleşmede etkilidir. Havayolu ulaşımı nüfusun artışına bağlı olarak gelişen bir ulaşım sistemidir. Nüfusun fazla olduğu ve ulaşım talebin arttığı bölgelerde kurulan ve birden çok yerleşim yerinin kullanabileceği konumda olabilen ulaşım şeklidir. Kütahya Zafer havaalanını örnek verirse, Afyon ve Kütahya şehirleri arasına konumlandırılmış olmasının amacı, iki farklı şehrin faydalanması içindir.

Denizyolu ulaşım sistemi ise, genellikle yük taşımacılığı için tercih edildiğinden ticaretin ve sanayinin yoğun olduğu bölgelerde gelişmiştir. Yapılacak olan limanların konumları, o şehrin diğer ulaşım sistemleri ile olan bağlantısı açısından çok önemlidir. İstanbul, Kocaeli, İzmir gibi şehirlerdeki limanlar bu şehirlerinin nüfuslarının çokluğu nedeniyle daha önemli hale gelmiştir. İzmir limanı, Manisa'nın sanayisinin gelişmesinde ve nüfusunun artışında önemli rol oynamıştır. İzmir'in batı tarafı deniz, doğu tarafı dağlık olduğu için sanayi büyümesi kısıtlandığından yatırımcılar Manisa şehrine yönelmiş ve büyük fabrikalar yapılmıştır. Bu durum, istihdam yarattığı için Manisa'nın nüfusunda artışlar meydana gelmiştir.

3.4.8. Endüstriyel etkenler

Günümüzde endüstriyel etmenlerin ulaştırma altyapılarına etkileri fazladır. Altyapı yatırımı yapılmak istenen bölgenin sanayileşme düzeyi, turizm durumu ve ticaret hareketliliği endüstriyel etmenler olarak sayılabilir. Bu etmenler, bölgedeki nüfusu arttıran özellikler olduğu için yapılacak olan altyapı yatırımlarının büyüklük ve kalitelerini de bir hayli etkilemektedir.

Ticaretin günümüz toplumlarında önemi bir hayli fazladır. Günümüzde ülkelerin güçleri ekonomik durumlarıyla paralellik göstermektedir. Nüfusun fazla olduğu, ulaştırma altyapısının gelişmiş ve alternatifli olduğu bölgelerde, genellikle ticari hareketlilik daha fazladır. Tarihten örnekler vermek gerekirse, baharat yolu, ipek yolu gibi ticari yolların geçtiği güzergâhlardaki ulaştırma altyapıları daha gelişmiştir. Ticaretin geliştiği ve hareketliliğin olduğu güzergâhlar üzerinde kervansaray yapılarının, daha büyük ve daha sık olduğu bilinmektedir. Günümüzün Türkiye'sinde, ticaretin en yoğun olduğu bölge Marmara bölgesidir. İstanbul'un büyüklüğü, Bursa'nın otomotiv sektöründeki gelişmişliği, İzmit'in deniz taşımacılığına uygun oluşu bölgenin ticari hayatına hareketlilik getirmektedir. Bu ticari hareketliliğin fazla oluşu, ulaştırma altyapılarının büyüklüğünü ve kalitesini etkilemekte ve yoğun trafik hacimlerine göre tasarlanan karayolları, demiryolları, havayolları ve limanlar inşa edilmektedir.

Endüstriyel etmenlerden biri de, turizmdir. Bir yörenin turizm açısından gelişmiş olmasının şartı, o bölgenin ulaşılabilirliği ve artan nüfusun ulaştırmaya olan talebine cevap verebilmesidir. Bölgedeki ulaştırma imkânları, turizm mevsimi dışındaki ulaşım talebinin üzerinde bir yoğunluğa göre tasarlanıp inşa edilmelidir. Ulaştırma, turistik yerlere değer kazandırır. Turizmi nitelik ve kalite açısından geliştirir. Turizme bağlı ulaştırma; turistlerin ihtiyaçlarına cevap veren gezinti yolları ve özel ulaştırma yapılarından (teleferik, fayton vb.) oluşmaktadır (Yıldız Ö. , 2017). Bu durum, ülkeye gelen turist sayısının artmasına ve ülke ekonomisine olan faydasının artmasına neden olur.

Bir bölgenin sanayileşme seviyesi, o bölgeye yapılacak olan ulaştırma altyapılarının konumunu ve büyüklüğünü etkilemektedir. Altyapı yatırımları yapılmadan önce, yatırımın yapılacağı bölgenin sanayileşme düzeyi dikkate alınır. Sanayi açısından gelişmiş bölgelerde istihdam artışı olduğu için ulaşım talebi artmaktadır. Bu durum, ulaştırma altyapılarının konumunu ve büyüklüğünü etkilemektedir. Sanayileşmenin geliştiği şehirlerde ağır

araçların fazla olması sebebiyle, daha geniş ve daha büyük yollar yapılmaktadır.



Şekil 3. 26. Manisa Organize Sanayi Bölgesi.

Şekil 3.27.'de görüldüğü gibi, Manisa ili, sanayileşme açısından Türkiye'nin en büyük şehirleri arasında yer almaktadır. Konum olarak Manisa'nın İzmir'e ve İzmir Limanına yakın olması, yabancı fabrikaların gün geçtikçe artmasına neden olmaktadır.

3.5. Ulaştırma Altyapısı Sorunları

Ülkemizde altyapı sorunu genellikle geçmişe dayanan bir sorundur. Cumhuriyetimizin kuruluş yıllarında altyapı çalışmaları için kullanılan ekipmanların yetersizliği, uzman personelin olmayışı, savaş döneminden yeni çıkıldığı için ekonomik kaynakların yetersizliği ve eldeki ekonomik kaynakların savaş sonrası ortaya çıkan yıkımın onarılması için kullanılması, daha çok üstyapı yatırımının yapılmasına neden olmuştur. Bu nedenle, bu dönemdeki altyapı yatırımları geri planda kalmış ve altyapı yatırımlarının sağlıklı olmasına neden olmuştur. 1980 yılı sonrası altyapıya yapılan yatırımlar yavaş yavaş artmış, 2000'li yıllardan sonra artış hızlanmıştır. Buna rağmen geçmişte yaşanan savaş sonrası dönemin etkisiyle oluşan gelişigüzel ve plansız yapılaşmadan kaynaklanan altyapı sorunlarının etkileri günümüze yansımaktadır.

Günümüzde artan nüfusla beraber ulaşım sistemlerine olan talep, her geçen gün artmaktadır. Ülkemizde hızlı bir kentleşmeyle birlikte nüfusta meydana gelen aşırı artış, planlanan ve yapılması gereken altyapı çalışmalarının uygulamaya konulanlarının önüne geçmesine sebep olmaktadır. Teknik altyapılar özellikle plan değişikliklerinden olumsuz etkilenmekte ve plan değişiklikleri ile nüfus yoğunluğundaki artış ve arazi kullanım durumu değişiklikleri gibi nedenler teknik altyapının yetersiz kalmasına sebep olmaktadır. Karayollarında kazaların çeşitli nedenlerle sık yaşandığı, karayolları altyapısının yetersiz olduğu noktalara kara nokta denilmektedir. Bu noktalardaki kazalar sürücü hatalarından olabileceği gibi, yol altyapı tasarımından kaynaklanan teknik sorunlar nedeniyle de olabilmektedir. Ülkemizde 2018 yılı itibariyle 63 tane belirli noktalarda yoğunlaşmış kaza kara noktası vardır.



Şekil 3. 27. Kaza kara noktaları (KGM, 2018).

Şekil 3.28.'de Türkiye'deki trafik kazalarının tasarım ve uygulama hatası sebebiyle sıklaştığı noktaların konumları gösterilmiştir. Karayollarının altyapı sorunlarına karşı gerçekleştirilmeyen ulaşım mühendisliği faaliyetleri (bölünmüş yol yapımı, yolların bakım ve onarımın sık sık yapılması, üst ve alt geçit inşaatları vb.) trafik kazalarının oluşmasında önemli bir faktördür.

Bunu yanında, yol inşaatı projelerinin teknik standart ve donanımının yeterli olması çok önemlidir. Teknik açıdan sorunlu ve donanımları kısıtlı olan yol projelerinin gerçekleştirilmesi, trafik güvenliği açısından ileride çözümü çok zor ve maliyetli olan veya çözümü olmayan sorunlara yol açacaktır. Yolların yapımında kullanılan malzemeler, yolların geçmesi planlanan güzergâhlar ve çevre faktörü de ulaşım altyapılarına doğrudan etki etmektedir. Yollar planlanırken bölgenin iklimi, zemin durumu, depremselliği, trafik yoğunluğu, sanayileşme düzeyi vb. gibi hususlar dikkate alınmalıdır (Çelik C. , 2007). En büyük eksik ise, kurumlar arasındaki koordinasyon eksikliğidir. Konuyla ilgili kurum ve kuruluşların sürekli birbiri ile iletişimde olması, projelerin sık sık kontrol edilmesi, fikir alışverişinde bulunulması çok önemlidir.

Çizelge 3. 13. 2017 yılı trafik kazalarında etken olan yol kusurlarına ait bilgiler (KGM, 2018).

Yol Kusurları	Yerleşim Yeri		Yerleşim Yeri Dışı		Toplam	
	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%	Kusur Sayısı	%
Yol Sathında Gevşek Malzeme	171	29,95	264	66,00	435	44,8
Yolda Münferit Çukur	146	25,57	48	12,00	194	19,98
Şerit Çökmesi	101	17,69	31	7,75	132	13,59
Kısmi veya Münferit Çökme	58	10,16	29	7,25	87	8,96
Tekerlek İzinde Oturma	71	12,43	13	3,25	84	8,65
Düşük Banket	24	4,20	15	3,75	39	4,02
Toplam	571	100	400	100	971	100

Çizelge 3.13.'te altyapı sorunları nedeniyle oluşan yollardaki bozulmalar sonucu meydana gelen trafik kazalarının sayıları ve yüzdeleri verilmiştir. 2017 yılındaki kaza oranlarına bakıldığında, en ciddi yol kusurunun, yol sathında gevşek malzeme kullanılması olduğu görülmüştür. Bu yol kusuru, kazalara % 44,8'lik oran ile en

çok etki eden faktördür. Bu durum, yol altyapısı inşaatlarında kullanılan malzemenin cinsinin, yapısının ve inşa sırasında sıkıştırılmasının ne kadar önemli olduğunu göstermektedir. Bu kusuru % 19,98’lik oranla yolda münferit çukur kusuru takip etmektedir. Ülkemizde günlük hayatta sık karşılaştığımız bir sorundur.

Çizelge 3. 14. Yolun geometrik özelliğine göre trafik kazaları ve oranları (KGM, 2018).

	Şehir İçi		Şehir Dışı		Toplam	
Yatay Güzergâh	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Düz Yol	121 849	89,69	32 150	68,67	153 999	84,30
Viraj	11 925	8,78	9 631	20,57	21 556	11,80
Tehlikeli Viraj	2 079	1,53	5 035	10,75	7 114	3,89
Toplam	135 853	100	46 816	100	182 669	100
Düşey Güzergâh	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Eğimsiz	109 625	80,69	31 275	66,80	140 900	77,13
Eğimli	24 965	18,38	14 005	29,91	38 970	21,33
Tehlikeli Eğim	938	0,69	1 172	2,50	2 110	1,16
Tepe Üstü	325	0,24	364	0,78	689	0,38
Toplam	135 853	100	46 816	100	182 669	100
Diğer	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%	Kaza Sayısı	%
Dar Yol	1 399	1,03	781	1,67	2 180	1,19
Köprü Üstü	836	0,62	508	1,09	1 344	0,74
Tünel İçi	587	0,43	235	0,50	822	0,45
Köprü Altı	459	0,34	99	0,21	558	0,31
Menfez Üstü	149	0,11	267	0,57	416	0,23
Kasis	156	0,11	11	0,02	167	0,09
Dar Köprü	54	0,04	39	0,08	93	0,05
Hiçbiri	132 853	97,32	44 876	95,86	177 089	96,95
Toplam	135 853	100	46 816	100	182 669	100

Çizelge 3.14’te görüldüğü gibi, proje veya tasarım kaynaklı yollarda oluşan altyapı eksikliği, ölümlü ve yaralanmalı kazalara neden olmaktadır. Yoldaki tasarım ve proje hataları nedeniyle yatay güzergâhta oluşan düz yol hatası kaza sayısı 121 849’dur ve % 89,69 ile yatay güzergâh yol eksikliklerinde en büyük problemidir. Karayolunda alıyman mesafesinin uzun olması sürücünün dikkatini dağıtmakta veya yol güzergâhına göre güneşin sürücüye karşıdan gelmesi sonucu görüşü azaltması bu durumda en önemli nedenlerdir. Düşey güzergâhta ise yoldaki en büyük altyapı tasarım eksikliği yolun eğimsiz olmasıdır. Eğimsiz yollarda toplam 109 625 kaza meydana gelmiştir.

Havayollarında ise altyapı açısından en büyük problemi, pistler ve tasarım meydana getirmektedir. Pistlerin inşasında rüzgârın geliş yönü çok önemlidir. Denizyolu ulaştırma sistemlerinde altyapı eksikliği olarak limanın konumu ve ulaşılabilirliği başta gelmektedir. Limanın inşasından önce liman yapılacak olan bölgenin konumu ve ulaşılabilirliği dikkate alınmalıdır. Demiryolu ulaşım sistemlerinde altyapı eksiklikleri ise, karayolu ulaşımına paralellik göstermektedir. Demiryolunda güzergâh belirlenirken dikkate alınacak en önemli faktör zemindir. Önceden zemin etütlerinin yapılması, zeminin taşıma gücünün hesaplanması ve uygulanması çok önemlidir.



Şekil 3. 28. Çorlu’da 2018 yılındaki tren kazası.

Şekil 3.29.’da tren yolundaki altyapı malzemesinin kayması görülmektedir. Buradan hareketle altyapının ne kadar önemli olduğu görülmektedir.

3.6. Altyapı Yatırımlarının Planlanması

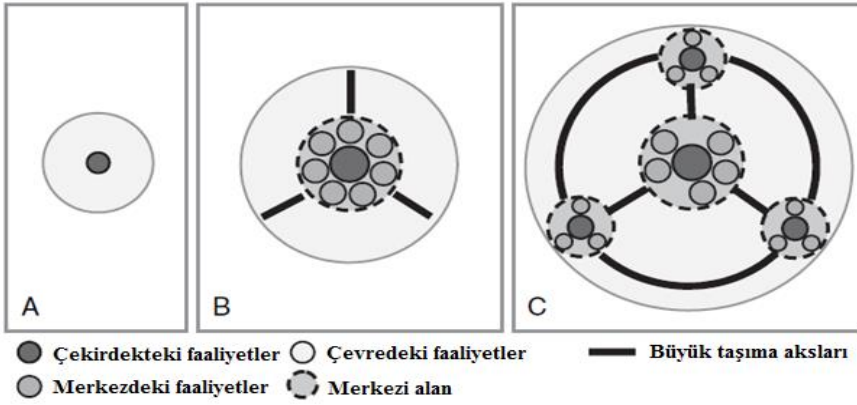
Günümüzde, hemen herkesin kullandığı ulaşım sistemleri, ülkemizde özellikle son yıllarda kırsal kesimlerden şehir merkezlerine göçün artması nedeniyle kentlerimizde beklenenden daha fazla nüfus artışının meydana gelmesine ve motorlu taşıt sayılarının artmasına neden olmuştur. Gelişmekte olan ülkelere bu durum, altyapı eksikliğine ve buna bağlı olarak tıkanmaya, işletim maliyetlerinde artışa ve zamanın değerinin artmasına yol açmaktadır. Bu nedenler ise, özellikle kent merkezlerinde düzensiz ve plansız büyümeye yol açmaktadır.

Var olan bir ulaştırma sisteminin kapasitesinin artırılmasına yönelik gerçekleştirilen planlama ve yatırım çalışmaları, sürdürülebilirliği göz ardı ederek toplumu otomobile bağımlı kılmakta ve arazilerin verimsiz bir şekilde kullanılmasına neden olmaktadır. Trafikteki sıkışıklığı azaltmak için yapılan kapasite artırımları, başlangıçta içsel maliyetleri azaltır gibi görünse de uzun dönemde artışa geçirecektir. Ayrıca yollardaki kapasite artırımını, uzun dönemli düşünüldüğünde, trafik sıkışıklığının azaltılması için uygun bir yol değildir. Üretilen ve doğan trafik artan kapasiteyi hızlı bir şekilde doldurur. Sadece yol kapasitesini artırmayı planlamak, araç sahiplerinin araç kullanım süresini artırmaktadır. Bu durum, adaletsiz ve etkisiz bir planlama olduğunu göstermektedir (Haldenbilen, 2003).

Gelişmekte olan ve alt yapı sorunu yaşayan ülkeler, mevcut ulaşım talebini karşılayamadıkları için ulaşımın etkili olduğu tüm sektörlerde sorunlar yaşamaktadır. Özellikle ülkemiz gibi karayolu ulaştırma sistemine ağırlık veren ülkeler, genellikle arzı artırma yoluna gidip kısa süreli planlamalar yapmışlardır. Ancak yapılan çalışmalar sonucunda, kapasite artırımının uzun süreli planlamalarda yetersiz kaldığı, doğan yeni talepler karşısında kapasitesi artırılan yollarında yetersiz kaldığı görülmüştür. Bazı yollarda ise gereksiz kapasite artırımına gidilmiş ve beklenen talep görülememiştir

(Haldenbilen, 2003). Bu durum, arazinin verimsiz kullanımına ve ülke için gereksiz masrafa neden olmaktadır.

Ulaştırma ağlarının kentlerin ekonomik, sosyal ve fiziksel gelişmeleri üzerinde büyük bir etkisi vardır. Genellikle merkezi yerleşim alanları, büyük kapasiteli karayollarının yakınında, ana ulaşım bağlantı noktaları çevresinde ve erişilebilirliğin yüksek olduğu bölgelerde gelişmektedir.



Şekil 3. 29. Kentin mekânsal yapısı ve ulaşım ağları.

Şekil 3.30.'da görüldüğü gibi, özellikle nüfusu fazla olan kentlerimizde bu tür planlama olması gerekmektedir. Büyük taşıma yolları, ulaşım sistemlerinin birbiri ile koordine olması ve düzenli bir yapılaşma kentlerdeki trafik yükünü ve kargaşayı önlemek için bir çözümdür. Günümüzdeki birçok kentte ise, konut, ticaret, sanayi ve tarım alanları birbirinden ayrı konumlarda olsa da, kent merkezlerinde birbirine yakın konumlarda yer almaktadır. Kamu binaları, çalışma ofisleri, dükkânlar, bankalar ve diğer faaliyet alanları iç içe geçmiş ve karmaşık durumdadır.

Kıyısı olan şehirlerimizde denizyolu ulaşımından yararlanılması maliyeti düşürmekte ve şehir içindeki trafiği azaltmaktadır. Denizyolu ulaşımı, maliyeti düşük ve konforlu bir ulaşım türüdür. Dezavantajı ise, kapıdan kapıya hizmet verememesinden dolayı farklı ulaşım

sistemleri ile koordineli olarak planlanmasının zorunlu olmasıdır. Demiryolunda ise, gerek yolcu gerekse yük taşımacılığında, diğer ulaştırma sistemleri ile kıyaslandığında daha az enerji tüketilmektedir (Akbulut, 2016, s. 344). Ayrıca şehir merkezlerinde tercih edilmesi durumunda araç trafiğini hafifletme, zaman kaybını ve buna bağlı stresi azaltma, karbon salınımını düşürme gibi faydalar sağlayan çok etkili bir taşımacılıktır. Kapıdan kapıya yolculuk hizmeti sunmadığı için diğer ulaştırma sistemleri ile koordineli olması gerekmektedir.

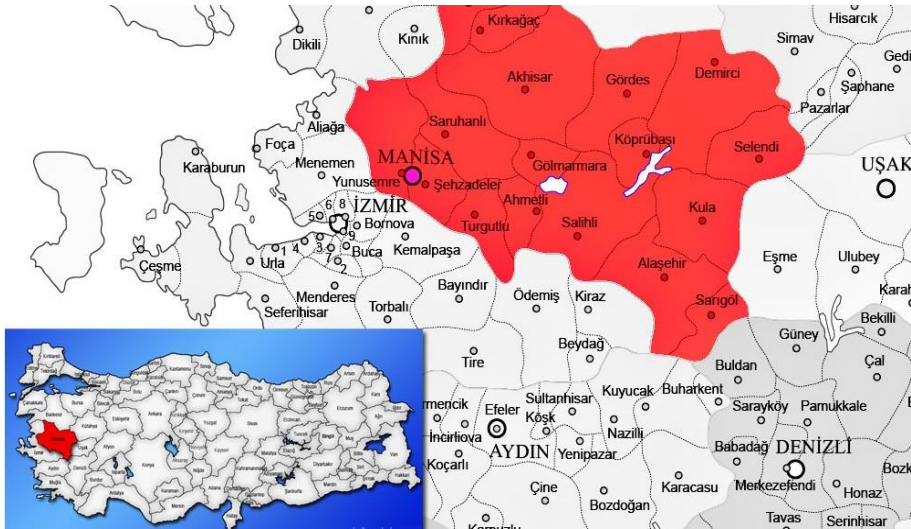
Altyapı planlamasında en temel konulardan biri, şüphesiz maliyettir. Ulaştırma sistemleri, altyapı yatırımları yüksek maliyetli olan yatırımlardır. Ülkemizde altyapı yatırımlarının maliyetleri doğru hesaplanamamaktadır. Yatırımların projelendirme ve tasarımı aşamasında yeterli ve detaylı bir çalışma yapılmaması nedeniyle altyapı yatırımlarının maliyetleri gerçekçi olarak belirlenememektedir (Korkmaz, 2011). Bu durum, altyapı planının değişmesine, tahmin edilen süreler içinde yatırımın tamamlanamamasına ya da yatırımların maliyetlerinde aşırı farklar çıkmasına neden olmaktadır.

4. ARAŞTIRMANIN DEĞERLENDİRİLMESİ

4.1. Manisa İline İlişkin Bilgiler

Araştırma alanımız olan Manisa ili, Türkiye'nin Ege Bölgesinde yer almakta olup doğusunda Uşak ve Kütahya, batısında İzmir, kuzeyinde Balıkesir, güneyinde Aydın ve güneydoğusunda

Denizli illeri bulunmaktadır. Matematik konum olarak ise, 27° 08' ve 29° 05' doğu boylamları ile 38° 04' ve 39° 58' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. Yüzölçümü, 13 810 km²'dir. Şehrin yükseltisi ise, 50 metre ile 850 metre arasında değişmektedir. İl merkezinden doğuya doğru gidildikçe yükselti artmaktadır (MBB, 2018).



Şekil 4. 1. Manisa ili lokasyon haritası.

Şekil 4.1.'de Manisa iline ait lokasyon haritası verilmiştir. Manisa ilinde hemen hemen bütün yeryüzü şekillerine rastlamak mümkündür. Bu yeryüzü şekillerinin ağırlıklı olarak % 54,3'ünü dağlar, % 27,8'ini platolar ve % 17,9'unu ise ovalar oluşturmaktadır. Dağlık ve sarp alanlar ilin doğu, kuzey ve güneyinde yer almaktadır. Dağların batıya doğru gidildikçe yükseltisi azalmakta, dere ve çaylarla

kesilmektedir (MBB, 2018). En önemli yeryüzü şekilleri ise, ilin güneyindeki Spil Dağları ve kuzeyindeki Gediz Ovası'dır.

Manisa ilinde Akdeniz iklimi ile birlikte İç Anadolu'nun karasal iklim tipi görülmektedir. Ovalar ve bu ovaları çevreleyen vadilerde karasal nitelikli Akdeniz iklimi görülürken yüksek rakımlı dağlık bölgeler ve platolar ile birlikte kuzey ve kuzeydoğusundaki dağlar ve platolarda İç Anadolu'nun karasal nitelikli iklim tipi hüküm sürmektedir. Manisa ovalarında ise Akdeniz iklimi görülmektedir. Sıcaklık yaz aylarında yükselirken yağışlar genelde kış aylarında yaşanmaktadır. Şehirde deniz olmamasına rağmen denize çok yakın bir konumda yer almaktadır. Ovaların çevresindeki dağlar yüksek rakımlı olmadığı ve denize dik olduğu için denizin etkisi batıdan doğuya gidildikçe azalmaktadır. Ova kesimlerinin ikliminde denize yakınlık nedeniyle yumuşama olurken şehir merkezinde Manisa dağının şehre bakan sarp yüzü nedeniyle yazın yanıcı kışın ise dondurucu bir hava görülmektedir (MBB, 2018).

Manisa iline ulaştırma sistemleri altyapısı açısından bakıldığında ağırlıklı olarak karayolu ulaşımının olduğu görülmektedir. İlde deniz bulunmadığı için deniz ulaşımı yoktur. Ancak konum olarak İzmir'e yakın olması nedeniyle denizyolu ulaşımı gerektiğinde İzmir'den sağlanabilmektedir. Şehirde havaalanı mevcut değildir. Ancak yine konum olarak İzmir Adnan Menderes Havaalanına yakın olması nedeniyle havayolu ulaşımı İzmir'den karşılanmaktadır. Şehir merkezinde ulaşım altyapısı olarak karayolu ulaşımı vardır. Demiryolu istasyonunun bulunması şehirlerarası demiryolu ulaşımına elverişlidir. Ancak şehir merkezinde demiryolu altyapısı yoktur.

4.2. Çalışmanın Uygulaması

Ulaştırma sistemlerinin altyapısına etki eden faktörlerin belirlenebilmesi ve belirlenen bu faktörlerin önem derecelerine karar verilebilmesi için ana kütle ve örneklem tanımlaması, araştırmanın amacına yönelik verilerin toplanma yöntemi, araştırmanın ön kabulleri

ve yönteminden bahsedilerek frekans dağılımları, faktör ve güvenilirlik analizi, AHP tanımı ve uygulaması ile sonuçlara yer verilmiştir.

4.2.1. Araştırmanın Ana Kütlesi ve Örneklemi

Araştırmanın ana kütlesini Türkiye’deki ulaştırma sistemlerinin alt yapı faktörlerine yönelik görüşler oluşturmaktadır. Bu bağlamda Marmara Bölgesi ve İzmir İli arasında önemli bir geçiş konumuna sahip bulunan ve sanayileşme yönünden gelişmiş olan Manisa İlinde görev yapan İnşaat Mühendislerinin görüşleri ise araştırmanın örneklemi oluşturmaktadır. Bu nedenle uygulamanın esasını oluşturan inşaat mühendislerinin görüşlerinin doğruluğu ve değerlendirmesi, genel bir görüşe sahip olabilmek açısından önem taşımaktadır.

4.2.2. Veri Toplama Yöntemi

Çizelge 4.1. Uygulanan anket çalışması.

KİŞİSEL BİLGİLER							
Cinsiyet	☐ Kadın ☐ Erkek						
Çalıştığınız Sektör	☐ Özel ☐ Kamu						
Sektör Tecrübeniz	☐ 0-2 ☐ 3-5 yıl ☐ 5 ve üzeri						
Eğitim Düzeyiniz	☐ ☐ Yüksek lisans ☐						
Yaş	☐ 23-27 ☐ 28-32 ☐ 33 ve üzeri						
<u>1- Etkisiz</u>	<u>2- Az etkili</u>	<u>3- Belirsiz</u>	<u>4- Etkili</u>		<u>5-</u>		
SORULAR			1	2	3	4	5
1- Arazinin zemin durumu (imar vb.)			☐	☐	☐	☐	☐
2- Arazinin zemin cinsi			☐	☐	☐	☐	☐
3- Doğal zeminin taşıma gücü			☐	☐	☐	☐	☐
4- Bölgenin eğimi			☐	☐	☐	☐	☐
5- Bölgenin yükseltisi			☐	☐	☐	☐	☐
6- Bölgedeki yerçekilleri			☐	☐	☐	☐	☐
7- Bölgenin iklimi			☐	☐	☐	☐	☐
8- Bölgenin bitki örtüsü			☐	☐	☐	☐	☐
9- Bölgedeki doğal kaynaklar			☐	☐	☐	☐	☐
10- Bölgenin yıllık ortalama yağış miktarı			☐	☐	☐	☐	☐

11- Bölgedeki yağış tipi	☐	☐	☐	☐	☐
12- Bölgenin turizm alanındaki önemi	☐	☐	☐	☐	☐
13- Bölgedeki sanayileşme	☐	☐	☐	☐	☐
14- Bölgenin ticaret alanında gelişmişliği	☐	☐	☐	☐	☐
15- Yatırımın ekonomik olması	☐	☐	☐	☐	☐
16- Konum itibarıyla diğer ulaşım sistemleri ile	☐	☐	☐	☐	☐
17- Nüfusun yerleşim planı	☐	☐	☐	☐	☐
18- Projede görev alacak personelin niteliği	☐	☐	☐	☐	☐
19- Alt yapının dayanıklılığı için kullanılan	☐	☐	☐	☐	☐
20- Bölgedeki nüfusun yoğunluğu	☐	☐	☐	☐	☐
21- Bölgedeki nüfusun talebi	☐	☐	☐	☐	☐
22- Bölgedeki planlanan sanat yapıları (köprü,	☐	☐	☐	☐	☐
23- Bölgedeki planlanan diğer alt yapılar (su,	☐	☐	☐	☐	☐
24- Bölgedeki nüfusun seyahat oranı	☐	☐	☐	☐	☐
25- Planlanan ortalama taşıt sayısı	☐	☐	☐	☐	☐

Araştırmanın yapılabilmesi için gerekli olan veriler anket yöntemi ile toplanmıştır. 5 Likert’li oluşturulan anket formunda, beş adet demografik bilgilere yönelik ve yirmi beş adet de çalışmanın amacına yönelik olmak üzere toplam 30 adet soru sorulmuştur. Çalışmanın amacına yönelik hazırlanan anket formu, Manisa İlinde farklı kurumlar ve pozisyonlarda görev yapan ve ulaştırma sistemlerinin inşası açısından gerekli bilgi ve görüşlere sahip olan inşaat mühendislerine uygulanmıştır. Değerlendirmeye toplam 255 inşaat mühendisi katılmış olup uygulanan anket formlarında herhangi bir eksiklik ve hata olmamasından dolayı tamamı dikkate alınmıştır.

Anketlerin inşaat mühendislerine uygulanma nedeni ulaştırma sistemlerinin uzmanlık gerektirmesi ve ulaştırma sistemlerinin teknik konularında bilgisi olan, eğitimini alan kişilerin görüşlerini almak açısından yapılmıştır.

4.2.3. Araştırmanın Ön Kabulleri ve Yöntemi

Örnekleme grubunda yer alan inşaat mühendislerinin anket formlarında yer alan ifadeleri doğru algılayıp yanıtlayabilecek sosyo-

kültürel düzeye sahip oldukları kabul edilmiştir. Anket formlarının yanlış şekilde doldurulması nedeniyle çalışmanın amacından uzaklaşılması için uygulanan her anket hemen kontrol edilmiştir. Anket formunun giriş kısmında yanıtlayanlardan formu doldurmaları istenmiş ve verecekleri cevapların sadece akademik amaçla kullanılacağı belirtilmiştir. İlave olarak araştırmanın güvenilirliğini arttırmaya yönelik olarak katılımcılardan isim veya kimlik bilgisi istenmemiştir.

Amaca yönelik toplanan anket formlarındaki veriler, “IBM SPSS Statistics 25” paket programına işlenmiş olup araştırmanın ilk kısmını oluşturan ulaştırma sistemlerinin altyapı faktörlerinin belirlenebilmesi amacıyla faktör ve güvenilirlik analizleri yapılmıştır. Belirlenen bu faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesi ise çalışmanın ikinci kısmını oluşturmaktadır. Bu faktörlerin önem dereceleri ise çok kriterli karar verme tekniklerinden birisi olan AHP yöntemi ile belirlenmiştir.

Çalışmada AHP yönteminin kullanılma nedenleri olarak;

1) Çok değişkenli problemlerde genel olarak AHP yönteminin kullanılması

2) Oluşturulan faktörlerin birbirinden bağımsız olması ve AHP yöntemi için uygun olması

3) Literatür taraması sonucu ulaştırma sistemlerinin altyapısı konusunda AHP çalışmasının olmaması AHP yönteminin seçilmesinde etkili olmuştur.

4.2.3.1. Demografik bilgilerin frekans dağılımı

Araştırmaya katılan İnşaat Mühendislerinin çalıştığı sektör, cinsiyet, sektör tecrübesi, eğitim düzeyi ve yaş aralığı dağılımlarına ilişkin frekans çizelgeleri incelenmiştir. Tüm çizelgelerde de görüldüğü gibi toplam katılımcı sayısı 255’dir.

Akademisyenlerce kabul gören aşağıdaki kuralların dikkate alınması örnekleme konusunda hata olasılığını azaltacaktır.

- 30'dan büyük 500'den küçük örnek büyüklükleri çoğu araştırma için yeterlidir.
- Örneklerin alt gruplara (eğitim, yaş, cinsiyet, statü vb.) ayrılması durumunda her kategorinin örnek büyüklüğünün en az 30 olması gerekir.
- Regresyon dahi olmak üzere çok değişkenli analiz için örnek büyüklüğünün çalışmada kullanılan değişken sayısının birkaç katı (tercihen en az 10 katı veya daha fazlası) olmasına dikkat edilmelidir (Altunışık vd., 2012).

Anket çalışmasında uygulamaya yönelik 25 sorunun bulunması ve hata oranının en az olması için soru sayısının en az 10 katı uygulanması gerekmektedir. Bu yüzden anket sayısı minimum 250 uygulanması hata olasılığını azaltmaktadır.

Çizelge 4. 2. Görev yapılan sektör dağılımı.

Çalışılan Sektör	Katılımcı Sayısı	Oranı
Özel	199	78,0
Kamu	56	22,0
Toplam	255	100,0

Araştırmaya katılan İnşaat Mühendislerinin 199 tanesi özel sektörde, 56 tanesi ise kamu sektöründe görev yapmaktadır. Çizelge 4.2.'de görüldüğü % 78 oran ile özel sektörde çalışan katılımcı sayısı üstünlüğe sahiptir.

Çizelge 4. 3. Katılımcıların cinsiyet dağılımı.

Cinsiyet	Katılımcı Sayısı	Oranı
Kadın	60	23,5
Erkek	195	76,5
Toplam	255	100,0

Çizelge 4.3.' te ise araştırmaya katılan 195 İnşaat Mühendisinin 60 tanesinin kadın, 195 tanesinin ise erkek olduğu görülmektedir. Sektördeki iş tanımı ve nitelikleri göz önünde bulundurulduğunda bu oranların normal olduğu tahmin edilmektedir.

Çizelge 4. 4. Katılımcıların sektör tecrübesi dağılımı.

Sektör Tecrübesi	Katılımcı Sayısı	Oranı
0-2 yıl	132	51,8
3-5 yıl	56	22,0
5 ve üzeri yıl	67	26,3
Toplam	255	100,0

Çizelge 4.4.' de sektör tecrübesi az olan İnşaat Mühendislerinin sayısının 132 olduğu görülmektedir. Bu sayının fazla olmasının nedeninin ise, sektörde önemli bir yere sahip olan yapı denetim şirketlerinin daha çok sektörle yeni tanışacak olan İnşaat Mühendislerini tercih etmesinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Aynı zamanda özel sektörde faaliyet gösteren yapı denetim şirketlerinin sayısının fazla olması, bu sayının yüksek olmasının normal karşılanabileceğini göstermektedir. Daha sonra sektör tecrübeleri sıralamasını % 22' lik oran ile 3-5 yıl ve % 26,3 oran ile 5 yıl ve üzeri tecrübesi olan İnşaat Mühendislerinin oluşturduğu görülmektedir. Burada inşaat sektörünün emek yoğun ve tecrübe gerektiren sektör olması nedeniyle tecrübesi fazla olan İnşaat Mühendislerinin görüşleri AHP yönteminde esas alınmıştır.

Çizelge 4. 5. Katılımcıların eğitim düzeyi dağılımı.

Eğitim Düzeyi	Katılımcı Sayısı	Oranı
Lisans	213	83,5
Yüksek Lisans	38	14,9
Doktora	4	1,6
Toplam	255	100,0

Araştırmaya % 83,5 ile Lisans, %14,9 ile Yüksek Lisans ve % 1,6 ile Doktora eğitim düzeyine sahip İnşaat Mühendisleri katılmıştır. Bir ülkenin gelişmişlik düzeyinin belirlenmesinde baz alınabilecek

inşaat sektörü gibi önemli sektör de eğitim düzeyinin daha da artırılması gerektiği Çizelge 4.5.’te görülen değerlere göre söylenebilir.

Çizelge 4. 6. Katılımcıların yaş dağılımı.

Yaş Aralığı	Katılımcı Sayısı	Oranı
23-27 yaş	162	63,5
28-32 yaş	49	19,2
33 ve üzeri	44	17,3
Toplam	255	100,0

Son olarak, araştırmaya % 63,5 ile 23-27 yaş, % 19,2 ile 28-32 yaş ve % 17,3 ile 33 ve üzeri yaşta olan İnşaat Mühendisleri katılmıştır. Çizelge 4.6.’ya göre gelecekte inşaat sektöründe faaliyet gösteren tecrübeli İnşaat Mühendisleri sayısının daha fazla olacağı tahmin edilmektedir.

4.2.3.2. Faktör ve güvenirlik analizi

Çizelge 4. 7. KMO ve Barlett testleri.

KMO ve Bartlett Testi	
Örneklem Yeterliliğinin Kaiser-Meyer-Olkin Ölçümü	0,817
Bartlett Testi Anlamlılığı	0,000

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi Kaiser-Meyer-Olkin yeterlilik katsayısının 1’e yakın olması faktör için değişkenlerinin uyumlu olduğunu göstermektedir. Barlett testinin anlamlılık değerinin $p < 0,05$ olması ise, faktör analizinin bu değişkenler için uygunluğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.8.’de gösterilen faktörler kendilerini oluşturan soruların özelliklerine göre adlandırılmıştır. Bunlar sırasıyla “Endüstriyel Durum”, “İklim”, “Yeryüzü Yapısı”, “Proje Uygulaması”, “Nüfus”, “Kapasite Planlaması” ve “Diğer Alt Yapı Planlamaları” olarak nitelendirilmiştir. Oluşan faktörlerin uygunluğunu test etmek için de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) ve

Barlett testleri kullanılmıştır. Bulunan KMO test değerinin 0,5 den büyük ve Barlett testinde ise anlamlılık değerinin $p < 0,05$ olması gerekmektedir. Bu koşulların sağlanması durumunda faktör analizinin uygunluğundan söz edilebilir (Özdemir, 2010, s. 285-286).

Çizelge 4. 8. Faktör tablosu ve faktör yük değerleri.

Boyut	1.Faktör	2.Faktör	3.Faktör	4.Faktör	5.Faktör	6.Faktör	7.Faktör
Bölgenin turizm alanındaki gelişmişliği	,730						
Bölgedeki sanayileşme düzeyi	,810						
Bölgenin ticaret alanındaki gelişmişliği	,758						
Bölgenin iklimi		,612					
Bölgenin bitki örtüsü		,558					
Bölgenin yıllık ortalama yağış miktarı		,793					
Bölgedeki yağış tipi		,774					
Bölgenin ortalama eğimi			,725				
Bölgenin yükseltisi (rakımı)			,841				
Bölgedeki yer şekilleri			,761				
Yatırımın ekonomik olması				,616			
Konum itibarıyla diğer ulaşım sistemleri ile bağlantısı				,668			
Projede görev alacak				,638			

personelin niteliği							
Alt yapının yapımı için kullanılan teknoloji				,559			
Nüfusun bölgedeki yerleşim şekli					,704		
Bölgedeki nüfusun yoğunluğu					,750		
Bölgedeki nüfusun talep düzeyi					,711		
Bölgedeki nüfusun seyahat oranı (hareketliliği)						,637	
Altyapıyı kullanması planlanan ortalama taşıt sayısı						,703	
Doğal zeminin taşıma gücü							,654
Bölgedeki planlanan sanat yapıları (köprü, tünel vb.)							,682
Bölgedeki planlanan diğer alt yapılar (su, elektrik vb.)							,621

Araştırmanın amacına uygun olarak sorulan 25 tane sorunun tamamı boyut sayısını azaltmak amacıyla faktör analizine tabi tutulmuştur. Çizelge 4.8.'de görüldüğü gibi 7 adet faktör oluşmuştur. Bölgedeki doğal kaynaklara ve arazinin zemin cinsine yönelik sorular yeterli faktör yüküne sahip olmadığı için faktör analizi sonunda değerlendirmeden çıkartılarak güvenilirlik analizine dâhil edilmemiştir. Buna karşın arazinin kullanım durumuna (imarlı arazi, tarım arazisi vb.) yönelik sorunun faktör yükü 0,908 çıkmıştır. Fakat faktör

oluşumu tek soru ile sağlanamadığı için değerlendirmeye alınmamıştır. Bu doğrultuda inşaat mühendislerinin bu soruya ait görüşlerinin frekans dağılımları verilmiştir.

Çizelge 4. 9. Arazinin kullanım durumu sorusuna ait frekans dağılımı.

Arazinin kullanım durumu (imarlı arazi, tarım arazisi vb.)			
	Katılımcı Sayısı	%	Birikimli %
Etkisiz	14	5,5	5,5
Az etkili	30	11,8	17,3
Belirsiz	39	15,3	32,5
Etkili	93	36,5	69,0
Çok etkili	79	31,0	100,0
Toplam	255	100,0	

Çizelge 4.9.’da “Arazinin kullanım sorusuna” ait frekans dağılımı verilmiştir. Soruya ait dağılımlarda 255 tane inşaat mühendisinden 14 tanesi etkisiz, 30 tanesi az etkili, 39 tanesi belirsiz, 93 tanesi etkili ve 79 tanesi çok etkili cevabını verdiği görülmektedir. Cevapların çoğunluğu etkili ve çok etkili olduğu yönündedir. Ancak SPSS programında herhangi bir faktöre dâhil edilmediğinden ve tek boyutlu faktör oluşturulamayacağı için elenmiştir.

Çizelge 4. 10. Faktörlerin alpha sayıları.

Faktör Adı	Cronbach Alpha Sayısı
Endüstriyel Durum	0,859
İklim	0,758
Yeryüzü Yapısı	0,758
Proje Uygulaması	0,690
Nüfus	0,761
Kapasite Planlaması	0,618
Diğer Altyapı Planlamaları	0,675

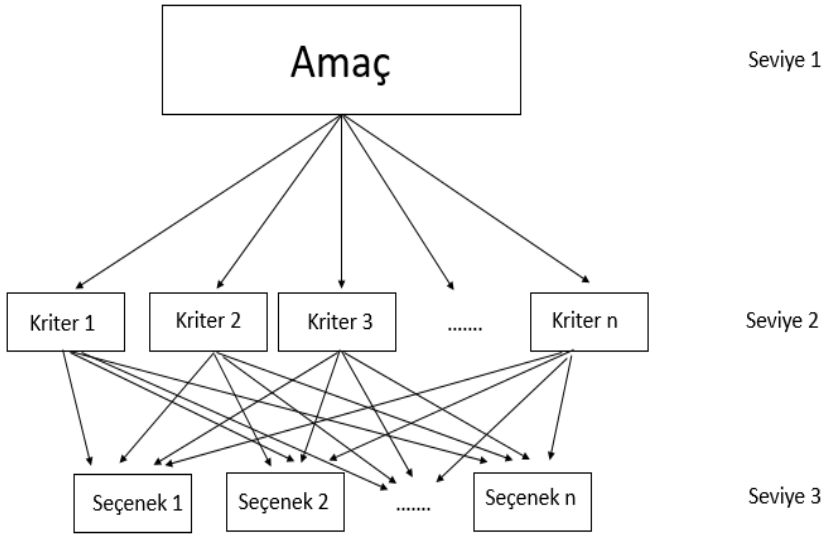
AHP uygulamasına geçebilmek için oluşan 7 adet faktör güvenilirlik analizine tabi tutulmuştur. Güvenirliğin belirlenmesinde ise Cronbach Alpha Sayısı temel alınmıştır. Çizelge 4.10.’da görüldüğü gibi faktörlere ait Alpha katsayılarının 0,6’dan büyük olması oluşan

faktörlerin güvenilirlik düzeylerinin oldukça güvenilir olduğunu göstermektedir (Kalaycı, 2010, s. 405).

4.2.4. Analitik hiyerarşi süreci (AHS)

Analitik Hiyerarşi Süreci, ilk olarak 1971 yılında Saaty tarafından geliştirilmiştir ve çok kriterli karar verme aracı olarak kullanılmıştır. Farklı amaçlar arasında korelasyona sahip karmaşık ve tanımsız problemlerin çözümünde etkili bir yöntemdir (Vikas vd., 2017). AHS 4 aşamadan oluşan bir karar verme yöntemidir (Özkan vd., 2018).

AHS'nin ilk aşamasında karar verilmesi gereken bir problem daha kolay anlaşılması ve değerlendirilebilmesi için hiyerarşik bir düzende problemlerine ayrılır.



Şekil 4. 2. En temel AHS yapısı (Özkan vd., 2018).

Şekil 4.2.'de görüldüğü gibi en temel analitik hiyerarşi süreci (AHS) yapısı verilmiştir. En temel AHS yapısı amaç, kriter ve seçenekler olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır.

Çizelge 4. 11. Karşılaştırmada kullanılan önem dereceleri (Timor, 2010, s. 305).

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit derecede önemli	Her iki kriter de eşit öneme sahiptir.
3	Orta derecede önemli (az üstünlük)	Tecrübe ve sonuçlara göre bir kriter diğer kritere göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli derecede önemli (fazla üstünlük)	Bir kriter diğerinden daha çok öneme sahip olmaktadır.
7	Çok kuvvetli derecede önemli (çok üstünlük)	Bir kriter diğer kriterden yüksek derecede daha çok öneme sahiptir.
9	Mutlak derecede önemli (kesin önemli)	Bir kriterin diğer kriterden çok yüksek derecede üstün olduğu ve bunun kanıtlanmış olduğu durumda kullanılır.
2, 4, 6, 8	Ara değerleri temsil eder. (uzlaşma değerleri)	İki kriter arasındaki tercihte küçük farklar olduğunda kullanılır.

AHS' nin birinci aşamasında çalışmanın amacının ve bir karşılaştırma matrisinin belirlenmesi için farklı alanlardaki uygulamalar ve başka ölçeklerle yapılan teorik karşılaştırmalar sonucunda problemdeki kriterlerin önem dereceleri Çizelge 4.11.'e göre belirlenir. 1'den 9'a kadar verilen bu önem dereceleri, kriterlerin birbirlerine karşı önem derecelerini belirtmek anlamında kullanılır. Örneğin A kriterinin, B kriterine göre önem derecesi 5 ise B'nin A kriterine göre önem derecesi 1/5' tir. Yani matematiksel olarak çarpma işleminin tersi ile ifade edilir ($5 \cdot 1/5 = 1$).

AHS'nin ikinci aşamasında karar vericinin yargısına göre iki kriterin birbirleri ile ikili karşılaştırılması yapılarak Çizelge 4.12'deki gibi karşılaştırma matrisi oluşturulur.

Çizelge 4. 12. Kriterlerin/faktörlerin ikili olarak karşılaştırılması
(Özkan vd., 2018).

	Kriter1	Kriter2	Kriter3
Kriter1	w_1/w_1	w_1/w_2	w_1/w_3
Kriter2	w_2/w_1	w_2/w_2	w_2/w_3
Kriter3	w_3/w_1	w_3/w_2	w_3/w_3

Çizelge 4.11.'a göre kriterlere önem derecesi verilmesi ve önem derecesi belirlenen kriterlerin ikili olarak karşılaştırılması sonucu Çizelge 4.12.'deki gibi bir karşılaştırma matrisi elde edilmektedir.

AHS'nin üçüncü aşamasında normalizasyon ve önem derecelerinin uyum oranları kontrol edilir. Uyum oranının 0,1'den küçük olması ikili karşılaştırmalar sonucu oluşan karşılaştırma matrisindeki kriterlerin önem derecelerinin kabul edilebilir olduğu ve oluşan matrisin tutarlı olduğu anlamına gelmektedir. Uyum oranının 0,1'den büyük olması durumunda ise yeniden değerlendirme yapılmalıdır.

Uyum oranının hesaplanmasında aşağıdaki adımlar sırasıyla izlenmelidir.

1) Karşılaştırma matrisinin bütün satırları için, sütunlarda bulunan elamanların ağırlıkları toplamı hesaplanır.

2) Karşılaştırma matrisinin bütün sütunlarında bulunan elemanlar, elde edilen toplam sütun ağırlığına bölünerek normalize edilmiş matris hesaplanır.

Çizelge 4. 13. Normalize matris formülü (Özkan vd., 2018).

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3
Kriter 1	$\frac{w_1/w_1}{\frac{w_1}{w_1} + \frac{w_2}{w_1} + \frac{w_3}{w_1}} = A$	$\frac{w_1/w_2}{\frac{w_1}{w_2} + \frac{w_2}{w_2} + \frac{w_3}{w_2}} = B$	$\frac{w_1/w_3}{\frac{w_1}{w_3} + \frac{w_2}{w_3} + \frac{w_3}{w_3}} = C$
Kriter 2	$\frac{w_2/w_1}{\frac{w_1}{w_1} + \frac{w_2}{w_1} + \frac{w_3}{w_1}} = D$	$\frac{w_2/w_2}{\frac{w_1}{w_2} + \frac{w_2}{w_2} + \frac{w_3}{w_2}} = E$	$\frac{w_2/w_3}{\frac{w_1}{w_3} + \frac{w_2}{w_3} + \frac{w_3}{w_3}} = F$
Kriter 3	$\frac{w_3/w_1}{\frac{w_1}{w_1} + \frac{w_2}{w_1} + \frac{w_3}{w_1}} = G$	$\frac{w_3/w_2}{\frac{w_1}{w_2} + \frac{w_2}{w_2} + \frac{w_3}{w_2}} = H$	$\frac{w_3/w_3}{\frac{w_1}{w_3} + \frac{w_2}{w_3} + \frac{w_3}{w_3}} = I$
Sütun Toplam 1	A+D+G	B+E+H	C+F+İ

3) Normalize edilmiş matrisin bütün satırlarının ortalaması alınarak öncelikler vektörü hesaplanır. Belirlenen kriterler arasında ikili karşılaştırmalar yapabilmek için karşılaştırılabilir ölçekler oluşturmak amacıyla karşılaştırma matrisi normalize edilmektedir.

Çizelge 4. 14. Öncelikler vektörü (Özkan vd., 2018).

	Kriter 1	Kriter 2	Kriter 3	Görelî Önem Ağırlığı (W)
Kriter 1	A	B	C	$\frac{A + B + C}{\text{SatırSayısı}} = X$
Kriter 2	D	E	F	$\frac{A + B + C}{\text{SatırSayısı}} = Y$
Kriter 3	G	H	İ	$\frac{A + B + C}{\text{SatırSayısı}} = Z$
Sütun Toplamı	A+D+G=1	B+E+H=1	C+F+İ=1	X+Y+Z=1

4) Kararın verilmesi: Her bir alternatîfin ağırlığı ve her bir kriter ağırlığının çarpımlarının toplamına ait en büyük değeri en uygun çözümdür (Ioan vd., 2017).

Karşılaştırma Matrisi	Öncelik Vektörü (W)	Hesaplama (V)
$\begin{bmatrix} & \text{Kriter1} & \text{Kriter2} & \text{Kriter3} \\ \text{Kriter1} & w_1/w_1 & w_1/w_2 & w_1/w_3 \\ \text{Kriter2} & w_2/w_1 & w_2/w_2 & w_2/w_3 \\ \text{Kriter3} & w_3/w_1 & w_3/w_2 & w_3/w_3 \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$	$\begin{aligned} X[(w_1/w_1) + (w_1/w_2) + (w_1/w_3)] &= a \\ Y[(w_2/w_1) + (w_2/w_2) + (w_2/w_3)] &= b \\ Z[(w_3/w_1) + (w_3/w_2) + (w_3/w_3)] &= c \end{aligned}$

$$V/W$$

$$\lambda_{\text{maks}}$$

$$\frac{a}{x} = k$$

$$\frac{k+m+l}{n \text{ (matrisboyutu)}}$$

$$\frac{b}{y} = m$$

$$\frac{c}{z} = l$$

5) Uyum Oranının hesaplanabilmesi için aşağıdaki formülasyonlar kullanılır.

$$\text{Tutarlılık Göstergesi (T. G.)} = \frac{(\lambda_{\text{maks}} - n)}{(n - 1)}$$

$$\text{Tutarlılık Oranı (T. O.)} = \frac{\text{Tutarlılık Göstergesi (T.G.)}}{\text{Rassallık Göstergesi (R.G.)}}$$

Rassallık göstergesi ise matris boyutuna göre belirlenen bir değerdir.

Çizelge 4. 15. Matris boyutları (n) ve rassallık değerleri (Özkan vd., 2018).

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
R G	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

AHS'nin dördüncü aşamasında ise sentez yapılmaktadır. Yani bu aşamaya, başka bir ifadeyle bütünleştirme veya birleştirme süreci de denir. Bu süreçte her bir seçenek için, ilgili seçeneğin bir kriterden aldığı göreceli önem ağırlığıyla, ilgili kriterin göreceli önem ağırlığı değerlerinin çarpımı tüm kriterler için yapılarak ve sonuçlar toplanarak birleştirilmiş önem ağırlığına ulaşılır. Karar verici, hesaplanan birleştirilmiş önem ağırlığına göre hangi seçeneği seçeceğine karar verir.

$$S_j = \sum_{i=1}^n W_i P_{ij}$$

S_j = J'inci seçeneğin birleştirilmiş önem ağırlığını ($j = 1, 2, 3, 4, \dots, m$),

W_i = i'inci kriterin ağırlığını ($i=1,2,3,\dots,n$)

P_{ij} = j'inci seçeneğin i'inci kritere göre ağırlığını ($i = 1, 2, 3, \dots, n$; $j = 1, 2, 3, \dots, m$) göstermektedir.

Bu çalışmada AHS'nin dördüncü aşaması olmadığı için daha sonraki hesaplamalarda kullanılmamıştır.

4.2.5. Çalışmanın analitik hiyerarşi süreci

Çizelge 4. 16. Karşılaştırma matrisi için önem derecesi ataması.

Faktörler	Ankete Katılan Kişi Sayısı (A)	Etkili (4) ve Çok Etkili (5) Görüşü sayısı	B/A %' si
İklim	255	72	% 28,2
Endüstriyel	255	121	% 47,5
Yeryüzü Yapısı	255	124	% 48,6
Nüfus	255	136	% 53,3
Proje Uygulaması	255	171	% 67,1
Diğer Altyapı	255	173	% 67,8
Kapasite Planlama	255	183	% 71,8

Çizelge 4.16.'da görüldüğü gibi ankete toplam 255 kişi katılmıştır. Ankete katılan 255 İnşaat Mühendisinin anket uygulamasında etkili (4) ve çok etkili (5) görüşlerini verenlerin sayıları SPSS programı ile belirlenmiştir. Bu katılım değerlerine göre ise faktörlerin anket sonucuna göre önem yüzdeleri Çizelge 4.16.'da gösterilmiştir. Faktörlere ise Çizelge 4.11. yardımı ile önem dereceleri verilmiştir.

Karşılaştırma matrisi**Çizelge 4. 17. Karşılaştırma matrisi.**

	İ	E	Y	N	P	D	K
İ	1	1/4	1/5	1/6	1/8	1/8	1/9
E	4	1	1	1/2	1/4	1/5	1/5
Y	5	1	1	1	1/4	1/5	1/5
N	6	2	1	1	1/3	1/3	1/4
P	8	4	4	3	1	1	1
D	8	5	5	3	1	1	1
K	9	5	5	4	1	1	1
Top.	41	18,25	17,2	12,67	3,95	3,85	3,76

Çizelge 4.17.'de karşılaştırma matrisi verilmiştir. Karşılaştırma matrisindeki değerler Çizelge 4.16.'daki B/A %'si farkı ile belirlenmiştir.

Örneğin kapasite planlama ve iklim faktörlerinin kıyaslayacak olursak;

$71,8 - 28,2 = 43,6$ iki faktör için B/A % farkı 43,6 bulunmuştur.

Daha sonra Çizelge 4.11'deki önem dereceleri tablosunda toplam 9 değer verildiği için B/A %'si 9'a bölünmüştür.

$43,6 / 9 = 4,844$ değeri bulunmuştur. Her 4,844'te bir önem derecesi arttırılmıştır. Kısaca ikili kıyaslamalarda B/A %'si farkının 4.844'e bölünmesi o faktörün önem derecesini göstermektedir.

Normalize edilmiş matris

Karşılaştırma matrisindeki her sütundaki elemanlar sütundaki elemanların toplamına bölünerek normalize edilmiş matris değerleri hesaplanır.

Çizelge 4. 18. Normalize matris.

	İ	E	Y	N	P	D	K
İ	1/41	0,25/18,25	0,2/17,2	0,17/12,67	0,125/3,95	0,125/3,85	0,11/3,76
E	4/41	1/18,25	1/17,2	0,5/12,67	0,25/3,95	0,2/3,85	0,2/3,76
Y	5/41	1/18,25	1/17,2	1/12,67	0,25/3,95	0,2/3,85	0,2/3,76
N	6/41	2/18,25	1/17,2	1/12,67	0,33/3,95	0,33/3,85	0,25/3,76
P	8/41	4/18,25	4/17,2	3/12,67	1/3,95	1/3,85	1/3,76
D	8/41	5/18,25	5/17,2	3/12,67	1/3,95	1/3,85	1/3,76
K	9/41	5/18,25	5/17,2	4/12,67	1/3,95	1/3,85	1/3,76

Çizelge 4.17.'de oluşturulan karşılaştırma matrisinin her bir sütununun toplamının matristeki her sütuna bölünmesi ile Çizelge 4.18.'deki Normalize matris hesaplanmıştır.

Öncelikler vektörü

Normalize edilmiş matris elemanları işlem kolaylığı açısından ondalıklı olarak yazılmıştır.

Çizelge 4. 19. Ondalık olarak normalize matris.

	İ	E	Y	N	P	D	K
İ	0,024	0,014	0,012	0,013	0,032	0,032	0,029
E	0,097	0,055	0,058	0,039	0,063	0,052	0,053
Y	0,122	0,055	0,058	0,079	0,063	0,052	0,053
N	0,146	0,110	0,058	0,079	0,084	0,086	0,066
P	0,195	0,219	0,233	0,237	0,253	0,260	0,266
D	0,195	0,274	0,291	0,237	0,253	0,260	0,266
K	0,220	0,274	0,291	0,316	0,253	0,260	0,266

Çizelge 4.18.'de hesaplanan normalize matris Çizelge 4.19.'de ondalıklı olarak yazılmıştır. Ondalık olarak yazılan matrisin her bir satır elemanı kendi arasında toplanarak ve matris boyut sayısına bölünerek öncelikler vektörü elde edilmiştir. Öncelikler vektörü hesaplanan normalize matrisin satır elemanlarının toplamının

ortalamasıdır. Öncelikler vektörü hesaplama işlemleri aşağıda verilmiştir.

$$1. \text{ satır için: } (0,024+0,014+0,012+0,013+0,032+0,032+0,029)/7 = \mathbf{0,02}$$

$$2. \text{ satır için: } (0,097+0,055+0,058+0,039+0,063+0,052+0,053)/7 = \mathbf{0,06}$$

$$3. \text{ satır için: } (0,122+0,055+0,058+0,079+0,063+0,052+0,053)/7 = \mathbf{0,07}$$

$$4. \text{ satır için: } (0,146+0,110+0,058+0,079+0,084+0,086+0,066)/7 = \mathbf{0,09}$$

$$5. \text{ satır için: } (0,195+0,219+0,233+0,237+0,253+0,260+0,266)/7 = \mathbf{0,24}$$

$$6. \text{ satır için: } (0,195+0,274+0,291+0,237+0,253+0,260+0,266)/7 = \mathbf{0,25}$$

$$7. \text{ satır için: } (0,220+0,274+0,291+0,316+0,253+0,260+0,266)/7 = \mathbf{0,27}$$

Tüm öncelikler matrisi

Kararın verilmesi: Her bir alternatifin ağırlığı ve her bir kriter ağırlığının çarpımlarının toplamına ait en büyük değer en uygun çözümdür (Ioan vd., 2017).

$$0,02 \times \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \\ 8 \\ 8 \\ 9 \end{bmatrix} + 0,06 \times \begin{bmatrix} 0,25 \\ 1 \\ 1 \\ 2 \\ 4 \\ 5 \\ 5 \end{bmatrix} + 0,07 \times \begin{bmatrix} 0,2 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 4 \\ 5 \\ 5 \end{bmatrix} + 0,09 \times \begin{bmatrix} 0,17 \\ 0,5 \\ 1 \\ 1 \\ 3 \\ 3 \\ 4 \end{bmatrix} + 0,24 \times \begin{bmatrix} 0,125 \\ 0,25 \\ 0,25 \\ 0,33 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + 0,25 \times \begin{bmatrix} 0,125 \\ 0,2 \\ 0,2 \\ 0,33 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} + 0,27 \times \begin{bmatrix} 0,11 \\ 0,2 \\ 0,2 \\ 0,25 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Çizelge 4.16'da belirlenen karşılaştırma matrisinin her bir sütunu ile bir önceki adımda hesaplanan öncelikler vektörü çarpılarak tüm öncelikler matrisi hesaplanmıştır. Tüm öncelikler matrisi hesaplama işlemleri aşağıda verilmiştir.

1. satır için: $0,02+0,015+0,014+0,015+0,03+0,031+0,03 = \mathbf{0,155}$

2. satır için: $0,08+0,060+0,070+0,045+0,06+0,05+0,054 = \mathbf{0,419}$

3. satır için: $0,10+0,06+0,070+0,090+0,06+0,050+0,054 = \mathbf{0,484}$

4. satır için: $0,12+0,120+0,070+0,09+0,08+0,082+0,068 = \mathbf{0,630}$

5. satır için: $0,16+0,24+0,28+0,270+0,240+0,250+0,270 = \mathbf{1,710}$

6. satır için: $0,16+0,30+0,350+0,27+0,240+0,250+0,270 = \mathbf{1,840}$

7. satır için: $0,180+0,30+0,35+0,360+0,240+0,250+0,27 = \mathbf{1,950}$

$$= \begin{bmatrix} \mathbf{0,155} \\ \mathbf{0,419} \\ \mathbf{0,484} \\ \mathbf{0,630} \\ \mathbf{1,710} \\ \mathbf{1,840} \\ \mathbf{1,950} \end{bmatrix} \text{ hesaplanan tüm öncelikler matrisi öncelikler vektörü}$$

elemanlarına bölünür.

Hesaplanan tüm öncelikler matrisindeki her bir eleman öncelikler vektörüne bölünüp hesaplanan değerlerin ortalaması ile “ λ_{maks} ” değeri hesaplanmıştır.

$$\left. \begin{array}{l} 0,155/0,02 = 7,750 \\ 0,419/0,06 = 6,983 \\ 0,484/0,07 = 6,914 \\ 0,630/0,09 = 7,000 \\ 7,710/0,24 = 7,125 \\ 1,840/0,25 = 7,360 \\ 1,950/0,27 = 7,220 \end{array} \right\} \lambda_{\text{maks}} = \frac{7,75 + 6,983 + 6,914 + 7,0 + 7,125 + 7,36 + 7,22}{7} = \mathbf{7,193}$$

Hesaplanan “ λ_{maks} ” değeri ile CI hesaplanır. Formüldeki “n” matrisin boyutuna eşittir ve çalışmamda 7×7’ lik matris olduğu için n = 7 olarak alınmıştır.

$$CI = \frac{(\lambda_{\text{maks}} - n)}{(n - 1)}$$

$$CI = \frac{(7,193 - 7)}{(7 - 1)} = \mathbf{0,032}$$

CI’nın hesaplanması ile CR’nin hesabına geçilmiştir. CR formülündeki RI Çizelge 4.15. yardımıyla ve matris boyutuna göre belirlenmiştir. Çalışmada 7×7’lik matris olduğu için n= 7’ye karşılık rassallık değeri olarak RI = 1,32 gelmektedir.

$$CR = \frac{CI}{RI} = \frac{0,032}{1,32}$$

$$CR = 0,024 \cong 0,03 = \mathbf{\%3}$$

CR = 0,03<0.1 olduğu için uyum sınırları içindedir. Yani oluşturulan karşılaştırma matrisindeki faktörlerin birbirlerine göre üstünlükleri kabul edilebilirdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma ulaştırma sistemlerinin altyapısına etki eden faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde ulaştırma sistemlerinin türlerine göre gelişimi anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise ulaştırma sistemlerinde altyapı kavramı tanımlanarak, ulaştırma sistemi türlerine göre altyapıya etki edebilecek faktörler açıklanmıştır. Çalışmanın dördüncü ve uygulamanın yapıldığı bölümde ise faktörler belirlenerek, önem dereceleri belirtilmiştir.

Çalışmanın uygulama bölümünün hazırlanmasında özel sektörde çalışan, cinsiyeti erkek olan, 0-2 yıl arasında sektör tecrübesi ve 23-27 yaş aralığında olan Lisans mezunu inşaat mühendislerinin ana grubu oluşturduğu belirlenmiştir.

Katılımcılara uygulanan anket formlarında yer alan soruların sayısını azaltmak ve daha kolay analiz yapabilmek için faktör analizinin uygunluğu KMO (KaiserMeyerOlkin) ve Bartlet Testleri uygulanarak sağlanmıştır. KMO ölçüm sayısının (0,817) 1'e yakın olması ve Bartlet Testinin anlamlılığının 0,05'den büyük bulunması nedeniyle boyut kısaltmak için faktör analizinin yapılmasının uygun olduğu belirlenmiştir.

Faktör analizi sonucunda bir sorulu boyut oluşturmadığı için analize dâhil edilemeyen arazinin kullanım durumu (imarlı arazi, tarım arazisi vb.) sorusunun frekans tablosuna göre, 14 katılımcı etkisiz, 30 katılımcı az etkili, 39 katılımcı belirsiz, 93 katılımcı etkili, 79 katılımcı ise çok etkili yanıtını vermiştir. Bu sonuçlara bağlı olarak arazinin kullanım durumunun göz ardı edilemeyecek kadar önemli bir unsur olduğunu söyleyebiliriz.

Uygulanan faktör analizi sonuçlarına göre, 21 boyuttan oluşan 7 tane faktör olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu faktörler sırasıyla, “endüstriyel durum”, “iklim”, “yeryüzü yapısı”, “proje uygulaması”, “nüfus”, kapasite planlaması” ve “diğer altyapı planlamaları” olarak adlandırılmıştır. Daha sonra bu faktörlerin güvenilirliğini belirlemek amacıyla da Cronbach Alpha katsayıları incelenmiştir. Alpha katsayılarının 0,6'dan büyük olması da faktörlerin oldukça güvenilir olduğunu göstermiştir. Uygulama bölümü olan dördüncü bölümün birinci aşaması tamamlandıktan sonra ikinci aşama olan bu faktörlerin önem sıralamasının belirlenmesine geçilmiştir.

Ulaştırma sistemlerinin altyapılarını etkileyen bu faktörlerin önem derecelerinin belirlenmesi için AHP karar verme yöntemi tercih edilmiştir. Birinci aşamada belirlenen faktörler, faktörleri oluşturan soruların ortalamalarına bağlı olarak, 5 üzerinden 4 ortalamanın üzerinde olan inşaat mühendislerinin görüşlerine bağlı olarak karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Analitik Hiyerarşi Sürecinin uygulanması sonucunda belirlenen karşılaştırma matrisinin uyum oranının % 10'dan küçük olarak % 2,4 bulunması ise faktörlerin birbirlerine göre belirlenen üstünlüklerinin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda ulaştırma sistemlerinin altyapısını etkileyen faktörlerden kapasite planlaması, diğer altyapı planlamaları ve proje uygulaması faktörünün eşit düzeyde en önemli faktörler olduğu, nüfus faktörünün endüstriyel durum faktörüne göre daha önemli olduğu ve endüstriyel durum faktörünün yeryüzü yapısı faktörü ile eşit düzeyde önem derecesine sahip olduğu belirlenmiştir. Önem derecesinin en küçük olduğu faktörün iklim olduğu sonucuna varılmıştır. Yapılan AHP uygulaması sonucunda belirlenen 7 faktörün önem derecelerine göre sıralarsak;

1) Kapasite Planlama = Diğer Altyapı Planlamaları = Proje Uygulaması

2) Nüfus

3) Endüstriye Durum = Yeryüzü Yapısı

4) İklim olarak sıralanmıştır.

Bu çalışma ulaştırma sistemlerinin altyapısını etkileyen faktörleri belirli fiziki özellikler temel alınarak belirlemiştir. Bu nedenle uygulanan anket formlarının içeriklerinin genişletilerek, Türkiye'deki tüm illerde çalışan belirli sayıda inşaat mühendislerinin görüşleri alınarak yapılması durumunda güvenilirlik derecesinin daha da artacağı ve daha fazla sayıda faktörün belirlenebileceği tahmin edilmektedir.

Benzer şekilde karayolu, havayolu, denizyolu ve demiryolu taşıma modları arasından sadece bir tanesinin altyapısına etki eden faktörlerin incelenmesi amacıyla daha detaylı bir anket ya da farklı araştırma yöntemleri kullanılarak etkili faktörler belirlenebilir.

KAYNAKÇA

- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S., ve Yıldırım, E. (2012). Araştırma Yöntemleri. Sakarya.
- Açıksöz, B. (2015). Ulaşım ve yönlendirme işaretlerinin tipografi ve grafik tasarım açısından irdelenmesi. Yüksek Lisans, Tezi İstanbul Arel Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Akarabulut, Y. (2015). Türkiye'de Demiryolu Ulaşımı. Ankara Üniversitesi, Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi, 164-187.
- Akbulut, F. (2016). Kentsel Ulaşım Hizmetlerinin Planlanması ve Yönetiminde Sürdürülebilir Politika Önerileri. Kastamonu Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 11, 337-355.
- Akgüngör, A. P., Demirel, A. (2004). Türkiyedeki Ulaştırma Sistemlerinin Analizi ve Ulaştırma Politikaları. Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Bilimler Dergisi, 10(3), 423-430.
- Arabacı, G. (2010). Havaalanı Yer Seçiminde ve Çevre Düzenlemesinde Vahşi Yaşamın Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kazaların Çevresel ve Teknik Araştırılması. Ankara.
- Arısoy, Y. (2017). Kıyı Yapıları ve Limanlar. Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- Arslan, E. (2017). Türkiye'de Demiryolu Ulaştırmasının Tarihsel Serüveni. <https://elvanarslannet.wordpress.com/2017/11/18/turkiyede-demiryolu-ulasirmasinin-tarihsel-gelisimi/> adresinden alınmıştır
- Aydemir, H., Çubuk, M. K. (2016). Karayollarının Türkiye'de Genel Durumunun Araştırılması Yaşanan Değişimler ve Gelecek Stratejilerine Dair Tavsiyeler. Gazi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 128-146.
- Aydın, E., Uygur, E. (2005). Zemin Etüdünün Önemi ve Zemin-Yapı Etkileşimi Üzerine Bir Ön Araştırma .
- Bahar Bengi, S. (2015). Limanların Ülke Ekonomisindeki Yeri ve Sosyo-Ekonomik Etkilerinin Analizi: Tekirdağ İli Örneği. Yüksek Lisans

- Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. Tekirdağ.
- Balık, İ. (2014). Limanlar ve Liman Yeri Seçimi. Kent Kültürü ve Yönetimi Hakemli Elektronik Dergi, 7(2), 37-48.
- Batur, B. S. (2008). Hava Yolcu ve Kargo Taşımacılığı; Dünyada ve Türkiye'de Uygulamalar. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Anabilim Dalı. İzmir.
- Baytar, I. (2014). van'da ulaşım sistemleri ve ulaşım sistemlerinin tarihi gelişimi. Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Bölümü. Van.
- Bilgiç, Ş. (2017). Demiryolu Ders Notları-1.
- Çağlıyan, A., Bozkurt Yıldız, A. (2013). Türkiye'de Demiryolu Güzergahları Jeomorfoloji İlişkisi. Marmara Coğrafya Dergisi(28), 466-486.
- Çakır Sümer, G. (2014). Rize'de Kentleşme Süreci. Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 10(1), 163-183.
- Çelik, A. (2015). Konya Ticaret Odası. Etüd-Araştırma Servisi.
- Çelik, C. (2007). AB Ulaştırma Politikasına Uyum Sürecinde Türkiye'de Kara Ulaşımı Trafik Güvenliği. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Avrupa Birliği Yüksek Lisans Programı.
- Çelik, O. (2015). Muhabere Sırasında Kritik Olarak Belirlenmiş Bina, Köprü ve Tesislerin Askeri ve Ticari Patlayıcılarıyla Tahrip Edilmesinin Değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Okan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Müh. Anabilim Dalı, Patlayıcı Mühendisliği Yüksek Lisans Programı. İstanbul.
- Çetin, B., Barış, S., Saroğlu, S. (2011). Türkiye'de Karayollarının Gelişimine Tarihsel Bir Bakış. Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 1(1), 123-150.
- Çizmeçioğlu, M. (2013). Türkiye'de Sivil Havacılık ve Hava Yolu Ulaşımı Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Bölümü. İstanbul.

- Demir, N. (1989). Hava Yolu ile yolcu taşımacılığının Türk turizmi içindeki yeri ve önemi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Turizm Bölümü. İstanbul.
- Deniz, T. (2016). Türkiye'de Ulaşım Sektöründe Yaşanan Değişimler ve Mevcut Durum. Doğu Coğrafya Dergisi, 135-155.
- DSİ. (2014). DSİ Drenler ve Drenaj İşleri Teknik Şartnamesi.
- Ekim , O. (2007). Yüksek Hızlı Demiryolları İçin Geometrik özellikler ve Altyapı. Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü. İstanbul.
- Ekmen Uçev, E. S., Mahdum, N. (2015). Dünya ve Türkiye'de Yüksek Hızlı Tren İşletmeciliği. T.C. Başbakanlık Hazine Müsteşarlığı Çalışma Raporları.
- Ertaş, B., Özölçer, İ. H. (1996). Kıyı Duvarları. KTÜ İnşaat Mühendisliği Bölümü.
- European Commission. (2018). 09 25, 2018 tarihinde https://ec.europa.eu/transport/facts-fundings/statistics/pocketbook-2018_en adresinden alındı.
- Görmüş , K. S. (2015). Yol Bilgisi, Karayolu Bilgisi Ders Notları.
- Güler, H. (2014). Havayolu Tasarımı.
- Gürer, C. (2007). İstinat (Dayanak) Duvarları Dilitasyon Derzleri. Afyonkarahisar Kocatepe Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Yapı Teknolojileri. Afyonkarahisar.
- Haldenbilen, S. (2003). Genetik Algoritma Yaklaşımı ile Türkiye İçin Sürdürülebilir Ulaştırma Göstergelerinin Analizi ve Planlanması. Doktora Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.
- Hasançelebioğlu, Ö. (2014). Elektrik Ark Ocağı Cürufunun Yapay Agrega Olarak Karayolu İnşaatı Dolgu ve Granüler Tabakalarında Kullanılabilirliğinin İncelenmesi . Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Bölümü. İstanbul.

- İncili, Ö. F. (2018). Türkiye'de Ulaşım Ağları- Doğal Ortam Etkileşiminin Coğrafi Analizi. Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.
- Ioan, A., Badea, G., Ioan, G., Nahgiu, G. S., Iloaie, G. F. (2017). Choosing The Optimal Technology To Rehabilitate The Pipes In Water Distribution Systems Using The AHP Method. Elsevier, ScienceDirect, Energy Procedia, 19-26.
- K.L., Poh., B.W., Ang. (1999). Transportation Fuels and Policy For Singapore: an AHP Planning Approach. Pergamon, Computers and Industrial Engineering, 507-525.
- Kalaycı, Ş. (2010). SPSS Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri. Ankara.
- Karacan, R. (2017). Türkiye'de Altyapı Yatırımlarının Ekonomik Büyüme Açısından Değerlendirilmesi. Business and Management Studies: An International Journal, 5(2), 314-329.
- Kargı, A. B. (2016). Türkiye'de Önemli Limanlar ve Denizyolu Ulaşımı. <https://www.cogrfyadefterim.com/kpss-cografya/turkiyede-onemli-limanlar-denizyolu-ulasimi.html> adresinden alınmıştır.
- KGM. (2017). Karayolları Genel Müdürlüğü. 09 25, 2018 tarihinde <http://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Istatistikler/DevletveIlYolEnvanteri.aspx> adresinden alındı
- Koçak, İ. H. (2012). Dünyada ve Türkiye'de Ekonomik Gelişmeler ve Deniz Ticaretine Yansımaları. TC Ulaştırma Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı, Deniz Ticareti Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Korkmaz, M. (2011). Altyapı Sorunlarının Ulaşım Etkisi ve Yeni Çağlayan Kavşağı Üzerinde Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Programı.
- Korul, V., Küçükönel, H. (2016). Türk Sivil Havacılık Sisteminin Yapısal Analizi. Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu, 24-38. Eskişehir.

- Kögmen, Z. (2014). Karayolu Taşımacılığının Diğer Taşımacılık Modlarıyla Karşılaştırılması ve Sağladığı Avantajlar. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. Ankara.
- Kundak, S., Aktop, V. S. (2018). Türkiye Ekonomisinde Havayolu Taşımacılığının Girdi-Çıktı Analizi İle Değerlendirilmesi. Uluslararası Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi, 5(10), 83-93.
- Kuşçu, S. (2011). Avrupa Birliği Ulaştırma Politikası ve Türkiye'ye Yansımaları. Akademik Bakış, 5(9), 77-91.
- Mamarsulov, O. (2009). Ulaştırma Sistemleri ve Politikalarının Ülke Ekonomilerindeki Rolü Orta Asya Örneği. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı. İstanbul.
- MBB. (2018). Manisa Büyükşehir Belediyesi. 2018 tarihinde http://www.manisa.bel.tr/s23_manisa-cogrfyasi.aspx adresinden alındı
- MEB. (2011a). Raylı Sistemler Teknolojisi. Demiryolu İnşaatı. Ankara.
- MEB. (2011b). Ulaştırma Hizmetleri Alanı, Havayolu Taşımacılığı. Ankara.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2011). Ulaştırma Hizmetleri Alanı, Karayolu Taşımacılığı. Ankara.
- Okur, F. (2008). Havaalanı Üstyapı Tasarım Yöntemleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ulaştırma Mühendisliği.
- Oliva, G., Setola, R., Scala, A. (2017). Sparse And Distributed Analytic Hierarchy Process. Elsevier, Automatica, 211-220.
- Özdemir, A. (2010). Yönetim Biliminde İleri Araştırma Yöntemleri ve Uygulamalar. İstanbul.
- Özkan , H. (2015). Lojistik Köyler'in Personel Tedarikinde Meslek Yüksekokullarının Rolü Sinop ve Samsun İllerinde Uygulama. Yüksek Lisans Tezi, Maltepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Yönetimi Anabilim Dalı. İstanbul.

- Özkan , H., Kocaoğlu, B., Özkan, M. (2018). Bir Eğitim Kurumunun Yemek Hizmeti Alımında Analitik Hiyerarşi Sürecine Göre Tedarikçi Seçimi. Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi, 11(59), 1049-1062.
- Pektaş, İ. (2018). Türkiye'de Demiryolu Politikaları.
- Sağır, Ö. (2013). Altyapı Tesislerinin Ulaşım Sistemi Üzerindeki Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Bölümü. İstanbul.
- Saroğlu, S. (2010). Türkiye'de Karayolları Politika, Uygulama ve Çalışmalar. Yüksek Lisans Tezi, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Ana Bilim Dalı. Tokat.
- Şendur, T. (2015). Lojistik Sektöründe Deniz Yolu Taşımacılığı, Türkiye'de Kuru Yük Taşımacılığında Gemi İşletmeciliği Sorunlarının Tespitine Yönelik Sektörel Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Ana Bilim Dalı. İstanbul.
- Şener, B., Çelebi, U. B., Ekinci, S. (2004). Kabotaj Hattı ve İç Sularımızdaki Mevcut Durum, Gelecek Tasarımları. Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu, 293-299.
- T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. (2016). Altyapı Yatırımları Genel Müdürlüğü. Kıyı Yapıları Planlama ve Tasarım Teknik Esasları.
- TCDD. (2018). T.C Devlet Demiryolları İşletmesi Genel Müdürlüğü . 2013-2017 İstatistik Yıllığı.
- Timor, M. (2010). Yöneylem Araştırması. İstanbul: Türkmen Kitapevi.
- TMMOB Makina Mühendisleri Odası. (2016). Ulaşım'da Demiryolu Gerçeği. Ankara.
- TOBB. (2017). Türkiye Odalar ve Borsalar Birliği, Türkiye Sivil Havacılık Meclisi. Sektör Raporu. Ankara.
- Toksoy, S. (2017). Demiryolu Altyapı Güçlendirmesinde Geosentetiklerin Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi. İstanbul.

- Turan, E., Şahin, B. (2014). Investigation of The Transportation System and Transportation Infranstructure of Turkey. Journal of Engineering and Natural Sciences, 525-533.
- Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2017a). 09 25, 2018 tarihinde <http://www.udhb.gov.tr/images/faaliyet/e4b907f8f006296.pdf> adresinden alındı.
- Türkiye Cumhuriyeti Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2017b). 09 25, 2018 tarihinde <http://www.udhb.gov.tr/images/istatistik/2003-2017.pdf> adresinden alındı.
- Ulaştırma Bakanlığı. (2007). T.C. Ulaştırma Bakanlığı Demiryollar, Limanlar, Havameydanları İnşaatı Genel Müdürlüğü. Kıyı Yapıları ve Limanlar Planlama ve Tasarım Teknik Esasları. Ankara.
- Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2017). Ulaşan ve Erişen Türkiye, Denizcilik.
- UNCTAD. (2017). Review Of Maritime Transport. United Nations Conference On Trade And Development.
- Ünal, A. İ. (2017). Türkiye Karayolları Tünellerinin Tarihçesi ve Tünel Güvenlik Kriterleri.
- Vieira, J., Ramos, M.T., Azevedo, J.E.R. (2017). An AHP- Based Framework For Logistics Operations İn Distribution Centres. Elsevier Int. J. Production Economics, 246-259.
- Vikas, A., Kumar, S.S., Kumar, S.G. (2017). Analyzing The Factors İn Industrial Automation Using Analytic Hierarchy Process. Elsevier, Computer And Electrial Engineering, 1-10.
- Yalçın, N., Erel, A. (2007). Yüksek Hızlı Demiryollarında Altyapının Önemi Ve Tasarım İlkeleri. 7. Ulaştırma Kongresi.
- Yayla, N. (2004). Karayolu Mühendisliği.
- Yenidünya, Ç. (2008). Türkiye ve Dünyada Ulaşım Sistemleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği Anabilim Dalı. İstanbul.

- Yıldırım Keser, H., Ay, S., Çetin, I. (2018, Temmuz). Ulaştırma Karayolları: Türkiye'deki Gelecek Beklentileri. TESAM Akademi Dergisi, 5(2), 63-93.
- Yıldız, A. (2008). Ulaşım ve Trafik Politikalarında 'Planlama' zorunlu. Mühendis ve Makine Dergisi, 49(580), 38-39.
- Yıldız, Ö. (2017). TUR2002 Turizm Ekonomisi.
- Yüce, A. N. (2015). Ülkemizde Planlanan, Yapılmakta olan ve Yapılan Yüksek Hızlı Demiryolu Hatlarının İncelenmesi ve karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı.