
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

TÜRKİYE'DE KARAYOLU ALTYAPI YATIRIMLARININ EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNCELIKLENDİRİLMESİ

Serkan YILMAZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
TRAFİK PLANLAMASI VE UYGULAMASI ANA BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KASIM 2019

Serkan YILMAZ Tarafından hazırlanan "TÜRKİYE'DE KARAYOLU ALTYAPI YATIRIMLARININ EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNCELİKLENDİRİLMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Trafik Planlaması Ve Uygulaması Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ……..……..

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

Başkan: Doç. Dr. Hediye TÜYDEŞ YAMAN

İnşaat Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Orta Doğu Teknik Üniversitesi ...……

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

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Seda HATİPOĞLU

Trafik Planlaması ve Uygulaması Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi ...……

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

Tez Savunma Tarihi: 18/11/2019

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

……..…….

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

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

Serkan YILMAZ
18/11/2019

TÜRKİYE'DE KARAYOLU ALTYAPI YATIRIMLARININ EKONOMİK DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNCELIKLENDİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Serkan YILMAZ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kasım 2019

ÖZET

Tüm ulaştırma altyapılarında olduğu gibi karayolu altyapıları da büyük yatırımlar gerektirmektedir. Doğru ve etkin yatırım kararlarının alınması kamu açısından olduğu kadar ülke ekonomisi için de son derece önemlidir. Kamunun sorumluluğu, ülke için hedeflenen ekonomik gelişmenin sağlanabilmesi için kısıtlı kaynakların projeler arasında etkin dağılımını sağlamaktır. Bu çalışmada karayolu altyapı projeleri için Türkiye'de ve dünyada kabul görmüş proje değerlendirme teknikleri araştırılarak ekonomik değerlendirmenin bileşenlerinin belirlenmesi, hesaplanması ve ayrıca örnek bir proje için alternatiflerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sonuca etki eden kritik değişkenleri belirleyebilmek, bu değişkenlerde olabilecek değişim risklerini göz önünde tutabilmek amacıyla hassasiyet analizleri ve Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır.

Bilim Kodu	:	91124
Anahtar Kelimeler	:	Karayolu altyapı yatırımları, ekonomik değerlendirme, fayda maliyet analizi
Sayfa Adedi	:	172
Danışman	:	Dr.Öğr.Üyesi Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

ECONOMIC ASSESSMENT AND PRIORITIZATION OF HIGHWAY INFRASTRUCTURE INVESTMENTS IN TURKEY

(M. Sc. Thesis)

Serkan YILMAZ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

November 2019

ABSTRACT

All transportation infrastructures as with highway infrastructures require large investments. Making the right and effective investment decisions is very important for the national economy as well as the public's point of view. The responsibility of the public sector is to ensure the efficient distribution of limited resources between projects in order to achieve the targeted economic development for the country. In this study, project evaluation techniques for highway infrastructure projects, which are recognized in Turkey and in the world, are researched in order to determine and calculate the components of economic appraisal and also evaluation of alternatives for a case study were aimed. Sensitivity analysis and Monte Carlo simulation were used in order to determine the critical variables affecting the results and to take into account the risks of changes in these variables.

Science Code	:	91124
Key Words	:	Highway infrastructure investments, economic assessment, benefit cost analysis
Page Number	:	172
Supervisor	:	Asst.Prof.Dr. Ebru ARIKAN ÖZTÜRK

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında desteklerini benden esirgemeyen, görüş ve önerileriyle bu çalışmaya büyük katkıları bulunan Dr. Ebru ARIKAN ÖZTÜRK'e ve çalışma arkadaşım İstatistikçi Emrah EREN'e teşekkürü bir borç bilirim. Eğitim hayatım boyunca sürdürdükleri desteklerinden dolayı aileme şükranlarımı sunuyorum. Bu çalışma boyunca beni destekleyen KGM Stratejik Planlama Şubesi Müdürlüğüne teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET……... iv

ABSTRACT v

TEŞEKKÜR vi

İÇİNDEKİLER vii

ÇİZELGELERİN LİSTESİ x

ŞEKİLLERİN LİSTESİ..... xiii

SİMGELER VE KISALTMALAR..... xiv

1. GİRİŞ..... 1

2. TÜRKİYE'NİN KARAYOLU ALTYAPISI VE YATIRIMLARI..... 3

2.1. Yurtiçi Yolcu ve Yük Taşımacılığı 6

2.2. Karayolu Yatırımları 9

3. EKONOMİK DEĞERLENDİRME 13

3.1. Ekonomik Değerlendirmenin Amacı 14

3.2. Ekonomik Değerlendirme Yöntemleri 15

3.2.1. Finansal analiz..... 17

3.2.2. Maliyet etkinlik analizi 17

3.2.3. Yaşam (Ömür) döngü maliyet analizi 18

3.2.4. Çoklu kriter analizi..... 18

3.2.5. Fayda maliyet analizi 20

3.3. Paranın Zaman Değerini Dikkate Alan Ekonomik Değerlendirme Teknikleri.. 22

3.3.1. Ekonomik iskonto oranı 22

3.3.2. İç karlılık oranı 24

Sayfa

3.3.3. Net bugünkü değer 24

3.3.4. Fayda maliyet oranı 25

4. EKONOMİK DEĞERLENDİRMENİN BİLEŞENLERİ 27

4.1. Trafik Verileri 27

4.2. Yapım Maliyetleri 28

4.3. Bakım Maliyetleri 29

4.4. Kaza Maliyetleri 30

4.5. Taşıt İşletme Giderleri 37

4.6. Zaman Giderleri 39

4.7. Çevresel Maliyetler 42

4.8. Hassasiyet Analizleri 44

5. ÖRNEK UYGULAMA 47

5.1. Trafik Verileri 50

5.1.1. Kapasite analizi 52

5.2. Yapım Maliyetleri 54

5.3. Bakım Maliyetleri 56

5.4. Kaza Maliyetleri 62

5.5. Taşıt İşletme Giderleri 67

5.6. Zaman Giderleri 68

5.7. Çevresel Maliyetler 74

6. EKONOMİK ANALİZ SONUÇLARI 77

6.1. Hassasiyet Analizleri 78

6.2. Monte Carlo Simülasyonu 83

Sayfa

7. SONUÇ VE ÖNERİLER 87

KAYNAKLAR 93

EKLER 97

EK-1. HEATCO zaman değerleri. 98

EK-2. Trafik tahminleri. 102

EK-3. Dingil tekerrür sayıları. 112

EK-4. Kaza maliyetleri. 113

EK-5. TİG analizleri. 114

EK-6. 2x1 SK'dan 2x1 BSK'ya dönüştürülen yol için hız değişimi. 121

EK-7. Zaman maliyetleri. 130

EK-8. Ekonomik analiz sonuçları. 138

EK-9. Hassasiyet analizleri sonuçları. 150

EK-10. Monte Carlo simülasyonu. 169

ÖZGEÇMİŞ 172

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 2.1. Yıllar itibarıyla yapılan bölünmüş yol yatırımları…….. 9

Çizelge 2.2. Yıllar itibarıyla yapılan tek yollar ve asfalt kaplama çalışmalar…… 10

Çizelge 2.3. KGM yatırım ve toplam bütçesi, merkezi yönetim bütçesine oranı…….. 10

Çizelge 2.4. KGM 2019 yılı yatırım programı (x1000 TL)…….. 11

Çizelge 2.5. KGM 2019 yılı yatırım programı proje stoku (x1000 TL)…… 12

Çizelge 3.1. Paydaşların yol projesinden olası beklentileri……... 19

Çizelge 3.2. Dünyada kullanılmakta olan ekonomik indirgeme oranları…….. 23

Çizelge 4.1. Kaza kara noktaları iyileştirme çalışmaları……... 33

Çizelge 4.2. Kaza kara noktaları iyileştirme çalışmalarının sonuçları…….. 33

Çizelge 4.3. Yol sınıfına göre 1 milyar taşıt-km'ye düşen kaza sayısı……. 34

Çizelge 4.4. HEATCO kaza maliyetleri……... 36

Çizelge 4.5. IRAP kaza maliyetleri……. 37

Çizelge 4.6. AB'ye üye 25 ülkenin yolcu zaman değerleri (Euro/Saat)……. 40

Çizelge 4.7. Yeni Zelanda yolcu ve sürücü zaman değerleri…….. 41

Çizelge 4.8. Çevresel maliyet değerleri (Euro/ton-CO_2 eşdeğer)…… 44

Çizelge 4.9. Yol yapımı kaynaklı emisyon değerleri…….. 44

Çizelge 4.10. Yol yapımı kaynaklı emisyonların iş kalemi bazında dağılımı……. 44

Çizelge 4.11. KGM'de kullanılan farklı değişkenlere göre hassasiyet analizleri…… 46

Çizelge 5.1. 2004-2018 yılları arası mevcut yol 1. dilim trafiği…….. 50

Çizelge 5.2. 2004-2018 yılları arası mevcut yol 2. dilim trafiği…….. 50

Çizelge 5.3. 2004-2018 yılları arası mevcut yol 3. dilim trafiği…….. 51

Çizelge 5.4. Regresyon analizinde elde edilen sonuçlar…….. 51

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.5. 2019-2043 yılları mevcut yol güzergâhı 1. dilim trafik tahminleri…… 52

Çizelge 5.6. 2019-2043 yılları mevcut yol güzergâhı 2. dilim trafik tahminleri…… 52

Çizelge 5.7. 2019-2043 yılları mevcut yol güzergâhı 3. dilim trafik tahminleri…… 52

Çizelge 5.8. 2019-2024-2043 yılları mevcut güzergâh ortalama trafik tahmini……. 52

Çizelge 5.9. Mevcut yola ait kapasite analiz sonuçları…… 53

Çizelge 5.10. Alternatif proje 1'e ait kapasite analiz sonuçları…… 54

Çizelge 5.11. Alternatif proje 2 ve 3'e ait kapasite analiz sonuçları……..... 54

Çizelge 5.12. Alternatif projelerin yapım maliyetlerine ait ana iş kalemleri…….. 55

Çizelge 5.13. Alternatif proje 1'in 5 yıllık yapım programı ve yapım yüzdeleri……... 55

Çizelge 5.14. Alternatif proje 2'nin 5 yıllık yapım programı ve yapım yüzdeleri……. 56

Çizelge 5.15. Alternatif proje 3'ün 5 yıllık yapım programı ve yapım yüzdeleri…….. 56

Çizelge 5.16. Mevcut yol ve üç alternatif proje için hesaplanan bakım maliyetleri..... 58

Çizelge 5.17. Dingil tekerrür sayısı hesabında kullanılan proje trafiği……. 59

Çizelge 5.18. Taşıt eşdeğerlik faktörü…….. 59

Çizelge 5.19. Hesap şeridine düşen standart dingil yükü tekerrür sayısı……. 60

Çizelge 5.20. Üst sınır toplam dingil tekerrür sayısı……. 61

Çizelge 5.21. Mevcut yolun ve üç alternatif projenin bakım maliyetleri (TL)……. 61

Çizelge 5.22. 2017 yılı KGM yol ağındaki kazalara ait ölü ve yaralı sayıları……. 62

Çizelge 5.23. Gerçekleşmesi beklenen trafik ve taşıt-km değerleri…….. 63

Çizelge 5.24. Taşıt-km'ye dayalı tahmini ölü ve yaralı sayıları…… 64

Çizelge 5.25. Kaza maliyetlerinin hesaplanmasına ait birim maliyetler (TL)…….. 65

Çizelge 5.26. Mevcut yol toplam kaza maliyetleri…… 65

Çizelge 5.27. Alternatif proje 1 toplam kaza maliyetleri…….. 66

Çizelge 5.28. Alternatif proje 2 ve alternatif proje 3 toplam kaza maliyetleri…….. 66

Çizelge **Sayfa**

Çizelge 5.29. Ekonomik değerlendirmede kullanılan birim TİG değerleri……. 67

Çizelge 5.30. Mevcut yol ve üç alternatif projeye ait TİG değerleri (TL)…….. 68

Çizelge 5.31. Mevcut yolda gerçekleşen ortalama hızlar…… 69

Çizelge 5.32. 2x1 SK'dan 2X1 BSK'ya dönüşüm sonucu hızlardaki değişiklikler…… 70

Çizelge 5.33. Mevcut yol ve alternatif proje 1 için belirlenen hızlar (km/sa)…….. 70

Çizelge 5.34. 2x1 SK'dan bölünmüş yola dönüşüm sonucu hızlardaki değişiklikler….. 71

Çizelge 5.35. Mevcut yol ve alternatif proje 2 -3 için belirlenen hızlar (km/sa)…….. 71

Çizelge 5.36. Mevcut yol ve alternatif projelerin yolcu zaman maliyetleri (TL)……. 72

Çizelge 5.37. Mevcut yol ve alternatif projelerin sürücü zaman maliyetleri (TL)…… 73

Çizelge 5.38. Mevcut yol ve alternatif projelerin yük zaman maliyetleri (TL)……. 74

Çizelge 5.39. Alternatif proje 1 için hesaplanan yapım kaynaklı emisyon değeri……. 75

Çizelge 5.40. Alternatif proje 2 için hesaplanan yapım kaynaklı emisyon değeri……. 75

Çizelge 5.41. Alternatif proje 3 için hesaplanan yapım kaynaklı emisyon değeri…… 76

Çizelge 6.1. Üç alternatif projenin ekonomik analiz sonuçları……. 77

Çizelge 6.2. Üç alternatif proje için oluşturulan senaryolara ait özet tablo……. 79

Çizelge 6.3. Kaza hassasiyet değerlerinin belirlenmesinde kullanılan değerler…….. 80

Çizelge 6.4. Kaza azalma oranları…… 80

Çizelge 6.5. Üç alternatif proje için en kötümser senaryoya ait özet tablo……. 82

Çizelge 6.6. Üç alternatif proje için en iyimser senaryoya ait özet tablo…… 82

Çizelge 6.7. Alternatif proje 1 için Monte Carlo girdi verilerine ait özet tablo…….. 84

Çizelge 6.8. Alternatif proje 2 için Monte Carlo girdi verilerine ait özet tablo…….. 84

Çizelge 6.9. Alternatif proje 3 için Monte Carlo girdi verilerine ait özet tablo……. 84

Çizelge 6.10. Üç alternatif projenin Monte Carlo simülasyonu sonuçları……. 85

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil **Sayfa**

Şekil 2.1. Yıllara göre nüfus, otomobil sahipliği ve taşıt sahipliliği……... 7

Şekil 2.2. Yıllara göre nüfus ve taşıt-km değerleri……. 8

Şekil 2.3. Yıllara göre nüfus, ton-km ve yolcu-km değerleri……. 8

Şekil 3.1. KGM proje değerlendirme şeması…….. 21

Şekil 3.2. Paranın zaman değerini dikkate alan ekonomik değerlendirme teknikleri…. 25

Şekil 5.1. Alternatif proje 1 ve 3 için kullanılan tip en kesit…….. 47

Şekil 5.2. Alternatif proje 2 için kullanılan tip en kesit……. 48

Şekil 5.3. Ekonomik değerlendirme akış şeması…… 49

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler	**Açıklamalar**
CH_4	Methan
CO_2	Karbondioksit
km	Kilometre
m/km	Metre /kilometre
N_2O	Nitröz oksit

Kısaltmalar	**Açıklamalar**
AASHTO	The American Association of State Highway Transportaion Officials
AB	Avrupa Birliği
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
BSK	Bitümlü Sıcak Karışım
ÇED	Çevresel Etki Değerlendirme
ÇKA	Çoklu Kriter Analizi
EİO	Ekonomik İç Karlılık Oranı
GSYİH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
HCM	Highway Cost Model
HCM 2000	Highway Capacity Manual
HDM	Highway Design and Maintenance Standards
HDM-4	Highway Development and Management
HEATCO	Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment
HICAP	Highway Capacity Analysis Package
IRAP	International Road Assesment Programme

Kısaltmalar	Açıklamalar
ISOHDM	International Study of Highway Development and Management
İKO	İç Karlılık Oranı
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KİTGİ	Karayolu İyileştirme ve Trafik Güvenliği Projesi
MIT	Massachusetts Institute of Technology
NBD	Net Bugünkü Değer
OYTT	Orta Yüklü Ticari Taşıt
RTIM	Road Transport Investment Model
SBB	Strateji ve Bütçe Başkanlığı
SGP	Satın alma Gücü Paritesi
SK	Sathi Kaplama
TII	Transport Infrastructure Ireland
TİG	Taşıt İşletme Giderleri
TL	Türk Lirası
TRAMER	Trafik Sigortaları Bilgi Merkezi
TRL	Transport Research Laboratory
VTPI	Victoria Transport Policy Institute
WHO	World Health Organization
YİD	Yap İşlet Devret

1. GİRİŞ

Gelişmekte olan ülkelerin ulaşım altyapı sistemleri kamu sektörünün en büyük yatırımını oluşturmaktadır. Bir bölgenin veya ülkenin ekonomik canlılığı ve küresel rekabet gücü, ulaşım altyapısının niceliğinden ve kapasitesinden etkilenmektedir. Bu altyapı; insanlar, mallar ve hizmetler için hareketlilik ve erişilebilirlik sağlamakta, ülkelerin ekonomik üretim sürecinde önemli bir rol oynamaktadır [1]. Ulaşımın ülke ekonomilerine katkısı, ticari ulaşım hizmetleri tarafından sağlanan katma değer ile ölçülmekte ve genelde bu değer Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'nın (GSYİH) %3-5 aralığında olduğu gözlemlenmektedir. Ancak daha gerçekçi bir yaklaşım olarak ulaşıma ait tüm aktivitelerin de hesaba dâhil edilmesi ile bu değer ülkelerin Gayri Safi Yurtiçi Hasıla'sının (GSYİH) yaklaşık %15'ine karşılık gelmektedir [2].

Karayolu altyapı yatırımları kendi bünyesinde başlı başına ekonomik bir faaliyet olması ile birlikte, diğer sektörlerle de çok yakın ilişkisi olan ve bu sektörleri doğrudan etkileyen bir hizmet türü konumundadır. Bu nedenle karayollarının etkinliği ve verimliliğinin artırılmasıyla taşımacılık sektörünün etkinliği ve verimliliği artmakta, ulaştırma ile ilişkili otomotiv, petrol, lojistik, taşımacılık, inşaat sektörleri başta olmak üzere diğer tüm sektörler karayolu yatırımlarından doğrudan etkilenebilmektedir. Yol kullanıcılarının ihtiyaçlarına cevap verebilen karayolu altyapısı ulusal kalkınmanın önemli bir bileşenidir. Endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin verimini artırmakta, ulusal ve uluslararası ticareti desteklemektedir.

Doğru ve etkin yatırım kararlarının alınması kamu açısından olduğu kadar ülke ekonomisi için de önemlidir. Ülkenin ekonomik olarak gelişmesi yatırımların artış hızına ve bu yatırımların etkinliğine bağlıdır. Kamunun sorumluluğu, ülke için hedeflenen ekonomik gelişmenin sağlanabilmesi için hâlihazırdaki mevcut kıt kaynakların projeler arasında etkin şekilde dağılımını sağlamaktır.

Kamu yatırımları devletin genel kalkınma hedeflerini ve stratejilerini takip etmek için kullandığı temel politika araçlarıdır. Yapımı planlanan altyapı projeleri, mevcut sınırlı kaynaklar dikkate alındığında ülkenin genel kalkınma stratejisi ile uyumlu olmalıdır. Prensipte kamu; potansiyel altyapı projeleri için yatırım programı hazırlamalı ve bu programda yer alan proje listesini günün şartlarını göz önüne alarak nihai yatırımın gerçekleşmesinden önce sürekli olarak değerlendirmeye tabii tutmalıdır [3].

Her yatırım projesi ekonomik olarak belli kaynakları kullanarak belirli bir ihtiyacı karşılamaya yönelik mal veya hizmet üretir. Bu süreç belli bir zaman aralığında ve mekânda gerçekleşir. Proje analizi/değerlendirilmesi kavramının çıkış noktası, tüm dünyada kaynakların sınırlı, gereksinimlerin ise kavramsal olarak sonsuz olmasıdır. Proje analizi/değerlendirilmesi kısaca bir proje tarafından tüketilen kaynaklar ve üretilen mal veya hizmetin belirlenmesi ve karşılaştırılmasıdır [4].

Karayolları Genel Müdürlüğünün (KGM) 2019 yılı yatırım programında 1399 adet projesi bulunmakla birlikte bu projelerin gerçekleştirilebilmesi için gerekli olan yatırım tutarının kamulaştırma bedelleri hariç yaklaşık 243,5 milyar TL'dir [5]. Bu büyüklükteki proje stoku ve bütçenin yönetilebilmesi için projelerin değerlendirilmesi, önceliklendirilmesi gerekmektedir. Proje değerlendirmesinin amacı, ekonomik yönden uygun olmayan projelerin hayata geçirilmesini önlemek, uygun olan projelerin de reddedilmesine engel olmaktır [3].

Bu çalışmada karayolu altyapı projeleri için Türkiye'de ve dünyada kabul görmüş proje değerlendirme teknikleri araştırılarak ekonomik değerlendirmenin bileşenlerinin belirlenmesi ve hesaplanması, örnek bir proje için alternatiflerin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Sonuca etki eden kritik değişkenleri belirleyebilmek, bu değişkenlerde olabilecek değişim risklerini göz önünde tutabilmek amacıyla hassasiyet analizleri ve Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır.

2. TÜRKİYE'NİN KARAYOLU ALTYAPISI VE YATIRIMLARI

Karayolları Genel Müdürlüğünün görev, yetki ve sorumlulukları 13.7.2010 tarih ve 27640 Sayılı Resmi Gazete'de yayınlanan 6001 sayılı Karayolları Genel Müdürlüğünün Hizmetleri Hakkında Kanun ile belirlenmiştir.

KGM'nin görevleri aşağıdaki gibidir:

- Otoyol, devlet ve il yolları ağını tespit etmek ve bu ağdaki değişiklikleri hazırlamak, yol ağı üzerindeki yol ve köprüleri inşa ve ıslah etmek, onarmak ve emniyetle kullanmalarını sağlayacak şekilde sürekli bakım altında bulundurmak ve bu konularda gerekli eğitim yapmak.
- Projelendirme, yapım, onarım, bakım ve diğer hususlar hakkında standartlar tespit etmek, teknik şartnameler hazırlamak.
- Yolların kullanılması, yol ve trafik güvenliği ve bakımına ait esas ve kaideleri tespit etmek, yürütmek ve uygun göreceği yol işaretlerini tesis etmek.
- Görevi ile ilgili işler için lüzumlu harita, etüt ve proje işlerini yapmak ve yaptırmak.
- Genel Müdürlüğün çalışmalarına ait bilgileri toplamak, basmak, yayınlamak.
- Yolların yapım, ıslah, onarım ve bakımına, emniyetle işlemesine, gerekli garaj ve atölyeleri, makina ve malzeme ambarları ile depolarını, servis ve akaryakıtı, tesislerini, laboratuvarları, deneme istasyonlarını, tarihi yol ağlarına ait köprü ve diğer bütün yan tesisleri, yol boyu inkişafı ve ağaçlandırılması için lüzumlu fidanlıkları, dinlenme yerlerini, bakım ve trafik emniyetini sağlayacak bina ve lojmanları, verici telsiz istasyonları ile gerekli muhabere şebekelerini, genel müdürlüğün görevlerini daha verimli şekilde yönetimine yarayacak diğer her türlü sosyal tesisleri, hazırlayacağı ve hazırlatacağı plan ve projelerine göre yapmak, yaptırmak, onarmak, donatmak, işletmek, kiralamak ve bakımlarını sağlamak.
- Burada belirtilen görevlerin yapılabilmesi için lüzumlu her türlü alet, edevat, taşıt ve makinalar ile donatımlarını, bunların işletilmesi ve onarılması için gerekli bütün malzemeyi seçmek, sağlamak, gerekenleri imal etmek veya ettirmek, depo etmek, onarmak, gerekli ambar, atölye ve tesisleri donatmak ve işletmek.
- Genel Müdürlüğün görevleri içinde bulunan işlerin, yapılması, trafik akımının emniyetle ve kolaylıkla sağlanması için gerekli (arazi dâhil) her türlü binalı ve binasız taşınmaz

malları kamulaştırmak, satın almak, kiralamak, kanunlarına göre geçici olarak işgal etmek.

- Otoyol, devlet ve il yolları ile ilgili diğer kanunların tahmil ettiği işleri yapmak.

KGM sorumluluğunda 01.01.2019 itibarıyla 2159 km otoyol, 31021 km devlet yolu ve 34153 km il yolu olmak üzere toplam 67333 km yol ağı bulunmaktadır. Bu yol ağının 39333 km'si sathi kaplama (SK), 24082 km'si bitümlü sıcak karışım (BSK) kaplama olup 3918 km'si ise diğer yollardır. Otoyol yol ağı uzunluğuna ana gövde ve bağlantı yolu dâhil olup, yan yol ve kavşak kolları ile Yap İşlet Devret (YİD) kapsamında yapılan otoyollar dâhil değildir [6].

YİD kapsamında yapımı tamamlanan 384 km'si otoyol, 42 km'si bağlantı yolu olan 426 km'lik Gebze-Orhangazi-İzmir (İzmit Körfez Geçişi ve Bağlantı Yolları Dâhil) Otoyolu ağustos 2019 itibarıyla trafiğe açılmıştır. Toplam 148 km olan Yavuz Sultan Selim Köprüsü ve Kuzey Çevre Otoyolu ağustos 2016 tarihinde trafiğe açılmıştır [7].

KGM 2017-2021 Stratejik Planı'na göre kurumun beş stratejik amacı bulunmaktadır [8].

1. Artan yük ve yolcu taşımacılığı talebini karşılayacak güvenli ve konforlu karayolları yapmak ve geliştirmek.
2. Karayolu ağının korunması, iyileştirilmesi ve yönetilmesini sağlamak.
3. Yol ağında trafik güvenliğini artırmak.
4. Kurumsal kapasiteyi artırmak.
5. Karayolu kaynaklı çevresel etkileri azaltıcı, enerji verimliliği sağlayan, tarihi ve kültürel varlıkları koruyan çalışmalar yapmak.

Belirlenen bu beş amaca ulaşabilmek için yirmi hedef belirlenmiş ve bu hedeflere ulaşılabilmesi için gerekli olan harcamaların 2017-2021 dönemi için her yılın kendi yılı fiyatları ile yaklaşık 140 milyar TL olduğu hesaplanmıştır [8].

1. Karayolu fiziki ve geometrik standartları iyileştirilecek ve geliştirilecektir.
2. Karayolu ağının geçiş ücretli olarak alternatif finans kaynakları kullanılarak geliştirilmesi sağlanacaktır.

3. Önemli koridorlar üzerinde coğrafi engelleri aşacak tüneller ve büyük sanat yapıları gibi özellik arz eden projeler hayata geçirilecektir.
4. Yapılması veya iyileştirilmesi planlanan yollar için karayolu geometrik standartlarına uygun güvenli ve konforlu projeler hazırlanacak ve hâlihazır haritaları alınacaktır.
5. Çağdaş metot, malzeme ve teknolojilerle güvenli, dayanıklı ve sürdürülebilir karayolu yapılmasına yönelik kuruluşun 5 yıllık süreçte ihtiyaç duyduğu araştırma mühendislik hizmetleri sürdürülecektir.
6. Yol bakım, onarım ve otoyol büyük onarım hizmetlerinin standartları her mevsimde konforlu ve güvenli ulaşımı sağlayacak şekilde yükseltilecektir
7. Geometrik standardı düşük köprülerin yenilenmesi ve sismik onarım gerektiren köprülerin güçlendirilmesi önceliklendirilerek gerçekleştirilecektir.
8. Üstyapı araştırma ve performans etütleri yapılarak üstyapı yönetim sisteminin geliştirilmesi sağlanacaktır.
9. Karayolu ağı üzerinde yürütülen kar ve buzla mücadele, afet, bakım ve onarım çalışmalarında, uygun malzeme ve çağdaş ekipman kullanılmasını sağlamaya yönelik gerekli tedbirler alınacaktır.
10. Karayollarında Akıllı Ulaşım Sistemleri uygulamaları yaygınlaştırılacaktır.
11. Sorumluluğumuzdaki yol ağımız üzerinde trafik güvenliğini artırıcı önlemler alınacak ve sürekliliği sağlanarak geliştirilecektir.
12. Kuruluşun araştırma ve geliştirme konularındaki altyapı, ekipman ve laboratuvarları iyileştirilecek ve idari kapasite artırılacaktır.
13. Bilgi iletişim altyapısını kullanarak karar destek ve yönetim sistemlerini geliştirmek, etkin kullanımlarını sağlamak.
14. Kurum çalışanlarının çalışma şartlarının, bilgi birikiminin iyileştirilmesi ve mesleki memnuniyetinin arttırılması.
15. Trafik ve ulaşım bilgilerinin zamanında, güvenilir ve sürekli olarak elde edilmesine ilişkin her türlü çalışmalar yapılacaktır.
16. İnsan ve çevreye duyarlı, sürdürülebilir yolların artırılmasına ilişkin araştırma projesi/dizaynı çalışmaları yapılacaktır.
17. Karayollarında erozyon kontrolü çalışmaları yapılarak, uygulama aşamasında mevcut ve yeni projelendirilecek yollarda insan ve çevreyi gözeten peyzaj çalışmaları yapılacaktır.
18. Mevcut tüm tesislerde enerji tasarrufuna ilişkin tedbirler alınacak, güçlendirme, bakım ve onarım hizmetleri tamamlanacaktır.

19. Karayolları malzeme ocakları ve tesislerin çevresel etkilerinin ve alınabilecek çevresel etkileri azaltıcı önlemlerin belirlenmesi, ana karayollarında gürültü haritalarının hazırlanması ve eylem planlarının değerlendirilmesi ile ilgili çalışmaların yapılmasını sağlamak.
20. Tarihi köprülerin yakın çevresi ile birlikte restore edilerek korunması ve cazibe merkezi haline getirilmesi sağlanarak, koruma bilincinin oluşturulmasına katkıda bulunulacaktır.

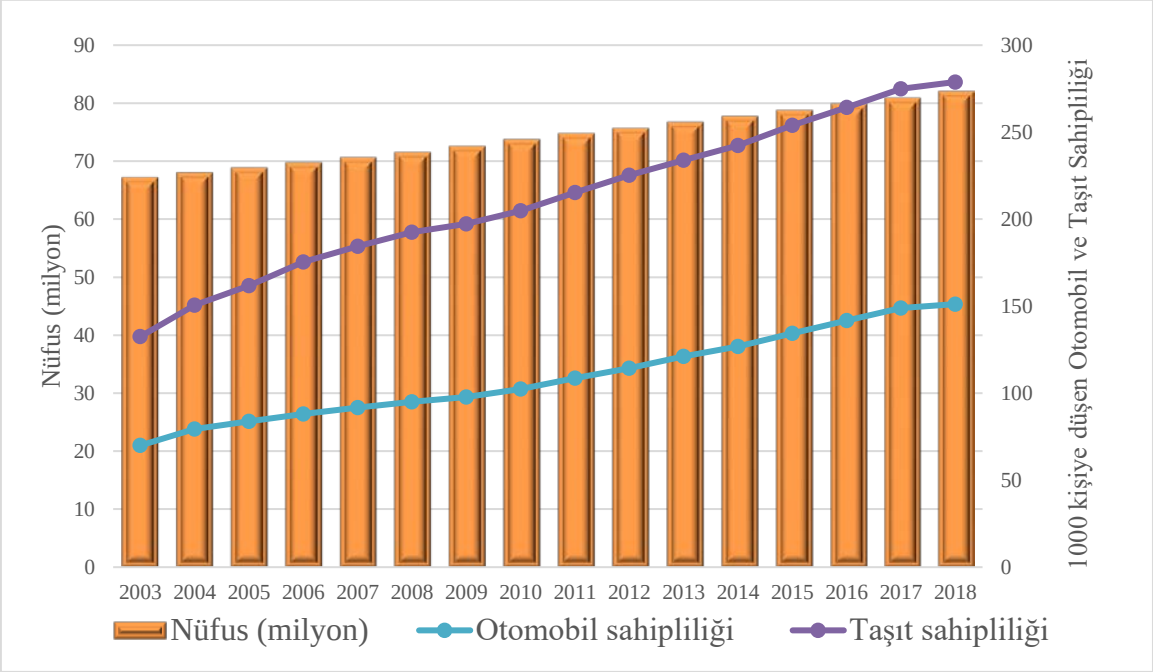
2.1. Yurtiçi Yolcu ve Yük Taşımacılığı

Günümüzde karayolu altyapısı, ekonomik ve sosyal faydaları ülke sathına yayarak ülkelerin ulusal ekonomik performanslarının temelini oluşturmakta, bu altyapı ülkelerin en büyük ulusal mal varlığı olarak da kabul edilmektedir [2]. Göreceli olarak küçük sayılabilecek Yeni Zelanda'nın karayolu altyapısının varlık değeri yaklaşık olarak 15 milyar Euro olmakla birlikte Türkiye için hesaplanan değer yaklaşık 55-60 milyar Euro mertebesindedir. Heggie ve Vickers'ın Dünya Bankası adına 1998 yılında yaptığı çalışmaya göre Japon Karayolu İdaresi'nin sorumlu olduğu varlıkların değeri, dünyanın en büyük şirketlerinden biri olan General Motors'a eşdeğer olduğu benzer olarak İngiltere Karayolları Ajansı'nın varlık değerinin IBM ve AT&T ile karşılaştırılabilecek düzeyde olduğu belirtilmiştir [2].

21. yüzyılda ticari ve kişisel seyahat taleplerinin sürekli artması nedeni ile ulaşım altyapısından ve hizmetlerinden sorumlu kurumlar mevcut altyapılarını maliyet etkin bir şekilde ve mevcut kaynaklar dâhilinde yol kullanıcıları tarafından arzulanan hizmet seviyelerinde sunmak, kabul edilebilir standartlarda tutmakla sorumludur [1].

Şekil 2.1.'de görüldüğü üzere Türkiye'de nüfus artışı ile birlikte otomobil ve taşıt sahipliliği de yıllar içinde artma eğilimdedir. Taşıt sahipliği ülkelerdeki kişi başına düşen milli gelirle doğrudan ilişkilidir. 2018 yılı sonu itibarıyla ülkemizde toplam 22865921 adet taşıt bulunmakta ve bu taşıtların %54'ünü (12398190) otomobiller oluşturmaktadır [9]. Türkiye'de otomobil sahipliliği gelişmiş ülkelerle karşılaştırıldığında henüz doygunluk seviyesine ulaşmamış olup 1000 kişiye düşen otomobil sayısı 2018 yılı için 151 düzeyindedir. Avrupa Birliği (AB) üyesi 28 ülkenin 1000 kişiye düşen otomobil sayısı 2016 yılı için ortalama 507'dir [10].

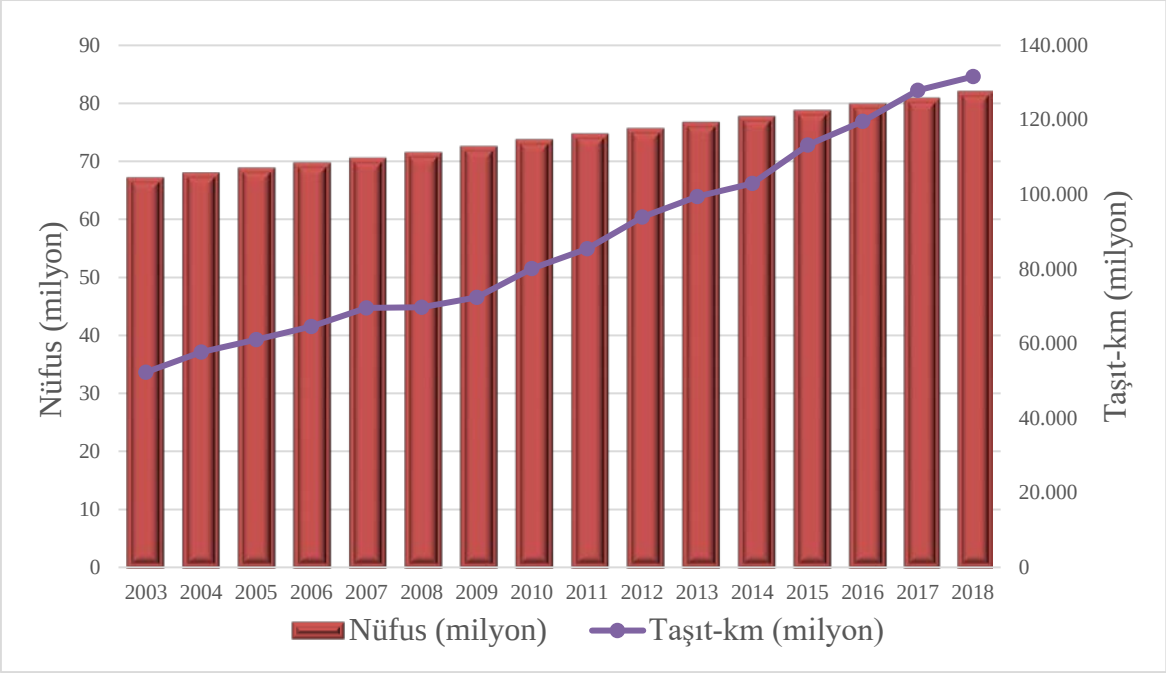
Ulaşım sektörleri arasındaki ilişki yurt içi şehirlerarası yolcu ve yük taşımalarının dağılımı açısından incelediğinde ise karayolu taşımacılığının yük ve yolcu taşımacılığındaki payının yaklaşık %90 mertebesinde olduğu görülmektedir [11].



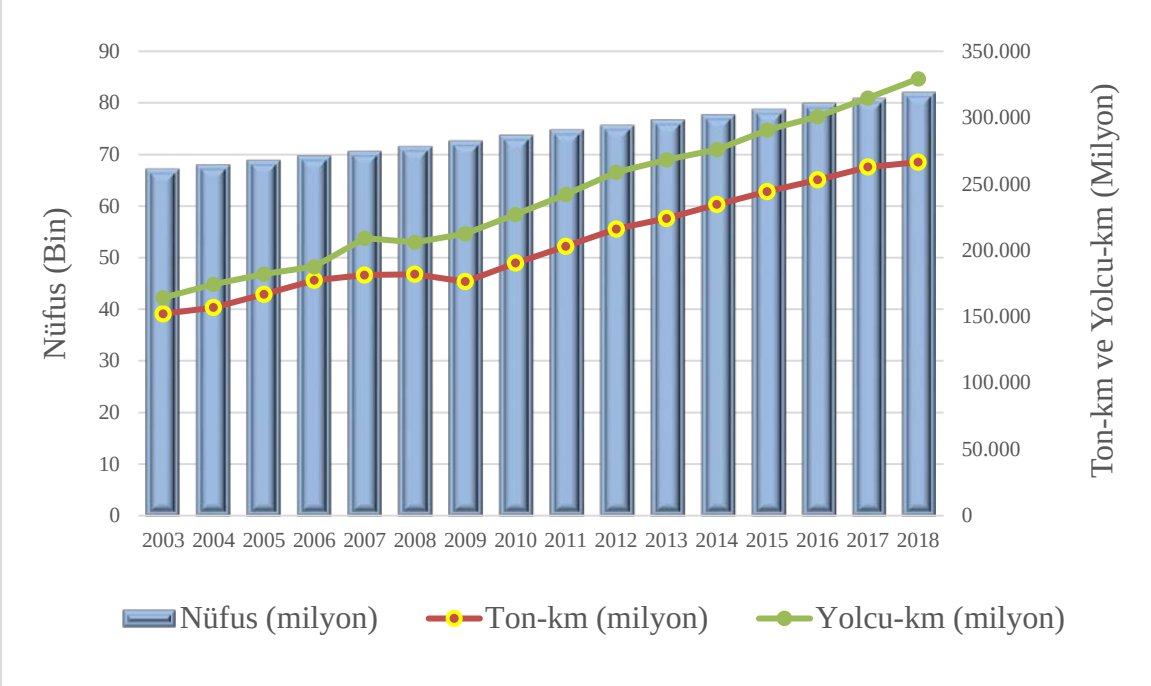
Şekil 2.1. Yıllara göre nüfus, otomobil sahipliği ve taşıt sahipliliği.

Karayolları ile 2003 yılında yapılan yük taşımacılığı 152 milyar ton-km, yolcu taşımacılığı 164 milyar yolcu-km ve gerçekleşen toplam yol kullanımı 52 milyar taşıt-km'dir. Yol kullanımı ve taşımacılığa ait bu göstergeler 2018 yılında yük taşımacılığı 266 milyar ton-km'ye, yolcu taşımacılığı 329 milyar yolcu-km'ye ve gerçekleşen toplam yol kullanımı 131 milyar taşıt-km'ye ulaşmıştır [12,13]. 2003-2018 yılları arasında ton-km değeri %75, yolcu-km değeri %100 ve taşıt-km değeri %150'lik bir artış göstermiştir. Bu artışlar Şekil 2.2. ve Şekil 2.3.'de gösterilmektedir.

Taşıt-km hareketliliğinin artması, özellikle Türkiye'de karayolu ağının belkemiğini oluşturan ve trafik yoğunluğundan dolayı kapasite yetersizliği yaşanan koridorlarda mevcut ve gelecekteki trafiğe bağlı olarak bir program dâhilinde yatırımlar yapılmasını gerekli kılmaktadır.



Şekil 2.2. Yıllara göre nüfus ve taşıt-km değerleri.



Şekil 2.3. Yıllara göre nüfus, ton-km ve yolcu-km değerleri.

2.2. Karayolu Yatırımları

Karayolu yatırımlarının yüksek maliyetli olması, tahsis edilen kaynakların büyüklüğü ve arza bağlı olarak proje stokunun fazlalığı finansman temininde ek tedbirlere yönelimi ve ayrıca kaynakların verimli kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir [5].

Türkiye'de Acil Eylem Planı kapsamında 2003 yılında başlayan bölünmüş yol yatırımları ile mevcut devlet ve il yollarının fiziki ve geometrik standartlarının yükseltilmesi hedeflenmiştir.

KGM, 2003 yılından itibaren mevcut yolların fiziki ve geometrik standartlarını yükseltmek, bakım ve işletme hizmetlerini en üst seviyede sürdürmek ve trafik güvenliğini olumlu yönde etkilemek hedefleri doğrultusunda, gerekli teknik analizleri ve çalışmaları yaparak, kapasite yetersizliği, uluslararası ve ulusal ağ bütünlüğü niteliğindeki arterleri belirleyerek belli bir program dâhilinde bölünmüş yol çalışmalarına başlamıştır. Bu kapsamda 2003-2018 yılları arasında yapılan sathi kaplamalı (SK) ve bitümlü sıcak karışım kaplamalı (BSK) bölünmüş yol istatistikleri Çizelge 2.1.'de, tek yol ve üstyapı asfalt çalışmaları Çizelge 2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 2.1. Yıllar itibarıyla yapılan bölünmüş yol yatırımları.

	Bölünmüş Yollar (km)				
	Devlet ve İl Yolları			Otoyol	Toplam
	BSK	SK	Toplam	BSK	
2003	243	1080	1323	39	1362
2004	261	1504	1765	26	1791
2005	336	1709	2045	5	2050
2006	260	980	1240	241	1481
2007	76	1006	1082	-	1082
2008	396	1081	1477	14	1491
2009	285	1717	2002	114	2116
2010	380	1776	2156	44	2200
2011	194	1320	1514	39	1553
2012	380	646	1026	8	1034
2013	370	420	790	0	790
2014	329	298	627	34	661
2015	364	193	557	4	561
2016	509	155	664	260	924
2017	595	110	705	115	820
2018	340	100	440	185	625

KGM'nin sorumluluğunda bulunan yol ağına yaptığı yatırımlara ait harcamalar ve merkezi yönetim bütçesine oranı Çizelge 2.3.'te verilmiştir [14]. Bu çizelgeye göre KGM Türkiye bütçesinden yıllık %1,5-2,4 arasında pay almaktadır.

Çizelge 2.2. Yıllar itibarıyla yapılan tek yollar ve asfalt kaplama çalışmaları.

	Tek Yollar (km)			Asfalt Çalışmaları (km) Yapım-Onarım-Yenileme	
	BSK	SK	Toplam	BSK	SK
2003	189	393	582	38	9428
2004	178	579	757	272	14272
2005	0	240	240	366	16352
2006	71	388	459	222	15565
2007	2	494	496	593	17603
2008	104	444	548	1520	18586
2009	40	769	809	1795	17737
2010	43	1124	1167	3651	20350
2011	107	1011	1118	3675	16729
2012	127	789	916	2513	16677
2013	123	974	1097	2130	13747
2014	138	802	940	1553	12384
2015	123	838	961	1167	12636
2016	128	793	921	2086	10304
2017	271	784	1055	2371	11186
2018	297	564	861	1795	9829

Çizelge 2.3. KGM yatırım ve toplam bütçesi, merkezi yönetim bütçesine oranı.

Yıllar	KGM Sene Başı Bütçesi		Merkezi Yönetim Bütçesi (Senebaşı) (TL)	Merkezi Yönetim Bütçesine Oranı (%)
	Yatırım (TL)	Toplam (TL)		
2006	2714700000	3963346000	174321616732	2,3
2007	1877104000	3408388000	204988545401	1,7
2008	1759491000	3391135000	222553216800	1,5
2009	2457115255	4132260655	259155933362	1,6
2010	3073000000	4989051000	286981303810	1,7
2011	3300000000	5511382000	312572607330	1,8
2012	3631499000	6185358000	350948317871	1,8
2013	3816000000	6962374000	405283274000	1,7
2014	4045000000	7157071000	438099609000	1,6
2015	4289500000	7246304000	474531234000	1,5
2016	9505449000	12369075000	572592478000	2,2
2017	10989842000	15009602000	647510668000	2,3
2018	10989850000	18104263000	765806302000	2,4
2019	7736743000	16661311000	965512898000	1,7

KGM'nin 2019 yılı yatırım programında yer alan projeleri Çizelge 2.4.'te, projelerin sektörlere göre dağılımı ve proje maliyet, harcama ve ödenek bilgileri Çizelge 2.5.'te gösterilmiştir [5].

Çizelge 2.4. KGM 2019 yılı yatırım programı (x1000 TL).

Program Sınıfı	Proje Tutarı	Harcama	2019 Yatırımı		
			Bütçe	Dış Kredi	Toplam
Oto ve Ekspres Yol Yapım ve Onarımı	16726922	13202209	343956	-	343956
Etüt Proje	1095715	795169	75000	-	75000
Kamulaştırma Mühendislik ve Müşavirlik Hizmetleri	411997	334653	50000	-	50000
Ekonomik ve Mali Fizibilite	129513	108622	15000	-	15000
Araştırma Geliştirme Projesi	226914	209307	10000	-	10000
Devlet Yolları Yol Yapımı	141862374	71147488	1969933	-	1969933
İl Yolları Yapımı	-	-	278940	-	278940
Devlet ve İl Yolları Onarımı	-	-	464900	-	464900
Şehir Geçişleri	2571164	907691	81719	-	81719
Gümrük Tesisleri Bağlantı Yol ve Hudut Kapıları	932247	417059	46490	-	46490
Öncelikli Yollar	6288863	357792	139470	-	139470
Tırmanma Şeritleri	147188	98264	9298	-	9298
Heyelan Önleme Projesi	488400	222744	23245	-	23245
Yapım İhalelerinin Müşavirlik ve Kontrollük Hizmet Alımı	802470	-	11200	-	11200
Asfalt Yapımı ve Onarımı	13131104	7219730	271073		271073
Bilgi Teknolojileri	149595	4070	35000	-	35000
Köprü Yapımı ve Onarımı	9232843	5669476	250000	-	250000
Makina İkmal ve Ambarlama	2702966	2477749	112550	-	112550
Tesisler ve Bakım	5466432	3319127	1860000	-	1860000
Trafik Güvenliği	4418046	2702421	900000		900000
Akaryakıt Giderleri	17450	-	17450	-	17450
Ulaştırma Sektörü Toplamı	206802203	109193571	6965224	-	6965224
Turistik Yollar	1290323	592743	61810	-	61810
Enerji Sektörü (Yapım, Etüt Proje, Tarihi Köprüler)	5508522	1671886	53305	-	53305
Tarım Sektörü	543417	107966	11850	-	11850
Genel Toplam	214144465	111566166	7092189	-	7092189
Kamulaştırma	-	-	644554	-	644554
Toplam			7736743		7736743

Çizelge 2.5.'te dikkat çeken bilgi, gelecek yıllarda KGM'ye 2019 yılına eşdeğer ödenekler verilmesi durumunda mevcut projelerin yaklaşık bitirilme sürelerinin sektör toplamı için 17-18 sene olduğudur.

Çizelge 2.5. KGM 2019 yılı yatırım programı proje stoku (x1000 TL).

Sektör	Proje sayısı	Proje tutarı	2018 sonuna kadar harcanan	Kalan proje tutarı	2019 yılı ödeneği	Bitirilme süresi (yıl)
Devlet ve İl Yolları	365	219527199	105139680	114387519	6621268	17
Otoyollar	15	16726922	13202209	3524713	343956	10
Turizm	11	1290323	592743	697580	61810	11
Enerji	13	5508522	1671886	3836636	53305	21
Tarım	4	543417	107966	435451	11850	17
Toplam	408	243596383	120714484	122881899	7092189	17-18

KGM yatırım harcamaları dışında faaliyet alanıyla ilgili belirleyici ana plan, program ve stratejilere bağlı kalarak görev, yetki ve sorumluluklarında belirlenen diğer çalışmalarını da belirlenen bütçe dâhilinde sürdürmektedir.

3. EKONOMİK DEĞERLENDİRME

Ekonomik değerlendirme kavramının temelinde proje olgusu yer almaktadır. En geniş anlamda proje, belli mal ve hizmetlerin üretiminin gerçekleştirileceği altyapıların oluşturulması amacıyla gerekli olan kaynakların tahsis edilmesini öngören yatırım teklifidir. Diğer bir deyişle proje; toplumun ihtiyaçlarını karşılayacak mal ve hizmetlerin üretimini sağlayacak yeni birimlerin oluşturulması amacıyla eldeki sınırlı kaynakların belli bir sistematik çerçevesinde harcanmasıdır [4].

Ekonomik analiz olarak da adlandırılan ekonomik değerlendirme; bir politikanın, projenin veya programın ekonomik değerini belirleme yöntemidir. Planlamanın ve proje yönetiminin önemli bir bileşeni olan ekonomik değerlendirme; verilerin toplanması ve değerlendirilmesi, sosyal ve teknik karar verme süreci, halkın katılımı, kurumsal gelişim ve paydaşlar arasındaki anlaşma gibi diğer bileşenler ile bir bütündür [15].

Ekonomik analiz her ne kadar bir projenin ekonomik etkilerini hesaplamaya yönelik olsa da, projenin hayata geçirilmesi piyasada belirli bir maddi karşılığı tam olarak hesaplanamayan arazi, zaman, güvenlik, sağlık, konfor, temiz hava ve su gibi değerli ve kıt kaynakların kullanımını da etkilemektedir [15].

Bölgesel istihdam devletin önemli bir hedefidir. Ulaşım altyapısının yapımı, işletilmesi ve bakımı yeni istihdam yaratmakla birlikte istihdamın bölgede yeniden şekillenmesini de sağlamaktadır. Altyapı projesinin hayata geçirilmesi ile ulaşım altyapı projelerinin doğrudan, dolaylı ve uyarılmış istihdama olan etkileri ortaya çıkmaktadır [16].

Karayolu altyapı yatırımları ile bölgesel kalkınma arasındaki ilişkiyi ölçmek ise son derece zordur. Bazı teorik analizler önemli etkilerin varlığına işaret etse de, bu çalışmaların var olan öncesi sonrası değerlendirme çalışmalarından elde edilen ampirik kanıtlarla tamamlanması gerekmektedir. Karayolu altyapı projelerinin bölgesel ekonomilerin gelişimi üzerinde önemli etkileri olduğu inancı, çoğu zaman, altyapı yatırımlarının hayata geçirilebilmesi için gerekli olan kaynak tahsisini haklı kılmak için kullanılmaktadır. Bununla birlikte, bu etkilerin neler olduğu veya nasıl değerlendirilebileceği henüz ortaya konulamamıştır [16].

Ulaşım altyapı projelerinin değerlendirilmesinde mühendislik ve ekonomik kriterler birlikte

düşünülmektedir [17]. Ancak temelde ekonomik analiz süreci mühendislikten ziyade ekonomik bir olgudur. Ulaşım problemleri için geliştirilen çözümler mühendislik uzmanlığı gerektirmekle birlikte problemin çözümüne yönelik önerilen her mühendislik yaklaşımı tek başına icraata geçebilmek için yeterli görülmemektedir.

Türkiye'de proje analizi (ekonomik analiz) ile proje değerlendirme (ekonomik değerlendirme) kavramları karıştırılmakta ve birbirinin yerine kullanılmaktadır. Proje analizi literatürde yatırım kararını vermeden önce planlama aşamasında yapılan incelemelerdir. Türkiye'de ise yaygın olarak ve daha çok proje analizi anlamında kullanılmakta olan proje değerlendirme, literatürde projenin uygulanıp tamamlanmasından sonraki kazanımları, kısaca projenin performansını incelemek ve ölçmek anlamında kullanılmaktadır [4]. Bu tez çalışmasında planlama aşamasındaki projelerin seçimine yönelik proje / ekonomik analizleri gerçekleştirilmiş ancak, Türkiye'de ki yaygın kullanımdan dolayı proje / ekonomik değerlendirme olarak ifade edilmiştir.

3.1. Ekonomik Değerlendirmenin Amacı

Ekonomik değerlendirme karayolu altyapı yatırımlarının tüm anahtar nicel ve nitel etkilerini dikkate alan kapsamlı bir proje veya program değerlendirme metodunun kritik bir bileşenidir. Karayollarından sorumlu kurumlara, karayolu projelerinin ve programlarının ekonomik faydalarını ve maliyetlerini çok yıllık bir zaman aralığında tanımlama, ölçme ve değerlendirebilme olanağı tanır. Bu verileri göz önüne alan kurumlar, mevcuttaki sınırlı kaynağın toplumun geneline en yüksek faydayı sağlayabilecek şekilde hedeflerini belirleyebilmektedir [18].

Ekonomik değerlendirme tüm altyapı projelerinde olduğu gibi karayolu projelerinde de projenin sağlayacağı faydaları ve yaratacağı maliyetleri belirlemek için yapılmaktadır. Karayolu altyapısının finansmanında kısıtlamalarla karşı karşıya kalan pek çok ülke, kaynaklarını, net geri dönüşlerini en üst düzeye çıkaracak bir şekilde tahsis etmek istemektedir. Bir yatırımın finansmanını kolaylaştırabilmek için yatırımın geniş kapsamlı etkileri tam olarak anlaşılmalıdır [16].

KGM yatırımlarını yatırım programı aracılığı ile yerine getirmektedir. Bu nedenle her yıl yatırım programına proje tekliflerini sunar. Yatırım teklifleri, Strateji ve Bütçe Başkanlığı

(SBB) tarafından her yıl yayınlanan Yatırım Programı Hazırlama Rehberi'nde yer alan yatırım politikasının genel çerçevesi ve yatırım politikası önceliklerine uygun bir şekilde ve belirli esaslara göre şekillenmektedir. Projelerin yatırım programına teklifi konusundaki yasal çerçeve Yatırım Programı Hazırlama Rehberi'nde özetle şu şekilde çizilmiştir [19].

Yatırım Programı Hazırlama Rehberi (2020-2022) madde 40'ta, "Proje maliyeti veya özelliği gereği ayrıntılı Fizibilite Etüdü hazırlanmayan projeler yatırım programına teklif edilmeyecektir" denilmektedir.

Aynı rehberin 41. maddesinde ise, "Proje maliyeti 10 Milyon TL ve üzerinde olan ve bilgi iletişim teknolojileri projesi niteliğinde olmayan yeni yatırım projesi tekliflerinde Ek-2'de yer alan format çerçevesinde, projelerin ticari, finansal, ekonomik ve sosyal yapılabilirliğinin, önceliğinin ve çevreye etkilerinin fayda-maliyet veya maliyet etkinlik analizi ile ortaya konulduğu Fizibilite Etüdünün hazırlanması ve KaYa Bilgi Sisteminde "Gerekçe" menüsünün altında yer alan ilgili alana yüklenmesi zorunludur" ifadesine göre KGM yatırım teklifleri sunarken ayrıntılı fizibilite raporu hazırlamak zorundadır.

Yatırım Programı Hazırlama Rehberi (2020-2022) madde 51'de de güncelliğini yitirmiş projeler ile ilgili olarak "Güncelliğini yitirmiş projelerin fizibilite etütleri kuruluşlar tarafından revize edilecektir. Proje maliyetinde sabit fiyatlarla %30'u aşan oranda artış olması halinde SBB tarafından güncel keşfe dayanan yeni fizibilite etüdü istenecek ve proje hakkındaki nihai karar bu etüde dayandırılacaktır." denilmektedir [19].

3.2. Ekonomik Değerlendirme Yöntemleri

Ekonomik değerlendirme yöntemlerinin karayolu yatırımlarına uygulanması yeni bir kavram değildir. Amerikan Devlet Karayolu ve Taşımacılık Görevlileri Birliği (AASHTO) 1952 yılında yol kullanıcı fayda analizi ile ilgili çalışmalarını yayınlayarak karayolu değerlendirme yöntemlerini ve prosedürlerini ilk olarak açıklamaya çalışmıştır [18]. Gelişmekte olan ülkeler için ekonomik değerlendirme modellerinin geliştirilmesinde ilk çalışmalar Dünya Bankası öncülüğünde 1968 yılında başlatılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki araştırma enstitüleri ile aynı dönemde İngiltere'deki Ulaşım Araştırmaları Laboratuvarı (Transport Research Laboratory TRL) düşük trafik hacmine sahip karayollarındaki yapım ve bakım standartlarının taşıt işletme giderleri üzerindeki etkilerini

araştırmışlardır. 1971 yılında Massachusetts Institute of Technology (MIT)'de Karayolu Maliyet Modeli (Highway Cost Model HCM) geliştirilmiş, 1973 yılında ise TRL ve Dünya Bankası işbirliği ile Kenya'da yol bozulmalarının yol kullanıcı giderleri üzerindeki etkilerini inceleyen büyük çaplı bir arazi çalışması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda Karayolu Ulaşımı Yatırım Modeli (Road Transport Investment Model RTIM) geliştirilmiştir. Dünya Bankası, MIT ve TRL'nin ortak çalışmalarıyla HCM yenilenerek Karayolu Dizaynı ve Bakımı Standartları Modeli (Highway Design and Maintenance Standards Model HDM) oluşturulmuştur. Sonraki çalışmalar 1982-1986 yılları arasında Brezilya'da Dünya Bankası ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı'nın katkılarıyla taşıt işletme giderleri (TİG) ve yol bozulmaları arasındaki ilişki yeniden ele alınmış, Hindistan ve Karayipler'deki arazi çalışmaları ile birlikte HDM-III yazılımı yayınlanmıştır. Aynı dönemde TRL RTIM3 adlı yazılımını geliştirmiştir. Her iki yazılım Uluslararası Karayolu Geliştirme ve Yönetimi Çalışması (International Study of Highway Development and Management ISOHDM) adı altında birleştirilmiş en son güncellemelerle birlikte Birmingham Üniversitesi'nce HDM-4 yazılımı oluşturulmuştur [20].

Ekonomik değerlendirme, yatırıma bağlanması planlanan paranın finansman kaynağına bakılmaksızın sağlayacağı karlılık düzeyini belirlemek buna dayalı olarak bir projenin ret ya da kabul edilmesini veya farklı yatırım önerilerinin karşılaştırılmasını amaçlar. Projenin karlılık düzeylerini ölçmeye yönelik olan ekonomik değerlendirme, projeyi üstlenenin niteliğine ve amacına göre ticari ve toplumsal karlılık analizleri olmak üzere temelde ikiye ayrılır. Projenin ya da projelerin karlılık değerlendirmesi bireysel açıdan kişi ve / veya özel kuruluşların amaçları ve menfaatleri doğrultusunda yapılıyorsa değerlendirme ticari karlılık analizi adını alır. Projenin karlılık değerlendirmesi bireysel açıdan değil de toplumun ya da ülkenin amaçları ve menfaatleri doğrultusunda kamu adına yapılıyorsa değerlendirme toplumsal karlılık analizi olarak tanımlanır. İster bireysel ister toplumsal açıdan olsun, bir projenin faaliyetlerini sürdürüp sürdüremeyeceği konusunda bir finansal inceleme ve değerlendirmenin yapılması gerekmektedir. Karlı bir proje gerçek faaliyetine başladığı zaman, nakit akımlarındaki dalgalanmalar ve gecikmeler nedeni ile büyük likidite ya da nakit sorunları ile karşılaşabilme olasılığı vardır. Böyle bir durumun gerçekleşmesi projenin faaliyetini sürdürmesini engellemekte dolayısıyla projeden beklenen kar da sağlanamamaktadır. Bu sebeple karlı olduğu saptanan bir projenin faaliyetini devam ettirip ettiremeyeceğinin değerlendirilmesi gereklidir. Bu tür bir değerlendirme finansal analiz ya da finansal değerlendirme olarak adlandırılır.

Projelerin ekonomik değerlendirmesinde eldeki mevcut verilere ve projenin niteliğine göre kullanılan finansal (mali) analiz, maliyet etkinlik analizi, yaşam döngü maliyet analizi, fayda maliyet analizi, çoklu kriter değerlendirme analizi vb. çeşitli yöntemler bulunmaktadır.

Karayolu yatırımlarının değerlendirilmesinde karar vericiler tarafından kullanılan genel yaklaşım fayda maliyet analizidir. Geleneksel fayda maliyet analizi şekil bakımından her ülkede farklı olmasına rağmen, ulaşımın doğrudan kullanıcı yararlarına kısaca birincil faydalara odaklandığı için uygulamada sınırlıdır. Geleneksel fayda maliyet analizini kullanarak projelerin değerlendirilmesi, yatırımdan kaynaklanacak muhtemel bölgesel etkileri hesaba katamadığı için kamu ya da özel sektörün sosyo-ekonomik çıkarlarını tatmin edici bir biçimde ortaya koyamamaktadır.

3.2.1. Finansal analiz

Finansal analiz yukarıda da bahsedildiği gibi kısaca projenin gerçekleşmesi sonunda beklenen net gelir ile projenin ömrü boyunca yaratacağı maliyetin parasal olarak karşılaştırıldığı, net gelir gider ve kar tablolarının oluşturulduğu bir değerlendirme yöntemidir. Finansman kaynağının kamuya ait bütçeden sağlandığı projeler için bu kaynağın hâlihazırda kar / gelir beklentisi olmadan bulunduğu varsayılmaktadır. Bu yöntem ile hiçbir gelir beklentisi olmadan, kamusal hizmet olarak inşa edilen ücretsiz devlet ve il yollarının değerlendirilmesi mümkün değildir. KGM'nin sorumluluğunda bulunan ücretli yollar ile Yap İşlet Devret modeli ile gerçekleştirilen diğer otoyollar için finansal değerlendirmenin inşaat öncesi yapılması, bu değerlendirmenin varsa kullanılan kredi ve faizini, geri ödeme planını, gelir gider dengesini, finansal iç karlılık oranını, finansal net bugünkü değerini içermesi gerekmektedir.

3.2.2. Maliyet etkinlik analizi

Maliyet etkinlik analizi fayda maliyet analizinin bir alt türü olarak değerlendirilmektedir. Genellikle faydaların parasallaştırılamadığı projeler için uygulanmaktadır. Farklı proje alternatiflerinin tek bir faydaya yönelik olarak karşılaştırılması ve maliyet etkin çözümün seçilmesi prensibine dayanmaktadır. Tek bir faydaya yönelik olması ve bu faydanın parasallaştırılamaması koşullarının birlikte gerçekleşmesi durumunda kullanılması prensipte uygun görülmektedir. Ancak karayolu altyapı yatırımlarının birincil ve ikincil olarak çok

fazla fayda sağlayabilmesi ve bir kısmının parasallaştırılabilmesi sebebi ile karayolu ya da diğer ulaştırma projeleri için maliyet etkinlik analizinin tek başına kullanılması ve uygulamaya esas kararın bu değerlendirmeye göre verilmesi uygun değildir. İklim değişikliği projeleri, trafik güvenliği projeleri gibi tek bir faydaya yönelik projeler için uygulanabilmektedir.

3.2.3. Yaşam (Ömür) döngü maliyet analizi

Yaşam (ömür) döngü maliyet analizi fayda maliyet analizinin bir alt kümesi olarak düşünülmektedir. Ekonomik değerlendirmeye yaklaşımlarının benzer olması nedeni ile her iki analiz yöntemi sıklıkla karıştırılabilmektedir. Yaşam döngü maliyet analizinin fayda maliyet analizinden temel farkı kısaca benzer faydayı sağlayacak proje alternatifleri arasında yol kullanıcılarının maliyetleri (TİG, zaman maliyetleri), yol yapım, bakım ve iyileştirme maliyetlerinin karşılaştırılması olarak tanımlanabilir [21].

Örneğin; uygulama sonrası aynı hizmet seviyesine ve yol kullanıcı faydasına sahip olacak farklı yol alternatiflerinin maliyetlerinin karşılaştırılmasında ya da hizmet ömrünü tamamlamış bir köprünün yenilenmesi için önerilen aynı kapasiteyi sağlayacak farklı köprü tiplerinin maliyetlerinin karşılaştırmasında yaşam döngü maliyet analizi kullanılabilmektedir. Kısaca yaşam döngü maliyet analizi maliyet merkezli bir ekonomik değerlendirme yöntemidir.

Yaşam döngü maliyet analizinin fayda maliyet analizinden diğer farkı da gürültü, emisyonlar ve çevresel etkiler gibi ikincil (dışsal) faydaları göz önüne almamasıdır. Fayda maliyet analizi projenin uygulanıp uygulanmaması konusunda karar vericiye bir sonuç sunabilirken, yaşam döngü maliyet analizi sadece maliyete odaklanmaktadır. Proje alternatiflerinin aynı faydalara sahip olsalar dahi hesaplanmaması, projelerin maliyetleri ile karşılaştırmaması karar vericiye projelerin yapılabilirliği konusunda bilgi verememektedir.

3.2.4. Çoklu kriter analizi

Çoklu kriter analizi projeye ait paydaşların projenin olası etkilerini kendi beklentilerini içerecek şekilde ağırlıklandırılması esasına dayanmaktadır. Paydaşlar genellikle yol

kullanıcıları, yatırımı gerçekleştiren kamu kurumu ve bölge halkıdır. Paydaşların bir yol projesinden olası beklentileri Çizelge 3.1'de gösterilmektedir [22].

Çizelge 3.1. Paydaşların yol projesinden olası beklentileri.

Paydaşlar	Beklenti
Yol kullanıcıları	Zaman tasarrufu
	Taşıt işletme gideleri (TİG)
	Trafik güvenliği
	Trafik sıkışıklığında azalma
	Ulaşılabilirlikte kolaylık
Kamu	Trafik güvenliği
	Trafik sıkışıklığında azalma
	Yatırım maliyeti
	Enerji tasarrufu
	Bölgelerarası eşitlik
	Çevresel kirleticilerde azalma
Bölge halkı	Ulaşılabilirlikte kolaylık
	Bölgelerarası eşitlik
	Çevresel kirleticilerde azalma
	Gürültü kirliliğinde azalma
	İstimlak

KGM'de uygulanan çoklu kriter analizi (ÇKA) ise il, bölge veya ülke ölçeğinde ulaştırma politikaları ve planlarına uyum, uluslararası trafiğe hizmet verme durumu, bölgeler arası dengesizliğin giderilmesine sağlayacağı katkı, stratejik önem, parasallaştırılamayan çevresel faktörler, konfor gibi kriterlerin değerlendirmeye katılabilmesi amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemde tüm bu etkiler ayrı ayrı değerlendirilmekte, her bir kritere bir ağırlık verilerek bir sonuç puana ulaşılmakta, parasallaştırılamayan kriterler ölçülebilir hale getirilerek analize dâhil edilmektedir. KGM'de projeler ekonomik değerlendirme yöntemlerinden fayda maliyet analizi ile birlikte ÇKA içerecek şekilde hazırlanmaktadır.

3.2.5. Fayda maliyet analizi

Ekonomik değerlendirme yöntemlerinden en sık kullanılanı fayda maliyet analizidir. Ekonomik değerlendirmenin yapılabilmesi için proje tarafından kullanılacak girdiler ya da maliyetler ile üretilecek çıktıların ya da faydaların ölçülmesi ve ortak bir temelde karşılaştırılması gerekmektedir. Bu nedenle proje analizinin en temel aşaması projenin ortaya çıkaracağı maliyet ve faydaların fiziksel olarak ölçülmesi, fiziksel olarak ölçülen maliyet ve faydaların parasal olarak ifade edilmesi ve nakit akışlarının oluşturulmasıdır. Nakit akışlarını oluşturmak için projenin faydalı ömrü süresince her yıl yarattığı fayda ve maliyetler dikkate alınır. Projenin faydalı ömrü süresince oluşan her maliyet negatif, fayda ise pozitif bir kalemi oluşturmaktadır. Hesaplanan tüm fayda ve maliyetler bir referans yıl değerlerine getirilir ve karşılaştırılır. Genellikle projenin başlangıç yılı referans yıl olarak kabul edilmektedir. Kavramsal olarak, projenin sağlayacağı faydalar maliyetlerden büyük ise proje yapılabilir. Proje analizi, sadece tek bir projenin kabul veya reddedilmesine yönelik olarak değil alternatif projeler arasında seçim yapmak amacıyla da uygulanır [4].

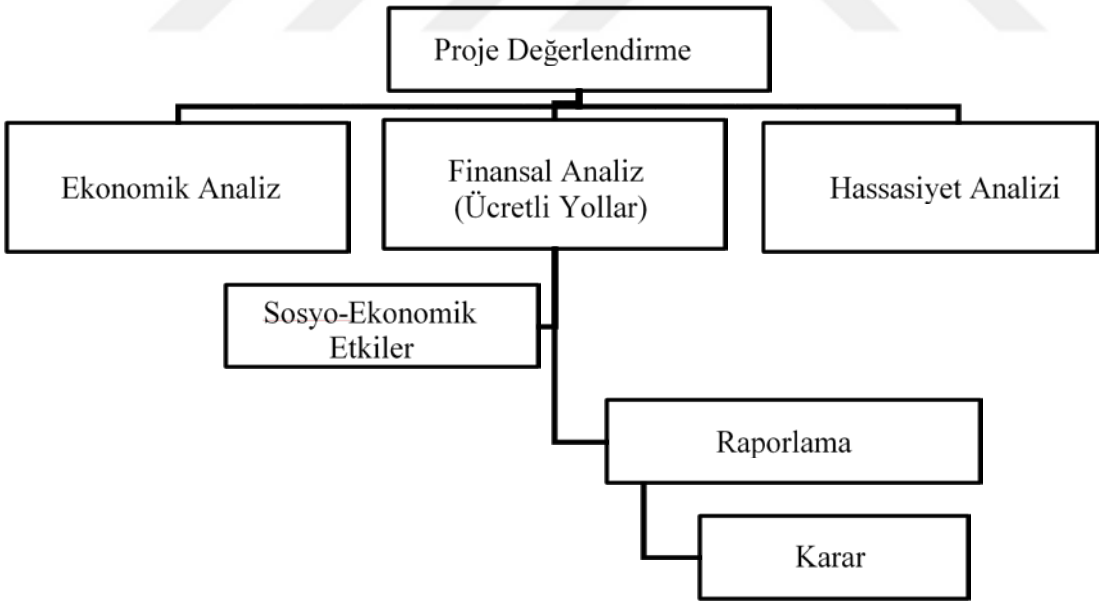
Karayolu altyapı yatırımının sağladığı faydaların birincil veya ikincil faydalar olarak belirlenmesi gerekmektedir. Birincil faydalar doğrudan ölçülebilir trafik ile ilgili etkilerdir. İkincil faydalar daha sonraki bir aşamada ortaya çıkan örneğin; arazi değerlerindeki değişiklikler veya yatırımdan kaynaklanan ekonomik kalkınma gibi faydaları içermektedir. İkincil faydaları ölçmek ve parasallaştırmak zor olmakla birlikte birincil ve ikincil faydaların tamamının değerlendirilmesinde çifte hesaplama hataları olabilmektedir [23].

Karayolu projelerinin ekonomik yönden değerlendirilerek yapılabilir olup olmadığının tespit edilmesini amaçlayan fayda maliyet analizlerinde projelerin gerçekleştirilmesi durumunda; trafik akım koşullarının iyileşmesi nedeniyle trafikteki sıkışıklık düzeyinin azalması, hızın artması göz önünde bulundurularak yol kullanıcıları tarafından zamandan sağlanacak faydalar, yol fiziki ve geometrik standartlarının iyileşmesi nedeniyle yol kullanıcıları tarafından taşıt işletme giderinden sağlanacak faydalar, trafik kazalarının azalmasından elde edilecek faydalar ve bakım giderlerinin azalmasından elde edilecek faydalar hesaplanmaya çalışılmaktadır. Bu faydaların ülkeye olan sosyo-ekonomik etkilerinin parasal olarak ifade edilmesi, elde edilecek bu faydaların projenin yapım maliyetleri ve olası diğer maliyetler ile karşılaştırılması ekonomik analizin esasıdır.

Ekonomik değerlendirme projenin ulusal ekonomi açısından değerlendirmesidir. Bu nedenle transfer harcamaları niteliğinde olan vergiler, sübvansiyonlar, kiralar ve iç piyasadan kullanılan krediler gibi harcamalar, ulusal açıdan bir kaynak maliyeti oluşturmadıkları için maliyetlere dâhil edilmezler.

Ekonomik değerlendirmenin süresi ile ilgili genel yaklaşım projenin ekonomik ömrü boyunca projeden beklenen tüm faydaların hesaba katılması yönündedir. Ancak burada kısıtlayıcı olan faktör uzak geleceğe yönelik tahminlerde yanılma olasılığının artması, gelecekte çevresel faktörlerin, taşıt özelliklerinin, zaman ve kaza değerlerinin ne yönde değişeceği konusundaki belirsizliklerdir.

Ekonomik değerlendirmenin süresi, projelerin planlamasını ve yapımını içeren yatırım süresi ile projeden beklenen faydaların sağlandığı sürenin toplamıdır. Bu süre karayolu yatırımları için 20 yıl ile sonsuz arasında değişmektedir. Yukarıda da belirtildiği gibi 40 yıldan uzun süreli tahminlerin geçerliliği büyük sorun teşkil etmektedir [24].



Şekil 3.1. KGM proje değerlendirme şeması.

Vergiler muaf tutularak yapılan fayda maliyet analizlerinde (ekonomik analiz), analiz süresi yolun trafiğe açılışından itibaren 20 yıl olarak ele alınmakta olup her yıl için fayda ve maliyetler hesaplanmakladır. Ancak bu fayda ve maliyetlerin yalnızca toplamı alınıp bu iki toplam kıyaslandığında zaman kriteri ihmal edilmiş olacaktır. Bu nedenle, paranın zaman

değerini de dikkate almak açısından her yıl için belirlenen bu fayda ve maliyetler bir referans yıla, genellikle inşaata başlama yılına getirilir ve karşılaştırılır. Bu referans yıla getirme işlemine bugünkü değere getirme de denilmektedir. Gerçekleştirilecek fayda maliyet analizlerinde fayda ve maliyetlerin paranın zaman değerini dikkate alan ekonomik iskonto oranı (EİO) ile aynı baz yıla getirilmesi gerekmektedir. Şekil 3.1'de KGM'de uygulanan proje değerlendirme akış şeması gösterilmektedir.

3.3. Paranın Zaman Değerini Dikkate Alan Ekonomik Değerlendirme Teknikleri

Projelerin gelecekteki fayda ve maliyet akışlarını ortak bir paydaya getirilebilmesi, karşılaştırılması, projelerin cazip olup olmadıklarını araştırmak ve bunlar arasındaki öncelik sıralarını ortaya çıkarmak üzere proje değerlendirme teknikleri geliştirilmiştir. Gerçekleştirilen ekonomik analizlerde İç Karlılık Oranı (İKO), Net Bugünkü Değer (NBD), Fayda Maliyet Oranı (F/M) tekniklerini kullanılmaktadır. Ekonomik iskonto oranı ise bu tekniklerin kullanılabilmesi için gerekli olan bir araçtır.

3.3.1. Ekonomik iskonto oranı

Ekonomik iskonto oranı, gelecekteki nakit akışlarının bugünkü değerini hesaplamak için kullanılan faiz oranıdır. EİO, sosyal indirgeme oranı veya gölge faiz oranı olarak da adlandırılmaktadır. Bu oran aynı zamanda bir yatırım projesi için yatırım projesine aktarılan kaynakların ekonomik fırsat maliyetini temsil etmektedir.

İskonto oranının düzeyi projenin gerçekleştirilmesi için alınan uzun vadeli borçlara ödenen enflasyondan arındırılmış faiz haddine eşit veya daha yüksek olarak tespit edilebilir. Bu konuda dikkat edilmesi gereken husus iskonto oranının kullanılan sermayenin fırsat maliyetini yansıtmasıdır. Proje kavramının en önemli özelliklerinden biri, kısıtlı kaynakların vazgeçilmez bir biçimde belli bir alana bağlanması sebebi ile bu kaynakların başka alanlarda kullanılmasının engellenmiş olmasıdır. Projede kullanılan kaynaklar bu projeye tahsis edilmeyip sermaye piyasasında veya diğer bir sektör projesinde değerlendirilerek daha yüksek geri dönüş sağlanabilir. Ülkenin içinde bulunduğu ekonomik koşullar ve riskler yatırım kararlarının alınmasında kullanılacak iskonto oranını doğrudan etkilemektedir.

Ulusal açıdan fayda maliyet analizinde nakit akımların indirgemesinde kullanılan iskonto oranının ulusal parametreler şeklinde belirlenmesi ve periyodik olarak yayımlanması gerekmektedir ancak Türkiye'de bu konuda yapılan bazı çalışmalar dışında resmi olarak belirlenmiş iskonto oranı bulunmamaktadır. KGM'de yapılan ekonomik fizibilite etütlerinde EİO olarak %8 kullanılmaktadır.

Yüksek bir iskonto oranı gelecekte sağlanacak fayda ve oluşacak maliyetlere daha az değer verdiği ekonomik analizlerde göz önüne alınmalıdır. Kamu yatırımlarının değerlendirilmesi için kullanılan tipik iskonto oranları, şartlara ve kurumların politikasına bağlı olarak %4-12 arasında değişmektedir [15]. Avrupa Komisyonu'nun finansmanını sağladığı projeler için kullanılan iskonto oranı üye ülkeler için %3, aday ülkeler için %5'dir [25]. Çizelge 3.2.'de dünyanın çeşitli ülkelerinde kullanılan ekonomik indirgeme (iskonto) oranları gösterilmektedir [26].

Çizelge 3.2. Dünyada kullanılmakta olan ekonomik indirgeme oranları.

Ülke	Ekonomik İndirgeme Oranı (%)
Filipinler	15
Hindistan	12
Pakistan	12
Yeni Zelanda	8
Kanada	8
Avusturya	8
Çin Halk Cumhuriyeti	8
Güney Afrika	8
ABD	7
İspanya	6
Avrupa Birliği	3-5
İtalya	5
Hollanda	4
Fransa	4-8
İngiltere	3,5
Norveç	3,5
Almanya	3

3.3.2. İç karlılık oranı

İç karlılık oranı (İKO), bir yatırım projesinin gelecek yıllarda sağlayacağı faydaların bugünkü değerlerinin toplamını, yatırım harcamalarının bugünkü değerlerinin toplamına eşitleyen iskonto oranının bulunması metodudur.

İKO, başka bir söylemle, projenin net bugünkü değerini sıfır yapan faiz oranıdır. İKO, yatırımcının yükleneceği risk marjı konusunda daha açık bilgi vermektedir. Bulunan oran proje sahibine en yüksek hangi faiz oranından borçlanacağını gösteren bir risk faktörü ölçüsü olarak kabul edilebilir. Bir projenin ekonomik açıdan kabul edilebilmesi için İKO iskonto oranından büyük veya eşit olması gerekir.

3.3.3. Net bugünkü değer

Net bugünkü değer (NBD) yöntemine göre ekonomik analizde, önceden tespit edilen belirli bir faiz oranına göre, projenin sağlayacağı faydaların bugünkü değerlerinin toplamı ile yatırım harcamalarının bugünkü değerlerinin toplamı arasındaki fark bulunmaktadır.

Bir projenin ekonomik açıdan kabul edilebilmesi için NBD'nin sıfırdan büyük veya sıfıra eşit olması gerekir. Çok sayıda alternatif proje arasından seçim yapılırken NBD'si en büyük olan projenin seçilmesi esastır.

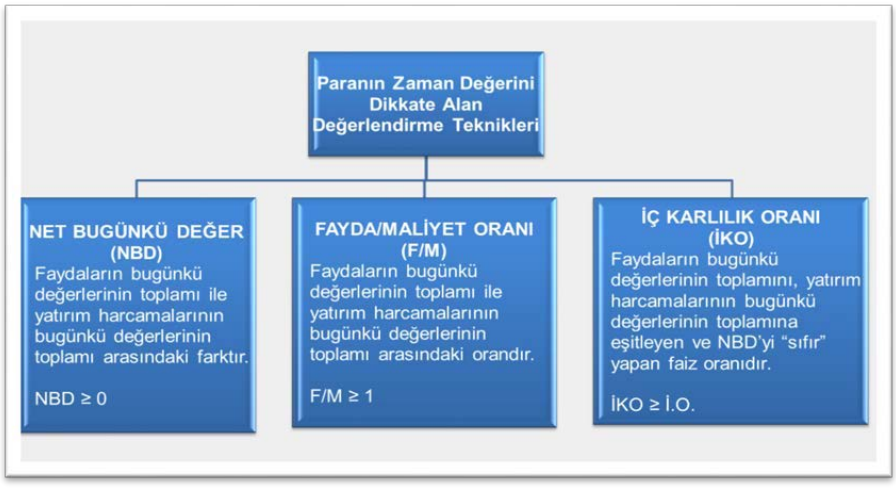
Net bugünkü değerin hesaplanmasında veri olarak alınan indirgeme ya da iskonto oranının uygun bir biçimde belirlenmesi oldukça önemlidir. Ticari karlılık analizlerinde iskonto oranı proje finansmanında kullanılan kaynakların sermaye maliyeti ya da girişimcinin projeden beklediği asgari karlılık oranı olması sebebi ile proje finansmanında kullanılan kaynakların sermaye maliyetinin açıkça belirlenmesi ve bilinmesi gerekmektedir. Sermaye maliyetini bir iskonto oranı olarak alan ve böylece paranın bugünkü değerini açıklıkla göz önüne alan net bugünkü değer yöntemi, yatırımcıların beklediği asgari karlılık düzeyini karşılayan yatırım projelerinin belirlenmesi ve en çok kar sağlayacakların seçiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Ancak bir değerlendirme aracı olarak bu yöntemin göz önünde bulundurulması gereken bazı sakıncaları vardır. Pozitif net bugünkü değeri olan yatırım önerileri arasında en büyük net bugünkü değere sahip olan projenin karlılık oranı en yüksek olan proje olduğunu söylemek mümkün değildir. Çünkü net bugünkü değer yatırıma

bağlanan kaynakları karşılaştırmaz. Bu durumda karlılık indeksi yöntemi ile projenin net bugünkü değerini yatırımın bugüne indirgenmiş ilk yatırım tutarına bölünmesi ile karlılık yüzdesi bulunur. Bu yüzde kaynakların etkin şekilde kullanılıp kullanılmadığını açık bir şekilde göstermektedir.

3.3.4. Fayda maliyet oranı

Fayda maliyet oranı kısaca bir projenin gerçekleşmesinden beklenen olası ve hesaplanabilir tüm faydaların, proje sonucu oluşacak tüm maliyetlere önceden belirlenen bir faiz oranı ile bugünkü değerlere getirilerek oranlanmasıdır. Bir projenin ekonomik açıdan kabul edilebilmesi için fayda maliyet oranının birden büyük veya bire eşit olması gerekir.

Şekil 3.2.'de paranın zaman değerini dikkate alan değerlendirme teknikleri verilmiştir. Bu teknikler aracılı ile bir projenin yapılabilirliğini ekonomik olarak ifade edilebilmektedir. Ekonomik olarak yapılabilir projeler için NBD sıfırdan büyük ya da sıfıra eşit, fayda maliyet oranı birden büyük ya da bire eşit, iç karlılık oranı ise belirlenen iskonto oranından büyük ya da eşittir. Bu üç şart her zaman birlikte gerçekleşir. Ekonomik olarak uygun olmayan projeler de ise tam tersi geçerlidir. Uygun olmayan projelerde de bu üç şart her zaman birlikte sağlanamamaktadır.



Şekil 3.2. Paranın zaman değerini dikkate alan ekonomik değerlendirme teknikleri.

4. EKONOMİK DEĞERLENDİRMENİN BİLEŞENLERİ

Ulaştırma projeleri gibi büyük kaynaklar gerektiren kamu yatırım projelerinin ulusal ekonomi açısından değerlendirilmesi için en çok kullanılan yöntem olan fayda maliyet analizi, projelerin mümkün olduğu ölçüde parasal olarak ifade edilen fayda ve maliyetlerinin proje değerlendirme teknikleri kullanılarak karşılaştırılması ve öncelik sıralaması yapılması esasına dayanır. Olumlu ya da olumsuz bir şekilde ortaya çıkabilen, doğrudan veya dolaylı olabilen; katma değer etkisi, istihdam etkisi, gelir dağılımı etkisi, bölgesel kalkınma etkisi, tüketim etkisi ile çevresel etkiler, uluslararası rekabet edebilirlik etkisi, stratejik etkiler vb. gibi pek çok dışsal etki parasallaştırılabildiği ölçüde fayda maliyet analizinde göz önüne önem arz etmektedir. Ancak, özellikle kamu projelerinin büyük bir kısmında fayda ve maliyetlerin tamamının parasal olarak ifade edilmesi mümkün olamamaktadır.

4.1. Trafik Verileri

Trafik talep tahmini; yapımı planlanan karayolu altyapısı için beklenen yolcu, yük ve taşıt hacmi gibi parametreleri belirli bir doğrulukta öngörebilmeyi sağlaması nedeniyle proje değerlendirme sürecinin önemli bir unsurudur [1]. Bu tür tahminler, karayolu altyapısının geliştirme sürecinin her aşamasında alternatif projelerin değerlendirilmesi, planlanan yolun geometrik ve fiziki standardının belirlenebilmesi için önem arz etmektedir. Kullanıcı faydaları ve maliyetleri, ekonomik verimlilik, etkinlik ve sosyal eşitlik, altyapıyı kullanan trafik hacminden etkilenir. Gelecek yıllara ait beklenen trafik talep seviyelerinin bilinmesi, performansı yol kullanım düzeyinden etkilenen yol üstyapısının; korunması, bakımının yapılması ve bakım bütçesinin belirlenmesi açısından da önem arz etmektedir.

Ulaşım planlama çalışmalarına esas olmak ve karayollarının tasarım, yapım, bakım ve işletme faaliyetlerinin daha rasyonel ve bilimsel bir şekilde yapılmasına katkıda bulunmak amacıyla gerçekleştirilmekte olan ulaşım etütleri, her yıl artan bir şekilde önem kazanmaktadır. Türkiye'de KGM yol ağına ait ulaşım etütleri karayolları bölge müdürlükleri bünyesindeki trafik güvenliği başmühendisliklerince, karayollarının trafik özelliklerini belirlemek amacıyla, modern sayım cihazları ve teknikler kullanılarak KGM sorumluluğunda yapılmaktadır [27].

4.2. Yapım Maliyetleri

Karayolu altyapı yatırımlarının yapım maliyetlerindeki belirsizlikler ve olası artışlar projenin uygulanmasındaki en önemli risk unsurudur. Bir projenin başlaması ile inşaatın tamamlanması sürecinde birçok faktör projenin nihai maliyetini etkilemektedir. Piyasa ve ekonomik koşulların değişmesi, planlama ve proje aşamasında öngörülemeyen ancak projenin uygulanmasında karşılaşılan teknik, çevresel ve hukuki sorunlar, paydaşlar ile yaşanabilecek olası anlaşmazlıklar hem projenin yapım süresini hem de yapım maliyetini artırmaktadır [28].

Planlanan projenin uygulanmasında ve bütçeden pay ayrılmasında yapım maliyetlerinin yapım süresi ile yakından ilişkili olduğu göz önüne alınmalıdır. Projenin yapım sürenin uzaması toplam yapım maliyetini artırmakta ve ayrıca hali hazırda yapılan imalatın maruz kaldığı çevresel faktörlerde göz önüne alındığında altyapının ekonomik ömrünü daha çabuk tüketmektedir [23].

Yapım maliyetleri; projenin geçtiği arazi yapısına, içerdiği büyük sanat yapılarına, malzeme ocaklarına ve bitüm depolarına olan mesafeye vb. birçok parametreden etkilenmektedir. Örneğin ABD'nin Mississipi eyaletinde 1 adet kavşağın yapım maliyeti 4 milyon dolar iken bu değer Hawaii için 26,7 milyon dolara kadar çıkabilmektedir. ABD için ortalama kavşak yapım maliyeti yaklaşık 9 milyon dolar olarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde 1 mil tek şerit yol yapım maliyeti Mississipi'de 1,03 milyon dolar iken New York'ta 8,4 milyona çıkmakta, ABD için ortalama 2,3 milyon dolar olarak hesaplanmaktadır [29]. Türkiye'deki karayolları için hesaplanan değerler bilgi amaçlı olarak her yıl Karayolları Planlama Bilgileri El Kitabı'nda [30] yayınlanmaktadır. Düz arazi için 2x1 tek kat sathi kaplamalı 12 m platform genişliğine sahip yol için yapım maliyeti 2017 yılı fiyatlarıyla 1248037 TL, 2x2 BSK kaplamalı yol için 3784105 TL'dir. Aynı standartlardaki yolun dağlık arazide yapımı 2x1 tek kat sathi kaplamalı 12 m platform genişliğine sahip yol için 2017 yılı fiyatlarıyla 2383939 TL'ye, 2x2 BSK kaplamalı yol için 5828728 TL'ye kadar yükselebilmektedir.

Ekonomik değerlendirme aşamasında, tekil karayolu projelerinin maliyetinin yüksek doğrulukta tahmin edilmesi pratik değildir. Bununla birlikte 5 yıllık yatırım programı veya bir yatırım portföyünün topluca maliyetinin hesaplanmasında hatalar sistematik değil rastgele olması sebebi ile toplam yatırım maliyeti daha doğru tahmin edilebilmektedir [23].

Yapım maliyetlerinin hesaplanmasında ülkelerin kendi verilerini kullanması esastır. Maliyetlerin çoğu bileşeni her ne kadar küresel piyasada fiyatlanıyor olsa da, kullanılan malzemedeki yerlilik oranı, işçilik maliyetleri gibi etkenler başka ülke verilerinin kullanılmasını kısıtlamaktadır.

Yol enkesiti; karayolu kapasitesini ve güvenliğini etkileyen önemli bir eleman olup trafik şeritleri, banket, refüj, üstyapı, hendek ile yarma ve dolgu şevlerinden oluşmaktadır. Herhangi bir karayolunda uygulanacak enkesit tipinin seçimi yolun sınıfına, topoğrafik yapısına tasarım hızına ve trafik hacmine bağlıdır. Şehir içi ve şehir dışı yollarda yolun sınıfına, topoğrafik yapısına ve tasarım hızına bağlı olarak uygulanan tipik yol en kesitleri KGM'de mevcuttur. Belirli varsayımlara bağlı kalınarak hesaplanan yol yapım maliyetleri her yıl Karayolları Planlama Bilgileri El Kitabı'nda yayınlanmaktadır [30].

4.3. Bakım Maliyetleri

Karayolu bakım ve onarımı yolun ve yol ile ilgili yapı ve tesislerin ilk yapıldıkları veya sonradan geliştirildikleri durumda tutulabilmesi, hizmet ömürlerinin uzatılması, güvenli trafik akımının sağlanması için gerekli işlerin yapılmasını içermektedir. Diğer bir yol bakım türü olan kar mücadelesinde karın yol platformunda birikmesinin engellemek ve yağan karın makineler aracılığı ile yol yüzeyinden mekanik olarak uzaklaştırılmasını sağlamak temel amaçtır. Buzla mücadele çalışmaları buzlanma önleyici ve buzlanma giderici olmak üzere iki ayrı kısımdan oluşmaktadır. Koruyucu bakım olarak da ifade edilen buzlanma önleyici çalışma, sıvı, katı veya ıslatılmış katı kimyasal maddelerin, buzlanmadan önce uygun zaman ve gerekli koşullarda başlanarak, yol yüzeyine periyodik olarak uygulanmasıdır. Buzlanma giderici çalışma ise, buzlanma görüldükten sonra aynı kimyasal maddelerin aşındırıcılarla birlikte uygulanması işlemleridir [31].

Karayolu işletme, bakım ve onarım maliyetleri trafikten bağımsız sabit maliyetler ve trafiğe bağlı değişen maliyetler olarak iki ana başlıktan oluşmaktadır. Sürekli ya da rutin bakım, mevcut yolun hizmet düzeyini korumak üzere yolların yüzey bozulmalarını önlemeye ve düzeltmeye, trafik hizmetlerini sağlamaya, tesislerin bakım ve onarımlarını ile peyzaj düzenlemelerini sağlamaya yönelik faaliyetler olarak değerlendirilmektedir. Yapısal bakım ya da diğer adıyla periyodik bakım ise, yol üstyapısındaki bozuklukların belirli düzeye erişmesi durumunda, bu bozuklukların giderilebilmesi ve üstyapı performansının

iyileştirilebilmesi amacıyla, çeşitli tabakaların değiştirilmesi için gerekli olan bakım türüdür. Yeni yapıldıklarında iyi durumda olan karayollarının üstyapısı, trafik ve iklim koşulları nedeniyle zamanla bozulmaktadır. Bu bozulmalar başlangıçta yavaş olmakla birlikte zaman ilerledikçe yapısal bozulmalar ortaya çıkmaktadır.

Bakım hizmetlerinin zamanında yapılamaması ya da bütçe kısıtlamaları sebebi ile yetersiz yapılması mevcuttaki karayolu varlığının değer kaybetmesine, taşıt işletme giderlerinde ve yakıt tüketiminde artışlara sebep olmakta trafik güvenliği açısından risk oluşturmaktadır. Standart dışında hizmet vermeye çalışan karayolu altyapısı yol kullanıcılarının hastane, eğitim kurumları ve iş yerleri gibi en temel ihtiyaçlarına ulaşılabilirliğini kısıtlamaktadır [32].

Bakım maliyetlerinin hesaplanmasında da ülkelerin kendi verilerini kullanması esastır. KGM sorumluluğunda bulunan devlet ve il yollarında gerçekleştirilen bakım, onarım ve işletme hizmetlerine ilişkin maliyetler, bilgi ve analizler her yıl KGM tarafından yayınlanmaktadır. KGM sorumluluğunda bulunan devlet ve il yollarının bakımı, onarımı ve kar mücadelesi hizmetleri hem emanet ve hem de ihaleli olarak yürütülmektedir [31].

Bakım maliyetleri, mevcut ve projeli yol için rutin bakım, kış bakımı ve periyodik bakım olmak üzere üç kısımda ele alınmaktadır. KGM sorumluluğundaki 67333 km'lik yol ağının 39333 km'si sadece altyapıyı koruma özelliğine sahip sathi kaplamalı yollardan oluşmaktadır. 1-3 yıl arası hizmet vermesi, sürekli bakım ihtiyacına gereksinim duyması ve zorlu kış şartlarında sonucunda hızla bozulması gibi nedenlerle sathi kaplamalı yolların BSK'ya dönüşümü önem arz etmektedir [8].

4.4. Kaza Maliyetleri

World Health Organization (WHO)' ya göre 2013 yılında trafik kazalarında 1,25 milyon kişi yaşamını yitirirken, yaklaşık 50 milyon kişi yaralanmıştır. Taşıt sahipliliğinin düşük olduğu gelir düzeyi düşük olan ülkelerde trafik kazaları sonucu ölüm oranı 100 000 nüfusa 24,1 olup bu değer gelişmiş ülkelerdeki ölüm oranının 2,6 katıdır [33].

Trafik kazaları, karayolu ulaşımının en önemli sorunları arasındadır. Karayolu trafik kazaları çoğunlukla bir dizi temel sebepten kaynaklanmaktadır. İnsan faktörünün kazaların

oluşmasındaki payı %90'ların üzerinde olması sebebi ile insanların bu hataları yapmasını önlemek birincil amaç olmalıdır. Sürücü ve yaya olarak insandan kaynaklanan hataları da affedebilecek önlemleri almak trafik güvenliğinin konusudur. Karayolu trafik güvenliğine yatırım yapmak ekonomik tasarruf sağlarken ülkenin bugünkü ve gelecekteki nesillerinin de korunmasına katkı sağlamaktadır.

Trafik güvenliği, ulaşım altyapı gelişmelerinin sonucunda ortaya çıkan önemli bir kullanıcı faydasıdır. Bu faydalar ölümlü, yaralanmalı ve maddi hasarlı kaza oranındaki düşüş biçiminde olabilmektedir. Kazaların meydana gelmesinde trafik yoğunluğu ve sıkışıklık önemli faktörlerdir. Trafikte sıkışıklığın artması sürüş ortamını yol kullanıcıları açısından daha stresli hale getirmekte, olası sürücü hatalarının telafi edilebilme şanslarını azaltmaktadır. Çeşitli ulaşım projeleri, daha az stresli sürüş ortamı yaratarak, bisikletliler veya yayalar için trafik koşulları iyileştirerek kaza sayısını azaltma potansiyeline sahiptir. Çoğu zaman, bir yolun geometrik ve fiziksel standardının yükseltilmesi kaza sayısını azaltmaktadır [17].

Kaza analizlerinin gerçekleştirilmesinde üç aşama vardır. İlk aşama, mevcut yola ait kaza verilerinden gelecekte olması muhtemel kaza verilerinin belirlenmesidir. İkinci olarak projelerin gerçekleşmesi durumunda trafik akım koşullarının iyileşmesi nedeniyle trafikteki sıkışıklık düzeyinin azalması, dolayısıyla sürücülerin hata yapma ihtimallerinin azalması ayrıca trafik güvenliği kriterleri gözetilerek projelerin gerçekleştirilmesi sonucunda trafik güvenliğinden sağlanacak olası azalmaların tespit edilmesidir. Üçüncü aşama ise kaza maliyetlerinin parasallaştırılmasıdır. Kaza analizi ölümlü, ağır yaralı, hafif yaralı ve maddi hasarlı araç olmak üzere dört alt kategoride incelenmektedir.

İlk aşama ile ilgili olarak ülkeler mevcuttaki yollara ait kazaların kayıtlarını tutmaktadırlar. Ancak ekonomik analizde, kazalardaki azalmalar sonucu meydana gelen faydaların hesaplanabilmesi için gelecekte mevcut durumun sürdürülmesi senaryosu ile projenin gerçekleşmesi senaryolarında beklenen kazaların istatistiklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tahminlerin yapılabilmesi için karayolu altyapısının geometrik ve fiziksel altyapısına, trafik hacmi ve komposizyonuna bağlı yol tipine özel risk fonksiyonlarının belirlenmesi gerekmektedir. Fakat çoğunlukla bu risk fonksiyonları mevcut bulunmamaktadır. Bu konuda genel yaklaşım ulusal ya da bölgesel kaza verilerinin ve eğiliminin incelenmesidir [24].

KGM tarafından yapılan ekonomik analiz çalışmalarında mevcuttaki kaza verileri kullanılarak geleceğe yönelik kaza tahminleri yapılmaktadır. Kaza sonucu hayatını kaybedenler kaza yerinde ve kaza sonrasında olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. KGM'de karayolları yol ağında kaza anında ölenler için istatistiki veriler bulunmaktadır. Kaza sırasında yaralanıp sevk edildikleri sağlık kuruluşlarında kazanın tesiriyle 30 gün içinde hayatlarını kaybedenlere ait veriler 2015 yılından itibaren kayda alınıp yayınlanmaktadır. Kazalar sonucu yaralananların istatistikleri de tutulmaktadır. Ancak bu istatistiklerde ağır yaralı ve hafif yaralı ayrımı yapılmamaktadır. KGM yol ağında meydana gelen kazalar sonucundaki maddi hasarlı araç sayısı ile ilgili istatistikler ise kazanın emniyet birimine bildirilmesi durumuna göre belirlenmektedir. Ancak ölüm ya da yaralanma olmaması durumunda taraflar çoğunlukla kendi aralarında anlaşma yolunu tercih ettikleri için eldeki veriler kaza sonucunda araçlarda meydana gelen hasar sonucu oluşan ekonomik kaybı tam olarak yansıtamamaktadır. KGM ile yapılan görüşmelerde maddi hasarlı araçlarla ilgili olarak trafik sigortaları bilgi merkezi (TRAMER) verilerinden birim maddi araç hasar tutarı hesaplanarak ekonomik analizlere dâhil edildiği bilgisi alınmıştır.

İkinci aşama ile ilgili olarak; projelerin gerçekleştirilmesi ile gelecekte kazalarda dolayısıyla ölü, ağır yaralı, hafif yaralı ve maddi hasarlı araç sayılarında nasıl bir azalma sağlanacağı trafik mühendislerinin üzerinde çalıştığı bir alandır. Genel yaklaşım öncesi sonrası çalışmaları ile trafik güvenliğinde yaşanacak gelişmelerin istatistiki olarak incelenmesidir.

Bu konu ile ilgili Türkiye karayollarında yapılan en geniş kapsamlı çalışma Karayolu İyileştirme ve Trafik Güvenliği Projesi'dir (KİTGİ) [34]. 1997-2001 yıllarında KİTGİ projesinde yer alan kaza kara noktaları ve kaza potansiyeli yüksek yerler fiziki ve geometrik olarak iyileştirilmiştir. Üç yıl süre ile gözlenen iyileştirmeler ve bu iyileştirmelere ait sonuçlar Çizelge 4.1.'de ve Çizelge 4.2.'de yer almaktadır.

KGM ile yapılan görüşmelerde, KGM tarafından yapılan kaza analizlerinin birinci ve ikinci aşaması için KİTGİ projesi sonucu yapılan öncesi sonrası çalışmalarının baz alındığı ancak bu azalma değerlerinin tüm karayolu ağına uygulanmasının mümkün görülmediği belirtilmiştir. Hafif yaralı ağır yaralı oranlarının belirlenmesinin gözlemlere dayandığı emniyet birimlerinin bu konuda istatistik tutmadığı ifade edilmiştir. Bu nedenle KGM proje değerlendirilmesinde; bölünmüş yol projelerinde projelerin gerçekleştirilmesi durumunda kaza, yaralı, ölü ve maddi hasarlı araç sayılarında %40, üstyapı iyileştirme projelerinde ise

%25 oranında azalma olacağı, yaralıların %80'ninin hafif, %20' sinin ağır yaralı olduğu ve kazalardaki yıllık artış oranının ise %2 olduğu varsayılmaktadır. Mevcut güzergâhlarda son 5 yıla ait kaza verileri incelenerek ortalama kaza, ölü, yaralı ve maddi hasarlı (M.H.) araç sayıları tespit edilerek trafik güvenliğinden sağlanacak azalmalar hesaplanmaktadır.

Çizelge 4.1. Kaza kara noktaları iyileştirme çalışmaları.

İşin Adı	Nokta Sayısı	İyileştirme Öncesi Ortalama Kaza Verileri				İyileştirme Sonrası Ortalama Kaza Verileri			
		Kaza	Ölü	Yaralı	M.H. Araç	Kaza	Ölü	Yaralı	M.H. Araç
Kavşak	74	2120	177	2074	3632	526	10	250	789
Kavşak	15	130	7	110	237	100	3	48	165
Kurp İyileştirmesi	20	153	17	214	198	7	0	9	9
Köprü	1	16	4	23	17	2	0	3	2
Bölünmüş Yol	7	123	16	131	195	28	1	33	38
Tırmanma Şeridi	6	69	11	80	107	22	0	24	25
Alt-Üst Geçit	12	214	14	262	316	72	1	58	64
Sinyalizasyon	44	829	76	811	1381	232	9	163	369
Otokorkuluk	22	1701	106	1633	1797	330	18	256	538
Toplam	201	5355	428	5338	7880	1319	42	844	1999

Çizelge 4.2. Kaza kara noktaları iyileştirme çalışmalarının sonuçları.

İşin Adı	Nokta Sayısı	Azalma Yüzdeleri (%)			
		Kaza	Ölü	Yaralı	M.H. Araç
Kavşak Düzenlenmesi	74	75	94	88	78
Kavşak Düzenlemesi ve Sinyalizasyon	15	23	52	57	30
Kurp İyileştirmesi	20	95	100	96	95
Köprü Genişletilmesi	1	88	100	87	88
Bölünmüş Yol Yapımı	7	77	92	75	80
Tırmanma Şeridi Yapımı	6	68	97	70	77
Alt-Üst Geçit Yapımı	12	66	93	78	80
Sinyalizasyon Tesisi	44	72	89	80	73
Otokorkuluk Tesisi	22	81	83	84	70
Toplam	201	75	90	84	75

Kaza analizlerine diğer ülkelerin genel yaklaşımının da KGM ile benzerlikler içerdiği görülmektedir. Kazalara ait geçmişe dönük veriler ile yol sınıflarının birlikte değerlendirilmesi sonucu kaza sayılarında geleceğe yönelik tahminler yapılmakta çoğunlukla taşıt-km değerlerine düşen ölü, yaralı sayıları belirlenmektedir. Çizelge 4.3.'te

IRAP'ın (International Road Assessment Programme) yol sınıfı ve trafik güvenliği sınıfına göre 1 milyar taşıt-km'ye düşen ölümlü ve yaralanmalı kaza sayıları için belirlediği değerler gösterilmektedir [35]. Düşük-orta gelirli ülkeler ile yüksek gelirli ülkeler için belirlenen kaza sayılarının farklı olma sebebinin ülkelerdeki yol kullanıcılarının sürücü davranışlarındaki farklılıklar ve taşıt güvenliği ile ilgili sıkı düzenlemelerden kaynaklandığı belirtilmiştir. Bu çizelgede dikkat çeken husus düşük standarttaki yolun standarda uygun hale getirilmesi ya da tek yoldan bölünmüş yola dönüştürülmesi sebebi ile beklenen kaza sayılarındaki gözle görülür azalıştır.

Çizelge 4.3. Yol sınıfına göre 1 milyar taşıt-km'ye düşen kaza sayısı.

Yol Sınıfı	Düşük-Orta Gelirli Ülkeler	Yüksek Gelirli Ülkeler
Otoyol (Trafik güvenliği 4-5 yıldız)	10-20	5-10
Bölünmüş Yol (Trafik Güvenliği 3-4 Yıldız)	30-60	15-20
Tek Yol (Trafik Güvenliği 2-3 Yıldız)	80-160	30-40
Düşük Standartda Tek Yol (Trafik Güvenliği 1-2 Yıldız)	200-600	60-80

İrlanda'nın karayolu ağı ve hafif raylı sisteminden sorumlu kuruluşu olan TII (Transport Infrastructure Ireland)'a göre mevcuttaki tek yolların bölünmüş yola dönüştürülme projelerinin izlenmesi sonucunda kafa kafaya çarpışma tipi kazaların tamamen ortadan kalktığı, ölümlü ve yaralanmalı kazalarda %50-60 azalma sağlandığı gözlemlenmiştir [36]. IRAP verileri ile benzer şekilde TII'ın verilerine göre de yol standardında yapılan iyileştirmeler sonucunda kaza sayılarında azalma meydana gelmektedir.

Kaza analizlerinde yukarıda da belirtildiği gibi projenin uygulanması ile mevcut yoldaki ölümlü, ağır yaralı, hafif yaralı ve maddi hasarlı araç sayılarında beklenen azalmanın belirlenmesi sonrasında kaza analizinin üçüncü aşaması olan elde edilen bu azalmaların ekonomik karşılığının hesaplanmasına yönelik çalışmaların yapılmasıdır.

Üçüncü aşama ile ilgili yapılan çalışmalarda trafik kazaları sonucunda ortaya çıkan doğrudan ekonomik maliyetler, dolaylı ekonomik maliyetler ve can güvenliğinin değeri olarak 3 ayrı kategoride değerlendirmeler yapılmaktadır. Doğrudan ekonomik maliyetler; acil servis, tedavi, iyileştirme maliyetleri, yasal zorunlu maliyetleri ve kaza sonucu oluşan

maddi hasarları içermektedir. Bu başlık altındaki maliyetlerin maddi karşılığı bulunabilir olması sebebi ile günümüzdeki ve gelecekteki değerlerinin hesaplanması kolaydır. Dolaylı maliyetler ise erken ölümden kaynaklı iş gücü kaybı ile kazazedenin iş yapabilme kapasitesindeki düşüşlerden kaynaklanmaktadır [24].

Trafik kazalarının ekonomik sonuçlarının yanı sıra önemli sosyolojik sonuçları da bulunmaktadır. Doğrudan ve dolaylı ekonomik maliyetler trafik kazalarının sebep olduğu acı, keder, travma ve diğer manevi kayıpları karşılayamamaktadır. İnsanlar kendilerinin ve yakınlarının can güvenliğinin sağlanabilmesi için daha çok ödemeye isteklidirler. Bu anlayış literatürde ödeme istekliliği olarak adlandırılmaktadır. Can güvenliği değeri istatistiki yaşam değeri olarak deneysel yöntemlerle hesaplanabilmektedir. Can güvenliği değeri, maddi parasal bir karşılık olarak düşünülmemelidir. Yaklaşımın özü kaza sonucu yaralanma ya da ölme riskindeki en küçük azalışın değeri şeklindedir [24].

HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) çalışmasında AB üyesi 25 ülke ile İsviçre ve Norveç için belirlenen kaza maliyetleri Çizelge 4.4.'te verilmektedir. Bu değerler ülkelerin satın alma gücü paritelerine (SGP) göre hesaplanmış olup doğrudan ekonomik maliyet, dolaylı ekonomik maliyet ve can güvenliği değerlerini içermektedir [24]. Bu çalışmada ülkelere ait kaza maliyetleri ilk olarak ülkelerin kişi başına düşen milli gelirlerine göre hesaplanmıştır. Ancak ülkeler arasındaki fiyat düzeyi farklılıklarını ortadan kaldırmak için satın alma güçlerini eşitleyen satın alma gücü paritelerine göre yeniden düzenlenmiştir. Örneğin Dünya Bankası verilerine göre Türkiye'nin kişi başına düşen GSYİH 2018 yılı için 10380 Amerikan dolarıdır. Ancak bu değer satın alma gücü paritesine göre 27470 Amerikan dolarına eşittir [37]. Her ne kadar ülkelere ait kaza maliyetleri satın alma gücü paritelerine göre yeniden düzenlenmiş olsalar da, ülkeler arası maliyet farklılıkları göze çarpmaktadır. Trafik kazası sonucu hayatını kaybeden 1 kişinin Letonya için maliyeti 534000 Euro iken bu değer Norveç'te 2055000 Euro'ya kadar çıkmaktadır. Az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler için belirlenecek kaza maliyetlerinin daha da düşük olacağı, ülkelerin kişi başına düşen GSYİH'sinin bir fonksiyonu olacağı göz önüne alınmalıdır.

Çizelge 4.4. HEATCO kaza maliyetleri

Ülke	Euro (2002 yılı satın alma gücü paritesine göre)		
	Ölüm	Ağır Yaralanma	Hafif Yaralanma
Avusturya	1685000	230100	18200
Almanya	1493000	206500	16700
Belçika	1603000	243200	15700
Çekya	932000	125200	9100
Danimarka	1672000	206900	16200
Estonya	630000	84400	6100
Finlandiya	1548000	205900	15400
Fransa	1548000	216300	16200
Hollanda	1672000	221500	17900
İngiltere	1617000	208900	16600
İrlanda	1836000	232600	17800
İspanya	1302000	161800	12200
İsveç	1576000	231300	16600
İsviçre	1809000	248000	19100
İtalya	1493000	191900	14700
Kıbrıs R.K.Y	798000	105500	7700
Letonya	534000	72300	5200
Litvanya	575000	78500	5700
Lüksemburg	2055000	320200	19300
Macaristan	808000	108400	7900
Malta	1445000	183500	13700
Norveç	2055000	288300	20700
Polonya	630000	84500	6100
Portekiz	1055000	141000	9700
Slovakya	699000	96400	6900
Slovenya	1028000	133500	9800
Yunanistan	1069000	139700	10700

Benzer şekilde IRAP'da trafik kazaları sonucunda yaşamını yitirenler ve ağır yaralılar için ülkelerin kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılalarına göre bir yaklaşım geliştirmiştir. Bu değerler de HEATCO çalışmasında olduğu gibi doğrudan ekonomik maliyet, dolaylı ekonomik maliyet ve can güvenliği değerlerini içermektedir. IRAP'ın kullanılması önerdiği değerler Çizelge 4.5.'te verilmektedir [38].

Çizelge 4.5. IRAP kaza maliyetleri.

	En Az	Ortalama	En Üst
Ölüm Değeri	60xKişi Başına Düşen GSYİH	70xKişi Başına Düşen GSYİH	80xKişi Başına Düşen GSYİH
Ağır Yaralı Değeri	12xKişi Başına Düşen GSYİH	17xKişi Başına Düşen GSYİH	24xKişi Başına Düşen GSYİH
Ağır Yaralı Sayısı/Ölü Sayısı	8	10	12

Proje alternatiflerinin hayata geçirilerek mevcut yolun geometrik ve fiziksel olarak geliştirilmesi sonucunda maddi hasarlı araç, ölü ve yaralı sayılarındaki azalmaların parasal karşılığı ekonomik analizlerin kaza faydalarını oluşturmaktadır.

4.5. Taşıt İşletme Giderleri

Taşıt işletme giderleri (TİG) karayolu yatırımlarının ekonomik değerlendirmelerinde önemli yer tutan maliyetlerdir. TİG, taşıt cinsi ve mekanik özellikleri, yol güzergahının geometrik ve fiziksel özellikleri, yol satıh durumu, yol yüzey düzgünsüzlüğü, hız, çevre vb. faktörlere bağlı olarak değişen; yakıt, motoryağı, lastik, yedek parça, taşıt bakım onarım ve amortisman gibi giderleri kapsamaktadır. Mesafeye bağlı giderler, zamana bağlı giderler ile idari ve işletme masraflarından oluşmaktadır. Taşıt işletme giderlerini etkileyen başlıca fiziki değişkenler satıh cinsi, yol yüzey düzgünsüzlüğü, yolun yatay ve düşey aliymanı, taşıtın hızı, trafik sıkışıklığı şeklindedir.

Taşıtların yakıt tüketimini etkileyen çok fazla unsur olmakla birlikte genel sınıflandırma taşıta ait özellikler ile işletme koşullarıdır. Tüm taşıt tiplerine ait yakıt tüketim miktarları serbest akım hızında yol güzergâhının düz, dalgalı, dağlık olmasından ve ayrıca işletme hızından etkilenmektedir. İklimsel farklılıklar, rakım değişiklikleri ile yatay kurp durumunun taşıtların yakıt tüketimine etkisi daha azdır. Motor yağı tüketimi işletme hızından, yol koşullarından, eğim ve hız değişim döngülerinden etkilenmektedir. Motor yağı tüketimi normal olarak taşıt işletme giderlerinin çok küçük bir kısmıdır. Lastik eskimesi, taşıtın hızından olduğu kadar yolun fiziksel koşullarından da etkilenmektedir. Taşıt bakım maliyetleri amortisman maliyetlerine bağlıdır. Zamanında ve yeterli bakım taşıtın ekonomik ömrünü uzatarak yıllık amortismanını düşürmektedir. Taşıt bakım maliyetleri genellikle yedek parça tüketimi ve işçilik giderleri olarak ikiye ayrılmakta olup bu maliyetler genel

olarak taşıtların işletme hızından, yolun yataydaki kurp durumundan ve düşeydeki eğimden etkilenmemekle birlikte, yol yüzeyinin fiziki durumu taşıt bakım maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Çeşitli nedenlerle taşıtlardaki hız değiştirme döngüsünün sıklığı taşıt bakım maliyetlerini artırmaktadır.

Zamana bağlı maliyetler aşınma ve eskime durumlarından kaynaklanmaktadır. Bu maliyetler taşıtın kullanım durumundan bağımsız her yıl oluşacak olan taşıtın değer kaybı miktarını temsil etmektedir. Bu koşullar altında taşıtın değersiz olabilmesi için neredeyse 30 yıl geçmesi gerekmektedir. Faiz maliyetleri taşıt sahipliliği ile ilgili olmakta faiz oranı, taşıtın satış fiyatı, taşıtın ömrü ve eğer varsa taşıtın artık değerinden doğrudan üretilmektedir.

Sigorta maliyetleri genellikle mali işletim maliyetlerini içermektedir fakat ekonomik işletim maliyetlerinde kullanılmamaktadır. Belge ve izin harçları ve vergiler mali giderler kapsamındadır, genellikle ekonomik maliyetlerin dışında tutulmaktadır.

Taşıt işletme giderleri taşıtın üzerinde seyahat ettiği karayolunun fiziksel ve geometrik standartlarından doğrudan etkilenmektedir. Karayollarında TİG'i etkileyen başlıca yol özellikleri; karayolunun geometrisi, yolun düzgünsüzlüğü ve trafik sıkışıklığıdır. Yol yüzey düzgünsüzlüğü "International Roughness Index" olarak literatürde yer almakta olup birimi m/km'dir. Mevcut yol yapım teknikleri ile bir karayolunun yol düzgünsüzlüğü 1,0–2,0 m/km'dir. Yol yüzey düzgünsüzlüğünün 4-5 m/km ulaşması durumu üstyapının bozulduğunu göstermektedir. Ana karayolları akslarında 1,5–2 m/km değeri korunmaya çalışılmaktadır.

Taşıt işletme giderlerinin hesaplanmasına yönelik çok çeşitli ticari ya da ücretsiz yazılım bulunmaktadır. KGM'de taşıt işletme giderlerinin hesaplanmasında "Highway Development and Management- 4 (HDM-4)" yazılımının Road User Costs modeli kullanılarak taşıtların kullanacağı yolun fiziki ve geometrik yapısı temel girdi olarak alınmakta, kaplamanın yüzey düzgünsüzlüğü değerine göre taşıt tipleri (otomobil, midibüs, otobüs, kamyonet, kamyon, treyler) itibarıyla birim taşıt işletme giderleri hesaplanmaktadır. 2018 yılında yayınlanan Karayolları Planlama Bilgileri El kitabında 2017 sene başı fiyatlarına göre hesaplanan birim taşıt işletme giderleri yer almaktadır [30]. Ekonomik analizlerde, yapımı planlanan proje ile bölgesel, sosyal ve ekonomik gelişimlere bağlı olarak oluşabilecek "yaratılan trafiğin", yani daha önce hiç mevcut olmayan ve yol kullanıcı maliyetlerinin düşmesi sonucu ortaya çıkan

trafiğin TİG faydalarının ölçülmesinde “Yarım Kuralı” (Rule of a Half) uygulanır. Proje alternatiflerinin hayata geçirilerek mevcut yolun geometrik ve fiziksel olarak geliştirilmesi sonucunda trafik akım koşullarının iyileşmesi, yol yüzeyinde sağlanan düzgün satıh sebebi ile yol sürüş konforunun artması ve taşıt işletme giderlerinin azalması ekonomik analizlerde taşıt işletme giderlerinden sağlanan faydalar olarak yer alır.

4.6. Zaman Giderleri

Seyahat süresinde sağlanacak tasarruf genellikle bir ulaşım projesinin birincil kullanıcı faydasıdır ve bu tasarruf tipik olarak toplam kullanıcı faydalarının yarısından fazlasını oluşturmaktadır. Bazı altyapı uygulamaları sonucunda ortalama seyahat süresinde belirgin bir azalma olmamasına rağmen seyahat süresinde değişkenlik azalabilmektedir. Seyahat süresindeki değişkenliklerin ve belirsizliklerin azalması yoğun yük taşımacılığı yapılan ana karayolu akslarında önemli bir husus haline gelmiştir [17].

Zaman analizlerinde, projelerin gerçekleşmesi durumunda trafik akım koşullarının iyileşmesi nedeniyle trafikteki sıkışıklık düzeyinin azalması, dolayısıyla hızın artması göz önünde bulundurularak yol kullanıcıları tarafından zamandan sağlanacak olası faydaların tespit edilerek değerinin hesaplanması amaçlanmaktadır. Zaman analizi; yolcu zaman, sürücü zaman ve yük zaman olmak üzere 3 kategoride incelenmektedir.

Zaman analizlerinin iki bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; projenin uygulanması ile mevcuttaki yol kullanıcıları ve varsa çekilen ya da yaratılan yeni yol kullanıcıları için olası sağlanacak toplam saat olarak zaman tasarrufu ile bu tasarrufun birim saat olarak ekonomik karşılığıdır. Birinci bileşen için yapılması gereken çalışma projeli yolun hayata geçirilmesi ile mevcut yolu kullanan taşıtların yeni yoldaki hızlarının tahmin edilmesidir. Bu tahminler alternatif projelerin mevcut yol aksını kullanıp kullanmadığına, yatay ve düşey geometride iyileştirmeler yapılıp yapıldığına, yolun getirildiği fiziki standarda bağlı olarak değişebilmektedir.

Mevcut yolda farklı taşıt tiplerinin gerçekleştirdiği hızlar KGM tarafından sabit ve hareketli ölçüm cihazları ile 365 gün boyunca ölçülmekte ve ortalama değerleri her yıl yayınlanmaktadır. Ancak yapılan ölçümlerde elde edilen hızlar, otomatik ölçüm cihazı ile yolun yatay geometrisinin doğrusal bir çizgi şeklinde olduğu noktasal hızları ifade

etmektedir. Yapılan incelemelerde, yolun tamamında geometrik standartlar ve araç tipleri dikkate alınarak ölçülen ortalama hız değerlerinin noktasal hız değerlerinden daha düşük olduğu tespit edilmektedir. KGM yetkilileri ile yapılan görüşmelerde, KGM de yapılan ekonomik analizlerde mevcut yol için kullanılacak hız değerlerinin mevcut yolun geometrisine göre yeniden değerlendirildiği, alternatif projeleri kullanacak taşıtlara ait hızların ise Highway Capacity Manual (HCM 2000) temel alınarak, mevcut durumdaki iyileştirmeler, mevcut yoldaki ortalama hızlar, legal ve teknik sınırlar dikkate alınarak belirlendiği ifade edilmiştir. Trafik akım koşullarının iyileşmesi ya da projeli yolun mevcut güzergâhı kısaltması sonucunda, tüm yol kullanıcılarının ve yüklerin zamandan sağlayacakları olası tasarrufların belirlenen zaman değerleriyle çarpılması sonucunda zaman faydaları hesaplanmaktadır.

Yol kullanıcılarının birim zaman değeri hesaplanmasına yönelik yapılan çalışmalarda en önemli husus yapılan yolcuğun amacı olarak gözükmektedir. İş amaçlı yapılan yolculukların zaman değerleri ile seyahat amaçlı yapılan yolculukların zaman değerleri arasında büyük farklar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca kent içi ulaşımdaki yolcu zaman değerleri ile şehirlerarası yolculuk yapan yolculara ait zaman değerleri de ayrı olarak değerlendirilmektedir. Bir yolcunun hangi ulaşım türünde seyahat ettiği de yolcunun zaman değerini belirlemektedir.

HEATCO çalışmasında ise AB üyesi 25 ülke ile İsviçre için belirlenen, farklı amaçlarla yapılan seyahat türlerine, seyahatin mesafesine ve ulaşım aracına göre belirlenen ve ilgili ülkelerin satın alma paritesine göre hesaplanan yolcu zaman değerleri bulunmaktadır.

Çizelge 4.6.'da AB'ye üye 25 ülkenin ortalaması yer almaktadır. Çalışmada yer alan ülkelere ait zaman değerleri EK-1'de yer almaktadır [24].

Çizelge 4.6. AB'ye üye 25 ülkenin yolcu zaman değerleri (Euro/Saat).

Türü	İş amaçlı	İş-Okul-Ev (kısa mesafe)	İş-Okul-Ev (uzak mesafe)	Diğer (kısa mesafe)	Diğer (uzak mesafe)
Havayolu	32,80	12,65	16,25	10,61	13,62
Otobüs	19,11	6,10	7,83	5,11	6,56
Otomobil, Tren	23,82	8,48	10,89	7,11	9,13

Victoria Transport Policy Institute (VTPI) tarafından yayınlanan “Transportation Cost and Benefit Analysis II – Travel Time Costs” adlı yayında Yeni Zelanda’da proje değerlendirilmesinde kullanılan yolcu zaman değerleri gösterilmiştir [39]. Bu değerler yolculuk amacına ve taşıt tipine bağlı olarak ele alınmış olup Çizelge 4.7.’de ilgili değerler gösterilmiştir. Trafik sıkışıklığı durumunda ilave edilmesi gereken değerler çizelgede ayrıca belirtilmiştir.

Çizelge 4.7. Yeni Zelanda yolcu ve sürücü zaman değerleri.

			(Yeni Zelanda doları/saat)
Taşıt ve yol kullanıcı türü	İş amaçlı	İş amaçlı olmayan	Sıkışıklık durumu (ilave edilecek değer)
Otomobil Motosiklet Sürücü	21,30	7,00	3,50
Otomobil Motosiklet yolcu	21,30	5,25	2,60
Hafif Ticari Sürücü	19,25	7,00	3,50
Hafif Ticari Yolcu	19,25	5,25	2,60
Orta Yüklü Ticari Sürücü	15,80	7,00	3,50
Orta Yüklü Ticari Yolcu	15,80	5,25	2,60
Ağır Taşıt Ticari Sürücü	15,80	7,00	3,50
Ağır Taşıt Ticari Yolcu	15,80	5,25	2,60
Otobüs Yolcu Oturarak	21,30	5,25	2,60
Otobüs Yolcu Ayakta	21,30	10,55	2,60
Yaya ve Bisikletliler	21,30	10,55	-

HEATCO çalışmasında ayrıca AB üyesi 25 ülke ile İsviçre için belirlenen ilgili ülkelerin satın alma paritesine göre hesaplanan yük zaman değerleri bulunmaktadır. AB’ye üye 25 ülkenin ortalama yük zaman değeri karayolu için 2,98 Euro/ton/saat, demiryolu için 1,22 Euro/ton/saat olarak verilmektedir. Çalışmada yer alan ülkelere ait yük zaman değerleri EK-1’de yer almaktadır. Bu çalışmada yük taşımacılığı ile ilgili bulunan önemli bir bulgu ise ülkelerin yük zaman değerlerinin ülkelerdeki kişi başına düşen GSYİH ile olan ilişkisi için elastikiyetin 0,3-0,4 arasında olmasıdır. Bu durum yük taşımacılığının ülkelerdeki kişi başına düşen GSYİH’den bağımsız olarak, rekabetçi, uluslararası piyasa koşullarına göre hareket etmesi ile açıklanmıştır [24].

KGM ile yapılan görüşmelerde KGM’nin yaptığı ekonomik analizlerin zaman değeri hesaplamalarında yolcu, sürücü ve yük zaman değerlerinin esas alındığı, yolcu zaman değerinin belirlenmesinde ülkemizde kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla baz alınarak

hesaplamalar yapıldığı belirtilmiştir. Yolcu sayısının hesaplanmasında ise yapılan ulaşım etütlerinin göz önüne alındığı, otomobillerde şoför dâhil ortalama 2,44, midibüslerde 12,03, otobüslerde ise 28 kişinin seyahat ettiği ifade edilmiştir. Yolcu zaman değeri saatlik 18,314 TL olarak hesaplandığı, bu hesapta aylık çalışma saati 22 günden ve günde 8 saatten toplam 176 saat varsayıldığı, 2017 yılı kişi başına düşen GSYİH olan 38680 TL değerinin kullanıldığı belirtilmiştir. Aylık çalışma saatlerinin yolcu zaman değerinin hesaplanmasında kullanılması KGM'nin yolcu zaman değerine yaklaşımının yolcuların iş amaçlı seyahat ettiği varsayımı üzerine olduğu gibi gözükmekle birlikte analizlerde kullanılan değer AB ülkelerindeki iş amaçlı seyahatlerin saatlik değeri ile satın alma gücü paritelerini gözeterek dahi kıyaslandığında düşük kalmaktadır.

KGM'nin zaman analizlerinde sürücü zaman değerinin belirlenmesinde ise Türkiye'deki otobüs, kamyon şoförü ve otobüs servis elemanı aylık maaşları baz alındığı ve aylık çalışma saati 22 günden ve günde 8 saatten toplam 176 saat olarak varsayıldığı belirtilmiştir. Otomobiller için sürücü yolcu olarak değerlendirilmesi sebebi ile çifte hesap hatası yapılmaması için otomobil için sürücü zaman değeri hesaplanmamaktadır. KGM'nin kullandığı sürücü zaman değeri elde edilememiştir.

KGM'nin zaman analizlerinde yük zaman değerinin belirlenirken her yıl KGM tarafından yayınlanan Trafik ve Ulaşım Bilgileri isimli yayında bulunan "Yük Cinslerine Göre Taşınan Yük Miktarının Dağılımı" tablosundan, yük zaman değerinin belirlenmesinde ise GAP Bölgesel Ulaşım Planlama Çalışmasındaki yük grupları için hesaplanan yük zaman değerlerinden yararlanıldığı belirtilmiştir [27]. Bu iki çalışmadan yararlanılarak ortalama bir ton yükün zaman değeri 2018 yılı fiyatları ile 0,9692 TL/ton/saat olarak hesaplandığı belirtilmiştir.

4.7. Çevresel Maliyetler

Bilindiği üzere ulaştırma faaliyetleri çevre üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır. Ulaştırmanın faydalarından yol kullanıcıları yararlanmakla birlikte maliyetler genellikle yol kullanıcıları tarafından karşılanmamaktadır. Dışsal maliyetlerin piyasa şartlarında içselleştirilmesi altyapının daha etkin kullanımını sağlayacak, ulaştırma faaliyetlerinin olumsuz yan etkilerini azaltacak ve yol kullanıcıları arasında adaleti sağlayacaktır. Herhangi bir müdahale olmaksızın bu dışsal maliyetlerin içselleştirilmesi söz konusu değildir.

Karayolu altyapı yatırımının yapımı ve işletilmesi süresince çevreye olumsuz etkileri olmaktadır. Bu etkilerin başında, gürültü, hava kirliliği, sera gazları, toprak ve su kaynaklarının kirlenmesi, ekosistemdeki bozulmalar, arazinin estetik tahribatı gelmektedir.

Hava kirliliği maliyeti insan sağlığı, ekolojik ve estetik bozulmalar dahil olmak üzere motorlu kara taşıtlarının havayı kirleten zararlarını ifade etmektedir. Egzoz emisyonları taşıtların egzoz borularından doğrudan dışarıya atılan hava kirleticileridir. Taşıtlar çok çeşitli ve zararlı hava kirliliği üretmektedir. Bunların bazı olumsuz etkileri yerel bazıları ise bölgesel ya da küreseldir. Hava kirliliği taşıt kullanımının genel olarak bilinen dışsal etkisidir. Hareket halindeki taşıtların gaz emisyonları elektrik üretim tesisleri, fabrikalar gibi kaynaklardan çıkan diğer emisyonlardan daha zor kontrol edilebilen emisyonlardır. Bunun sebebi taşıt sayısının fazla ve dağınık halde, göreceli olarak insanlara daha yakın olmaları nedeniyle yüksek maliyetli tahribatlar söz konusudur.

Sera gazlarının sebep olduğu iklim değişikliği etkisinin küresel ölçekte olması sebebi ile çevresel dışsal maliyetler içinde önemli bir yer tutmaktadır. Karbondioksit (CO_2), nitröz oksit (N_2O) ve methan (CH_4) gibi kirleticilerin atmosfere salınmaları ile sadece salınım anında değil gelecekte de olumsuz etkileri devam edecektir. Uzun vadede bu kirleticilerin etkilerinin neler olacağını tahmin etmek zor olsa da potansiyel olarak felaket olarak sınıflandırılmaktadır. Temelde bu kirleticilerin içselleştirilerek maliyetlere dahil edilmesinde toplam karbondioksit (CO_2) eşdeğer birime çevrilmesi yöntemi kullanılmaktadır. 1 ton nitröz oksitin (N_2O) 25 ton karbondioksite (CO_2) ve 1 ton methanın (CH_4) ise 298 ton karbondioksit (CO_2)'e eşdeğer olduğu kabul edilmektedir. Avrupa Komisyonu'nun sera gazları için kullanılmasını önerdiği maliyetler Çizelge 4.8.'de verilmiştir [25]. Gelecekte oluşacak kirleticiler için kullanılacak birim maliyetlerin artış eğiliminde olduğu görülmektedir.

Küresel ölçekte ulaşım kaynaklı emisyonların payı %14 seviyesindedir. Karayollarının ulaşım sektörü kaynaklı emisyonlar içindeki payı %72'dir. Yolun kullanımı sebebi ile açığa çıkan sera gazları ulaşım kaynaklı emisyonlar içinde en yüksek paya sahip olsa da yol yapımı sebebi ile açığa çıkan emisyonların sektördeki payı %5-10 oranındadır. Ancak Asya kıtasında yoğun bir şekilde devam eden karayolu altyapı yatırımlarının bu oranı artırması beklenmektedir [40].

Çizelge 4.8. Çevresel maliyet değerleri (Euro/ton-CO_2 eşdeğer).

	Çevresel Maliyet	Yıllık Artış (2011-2030)
En fazla	40	2
Ortalama	25	1
En az	10	0,5

Farklı yol sınıflarına ait 1 km yol yapımı sonucu açığa çıkan emisyon miktarları Çizelge 4.9.'da, bu değerlerin yapıma ait iş kalemleri bazında detayları Çizelge 4.10.'da verilmiştir. 1 km otoyol yapımının açığa çıkardığı emisyon değeri 33 km köy yolu yolunun yapımı sonucu açığa çıkacak emisyona eşdeğer olduğu görülmektedir [40].

Çizelge 4.9. Yol yapımı kaynaklı emisyon değerleri.

	Otoyol	Devlet Yolu	İl Yolu	Köy Yolu Stabilize	Köy Yolu Sathi kaplama
Emisyon (ton CO_2 eşdeğer /km)	3234	794	207	90	103

Çizelge 4.10. Yol yapımı kaynaklı emisyonların iş kalemi bazında dağılımı.

Emisyon (ton CO_2 eşdeğer /km)	Otoyol	Devlet Yolu	İl Yolu	Köy Yolu Stabilize	Köy Yolu Sathi kaplama
Toprak İşleri	161,4	15,9	12,0	2,7	2,7
Üstyapı	1333,9	424,7	157,3	72,2	85,5
Menfez	238,5	51,5	16,7	11,9	11,6
Sanat Yapıları	1068,0	119,4	20,6	3,0	3,0
Yol Ekipmanları	432,4	182,4	0,0	0,0	0,0
Toplam	3234,1	793,8	206,6	89,8	102,7

KGM'de gerçekleştirilen ekonomik değerlendirmelerde, çevresel etkiler ekonomik analize dahil edilmemekte ancak çoklu kriter analizlerinde yer almaktadır.

4.8. Hassasiyet Analizleri

Duyarlılık analizi olarak da literatürde yer alan hassasiyet analizi yatırımın kritik değişkenlerinin tanımlanması sağlamaktadır. Başka bir ifade ile planlanan yatırımın ekonomik performansına olumlu ya da olumsuz etkiye sahip olan bileşenlerdeki değişimlerin analiz edilmesidir. Genel kabul olarak baz senaryoda kullanılan bileşenlere ait değerlerdeki ±%1'lik bir değişimin projenin ekonomik analizi sonucunda ortaya çıkan net

bugünkü değerinde %1'den daha fazla bir varyasyona yol açtığı değişkenler kritik değişkenler olarak düşünülmektir. Hassasiyet analizlerinde dikkat edilmesi gereken başka bir husus da değişkenlerin bağımsız olması ve mümkün olduğunca ayrıştırılmış olmasıdır.

Duyarlılık analizi, kritik değişkenler için belirlenen değerlerin kombinasyonlarının etkisini inceleyen bir senaryo analizi ile tamamlanmalıdır. Özellikle, kritik değişkenlerin iyimser ve kötümser değerlerinin kombinasyonları analiz edilmelidir. İyimser ve kötümser senaryoları tanımlarken her değişken için gerçekçi bir aralık içinde taban ve tavan değerlerin belirlenmesi gerekmektedir [25].

Hassasiyet analizinin amacı projeyi doğrudan etkileyecek çeşitli parametrelerin değişiminin projenin sonucunu nasıl değiştireceğini görmek ve proje taraflarının bu konuda fikir edinmesini sağlamaktır. Bu analizin bir risk analizine dönüştürülmesi için parametrelerdeki değişme miktarı kadar bu değişmelerin gerçekleşme olasılıklarının da bilinmesi gerekmektedir. Ancak bu şekilde risk faktörünün ve riskin yönetilebilmesi için gereken maliyetin hesaplanması ve analize dâhil edilmesi mümkün olabilecektir. Bahsi geçen olasılıkların hesaplanabilmesi için söz konusu parametrelerin benzer projeler için geçmişe yönelik istatistiksel verilerine ihtiyaç bulunmaktadır. Bu tür projelere ait proje izleme faaliyetlerinin gerçekleşmesiyle gelecekte yapılacak risk analizleri için ihtiyaç duyulan veriler sağlanabilecektir.

KGM yaptığı ekonomik analizlerde, projelerin iskonto oranı, trafik sayısı ve yapım maliyetlerinde olabilecek değişim risklerini göz önünde tutabilmek amacıyla bu üç değişkenin birbirinden bağımsız olarak analiz sonuçlarına etkilerinin incelendiği hassasiyet analizleri gerçekleştirmektedir. Çizelge 4.11.'de hassasiyet analizlerinde kullanılan değişim yüzdeleri gösterilmektedir. Hassasiyet analizleri gerçekleştirilirken örneğin iskonto oranının ekonomik değerlendirmeye etkisinin görülmesi amaçlanmakta ise diğer iki değişken, trafik artış oranı ve yapım maliyet değişimi sabit tutulmaktadır. İskonto oranı için %5-%10 arası 6 farklı hassasiyet analizleri gerçekleştirilirken, trafik artış yüzdesi (mevcut trafiğin %70-%130 olması durumları) ve yapım maliyet değişimi (hesaplanan yapım maliyetinin %70-%130 olması durumları) için 7'şer farklı durum değerlendirilmektedir. Baz senaryo dâhil toplamda 20 adet hassasiyet analizi yapılmaktadır.

Çizelge 4.11. KGM'de kullanılan farklı değişkenlere göre hassasiyet analizleri.

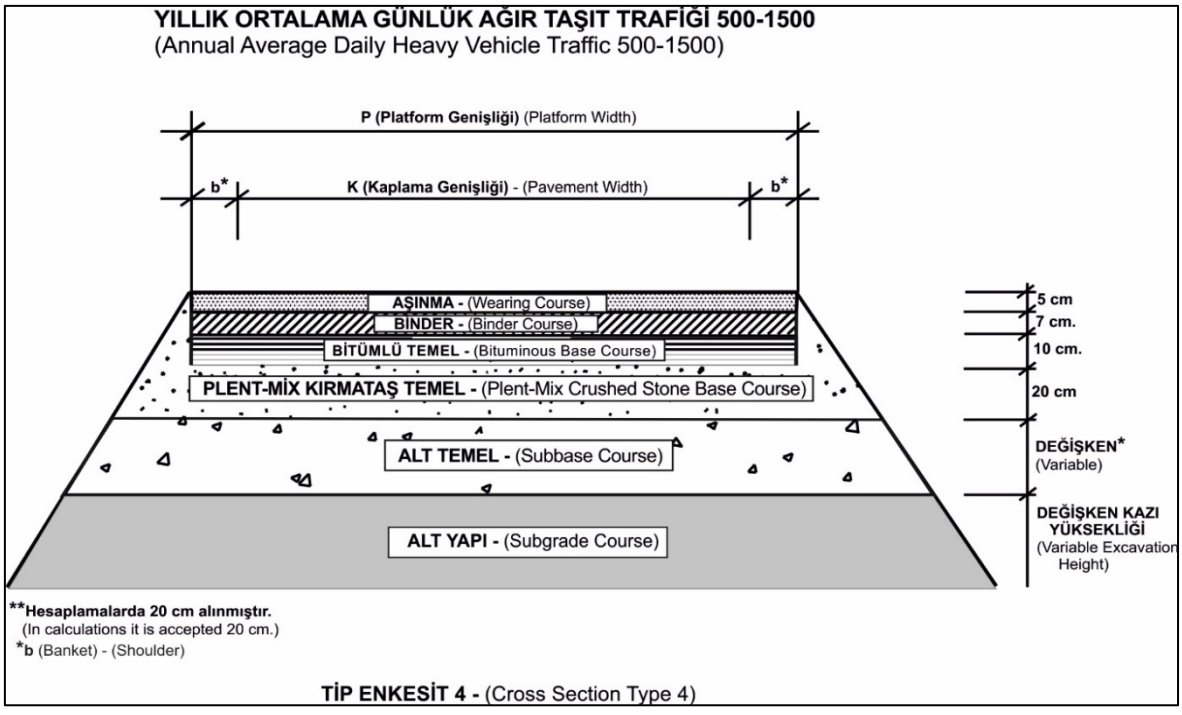
Değişkenler	← İyimser senaryo			Baz senaryo	Kötümser senaryo →		
İskonto Oranı (%)	5	6	7	8	9	10	
Trafik Artış Yüzdesi (%)	30	20	10	0	-10	-20	-30
Yapım Maliyet Değişimi (%)	-30	-20	-10	0	10	20	30

5. ÖRNEK UYGULAMA

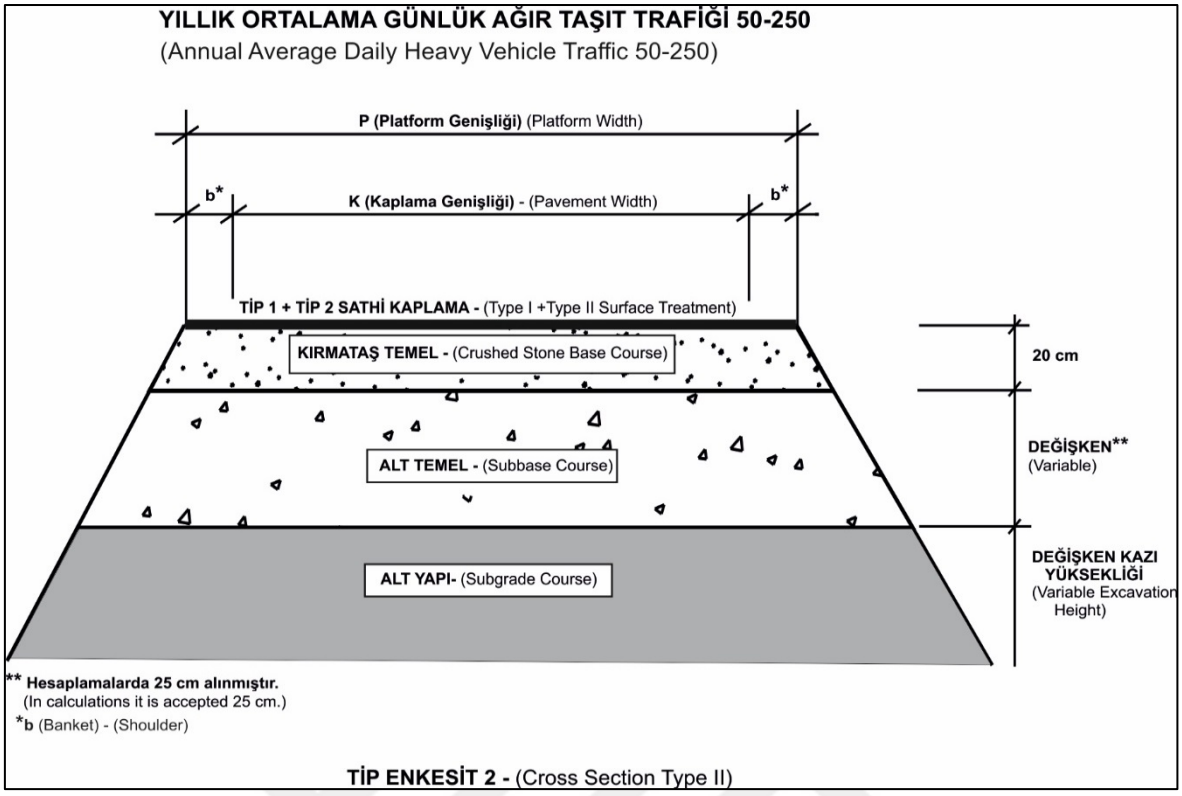
Bu çalışmada standart dışı platform genişliğine sahip 2x1 şeritli 40 km uzunluğundaki sathi kaplamalı mevcut A-B devlet yolunun fiziki ve geometrik standartlarının iyileştirilmesi amacıyla 3 farklı alternatif proje çalışılmıştır.

Alternatif proje 1'de mevcut yolun platform genişliğinin devlet yolları geometrik standartlarına uygun hale getirilerek 12 m platforma genişliğinde 2x1 olarak yeniden inşa edilerek üstyapısının BSK kaplamaya dönüştürülmesi, alternatif proje 2'de mevcut yolun 2x2 bölünmüş yol standardına getirilerek üstyapısının yeni sathi kaplama olarak yapılması, alternatif proje 3'te ise mevcut yolun 2x2 bölünmüş yol standardına getirilerek üstyapısının BSK kaplamalı olarak yapılması ele alınmıştır.

BSK kaplamalı olarak yapılması planlanan alternatif proje 1 ve alternatif proje 3 için KGM tarafından 2018'de yayınlanan Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'nda yer alan Tip enkesit-4, SK olarak yapılması planlanan alternatif proje 2 için ise Tip enkesit-2 kullanılmıştır [30]. Bu en kesitlere ait detaylar Şekil 5.1. ve Şekil 5.2.'de gösterilmektedir.



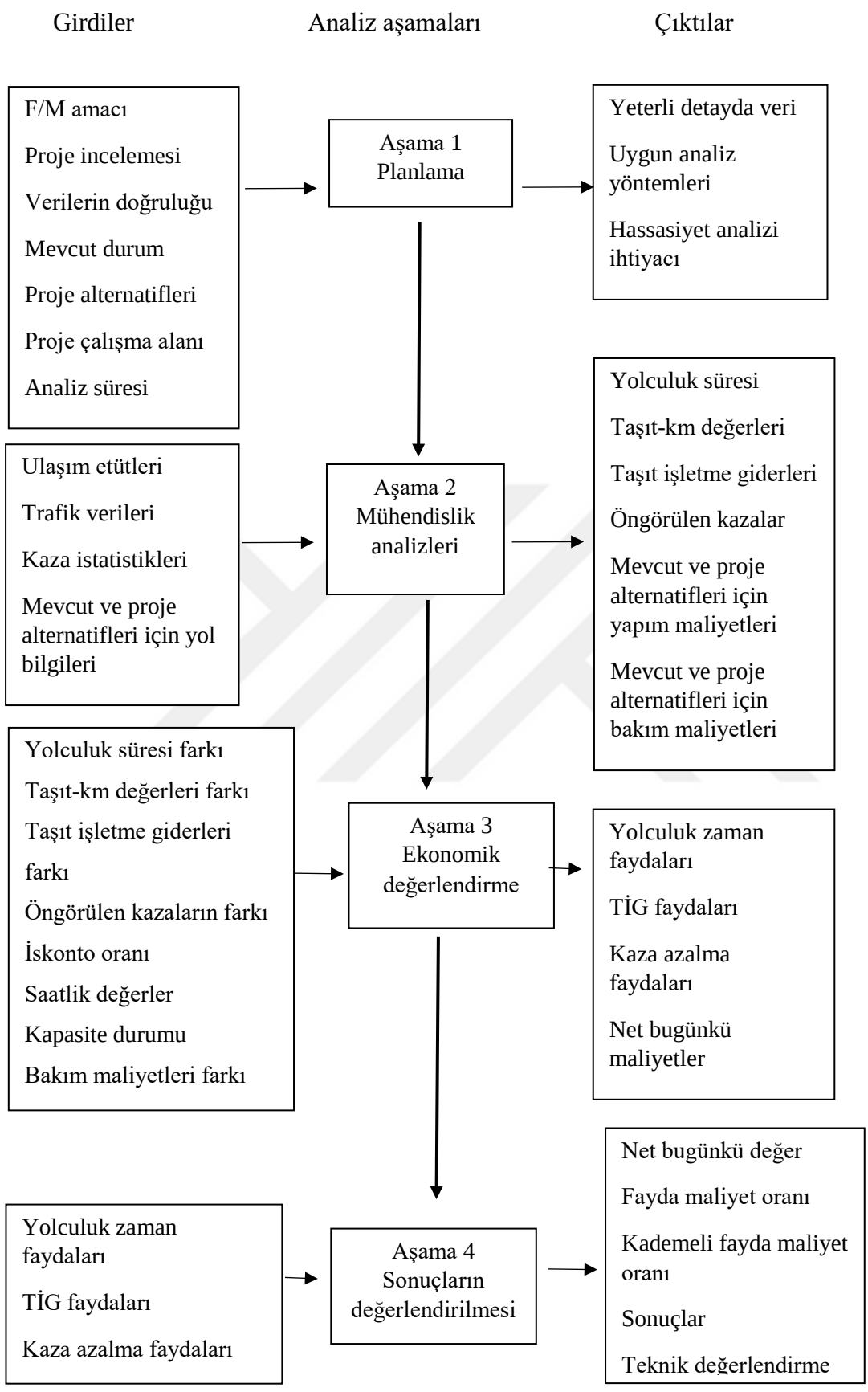
Şekil 5.1. Alternatif proje 1 ve 3 için kullanılan tip en kesit.



Şekil 5.2. Alternatif proje 2 için kullanılan tip en kesit

Her üç alternatif proje için yapım süresi 5 yıl olarak belirlenmiş yapıma 2019 yılında başlanıldığı varsayılmıştır. Beş yıllık yapım süresi sonunda 2024 yılında her üç alternatif proje trafiğe açılmıştır. Ekonomik değerlendirme alternatif projelerin trafiğe açılmasından itibaren 20 yıllık bir süre için gerçekleştirilmiştir. Toplamda ekonomik değerlendirme 25 yıl üzerinden yapılmıştır. Ekonomik analiz 2019-2043 yılları arası dönemi içerecek şekilde yapılmıştır.

Ekonomik değerlendirmenin gerçekleştirilmesinde Şekil 5.3.'te gösterilen akış şeması kullanılmıştır [41]. Dört aşamalı bu şemada süreç planlama aşaması ile başlamaktadır. İkinci aşamadaki mühendislik analizleri planlama aşaması sonucunda elde edilen çıktılar üzerinden gerçekleştirilmiştir. Üçüncü aşama olan ekonomik değerlendirme için veriler, mevcut KGM yayınlarından, yapılan görüşmelerden ve dünyadaki uygulamaların Türkiye şartlarına uygulanmasın ile elde edilmiştir. Dördüncü ve son aşama olan sonuçların değerlendirilmesinde Türkiye ve dünyada genel kabul görmüş ekonomik değerlendirme yöntemleri kullanılarak sonuçlara ulaşılmıştır.



Şekil 5.3. Ekonomik değerlendirme akış şeması.

5.1. Trafik Verileri

Çalışmada KGM tarafından her yıl yayınlanan Trafik ve Ulaşım Bilgileri kitaplarından yararlanılmış olup mevcut yolu oluşturan 3 trafik dilimine ait 2004-2018 trafik verileri incelenmiştir [27]. Bu veriler Çizelge 5.1., Çizelge 5.2. ve Çizelge 5.3.'te gösterilmektedir. 1. dilim 7 km, 2. dilim 18 km ve 3. dilim 15 km olmak üzere toplam yol güzergâhı 40 km uzunluğundadır. Mevcut trafik verileri ve tahmini trafik değerleri; "Otomobil", "Orta Yüklü Ticari Taşıt (OYTT)", "Otobüs", "Kamyon" ve "Treyler" olarak 5 taşıt cinsine göre tespit edilmiştir.

Çizelge 5.1. 2004-2018 yılları arası mevcut yol 1. dilim trafiği.

	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2004	1705	158	128	264	12	2267
2005	1833	217	132	269	16	2467
2006	1772	236	129	282	24	2443
2007	1878	223	132	269	58	2560
2008	1548	191	19	204	79	2041
2009	1563	176	21	161	261	2182
2010	1610	164	16	155	269	2214
2011	1799	232	13	418	329	2791
2012	1979	213	11	602	368	3173
2013	2073	176	11	550	243	3053
2014	1941	234	13	290	206	2684
2015	2270	242	9	309	199	3029
2016	2524	251	5	284	215	3279
2017	2728	322	12	261	240	3563
2018	2532	359	12	206	364	3473

Çizelge 5.2. 2004-2018 yılları arası mevcut yol 2. dilim trafiği.

	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2004	1705	158	128	264	12	2267
2005	1833	217	132	269	16	2467
2006	1772	236	129	282	24	2443
2007	1878	223	132	269	58	2560
2008	1365	201	8	208	57	1839
2009	1374	184	9	164	189	1920
2010	1412	171	7	158	194	1942
2011	1664	217	6	209	474	2570
2012	1831	199	5	300	529	2864
2013	1885	164	5	274	349	2677
2014	1867	176	6	324	591	2964
2015	2105	193	11	334	628	3271
2016	2341	200	7	307	679	3534
2017	2413	283	12	257	635	3600
2018	2596	304	12	255	698	3865

Çizelge 5.3. 2004-2018 yılları arası mevcut yol 3. dilim trafiği.

	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2004	1705	158	128	264	12	2267
2005	1833	217	132	269	16	2467
2006	1772	236	129	282	24	2443
2007	1878	223	132	269	58	2560
2008	1840	202	123	202	73	2440
2009	2142	249	112	265	159	2927
2010	2275	224	112	277	222	3110
2011	2644	235	108	295	481	3763
2012	2908	216	90	425	539	4178
2013	2893	291	107	351	592	4234
2014	2849	279	126	360	558	4172
2015	3331	289	144	381	574	4719
2016	3716	317	124	444	668	5269
2017	4261	427	130	379	629	5826
2018	4750	489	151	357	872	6619

Kamyon ve treyler ayrımının yapılmasında karşılaşılan karışıklıklar, sayım cihazlarındaki taşıt sınıflandırmalarındaki yanlışlıklar ve kamyon kullanıcılarının treyler kullanımına yönelmesi gibi nedenlerden dolayı mevcut kamyon ve treyler trafik verilerinde yıllar içinde ani geçişler görülmektedir. Bu geçişlerin trafik tahminlerini etkilememesi amacıyla kamyon ve treyler toplamı üzerinden toplam ağır taşıt trafiği için regresyon yapılarak gelecekteki ağır taşıt trafiği tahminleri yapılmıştır. Tahmin edilen ağır taşıt trafiği dilim bazında ortalama kamyon treyler oranına göre dağıtılmıştır.

OYTT ve otobüs sınıfı taşıtlar için anlamlı regresyon sonuçları elde edilememiştir. Bu nedenle Türkiye geneli OYTT-km ve otobüs-km verileri kullanılarak yeniden regresyon analizi yapılmıştır. OYTT-km için hesaplanan yıllık ortalama artış miktarı trafik artışı (%1,586) olarak trafik tahminlerine yansıtılmıştır.

Çizelge 5.4. Regresyon analizinde elde edilen sonuçlar.

R^2	1.dilim	2.dilim	3.dilim
Otomobil	0,9201	0,9671	0,9266
OYTT	0,8823	0,8823	0,8823
Otobüs	-	-	-
Ağır Taşıt	0,8762	0,8036	0,9009

Türkiye geneli otobüs-km verileri regresyon analizinde ise anlamlı sonuçlar elde edilememiştir. Otobüs-km değerinin yıllık değişimlerinin ortalaması alınarak (-%0,704) otobüs trafiği tahminleri yapılmıştır. Çizelge 5.4.'te regresyon analizinde elde edilen R^2

değerleri gösterilmektedir. Trafik tahminlerine ait çalışmalar EK-2'de verilmektedir.

Çizelge 5.5., Çizelge 5.6. ve Çizelge 5.7.'de mevcut yolun 3 diliminin ekonomik analizin ilk yılı (2019) ve son yılı (2043) trafik tahminleri gösterilmektedir. Çizelge 5.8'de ise ekonomik analizin ilk yılı (2019), projelerin trafiğe açılış yılı (2024) ve ekonomik analizin son yılına (2043) ait üç dilimin ağırlıklı ortalama değerleri gösterilmiştir. Tüm yıllara ait trafik tahminleri EK-2'de yer almaktadır.

Çizelge 5.5. 2019-2043 yılları mevcut yol güzergâhı 1. dilim trafik tahminleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	2653	109	255	12	354	318	3701
2043	5539	160	372	10	663	596	7340

Çizelge 5.6. 2019-2043 yılları mevcut yol güzergâhı 2. dilim trafik tahminleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	2533	93	216	12	388	693	3934
2043	5591	135	315	10	1025	1831	8908

Çizelge 5.7. 2019-2043 yılları mevcut yol güzergâhı 3. dilim trafik tahminleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	3795	149	348	150	455	621	5518
2043	9366	217	507	127	1286	1754	13257

Çizelge 5.8. 2019-2024-2043 yılları mevcut güzergâh ortalama trafik tahmini.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	3027	117	272	64	407	600	4487
2024	3854	126	295	61	543	806	5685
2043	6997	170	397	54	1060	1586	10265

5.1.1. Kapasite analizi

Ekonomik analizin gerçekleştirilmesinde mühendislik ve ekonominin birlikte düşünülmesi esastır. Bu nedenle mevcut durumun değerlendirilmesinde gelecek yıllarda gerçekleşmesi

beklenen trafik değerleri ile yolun kapasitesi ve hizmet seviyesi belirlenmelidir. Bu sebeple mevcut yola ve üç alternatif projeye ait kapasite analizleri HICAP (Highway Capacity Analysis Package) yazılımı ile yapılmıştır. Çizelge 5.9., Çizelge 5.10. ve Çizelge 5.11.'de kapasite sonuçları gösterilmiştir. 2x1 düşük standartta mevcut yol için Çizelge 5.8'de verilen 2019 yılı mevcut güzergâh ağırlıklı ortalama trafik tahminleri (4487 taşıt/gün) ve bu trafiğe ait ağır taşıt yüzdesi %22 ((407 kamyon+600 treyler) /4487 taşıt) girdi olarak programa girilmiştir. Serbest akım hızı 70 km/saat, yönsel dağılım %60'a %40 olarak varsayılmıştır. Banket genişliği 1 m alınmıştır. Çizelge 5.9.'da mevcut yola ait kapasite sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 5.9. Mevcut yola ait kapasite analiz sonuçları.

	2019 yılı durumu			Gelecekteki durum			
	Toplam trafik (taşıt/gün)	Ağır taşıt (%)	Hizmet seviyesi	Hizmet ömrü sonu	Toplam trafik (taşıt/gün)	Ağır taşıt (%)	Hizmet seviyesi
2X1 SK	4487	22	E	2043	10265	26	E

2x1 yüksek fiziki standartta alternatif proje 1 için Çizelge 5.8'de verilen projenin trafiğe açıldığı 2024 yılı mevcut güzergâh ağırlıklı ortalama trafik tahminleri (5685 taşıt/gün) ve bu trafiğe ait ağır taşıt yüzdesi %24 ((543 kamyon+806 treyler) /5685 taşıt) girdi olarak programa girilmiştir. Serbest akım hızı 90 km/saat, yönsel dağılım %60'a %40 olarak varsayılmıştır. Banket genişliği 1,8 m olarak alınmıştır. Ekonomik analizin son yılı olan 2043 için kapasite durumu incelenmiş Çizelge 5.8'de verilen 2043 yılı mevcut güzergâh ağırlıklı ortalama trafik tahminleri (10265 taşıt/gün) ve bu trafiğe ait ağır taşıt yüzdesi %26 ((1060 kamyon+1586 treyler) /10265 taşıt) girdi olarak programa girilmiştir.

Mevcut yolda hali hazırda kapasite ile ilgili sorunlar olduğu görülmektedir. Alternatif proje 1 ile yolun fiziksel ve geometrik standartları yükseltilerek trafik akım koşullarında iyileştirmeler sağlanmıştır. Alternatif proje 1'in hizmet seviyesi, trafiğe açıldığı tarih 2024 yılı ile 2028 yılı arasında C, 2028-2043 yılları arasında ise D olarak hesaplanmıştır. Hizmet seviyesi C'den D'ye geçiş yılı mevcut güzergâh ağırlıklı ortalama trafik tahminleri üzerinden deneme yanılma yöntemi ile bulunmuştur. Çizelge 5.10.'da alternatif proje 1'in kapasite sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 5.10. Alternatif proje 1'e ait kapasite analiz sonuçları.

	2024 yılı durumu			Gelecekteki durum			
	Toplam trafik (taşıt/gün)	Ağır taşıt (%)	Hizmet seviyesi	Yıl	Toplam trafik (taşıt/gün)	Ağır taşıt (%)	Hizmet seviyesi
2X1 BSK	5685	24	C	2028-2043	10265	26	D

2x2 bölünmüş yol standardında alternatif proje 2 ve 3 için Çizelge 5.8'de verilen projenin trafiğe açıldığı 2024 yılı mevcut güzergâh ağırlıklı ortalama trafik tahminleri (5685 taşıt/gün) ve bu trafiğe ait ağır taşıt yüzdesi %24 ((543 kamyon+806 treyler) /5685 taşıt) girdi olarak programa girilmiştir. Serbest akım hızı 90 km/saat, zirve saat faktörü k=0,12 olarak varsayılmıştır. Ekonomik analizin son yılı olan 2043 için kapasite durumu incelenmiş Çizelge 5.8'de verilen 2043 yılı mevcut güzergâh ağırlıklı ortalama trafik tahminleri (10265 taşıt/gün) ve bu trafiğe ait ağır taşıt yüzdesi %26 ((1060 kamyon+1586 treyler) /10265 taşıt) girdi olarak programa girilmiştir. Çizelge 5.11.'de alternatif proje 2 ve 3'ün kapasite sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 5.11. Alternatif proje 2 ve 3'e ait kapasite analiz sonuçları.

	2024 yılı durumu			Gelecekteki durum			
	Toplam trafik (taşıt/gün)	Ağır taşıt (%)	Hizmet seviyesi	Yıl	Toplam trafik (taşıt/gün)	Ağır taşıt (%)	Hizmet seviyesi
2X2 SK	5685	24	A	2043	10.265	26	A
2X2 BSK							

Alternatif proje 2 ve 3'ün gerçekleştirilmesi ile yolun hizmet seviyesi 2024-2043 yılları arasında A seviyesine yükselmiştir.

5.2. Yapım Maliyetleri

Karayolu projelerinin ekonomik olarak değerlendirilmesinde en önemli girdilerden olan yapım maliyetlerinin hesaplanmasında; arazi durumu, topoğrafya, projenin geometrik ve fiziki standartları, sanat yapıları gibi birçok farklı değişken etkili olmaktadır. Bu tez kapsamında 3 farklı proje alternatifinin yapım maliyetlerinin hesaplanmasında KGM

tarafından 2018'de yayınlanan Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'ndan yararlanılmıştır [30]. Çeşitli işler kalemi yatay ve düşey işaretleme ile otokorkuluk yapım işlerini içermektedir. Mevcut yol aksına oturması sebebi ile sınırlı miktarda toprak işlerinin olacağı ve mevcuttaki sanat yapılarının kullanılabilirliği göz önüne alınarak 2x1 BSK kaplamalı alternatif proje 1'in yapım maliyetlerinin hesaplanmasında toprak işleri ve sanat yapıları kalemleri 0,3 katsayısı ile çarpılarak kullanılmıştır.

Çizelge 5.12. Alternatif projelerin yapım maliyetlerine ait ana iş kalemleri.

Yapım Maliyetleri	2X1 BSK (TL)	2X2 SK (TL)	2X2 BSK (TL)
Toprak İşleri	5756980	34541880	34541880
Sanat Yapıları	1727094	10362564	10362564
Üstyapı	55969336	47620417	100744804
Etüt Proje	3600000	3600000	3600000
Çeşitli İşler	3889578	10878716	11148356
Toplam	70942987	107003576	160397604

Bu tez çalışmasında inşaata başlama yılının 2019 yılı olacağı ve yapım süresinin 5 yıl olacağı varsayılmıştır. Ekonomik analizlerde inşaat süreleri ve yıllara yaygın inşaat yapım programı önemli etkendir. Ana iş kalemleri olarak; toprak işleri, sanat yapıları, üstyapı, etüt proje, çeşitli işler maliyetleri Çizelge 5.12.'de, bu iş kalemlerine ait üç alternatif proje için yıllık ortalama harcama yüzdeleri ve 5 yıllık yapım süreleri Çizelge 5.13., Çizelge 5.14. ve Çizelge 5.15.'te gösterilmiştir.

Çizelge 5.13. Alternatif proje 1'in 5 yıllık yapım programı ve yapım yüzdeleri.

		2x1 BSK Projesi Yapım Programı (%)					
İş Kalemleri	Maliyet	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl	Toplam
Toprak İşleri	5756980	40	30	30	-	-	100
Sanat Yapıları	1727094	10	25	25	25	15	100
Üstyapı	55969336	-	-	30	30	40	100
Etüt Proje	3600000	100	-	-	-	-	100
Çeşitli İşler	3889578	-	-	-	50	50	100
Toplam	70942987						100

Çizelge 5.14. Alternatif proje 2'nin 5 yıllık yapım programı ve yapım yüzdeleri.

		2x2 SK Projesi Yapım Programı (%)					
İş Kalemleri	Maliyet	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl	Toplam
Toprak İşleri	34541880	40	30	30	-	-	100
Sanat Yapıları	10362564	10	25	25	25	15	100
Üstyapı	47620417	-	-	30	30	40	100
Etüt Proje	3600000	100	-	-	-	-	100
Çeşitli İşler	10878716	-	-	-	50	50	100
Toplam	107003576						100

Çizelge 5.15. Alternatif proje 3'ün 5 yıllık yapım programı ve yapım yüzdeleri.

		2x2 BSK Projesi Yapım Programı (%)					
İş Kalemleri	Maliyet	1. Yıl	2. Yıl	3. Yıl	4. Yıl	5. Yıl	Toplam
Toprak İşleri	34541880	40	30	30	-	-	100
Sanat Yapıları	10362564	10	25	25	25	15	100
Üstyapı	100744804	-	-	30	30	40	100
Etüt Proje	3600000	100	-	-	-	-	100
Çeşitli İşler	11148356	-	-	-	50	50	100
Toplam	160397604						100

5.3. Bakım Maliyetleri

Karayolu projelerinin ekonomik olarak değerlendirilmesinde yolun bakım maliyetleri 3 ana başlıktan oluşmaktadır. Bunlar; her yıl yapılan rutin bakım çalışmaları, kar mücadelesi ile yolun işletme performansına dayalı olarak gerekli görüldüğünde yapılan periyodik ya da diğer adıyla yapısal bakım çalışmalarıdır. Tez kapsamında mevcut durum ile 3 farklı proje alternatiflerinin bakım maliyetlerinin hesaplanmasında KGM tarafından 2018'de yayınlanan Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'ndan [30], yapısal bakım zamanının hesaplanmasında da 2005 yılında yayımlanan Karayolları Esnek Üstyapılar Rehberi'nden yararlanılmıştır [42].

Rutin bakım ve kar mücadelesi maliyetleri için Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'ndaki Bakım Hizmetleri Harcamaları bölümündeki devlet yolları sathi kaplama ve BSK kaplama harcamaları kullanılmıştır. Ancak bu veriler TL/km olarak verilmiş, 2x1, 2x2 ayrımı yapılmamıştır. Yine KGM tarafından yayınlanan 2017 yılı devlet ve il yolları bakım işletme maliyetleri kitabında Türkiye geneli KGM şubelerinde harcanan emanet+ihaleli birim bakım maliyetler incelenmiştir [31]. Bu bakım maliyetlerinde trafik hizmetleri, stabilize yol bakım, asfalt yol bakım ve kar mücadelesi dahildir. Bu yayında da 2x1 2x2 ayrımı yapılmaksızın toplam harcama toplam yol ağına bölünmesi ile sonuçlar elde edilmiştir. Ayrıca BSK sathi kaplama ayrımına gidilmemiş asfalt yol bakım adı altında hesaba dâhil edilmişlerdir. Bu nedenle bu yayının analizlerde kullanılması mümkün olamamıştır. Her iki yayındaki maliyetlerin karşılaştırılmasında Karayolları Planlama El Kitabındaki maliyetlerin düşük olduğu görülmektedir. 2017 yılı devlet ve il yolları bakım işletme maliyetleri kitabında KGM yol ağında harcanan emanet+ihaleli birim bakım maliyetleri trafik hizmetleri, stabilize yol bakım, asfalt yol bakım ve kar mücadelesi dahil olarak 61602 TL/km, Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'nda devlet yollarında BSK rutin bakım 21426 TL/km, sathi kaplama rutin bakım 37365 TL/km, kar mücadelesi 14095 TL/km'dir [30,31].

Bu çalışma kapsamında rutin bakım ve kar mücadelesi maliyetleri için Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı Bakım Hizmetleri Harcamaları bölümündeki devlet yolları sathi kaplama ve BSK kaplama harcamaları kullanılmış ancak maliyetlerin KGM'nin diğer yayını ile karşılaştırıldığında düşük kalması sebebi ile analizlerde bu maliyetlerin 2x1 yol için geçerli olduğu varsayılmıştır. 2x1 yol için belirlenen rutin ve kar mücadelesi maliyetlerinin bölünmüş yola uyarlayabilmek için, yine aynı yayının yol yapım maliyetleri bölümünde yer alan 2x2 yol yapım maliyetleri ile 2x1 yol yapım maliyetleri arasında bulunan 1,8 katsayısı kullanılmıştır [30].

2x1 sathi kaplamalı mevcut yolun periyodik bakım maliyetleri için Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'nda 10 m platform genişliği için belirlenen çift kat sathi kaplama astarlı sathi kaplama yapımı (K1) maliyetleri kullanılmış ancak plentmiks alttemel kalemi maliyete dâhil edilmemiştir.

2x1 BSK kaplamalı alternatif proje 1'in periyodik bakım maliyetleri için; Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'nda düz arazide, 12 m platform genişliğinde, günlük ağır taşıt trafiği 500-1500 için önerilen Tip enkesit 4'e ait üstyapı yapım maliyeti kullanılmış ancak

mevcut yolun periyodik bakımında olduğu gibi plentmiks alttemel kalemi için belirlenen tutar maliyetten çıkarılmıştır.

2x2 sathi kaplama alternatif proje 2'nin periyodik bakım maliyetleri için Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'nda 12 m platform genişliği için belirlenen çift kat sathi kaplama astarlı sathi kaplama yapımı (K1) maliyetleri kullanılmış ancak plentmiks alttemel kalemi maliyete dâhil edilmemiştir. Bu maliyetin 2x1 yol için geçerli olması sebebi ile bölünmüş yol maliyetinin hesaplanmasında 1,8 katsayısı kullanılmıştır [30].

2x2 BSK kaplamalı alternatif proje 3'ün periyodik bakım maliyetleri, 2x1 BSK kaplamalı alternatif proje 1 için belirlenen maliyetin 1,8 katı olarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.16'da belirlenen bakım maliyetleri gösterilmiştir.

Çizelge 5.16. Mevcut yol ve üç alternatif proje için hesaplanan bakım maliyetleri.

Bakım Türü	2X1 SK (TL/km)	2X2 SK (TL/km)	2X1 BSK (TL/km)	2X2 BSK (TL/km)
Rutin Bakım	37365	67257	21426	38567
Periyodik Bakım	370895	797843	1136859	2046347
Kar Mücadelesi	14095	25371	14095	25371

Çizelge 5.17.'de gösterilen proje trafiği, EK-2'de yer alan mevcut yolun üç diliminin 2019-2043 yılları için tahmin edilen trafik değerlerinin dilim uzunluklarına bağlı olarak ağırlıklı ortalama günlük trafik değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Çizelge 5.19.'da bu trafiğin yıl boyunca oluşturduğu hesap şeridine düşen standart dingil yükü tekerrür sayısı hesaplanmıştır. Bu hesaplamada kullanılan taşıt eşdeğerlik faktörleri Çizelge 5.18.'de verilmiştir. 2x2 yol projeleri için aynı yöndeki şerit sayısı 2 olduğundan n katsayısı 0,9 olarak alınmıştır. 2x1 yol projesi ve mevcut durumun sürdürülmesi senaryosunda ise aynı yöndeki şerit sayısı 1 olması sebebi ile n katsayısı 1 olarak alınmıştır [42].

Çizelge 5.17. Dingil tekerrür sayısı hesabında kullanılan proje trafiği.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	3027	117	272	64	407	600	4487
2020	3192	119	277	63	434	641	4726
2021	3358	120	281	63	461	682	4966
2022	3523	122	286	62	489	723	5206
2023	3689	124	290	62	516	764	5445
2024	3854	126	295	61	543	806	5685
2025	4020	128	299	61	570	847	5925
2026	4185	130	304	61	597	888	6165
2027	4350	132	309	60	625	929	6405
2028	4516	134	314	60	652	970	6646
2029	4681	137	319	59	679	1011	6886
2030	4847	139	324	59	706	1052	7127
2031	5012	141	329	58	733	1093	7367
2032	5178	143	334	58	761	1134	7608
2033	5343	146	340	58	788	1175	7849
2034	5509	148	345	57	815	1216	8090
2035	5674	150	350	57	842	1257	8331
2036	5839	153	356	56	869	1299	8572
2037	6005	155	362	56	896	1340	8814
2038	6170	157	367	56	924	1381	9055
2039	6336	160	373	55	951	1422	9297
2040	6501	162	379	55	978	1463	9538
2041	6667	165	385	55	1005	1504	9780
2042	6832	168	391	54	1032	1545	10022
2043	6997	170	397	54	1060	1586	10265

Üstyapı projelerinde üstyapı kalınlıklarını belirleyen faktörlerin en önemlilerinden biri trafik yükleridir. Projelendirme amacıyla karayolu üzerinden geçen çeşitli dingil yükleri 8,2 ton eşdeğer standart dingil tekerrür sayısına çevrilerek trafik yükleri bulunur [42]. Dingil yüklerinin hesabına ilişkin çalışma EK-3'te verilmektedir.

Çizelge 5.18. Taşıt eşdeğerlik faktörü.

Otomobil	0,0006
Midibüs	0,6
Kamyonet	0,6
Otobüs	3,2
Kamyon	2,9
Treyler	4,1

Çizelge 5.19. Hesap şeridine düşen standart dingil yükü tekerrür sayısı.

Yıllar	2x1 Yol	2x2 Yol
2019	744664	670197
2020	790223	711201
2021	835795	752215
2022	881379	793242
2023	926977	834279
2024	972587	875329
2025	1018211	916390
2026	1063848	957463
2027	1109499	998549
2028	1155163	1039647
2029	1200842	1080757
2030	1246534	1121880
2031	1292240	1163016
2032	1337962	1204165
2033	1383697	1245328
2034	1429448	1286503
2035	1475213	1327692
2036	1520994	1368895
2037	1566791	1410112
2038	1612603	1451342
2039	1658430	1492587
2040	1704274	1533847
2041	1750134	1575121
2042	1796011	1616410
2043	1841904	1657714

Mevcut ve üç alternatif projenin periyodik bakımlarının yapılmasında üst sınır toplam dingil tekerrür sayıları aşağıdaki Çizelge 5.20.'de verilmiştir. Toplam dingil tekerrür sayılarının belirlenen bu sınır değerlerine ulaşması durumunda periyodik bakım yapıldığı varsayılmıştır. Periyodik bakım yapılan yıl için rutin bakım yaptırılmamıştır. Yıllar içindeki mevcut yolun ve üç alternatif projenin bakım programlarına bağlı olarak TİG değerleri de güncellenmiştir.

Çizelge 5.20. Üst sınır toplam dingil tekerrür sayısı.

Mevcut Yol (SK)	Proje 1 2x1 BSK	Proje 2 2x2 SK	Proje 3 2x2 BSK
2000000	10000000	3000000	10000000

Mevcut ve üç alternatif projenin bakım harcamaları yıllar bazında Çizelge 5.21.'de verilmiştir.

Çizelge 5.21. Mevcut yolun ve üç alternatif projenin bakım maliyetleri (TL).

Yıllar	Mevcut (SK)	Proje 1 2x1 BSK	Proje 2 2x2 SK	Proje 3 2x2 BSK
2019	2058400	0	0	0
2020	2058400	0	0	0
2021	15399600	0	0	0
2022	2058400	0	0	0
2023	15399600	0	0	0
2024	2058400	1420840	3705120	2557512
2025	15399600	1420840	3705120	2557512
2026	2058400	1420840	3705120	2557512
2027	15399600	1420840	32928552	2557512
2028	2058400	1420840	3705120	2557512
2029	15399600	1420840	3705120	2557512
2030	2058400	1420840	32928552	2557512
2031	15399600	1420840	3705120	2557512
2032	15399600	46038176	32928552	2557512
2033	2058400	1420840	3705120	82868716
2034	15399600	1420840	3705120	2557512
2035	15399600	1420840	32928552	2557512
2036	15399600	1420840	3705120	2557512
2037	2058400	1420840	32928552	2557512
2038	15399600	1420840	3705120	2557512
2039	15399600	46038176	32928552	2557512
2040	15399600	1420840	3705120	82868716
2041	15399600	1420840	32928552	2557512
2042	15399600	1420840	3705120	2557512
2043	15399600	1420840	32928552	2557512

5.4. Kaza Maliyetleri

2017 yılında KGM sorumluluk ağındaki otoyollar, devlet yolları, il yolları ve bağlantı yollarında meydana gelen 52628 adet trafik kazasında 2297 kişi kaza yerinde 1796 kişi sevk edildikleri sağlık kuruluşlarında kazanın sebep ve tesiri ile 30 gün içinde ölmüşlerdir. Bu kazalar sonucunda 110067 kişi yaralanmıştır. Bu kazaların yaklaşık %73'ü devlet yollarında meydana gelmektedir. Devlet yollarında meydana gelen 38243 adet trafik kazasında ise 1653 kişi kaza yerinde 1382 kişi sevk edildikleri sağlık kuruluşlarında kazanın sebep ve tesiri ile 30 gün içinde ölmüşlerdir. Bu kazalar sonucunda 82071 kişi yaralanmıştır [43].

2017 yılında KGM sorumluluk ağındaki otoyollar, devlet yolları, il yolları ve bağlantı yollarında 127997 milyon taşıt-km'lik taşıt hareketliliği gerçekleşmiş olup bu rakamın 86507 milyon taşıt-km'si devlet yollarında meydana gelmiştir. KGM sorumluluğundaki toplam yol ağında ve devlet yollarında meydana gelen kazalara ait veriler Çizelge 5.22'de gösterilmektedir [43].

Çizelge 5.22. 2017 yılı KGM yol ağındaki kazalara ait ölü ve yaralı sayıları.

	Gerçekleşen Taşıt-km (Milyon)	Toplam Ölü Sayısı	Toplam Yaralı Sayısı	100 milyon Taşıt-km'ye düşen Ölü Sayısı	100 milyon Taşıt-km'ye düşen Yaralı Sayısı
Toplam	127997	4093	110067	3,20	85,99
Devlet Yolları	86507	3035	82071	3,51	94,87

Mevcut yol güzergâhında analiz süresi boyunca gerçekleşmesi beklenilen trafik ve bu trafiğe bağlı yıllık taşıt-km değerleri Çizelge 5.23'te belirlenmiştir. Taşıt-km değerleri mevcut yol ve üç alternatif projenin yol uzunluğu olan 40 km'nin toplam ortalama günlük trafik değeri ve 365 gün ile çarpılmasıyla elde edilmektedir.

Kaza analizlerinde mevcut yola ait kaza verilerinin kullanılması esastır. Ancak bu tez kapsamında ilgili yola ait kaza verilerine ulaşılamamıştır. Bu sebeple devlet yollarında gerçekleşen taşıt-km değerlerine karşılık gelen ölü ve yaralı oranları kullanılmıştır. Maddi hasarlı araçlara ait veri bulunamadığından analize dâhil edilmemiştir.

Çizelge 5.23. Gerçekleşmesi beklenen trafik ve taşıt-km değerleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam	Taşıt-km
2019	3027	117	272	64	407	600	4487	65510642
2020	3192	119	277	63	434	641	4726	69006311
2021	3358	120	281	63	461	682	4966	72503456
2022	3523	122	286	62	489	723	5206	76002099
2023	3689	124	290	62	516	764	5445	79502263
2024	3854	126	295	61	543	806	5685	83003972
2025	4020	128	299	61	570	847	5925	86507248
2026	4185	130	304	61	597	888	6165	90012115
2027	4350	132	309	60	625	929	6405	93518598
2028	4516	134	314	60	652	970	6646	97026721
2029	4681	137	319	59	679	1011	6886	100536510
2030	4847	139	324	59	706	1052	7127	104047989
2031	5012	141	329	58	733	1093	7367	107561185
2032	5178	143	334	58	761	1134	7608	111076124
2033	5343	146	340	58	788	1175	7849	114592832
2034	5509	148	345	57	815	1216	8090	118111337
2035	5674	150	350	57	842	1257	8331	121631666
2036	5839	153	356	56	869	1299	8572	125153847
2037	6005	155	362	56	896	1340	8814	128677909
2038	6170	157	367	56	924	1381	9055	132203880
2039	6336	160	373	55	951	1422	9297	135731790
2040	6501	162	379	55	978	1463	9538	139261669
2041	6667	165	385	55	1005	1504	9780	142793546
2042	6832	168	391	54	1032	1545	10022	146327454
2043	6997	170	397	54	1060	1586	10265	149863422

Devlet yollarında muhtemel kazalar sonucu 100 milyon taşıt-km'ye 3,51 ölü, 94,87 yaralı beklenilmektedir. Mevcut yolda gelecekte gerçekleşmesi muhtemel kazalar için de aynı oranlar kullanılmıştır. Kaza analizlerinde; bölünmüş yol projelerinde projelerin gerçekleştirilmesi durumunda yaralı ve ölü sayılarında %40, üstyapı iyileştirme projelerinde ise %25 oranında azalma olacağı, yaralıların %80'ninin hafif, %20'sinin ağır yaralı olduğu ve kazalardaki yıllık artış oranının taşıt-km artışı ile orantılı olduğu varsayılmaktadır. Çizelge 5.24.'te mevcut yol ve üç alternatif projeye ait taşıt-km'ye dayalı tahmini ölü ve yaralı sayıları verilmektedir.

Çizelge 5.24. Taşıt-km'ye dayalı tahmini ölü ve yaralı sayıları.

Yıllar	Taşıt-km	Mevcut Yol Ölü	Mevcut Yol Yaralı	Proje 1 2x1 Ölü	Proje 1 2x1 Yaralı	Proje 2-3 2x2 Ölü	Proje 2-3 2x2 Yaralı
2019	65510642	2,3	62	1,7	47	1,4	37
2020	69006311	2,4	65	1,8	49	1,5	39
2021	72503456	2,5	69	1,9	52	1,5	41
2022	76002099	2,7	72	2,0	54	1,6	43
2023	79502263	2,8	75	2,1	57	1,7	45
2024	83003972	2,9	79	2,2	59	1,7	47
2025	86507248	3,0	82	2,3	62	1,8	49
2026	90012115	3,2	85	2,4	64	1,9	51
2027	93518598	3,3	89	2,5	67	2,0	53
2028	97026721	3,4	92	2,6	69	2,0	55
2029	100536510	3,5	95	2,6	72	2,1	57
2030	104047989	3,7	99	2,7	74	2,2	59
2031	107561185	3,8	102	2,8	77	2,3	61
2032	111076124	3,9	105	2,9	79	2,3	63
2033	114592832	4,0	109	3,0	82	2,4	65
2034	118111337	4,1	112	3,1	84	2,5	67
2035	121631666	4,3	115	3,2	87	2,6	69
2036	125153847	4,4	119	3,3	89	2,6	71
2037	128677909	4,5	122	3,4	92	2,7	73
2038	132203880	4,6	125	3,5	94	2,8	75
2039	135731790	4,8	129	3,6	97	2,9	77
2040	139261669	4,9	132	3,7	99	2,9	79
2041	142793546	5,0	135	3,8	102	3,0	81
2042	146327454	5,1	139	3,9	104	3,1	83
2043	149863422	5,3	142	3,9	107	3,2	85

Mevcut ve projeli yollara ait gerçekleşmesi beklenilen ölüm, ağır yaralı ve hafif yaralı sayılarının ekonomik olarak değerlendirilebilmesi için bu değerlerin parasallaştırılması gereklidir. Bu değerlerin ekonomik karşılığı ülkelerin kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılalarının bir fonksiyonu olacak şekilde tarif edilmiştir.

Ağır yaralı ve hafif yaralı maliyetlerinin hesaplanmasında HEATCO ve IRAP çalışmalarından yararlanılmıştır [24,38]. EK-4'te ağır yaralı maliyeti ölüm maliyetinin %13,5'i, hafif yaralanma maliyeti ise ölüm maliyetinin yaklaşık %1'i olduğunu gösteren hesaplamaya ait tablo yer almaktadır. TÜİK verilerine göre kişi başına düşen GSYİH 2017 yılı için 38680 TL'dir [9].

Bu çalışmada kaza maliyetlerinin hesaplanmasında IRAP'ın ölüm için önerdiği kaza maliyeti olan 70xkişi başına düşen GSYİH değeri kullanılmıştır [38]. Ağır yaralı ve hafif yaralı kaza maliyetleri olarak HEATCO'dan yararlanılarak hesaplanan %13,5xölüm maliyeti ve %1xölüm maliyeti kullanılmıştır. Çizelge 5.25.'te kaza maliyetlerinin hesaplanmasında kullanılan GSYİH'e bağlı birim kaza maliyetleri yer almaktadır. Çizelge 5.26.'da mevcut yol için hesaplanan kaza maliyetleri, Çizelge 5.27. ve Çizelge 5.28.'de ise üç alternatif proje için hesaplanan kaza maliyetleri yer almaktadır.

Çizelge 5.25. Kaza maliyetlerinin hesaplanmasına ait birim maliyetler (TL).

Ölü	70xKişi Başına Düşen GSYİH	2707600
Ağır Yaralı	9,45xKişi Başına Düşen GSYİH	365519
Hafif Yaralı	0,70xKişi Başına Düşen GSYİH	26922

Çizelge 5.26. Mevcut yol toplam kaza maliyetleri.

Yıllar	Ölü	Ağır Yaralı	Hafif Yaralı	Toplam
2019	6223057	4543493	1338568	12105119
2020	6555122	4785936	1409995	12751052
2021	6887326	5028480	1481451	13397258
2022	7219673	5271129	1552938	14043740
2023	7552165	5513883	1624457	14690504
2024	7884803	5756744	1696006	15337553
2025	8217590	5999714	1767588	15984892
2026	8550528	6242794	1839203	16632524
2027	8883619	6485986	1910850	17280456
2028	9216867	6729292	1982531	17928690
2029	9550272	6972714	2054246	18577232
2030	9883839	7216253	2125995	19226087
2031	10217568	7459911	2197780	19875258
2032	10551463	7703689	2269600	20524752
2033	10885526	7947591	2341456	21174573
2034	11219759	8191617	2413349	21824725
2035	11554166	8435769	2485280	22475215
2036	11888749	8680050	2557248	23126047
2037	12223510	8924462	2629254	23777227
2038	12558453	9169006	2701300	24428759
2039	12893580	9413684	2773385	25080650
2040	13228894	9658499	2845511	25732904
2041	13564398	9903453	2917677	26385528
2042	13900095	10148547	2989885	27038526
2043	14235987	10393784	3062135	27691906

Çizelge 5.27. Alternatif proje 1 toplam kaza maliyetleri.

Yıllar	Ölü	Ağır Yaralı	Hafif Yaralı	Toplam
2024	5913602	4317558	1272005	11503165
2025	6163192	4499785	1325691	11988669
2026	6412896	4682096	1379402	12474393
2027	6662714	4864490	1433138	12960342
2028	6912650	5046969	1486898	13446518
2029	7162704	5229535	1540684	13932924
2030	7412879	5412190	1594497	14419565
2031	7663176	5594933	1648335	14906444
2032	7913597	5777767	1702200	15393564
2033	8164144	5960693	1756092	15880930
2034	8414819	6143713	1810012	16368544
2035	8665625	6326827	1863960	16856411
2036	8916562	6510038	1917936	17344535
2037	9167633	6693346	1971941	17832920
2038	9418840	6876754	2025975	18321569
2039	9670185	7060263	2080039	18810487
2040	9921671	7243874	2134133	19299678
2041	10173299	7427589	2188258	19789146
2042	10425071	7611410	2242414	20278895
2043	10676991	7795338	2296601	20768930

Çizelge 5.28. Alternatif proje 2 ve alternatif proje 3 toplam kaza maliyetleri.

Yıllar	Ölü	Ağır Yaralı	Hafif Yaralı	Toplam
2024	4730882	3454046	1017604	9202532
2025	4930554	3599828	1060553	9590935
2026	5130317	3745676	1103522	9979515
2027	5330172	3891592	1146510	10368273
2028	5530120	4037575	1189519	10757214
2029	5730163	4183628	1232548	11146339
2030	5930303	4329752	1275597	11535652
2031	6130541	4475946	1318668	11925155
2032	6330878	4622214	1361760	12314851
2033	6531315	4768554	1404874	12704744
2034	6731856	4914970	1448010	13094835
2035	6932500	5061462	1491168	13485129
2036	7133249	5208030	1534349	13875628
2037	7334106	5354677	1577553	14266336
2038	7535072	5501403	1620780	14657255
2039	7736148	5648210	1664031	15048390
2040	7937337	5795099	1707306	15439742
2041	8138639	5942072	1750606	15831317
2042	8340057	6089128	1793931	16223116
2043	8541592	6236270	1837281	16615144

5.5. Taşıt İşletme Giderleri

Mevcut yol ve üç alternatif projenin TİG hesaplanmasında KGM tarafından 2018'de yayınlanan Karayolu Planlama Bilgileri El Kitabı'ndan yararlanılmıştır [30]. Kitabın ekonomik analiz bilgileri bölümünde karayollarının farklı geometrik ve fiziksel standartlara göre 6 farklı taşıt tipinin TİG'leri verilmektedir. Bu değerlerin HDM-4 yazılımının Road User Cost alt modelinin çalıştırılmasıyla hesaplandığı, farklı taşıt tipleri için yakıt, motoryağı, lastik, taşıt bakım ile taşıtların amortismanlarını içerdiği belirtilmektedir. Bu değerleri içeren tablo EK-5'te Çizelge 5.1'de verilmektedir.

TİG hesaplanmasında birim TİG değerleri bakım programı dâhilinde mevcut üstyapının durumunu yansıtacak şekilde seçilmiştir. Periyodik bakım sonrası düzgünsüzlük değerleri düşürülerek analizlerde kullanılmıştır. Mevcut yola ait bakım geçmişindeki eksiklikler, temel ve alt temelde yeterli olmayan sıkışmalar, yol üstyapısındaki yetersiz drenaj gibi olası durumların yansıtılabilmesi için düzgünsüzlük değerleri 4-4,5 m/km olarak seçilmiştir. BSK kaplamalı alternatif proje 1 ve alternatif proje 3 için düzgünsüzlük değeri 1,5-2 m/km, SK kaplamalı alternatif proje 2 için düzgünsüzlük değeri 3-4,5 m/km seçilmiştir. Mevcut yol ve alternatif projeler için yol güzergâhının düz olmaması sebebi ile ortalama düşey eğim %1,5, yatay kurp 15 derece/km için belirlenen TİG değerleri kullanılmıştır. Ekonomik değerlendirmede kullanılan birim TİG değerleri Çizelge 5.29.'da gösterilmiştir.

Çizelge 5.29. Ekonomik değerlendirmede kullanılan birim TİG değerleri.

	Düzgünsüzlük (m/km)	Birim TİG Değerleri (TL/Taşıt- km)					
		Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler
Mevcut yol	4	0,37621	0,80138	0,71112	1,41086	1,1716	1,59482
	4,5	0,38155	0,81595	0,73628	1,45253	1,21118	1,65433
2X1 BSK 2X2 BSK	1,5	0,37153	0,79051	0,6946	1,38141	1,13786	1,54782
	2	0,37213	0,79223	0,69585	1,38499	1,1422	1,55295
SK	3	0,37360	0,79560	0,69999	1,39394	1,1529	1,56694
	4,5	0,38155	0,81595	0,73628	1,45253	1,21118	1,65433

Mevcut yol ve üç alternatif projenin TİG hesaplamalarında, altı taşıt tipi için belirlenen birim TİG değerleri ile taşıtlar için belirlenen ağırlıklı ortalama günlük trafik değerleri, yol uzunluğu olan 40 km ve 365 gün çarpılarak ilgili yıla ait taşıt tipi bazında TİG değerleri

bulunmuştur. Altı taşıt tipinin yıllık TİG değerlerinin toplanması sonucu yola ait toplam TİG değerleri bulunmuştur.

Hesaplamalara ait detaylı analizler EK-5'te yer almaktadır. TİG analizleri sonucu hesaplanan mevcut yol ve üç alternatif projenin toplam TİG değerleri Çizelge 5.30'da gösterilmektedir.

Çizelge 5.30. Mevcut yol ve üç alternatif projeye ait TİG değerleri (TL).

Yıllar	Mevcut Yol TİG	Alternatif Proje 1 TİG	Alternatif Proje 2 TİG	Alternatif Proje 3 TİG
2024	56505482	53817741	54322181	53817741
2025	57411803	56303602	58964992	56303602
2026	61425742	58650336	61425742	58650336
2027	62202062	60998271	61411958	60998271
2028	66351036	63347424	66351036	63347424
2029	66997284	65697812	68815619	65697812
2030	71281516	68049454	68512756	68049454
2031	71797614	70402368	73748748	70402368
2032	74199742	72565293	73252987	72756574
2033	78687295	75112090	78687295	74914427
2034	79008023	77468936	81158650	77468936
2035	81414215	79827132	80373266	79827132
2036	83821802	82186697	86105629	82186697
2037	88581294	84547653	85126971	84547653
2038	88641246	86910019	91058440	86910019
2039	91053145	89037802	89886350	89273817
2040	93466524	91639069	96017259	91396652
2041	95881405	94005796	94651575	94005796
2042	98297812	96374020	100982268	96374020
2043	100715767	98743764	99422822	98743764

5.6. Zaman Giderleri

Mevcut yol ve üç alternatif projenin zaman değeri hesaplamalarında yolcu, sürücü ve yük zaman değerleri esas alınmıştır. Yolcu zaman ve sürücü zaman değerinin belirlenmesinde ülkemizde kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasıla baz alınarak saatlik 18,314 TL olarak kabul edilmiştir. Bu hesapta KGM'nin uygulaması esas alınarak aylık çalışma 176 saat (22 günx8 saat) olduğu varsayılmış, 2017 yılı kişi başına düşen GSYİH olan 38680 TL kullanılmıştır. Yük zaman hesabı için de KGM'nin kullandığı bir ton yükün zaman değeri olan 0,9692 TL/ton/saat kullanılmıştır.

Otomobil, midibüs ve otobüs olmak üzere 3 taşıt tipinde yolcu taşınmaktadır. Taşınan yolcular için KGM'nin ulaşım etütlerinde tespit ettiği otomobillerde şoför dâhil ortalama 2,44, midibüslerde 12,03, otobüslerde ise 28 yolcu değerleri kullanılmıştır.

Kamyonet, kamyon ve treyler olmak üzere 3 taşıt tipinde yük taşınmaktadır. Taşınan yükler için KGM'nin ulaşım etütlerinde tespit ettiği kamyonetlerde ortalama 1,57, kamyonlarda 6,5, treylerde ise 14,45 ton değerleri kullanılmıştır.

Mevcut yola ait hız değerleri için KGM tarafından yayınlanan 2018 yılı Trafik ve Ulaşım Bilgileri kitabından yararlanılmıştır [27]. 3 dilim için uzunluklarına bağlı olarak ağırlıklı ortalama hız tespiti yapılmıştır. Mevcut yol güzergâhının düz olması sebebi ile verilen hızlar için düzeltme yapılmamıştır. Mevcut yola ait ortalama hız değerleri Çizelge 5.31.'de verilmektedir.

Çizelge 5.31. Mevcut yolda gerçekleşen ortalama hızlar.

Mevcut Yolda Tespit Edilen Ortalama Hızlar (km/saat)						
Dilim No	Uzunluk (km)	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
1	7	73	71	71	68	64
2	18	71	70	67	67	65
3	15	79	77	76	74	70
Toplam	40	74,4	72,8	71,1	69,8	66,7

Projeli yolların hayata geçirilmesi ile taşıtların hızlarının nasıl değişeceği ile ilgili olarak 2 farklı çalışma bu tez kapsamında yapılmıştır. İlk çalışma kapsamında mevcuttaki standart dışı 2x1 sathi kaplamalı yolun, standartlara uygun 2x1 BSK kaplamalı yola dönüştürülmesi ile oluşabilecek hız değişimleri için geçmişe dönük projeler incelenmiştir. Bu incelemede KGM tarafından her yıl yayınlanan Devlet ve İl Yolları Uzunlukları kitapları ile Trafik ve Ulaşım Bilgileri kitaplarından yararlanılmıştır [27,44]. 2011-2018 yılları arası tüm yol kesimlerine ait yapılan inceleme sonucunda 2x1 sathi kaplamadan 2x1 BSK kaplamaya dönüştürülen kesimlere ait hız değişimleri araştırılmıştır. Yıllar içinde mevcut yol kesimlerinin farklı sayıda dilimlere bölünmesi, kontrol kesim numaralarının değişmesi, ilgili yıla ait hız verisinin olmaması ya da hızlarda normal olmayan artış ya da düşüşlerin olması gibi nedenlerle incelemeye alınan yol kesim sayısı daraltılmıştır. Sonuçta 24 farklı karayolu

kesimindeki hız değişimlerinden alternatif proje 1 için olası hız değişimleri EK-6'da gösterildiği gibi taşıt tipi bazında ortalama alınarak hesaplanmıştır. Bu çalışma sonucu hesaplanan hız değişim değerleri Çizelge 5.32.'de verilmektedir. Mevcut yol ve alternatif proje 1'in zaman analizlerinde kullanılan hızlar Çizelge 5.33.'de verilmektedir.

Çizelge 5.32. 2x1 SK'dan 2X1 BSK'ya dönüşüm sonucu hızlardaki değişiklikler.

Hızlardaki Değişim (%)				
Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
4,7	5,4	4,0	4,8	4,8

Çizelge 5.33. Mevcut yol ve alternatif proje 1 için belirlenen hızlar (km/sa).

	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
Mevcut Yol	74,4	72,8	71,1	69,8	66,7
Alternatif Proje 1	77,9	76,7	73,9	73,1	69,9

İkinci çalışma kapsamında da mevcuttaki standart dışı 2x1 sathi kaplamalı yolun, bölünmüş yola dönüştürülmesi ile oluşabilecek hız değişimleri için geçmişe dönük projeler incelenmiştir. Mevcut 2x1 yolların bölünmüş yola dönüştürülmesinde üstyapının sathi kaplama ya da BSK kaplama olması konusunda bir ayrıma gidilmemiştir. Bu incelemede de KGM tarafından her yıl yayınlanan Devlet ve İl Yolları Uzunlukları kitapları ile Trafik ve Ulaşım Bilgileri kitaplarından yararlanılmıştır [27,44]. 2011-2018 yılları arası tüm yol kesimlerine ait yapılan inceleme sonucunda 2x1 sathi kaplamadan bölünmüş yola dönüştürülen kesimlere ait hız değişimleri araştırılmıştır.

Yıllar içinde mevcut yol kesimlerinin farklı sayıda dilimlere bölünmesi, kontrol kesim numaralarının değişmesi, ilgili yıla ait hız verisinin olmaması ya da hızlarda normal olmayan artış ya da düşüşlerin olması gibi nedenlerle incelemeye alınan yol kesim sayısı daraltılmıştır. Sonuçta 70 farklı karayolu kesimindeki hız değişimlerinden alternatif proje 2 ve alternatif proje 3 için olası hız değişimleri EK-6'da gösterildiği gibi taşıt tipi bazında ortalama alınarak hesaplanmıştır.

Bu çalışma sonucu hesaplanan hız değişim değerleri Çizelge 5.34.'te verilmektedir. Mevcut yol ile alternatif proje 2 ve alternatif proje 3'ün zaman analizlerinde kullanılan hızlar Çizelge 5.35.'te verilmektedir.

Çizelge 5.34. 2x1 SK'dan bölünmüş yola dönüşüm sonucu hızlardaki değişiklikler.

Hızlardaki Değişim (%)				
Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
20,9	18,9	15,0	12,4	13,1

Çizelge 5.35. Mevcut yol ve alternatif proje 2 -3 için belirlenen hızlar (km/sa).

	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
Mevcut Yol	74,4	72,8	71,1	69,8	66,7
Alternatif Proje 2-3	89,9	86,6	81,8	78,4	75,4

Mevcut yol ve üç alternatif projenin yolcu zaman hesaplamalarında, otomobil, minibüs ve otobüs taşıt tiplerinin hızlarına göre yolculuk için harcanan süre birim saat olarak bulunmuştur. Bulunan taşıt tipi bazında birim saat değerleri otomobil, minibüs ve otobüs ile seyahat eden ortalama yolcu sayıları (otomobillerde şoför dâhil ortalama 2,44, midibüslerde 12,03, otobüslerde ise 28 yolcu) değerleri ile çarpılarak taşıt tipleri bazında toplam birim saat olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan toplam taşıt tipi bazındaki birim saatin, yola ait taşıt tipi bazında ortalama günlük trafik değerleri, 365 gün ve birim yolcu zaman değeri olan 18,314 TL/saat ile çarpılması sonucunda taşıt tipi bazında mevcut yol ve üç alternatif proje için yıllık yolcu zaman değeri otomobil, minibüs ve otobüs için hesaplanmıştır.

Yolcu taşımacılığında kullanılan üç taşıt tipinin yıllık yolcu zaman değerlerinin toplanması sonucu yola ait toplam yolcu zaman değerleri bulunmuştur.

Alternatif projelerin ve mevcut yolun yolcu zaman maliyetleri Çizelge 5.36.'da verilmiştir. Hesaplamalara ilişkin analizler EK-7'de yer almaktadır.

Çizelge 5.36. Mevcut yol ve alternatif projelerin yolcu zaman maliyetleri (TL).

Yıllar	Mevcut Yol Yolcu Zaman Maliyetleri	Alternatif Proje 1 Yolcu Zaman Maliyetleri	Alternatif Proje 2-3 Yolcu Zaman Maliyetleri
2024	45875308	43814692	38284630
2025	47370003	45240952	39519841
2026	48866423	46668852	40756511
2027	50364589	48098413	41994657
2028	51864520	49529653	43234298
2029	53366238	50962593	44475449
2030	54869763	52397252	45718129
2031	56375117	53833651	46962355
2032	57882322	55271811	48208147
2033	59391401	56711752	49455522
2034	60902376	58153496	50704501
2035	62415270	59597066	51955101
2036	63930107	61042483	53207344
2037	65446911	62489770	54461249
2038	66965706	63938951	55716836
2039	68486517	65390049	56974127
2040	70009369	66843087	58233143
2041	71534288	68298091	59493904
2042	73061301	69755085	60756434
2043	74590433	71214094	62020754

Mevcut yol ve üç alternatif projenin sürücü zaman hesaplamalarında, minibüs, kamyonet, otobüs, kamyon ve treyler taşıt tiplerinin hızlarına göre yolculuk için harcanan süre birim saat olarak bulunmuştur. Bulunan taşıt tipi bazında birim saat değerleri minibüs, kamyonet, otobüs, kamyon ve treyler kullanan şoför sayıları (otobüs için 2 şoför, diğer taşıt tiplerinde 1 şoför) değerleri ile çarpılarak taşıt tipleri bazında toplam birim saat olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan toplam taşıt tipi bazındaki birim saatin, yola ait taşıt tipi bazında ortalama günlük trafik değerleri, 365 gün ve birim sürücü zaman değeri olan 18,314 TL/saat ile çarpılması sonucunda taşıt tipi bazında mevcut yol ve üç alternatif proje için yıllık sürücü zaman değeri minibüs, kamyonet, otobüs, kamyon ve treyler için hesaplanmıştır. Beş taşıt tipinin yıllık sürücü zaman değerlerinin toplanması sonucu yola ait toplam sürücü zaman değerleri bulunmuştur.

Alternatif projelerin ve mevcut yolun sürücü zaman maliyetleri Çizelge 5.37.'de verilmiştir. Hesaplamalara ilişkin analizler EK-7'de yer almaktadır.

Çizelge 5.37. Mevcut yol ve alternatif projelerin sürücü zaman maliyetleri (TL).

Yıllar	Mevcut Yol Sürücü Zaman Maliyetleri	Alternatif Proje 1 Sürücü Zaman Maliyetleri	Alternatif Proje 2-3 Sürücü Zaman Maliyetleri
2024	7318284	6979000	6408546
2025	7608391	7255689	6664631
2026	7898911	7532768	6921063
2027	8189848	7810245	7177847
2028	8481210	8088124	7434989
2029	8773002	8366412	7692493
2030	9065231	8645115	7950364
2031	9357903	8924239	8208610
2032	9651025	9203790	8467233
2033	9944603	9483774	8726242
2034	10238644	9764198	8985640
2035	10533155	10045068	9245433
2036	10828143	10326390	9505629
2037	11123615	10608173	9766232
2038	11419578	10890421	10027248
2039	11716039	11173143	10288684
2040	12013006	11456345	10550546
2041	12310487	11740035	10812840
2042	12608489	12024219	11075573
2043	12907020	12308906	11338752

Mevcut yol ve üç alternatif projenin yük zaman hesaplamalarında, kamyonet, kamyon ve treyler taşıt tiplerinin hızlarına göre yolculuk için harcanan süre birim saat olarak bulunmuştur. Bulunan taşıt tipi bazında birim saat değerleri kamyonet, kamyon ve treyler ile taşınan yük miktarları (kamyonet için ortalama 1,57 ton, kamyon için 6,5 ton, treyler için 14,45 ton) değerleri ile çarpılarak taşıt tipleri bazında toplam birim saat olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan toplam taşıt tipi bazındaki birim saatin, yola ait taşıt tipi bazında ortalama günlük trafik değerleri, 365 gün ve birim yük zaman değeri olan 0,9692 TL/ton/saat ile çarpılması sonucunda taşıt tipi bazında mevcut yol ve üç alternatif proje için yıllık yük zaman değeri otomobil, minibüs ve otobüs için hesaplanmıştır. Yük taşımacılığında kullanılan üç taşıt tipinin yıllık yük zaman değerlerinin toplanması sonucu yola ait toplam yük zaman değerleri bulunmuştur.

Alternatif projelerin ve mevcut yolun sürücü zaman maliyetleri Çizelge 5.38.'de verilmiştir. Hesaplamalara ilişkin analizler EK-7'de yer almaktadır.

Çizelge 5.38. Mevcut yol ve alternatif projelerin yük zaman maliyetleri (TL).

Yıllar	Mevcut Yol Yolcu Yük Zaman Maliyetleri	Alternatif Proje 1 Yük Zaman Maliyetleri	Alternatif Proje 2-3 Yük Zaman Maliyetleri
2024	3275181	3124933	2896048
2025	3438374	3280655	3040483
2026	3601589	3436399	3184937
2027	3764827	3592165	3329410
2028	3928088	3747953	3473903
2029	4091374	3903763	3618416
2030	4254683	4059596	3762949
2031	4418017	4215453	3907503
2032	4581376	4371333	4052078
2033	4744760	4527237	4196674
2034	4908169	4683165	4341291
2035	5071605	4839119	4485931
2036	5235067	4995097	4630592
2037	5398557	5151101	4775277
2038	5562073	5307131	4919984
2039	5725617	5463187	5064715
2040	5889190	5619270	5209469
2041	6052791	5775380	5354248
2042	6216421	5931518	5499051
2043	6380081	6087683	5643879

5.7. Çevresel Maliyetler

Karayolu altyapılarının çevreye etkisi iki türlü olmaktadır. İlki altyapının inşaası sırasında gerekli malzemelerin üretimi, taşınması ve inşaat makinelerinin çalışmaları sonucunda açığa çıkan emisyonlardır. İkincisi yolun trafiğe açıldıktan sonra trafik hareketleri sonucunda meydana gelen emisyonlardır.

Alternatif projelerin çevre yolu, otoyol ya da yol kullanıcı giderlerinde önemli bir azalış sağlayacak nitelikte olmaması sebebi ile olası çekilen trafik ve/veya yaratılan trafiğin olmayacağı varsayılmıştır. Mevcut ve alternatif projelerin trafik değerleri aynıdır. Mevcut yolu kullanan trafiğin yaratacağı emisyon değerleri ile alternatif projeleri kullanan trafiğin yaratacağı emisyon değerleri, hız kaynaklı akaryakıt tüketimlerindeki değişim harici yaklaşık olarak aynıdır. Ekonomik analiz mevcut durum ile alternatif projenin karşılaştırması olması sebebi ile yol kullanımı kaynaklı emisyonların hesaplanıp

parasallaştırılması gerekli görülmemiştir. Ancak alternatif proje 1 ile alternatif proje 2-3 yapım işleri miktarı bakımından farklıdır. Bu sebeple ekonomik analiz sonuçlarına etkisi farklı olmaktadır. Bu çalışmada yapım kaynaklı emisyonlar hesaplanmış ve 1 ton CO_2 emisyon değerinin 20 Amerikan doları olduğu varsayılmış, 2017 sene sonu dolar kuru 3,7787 TL kullanılmıştır. Alternatif proje 1'in 2x1 olması sebebi ile yapım kaynaklı emisyon miktarı için Çizelge 4.10.'da yer alan il yolu değeri olan 206,56 ton CO_2/km, alternatif proje 2 ve 3 için bölünmüş yol olmaları sebebi ile aynı çizelgedeki devlet yolu değeri olan 793,81 ton CO_2/km kullanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Yapım yüzdeleri ile orantılı şekilde emisyon maliyeti hesaplanmış ve analizlere dahil edilmiştir.

Çizelge 5.39., Çizelge 5.40.,ve Çizelge 5.41.'de üç alternatif proje için hesaplanan emisyon değerleri gösterilmektedir.

Çizelge 5.39. Alternatif proje 1 için hesaplanan yapım kaynaklı emisyon değeri.

	Yapım %	Dolar/Ton CO_2	Ton CO_2/km	Yol Uzunluğu (km)	Emisyon Değeri (TL)
2019	%9	20	206,56	40	53475
2020	%3	20	206,56	40	19002
2021	%27	20	206,56	40	166790
2022	%27	20	206,56	40	168706
2023	%30	20	206,56	40	216449
Toplam	%100	20	206,56	40	624423

Çizelge 5.40. Alternatif proje 2 için hesaplanan yapım kaynaklı emisyon değeri.

	Yapım %	Dolar/Ton CO_2	Ton CO_2/km	Yol Uzunluğu (km)	Emisyon Değeri (TL)
2019	%17	20	793,81	40	413826
2020	%12	20	793,81	40	290488
2021	%25	20	793,81	40	610868
2022	%21	20	793,81	40	500460
2023	%24	20	793,81	40	584014
Toplam	%100	20	793,81	40	2399656

Çizelge 5.41. Alternatif proje 3 için hesaplanan yapım kaynaklı emisyon değeri.

	Yapım %	Dolar/Ton CO_2	Ton CO_2/km	Yol Uzunluğu (km)	Emisyon Değeri (TL)
2019	%12	20	793,81	40	276069
2020	%8	20	793,81	40	193789
2021	%27	20	793,81	40	645952
2022	%24	20	793,81	40	574314
2023	%30	20	793,81	40	709532
Toplam	%100	20	793,81	40	2399656

6. EKONOMİK ANALİZ SONUÇLARI

Ekonomik analizlerin gerçekleştirilmesi için gerekli olan iskonto (indirgeme) oranının seçiminde Yatırım Programlama, İzleme ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü tarafından yayınlanan Türkiye İçin Ekonomik İndirgeme Oranı Tahmini [26] adlı yayından yararlanılmıştır. Bu yayında Türkiye için ortalama indirgeme oranı olarak %9,80'nin kullanılması tavsiye edilmektedir.

Alternatif üç projeye ait kaza, taşıt işletme giderleri, yolcu zaman, sürücü zaman, yük zaman ve bakım maliyetlerinin mevcut yola ait kaza, taşıt işletme giderleri, yolcu zaman, sürücü zaman, yük zaman ve bakım maliyetleri ile karşılaştırılması projelerin faydalarını oluşturmaktadır. Çevresel maliyetler ile yapım maliyetleri ise üç alternatif projenin yapılmasının maliyetlerini oluşturmaktadır. Üç projenin gerçekleştirilmesi sonucunda projelerden beklenen yıllara yaygın faydaların projenin yıllara yaygın maliyetleri ile belirlenmiş olan %9,80 iskonto oranı ile bugünkü değere getirilerek karşılaştırılması yapılmıştır.

Üç alternatif projenin sağlayacağı faydalar ile yapım, çevresel maliyetler gibi sebep olacağı maliyetlerin karşılaştırılarak elde edilen ekonomik analiz sonuçları Çizelge 6.1.'de özetlenmiştir. Analizlere ait detaylar EK-8'de yer almaktadır.

Proje değerlendirme teknikleri gereği her üç projenin de yapılabilir olduğu görülmektedir. Her üç projenin Net Bugünkü Değerleri 0'dan büyük, Fayda Maliyet Oranları 1'den büyük, İç Karlılık Oranları da bu tez kapsamında iskonto oranı olarak kullanılan %9,80'den büyüktür.

Çizelge 6.1. Üç alternatif projenin ekonomik analiz sonuçları.

	Alternatif Proje 1	Alternatif Proje 2	Alternatif Proje 3
İç Karlılık Oranı (%)	16,30	10,20	10,32
Net Bugünkü Değer	32451772	2952880	5306741
Fayda Maliyet Oranı	1,6404	1,0362	1,0450

Çalışmada elde edilen sonuçlara göre en yüksek Net Bugünkü Değere sahip proje olan alternatif proje 1'in yapımının birincil öncelikli olması gerektiğini göstermektedir. Bölünmüş yol projelerinden alternatif proje 3 ise ikincil öncelikli proje olarak değerlendirilmektedir. Alternatif proje 2 ise değerlendirmede sonuncu olarak yer almaktadır.

Her üç alternatif projenin faydalarını ve maliyetlerini oluşturan bileşenlerinin hangi koşullarda projelerin ekonomik olarak yapılabilirlik sıralamasını değiştirdiği incelenmiştir. Kaza maliyetlerindeki değişimin proje sıralamasını değiştirmediği gözlemlenmiştir. TİG'deki azalışların (~%25) ise alternatif proje 2 ve alternatif proje 3'ün sıralamasını değiştirdiği görülmüştür. Zaman maliyetlerindeki artışlar (~%65) alternatif proje 3 ve 2'yi alternatif proje 1'in önüne geçirmektedir. Zaman maliyetindeki değişimin alternatif proje 2 ve alternatif proje 3 için etkisi aynı oranda gerçekleşmesi sebebi ile bu iki proje arasında sıralama değişmemektedir. Bakım maliyetlerinin azalması (~%10) alternatif proje 2'yi alternatif proje 3'ün önüne geçirmektedir. Bakım maliyetlerindeki artışlarda ise sıralama değişmemektedir. Yapım maliyetlerindeki azalış (~%40) alternatif proje 3'ü ilk sıraya yükseltmektedir. Yapım maliyetlerindeki artışlar alternatif proje 2 ile alternatif proje 3'ün sıralamasını değiştirse de NBD'leri 0'dan küçük olması sebebi ile her iki proje de ekonomik olarak yapılabilir değildir. İskonto oranındaki artışlar (~%10) alternatif proje 2 ile alternatif proje 3'ün sıralamasını değiştirse de her iki projenin iskonto oranındaki artış sonucu NBD'leri 0'dan küçük olması sebebi ile ekonomik olarak yapılabilir değildir. Analizlere ait grafikler EK-8'de yer almaktadır.

Ekonomik analiz sonuçları birçok bileşenden, her bileşen de çok çeşitli varsayım ve belirsizlikten meydana gelmektedir. Bu çalışma kapsamında bu bileşenlerin neler olduğu ve içerdiği belirsizlikler açıklanmaya çalışılmıştır. Bu bileşenlerdeki belirsizliklerin analiz sonuçlarını hangi yönde ne şekilde değiştirebileceğini görebilmek için tez kapsamında hassasiyet analizleri ve Monte Carlo simülasyonu yapılmıştır.

6.1. Hassasiyet Analizleri

Bu tez çalışmasında karayolu altyapı yatırımları için yapılan ekonomik analiz bileşenlerindeki değişimlerin analiz sonuçlarını ne şekilde değiştirebildiğini gözlemleyebilmek amacıyla hassasiyet analizleri gerçekleştirilmiştir. Her üç alternatif proje için 3 temel senaryo oluşturulmuştur. Bu senaryolar baz senaryo, kötümser senaryo ve

iyimser senaryo olarak adlandırılmıştır. Baz senaryolar her üç alternatif için KGM'nin ekonomik analizlerdeki yaklaşımları ile literatürdeki yaklaşımlardan oluşturulmuştur. Kötümser ve iyimser senaryolarda ise projelerin uygulanmasını negatif ve pozitif yönde etkileyecek ekonomik analiz bileşenlerindeki değişimler baz senaryoların birer katsayısı olacak şekilde oluşturularak her üç alternatifin bileşenleri için bir aralık belirlenmiştir. Her bir proje alternatifine baz senaryo, en iyimser senaryo ve en kötümser senaryo için 3 adet, toplamda 19 adet hassasiyet analizi yapılmıştır. Genel toplamda 57 adet hassasiyet analizi yapılmıştır. Bu analizlere ait detaylı tablolar EK-9'da verilmektedir. Senaryolara ait özet tablo Çizelge 6.2.'de verilmiştir. Çevresel maliyetlerin analiz sonuçlarına etkisi çok sınırlı olması sebebi ile çevresel maliyetlerdeki değişim ile ilgili hassasiyet analizleri yapılmamıştır.

Çizelge 6.2. Üç alternatif proje için oluşturulan senaryolara ait özet tablo.

Maliyetler/Değişkenler	Senaryolar		
	Kötümser	Baz	İyimser
Kaza Maliyetleri	0,65	1,00	1,40
Taşıt İşletme Giderleri	0,80	1,00	1,20
Zaman Maliyetleri	0,40	1,00	1,25
Bakım Maliyetleri	0,90	1,00	1,30
Yapım Maliyetleri	1,30	1,00	0,90
İskonto Değeri	1,25	1,00	0,75
Trafik Değerleri	0,75	1,00	1,25
Hız Artış Oranları	0,50	1,00	1,50

Kaza maliyetlerindeki değişim aralıklarının belirlenmesinde IRAP kaza değerlerinin en düşük ve en yüksek aralıkları ile birlikte kaza azalma yüzdelerinin değişimler göz önüne alınmıştır. Bu çalışmanın baz senaryosunda kaza maliyetlerinin hesaplanmasında IRAP'ın ölüm için önerdiği kaza maliyeti olan 70xkişi başına düşen GSYİH değeri kullanılmıştır. Baz senaryoda ağır yaralı ve hafif yaralı kaza maliyetleri olarak HEATCO'dan yararlanılarak hesaplanan %13,5xölüm maliyeti ve %1xölüm maliyeti kullanılmıştır. Baz senaryoda kullanılan ölü, yaralı ve hafif yaralı değerleri alınmış kötümser ve iyimser senaryolar için Çizelge 3.7.'deki ölüm değeri kötümser senaryo için 60/70, iyimser senaryo

için 80/70 oranları kullanılmıştır. Aynı oranlar ağır yaralı ve hafif yaralı maliyetleri belirlenmiştir.

Çizelge 6.3. Kaza hassasiyet değerlerinin belirlenmesinde kullanılan değerler.

	Kötümser	Baz	İyimser
Ölü	60xGSYİH	70xGSYİH	80xGSYİH
Ağır Yaralı	8,1xGSYİH	9,45xGSYİH	10,8xGSYİH
Hafif Yaralı	0,6xGSYİH	0,7xGSYİH	0,8xGSYİH

Yol geometrisinin iyileşmesinden dolayı baz senaryoda 2x1 yolda %25, bölünmüş yola dönüşümde %40 kazalarda azalma beklenmektedir. Bu oranlarda olası değişimler için bir güven aralığı belirlenmiştir. Bu oranlar Çizelge 6.4.'te gösterilmektedir.

Çizelge 6.4. Kaza azalma oranları.

Yol standardı	Kötümser	Baz	İyimser
2x1	%20	%25	%30
2x2	%30	%40	%50

Kaza maliyetlerindeki azalmadaki değişimler ile kaza azalma yüzdelerindeki değişimlerin birlikte değerlendirilmesi sonucu 2x1 yol projesi için %68-%137, 2x2 yol projeleri için %64-%142 olarak hesaplanmıştır. Kaza analizinin hassasiyet sınırları 2x1 ve 2x2 için %65-%140 olarak ortalama alınmıştır.

Benzer bileşenlerden oluşan bakım ve yapım maliyetlerinde azalma yönünde eğilim düşük olasılık olması sebebi ile bu iki maliyetin hassasiyetinde en düşük değerin baz senaryonun %90'ı, en yüksek değerin ise baz senaryonun %130'u olacağı varsayılmıştır. KGM'nin uygulamalarında maliyet değişimi baz senaryonun %70'ine kadar inmektedir. Ancak içeriği dövize bağımlı malzemelerden ve akaryakıt giderlerinden oluşan yapım ve bakım maliyetlerde bu derece düşüş olası gözükmemektedir. Bu sebeple maliyetlerde olası düşüş ihtimalinin göz ardı edilmemesi açısından baz senaryonun %90'ının alınması uygun görülmüştür. Üst sınır olarak %130'un belirlenmesinin sebebi bir projenin ilk yapım maliyetindeki artışın %30'un üzerine çıkması projenin yeniden değerlendirilmesini gerektirdiği içindir. Ancak gerçek uygulamalarda proje yapım maliyetlerindeki artış çok yüksek olabilmektedir. Bakım maliyetlerinde artışın iyimser senaryo olarak ifade edilme

sebebi ise projelerin gerçekleştirilmesi ile bakım giderlerinde azalma olacağı yönündeki beklentidir. Ancak alternatif proje 2 için durum tam ters olarak gözükmektedir.

TİG'den elde edilecek faydaları etkileyen en önemli unsur, projenin gerçekleşmesi ile güzergâhta sağlanacak kısalmalar ve varsa yüksek eğim içeren mevcut güzergâhın proje ile düz satıha dönüştürülmesidir. Ağır taşıt trafiğinin yüksek olması da TİG'den sağlanacak olası faydaları artırabilmektedir. Mevcut yolda üç alternatif projenin uygulanması sonucunda yol uzunluğunda kısalma meydana gelmemektedir. Mevcut yol ve alternatif projeler düz satıhtadır ve ağır taşıt trafiği ortalama değerlerdedir. Bu sebeplerden dolayı bu çalışmada TİG'den elde edilecek faydalar sınırlı olmuştur. TİG'in proje değerlendirme sonuçlarına etkisinin düşük olacağı düşünülerek hassasiyet sınır değerleri baz değerin %80-%120'si olarak belirlenmiştir.

Trafik ve iskonto değerlerinin hassasiyet sınırları KGM değerlerine benzer şekilde %75-%125 olarak belirlenmiştir.

Hız artış oranlarının hassasiyet sınırları %50-%150 olacak şekilde geniş bir aralıkta seçilmiştir. Bunun nedeni bu hız artış oranlarının bu çalışma kapsamında üretilmiş olması ve yüksek hata payı içerme olasılığıdır.

Zaman değerlerinin hassasiyet sınırları %40-%125 olacak şekilde belirlenmiştir. Baz senaryoda kişi başına düşen GSYİH'nin (38680 TL) 1 ayda 22 gün boyunca 8'er saatten ayda toplam 176 saat yılda 2112 saate bölünmesiyle elde edilen 18,314 TL/saat değeri kullanılmıştır. Zaman değerlerinin hassasiyetinde alt sınır, kişi başına düşen GSYİH'nin (38680 TL) 1 ayda 26 gün boyunca (4 gün resmi tatil) 7 saatlik uyku hariç günün kalan 17 saatini içerecek şekilde ayda toplam 442 saat yılda 5304 saate bölünmesiyle elde edilen 7,293 TL/saat değerinin kullanılmasıdır. Bu değer baz senaryonun %39,8'ine denk gelmektedir. Bu sebeple hassasiyet alt sınır değeri % 40 alınmıştır. Üst sınır için %125 değeri kullanılmıştır.

Üç alternatif projeye ait en kötümser ve en iyimser senaryolara ait sonuçlar Çizelge 6.5. ve Çizelge 6.6.'da gösterilmiştir.

Çizelge 6.5. Üç alternatif proje için en kötümser senaryoya ait özet tablo.

	Alternatif Proje 1	Alternatif Proje 2	Alternatif Proje 3
İç Karlılık Oranı (%)	5,38	Tanımsız	Tanımsız
Net Bugünkü Değer (TL)	-25180814	-82419122	-100841569
Fayda Maliyet Oranı	0,5853	0,1651	0,2902

En kötümser senaryo sonuçlarına göre her üç alternatif proje ekonomik olarak uygulanabilir gözükmemektedir. Alternatif proje 2 ve 3 için iç karlılık oranları negatif çıkmıştır. Negatif iç karlılık oranı denklemi sağlayan köklerden negatif olanının denklemin çözümünü sağladığının göstergesidir. Ekonomik olarak bir anlamı olmaması sebebi ile tanımsız olarak ifade edilmiştir. Üç projenin kendi içinde sıralaması ise baz senaryodaki gibidir.

Çizelge 6.6. Üç alternatif proje için en iyimser senaryoya ait özet tablo.

	Alternatif Proje 1	Alternatif Proje 2	Alternatif Proje 3
İç Karlılık Oranı (%)	28,71	21,64	20,67
Net Bugünkü Değer (TL)	125519427	144768235	175490544
Fayda Maliyet Oranı	3,5327	2,8352	2,5282

En iyimser senaryo sonuçlarına göre ise her üç alternatif proje ekonomik olarak uygun gözükmektedir. Bu senaryoda dikkat çeken husus alternatif proje 3'ün en uygun seçenek haline gelmesi, alternatif 1'in ise sıralamada üçüncü sıraya düşmesidir. Bu çalışma kapsamında gerçekleştirilen hassasiyet analizleri sonucunda alternatiflerin öncelik sıralamasının değişebileceği, bir senaryoda öncelikli olan projenin bazı koşulların değişmesi durumunda önceliğini yitirebileceği, ayrıca bazı koşulların gerçekleşmesi durumunda ise tüm alternatiflerin ekonomik olarak yapılamayacağı görülmüştür.

Hassasiyet analizlerinde 8 farklı değişkenin en düşük ve en yüksek aralıkları, en kötü ve en iyimser senaryo ve baz senaryo olmak üzere 19 farklı kombinasyon denenmiştir. Ancak bu değişkenlerin sayısız farklı kombinasyonda gerçekleşme ihtimali bulunmaktadır. Hassasiyet analizleri ekonomik analizin ayrılmaz bir parçası olmasına karşılık analizi gerçekleştirene sınırlı bilgi verebilmektedir. Üç alternatif projeye ait tüm olası sonuçlarının belli bir güven aralığında bilinmesi, projenin nihai kararının verilmesinde önem arz etmektedir.

6.2. Monte Carlo Simülasyonu

Hassasiyet analizleri sonucunda elde edilen veriler, ekonomik analizin bileşenlerinin sınır koşullarında tekil olarak projeler üzerindeki etkilerini göstermesi uygulamaya esas kararın verilebilmesi açısından önemli bilgilerdir. Ancak bu bilgi sınırlıdır. Ekonomik yapılabilirlik için gerekli olan koşullar yeterli bir güven aralığında hassasiyet analizlerinden elde edilememektedir. Bu nedenle, elimizdeki ekonomik analizin bileşenlerindeki değişime ait olası sayısız kombinasyonu için belli sayıda örneklem alınması projelerin yapılabilirliği konusunda daha net bilgiler verebilecektir.

Belirsizlik ve değişkenlik içeren bileşenlerden oluşan ekonomik analizin sonucunun tekil bir değer yerine bileşenlerin rastgeleliği ile işleme alınması ve sonucunda istatistiksel dağılım elde edilmesi için bu çalışma kapsamında Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. Belirsizliklerin sayısına ve bu belirsizliklere karşılık gelen bileşenlerin değerlerinin hangi aralıkta değiştiğine bağlı olarak Monte Carlo simülasyonu on bin farklı kombinasyon için hesaplama yaparak sonuçları bir olasılık dağılımı olacak şekilde vermektedir. Çalışma prensibi çok basit olmasına karşılık verdiği olasılık dağılımı sonucunda projelerin ekonomik olarak yapılabilirliği net olarak görülmektedir.

Bu tez çalışmasında üç alternatif projenin baz senaryolarına ait ekonomik analizleri ile bu projelere ait hassasiyet analizleri yapılmıştır. Baz senaryolar için elde edilen fayda, maliyet ve net fayda değerleri, hassasiyet analizlerindeki en düşük ve en yüksek fayda değerleri ile en düşük ve en yüksek maliyet değerleri Monte Carlo simülasyonunun yapılabilmesi için yeterli girdileri sağlamaktadır. En düşük ve en yüksek faydaların baz senaryodaki faydaya oranı ile en düşük ve en yüksek maliyetin baz senaryodaki maliyete oranları Monte Carlo simülasyonunun sınır koşullarının belirlenmesi için gereklidir. Sınır koşullarının belirlenmesinde dikkat edilecek husus en kötümser ya da iyimser senaryoya ait fayda ya da maliyet değerlerinin her zaman en düşük ya da en yüksek fayda ya da maliyet değeri olmayabileceğidir. Çünkü senaryolar net faydaya göre oluşturulmaktadır. Bu nedenle tüm hassasiyet senaryoları incelenip en düşük fayda ve maliyet değerleri ile en yüksek fayda ve maliyet değerleri bulunup sınırlar belirlenmelidir.

Üç alternatif projenin Monte Carlo girdi verilerine ait özet tablolar Çizelge 6.7., Çizelge 6.8. ve Çizelge 6.9.'da verilmektedir.

Çizelge 6.7. Alternatif proje 1 için Monte Carlo girdi verilerine ait özet tablo.

Alternatif proje 1	Fayda	Maliyet	Net fayda	Fayda (%)	Maliyet (%)
Baz senaryo	83129201	50677429	32451772		
En düşük	35542627	45653902		42,8	90,1
En yüksek	175079175	65748011		210,6	129,7

Çizelge 6.8. Alternatif proje 2 için Monte Carlo girdi verilerine ait özet tablo.

Alternatif proje 2	Fayda	Maliyet	Net fayda	Fayda (%)	Maliyet (%)
Baz senaryo	84541326	81588446	2952880		
En düşük	16297422	73608558		19,3	90,2
En yüksek	223653274	105528111		264,5	129,3

Çizelge 6.9. Alternatif proje 3 için Monte Carlo girdi verilerine ait özet tablo.

Alternatif proje 3	Fayda	Maliyet	Net fayda	Fayda (%)	Maliyet (%)
Baz senaryo	123342170	118035429	5306741		
En düşük	41226009	106405872		33,4	90,1
En yüksek	290321830	152924100		235,4	129,6

Alternatif 3 projenin Monte Carlo simülasyonu sonuçları Çizelge 6.10.'da, detaylı analiz sonuçları Ek-10'da verilmektedir.

Monte Carlo simülasyonu sonucunda alternatif proje 1'in en yapılabilir proje olduğu, NBD'sinin %94,5 oranında sıfırdan büyük olduğu görülmektedir. Alternatif proje 3'ün NBD'sinin %65,8, alternatif proje 2'nin ise %65,4 oranında sıfırdan büyük oldukları ancak alternatif proje 1'e göre ekonomik olarak daha riskli oldukları sonucuna varılabilmektedir.

Çizelge 6.10. Üç alternatif projenin Monte Carlo simülasyonu sonuçları.

	Alternatif proje 1	Alternatif proje 2	Alternatif proje 3
Ortalama (Milyon TL)	43,7	21,2	26,5
Medyan (Milyon TL)	40,6	16,4	21,9
Standart sapma (Milyon TL)	29,1	43,0	53,1
Minimum (Milyon TL)	-25,5	-80,3	-99,2
Maksimum (Milyon TL)	124,2	142,7	179,5
NBD > 0 olasılığı	%94,5	%65,4	%65,8

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada karayolu altyapı projeleri için Türkiye'de ve dünyada kabul görmüş proje değerlendirme teknikleri araştırılarak ekonomik değerlendirmenin bileşenleri belirlenmiş ve hesaplanmış, örnek bir proje için 3 farklı alternatif değerlendirilmiştir. Yatırım kararının doğru olarak verilebilmesi amacıyla analiz sonuçlarına etki eden kritik değişkenler belirlenmiş, bu değişkenlerde olabilecek değişimi göz önünde tutabilmek amacıyla hassasiyet analizleri ve Monte Carlo simülasyonu kullanılmıştır. Yaklaşım, yöntem ve değerlendirmeler ışığında elde edilen sonuçlar ve öneriler aşağıda yer almaktadır.

Çizelge 6.1.'de görüldüğü üzere her üç projede ekonomik olarak yapılabilir olarak değerlendirilmektedir. En yüksek net bugünkü değere sahip proje olan alternatif proje 1'in yapımı birincil önceliklidir. Bölünmüş yol projelerinden alternatif proje 3 ise ikincil öncelikli, alternatif proje 2 ise değerlendirmede sonuncu olduğu görülmektedir.

Kaza maliyetlerindeki değişimin proje sıralamasını değiştirmediği gözlemlenmiştir. TİG'deki azalışların (~%25), zaman maliyetlerindeki artışların (~%65), bakım maliyetlerindeki azalışların (~%10), yapım maliyetlerindeki azalışların (~%40) proje sonuçlarına etkisi öncelik sıralamalarını değiştirecek ölçüde olmuştur.

Alternatif proje 2 için TİG etkisinin çok sınırlı kalmasının nedeni mevcut yol ile aynı kaplama cinsine sahip olmasıdır. Ayrıca aynı proje ve kıyaslandığı mevcut yol için periyodik bakım sürelerinin benzer olması ancak bakımı yapılan yol miktarının artması sebebi ile bakım bileşeni için fayda yerine ilave maliyet gelmiştir.

Her bir proje alternatifi için baz senaryo, en iyimser senaryo ve en kötümser senaryo olmak üzere 3 adet, toplamda 19 adet genel toplamda 57 adet hassasiyet analizi yapılmıştır. TİG değişimlerinin projelerin ekonomik analiz sonuçlarına etkisinin sınırlı olduğu ancak diğer bileşenlerdeki değişimlerin ekonomik analiz sonuçlarını yüksek oranda etkilediği görülmektedir. Baz senaryolarında net bugünkü değerleri düşük olan alternatif proje 2 ve alternatif proje 3 için yapılan hassasiyet analizlerinde projelerin yapılabilir olmaktan kolaylıkla çıkabildiği gözlemlenmiştir. Alternatif proje 1 sadece en kötümser senaryoda yapılabilir olarak gözükmemektedir. Ancak alternatif proje 2'de 8 adet, alternatif proje 3'te 7 adet senaryoda ekonomik olarak yapılabilir olmaktan çıkmaktadır. 19 adet senaryonun 14

adetinin sonucu baz senaryo dahil alternatif proje 1, alternatif proje 3, alternatif proje 2 şeklindedir. 4 adet senaryoda sıralama alternatif proje 1, alternatif proje 2, alternatif proje 3 şeklinde gerçekleşmiştir. 1 senaryoda ise sıralama tümden değişmiş alternatif proje 3, alternatif proje 2, alternatif proje 1 olmuştur.

Monte Carlo simülasyonu sonuçları da hassasiyet analizleri ile uyum göstermektedir. Monte Carlo simülasyonu sonucunda alternatif proje 1'in NBD'sinin %94,5 oranında sıfırdan büyük olması sebebi ile en yapılabilir proje olduğu, alternatif proje 3'ün NBD'sinin %65,8, alternatif proje 2'nin ise %65,4 oranında sıfırdan büyük oldukları ancak alternatif proje 1'e göre ekonomik olarak daha riskli oldukları görülmektedir.

Yapım maliyetleri ile ilgili olarak;

- Bu çalışmada kullanılan yapım maliyetleri sadece bilgi amaçlı olarak yayınlanan Karayolları Planlama Bilgileri El Kitabından alınmıştır. Her karayolu yatırımının projesine uygun olarak yaklaşık yapım maliyetinin hesaplanması gereklidir.
- Çalışmada belirlenen 5 yıllık yapım süresi yatırımın ivedilikle ekonomiye kazandırılması, altyapının korunması gibi nedenlerle olabilecek en uzun yapım süresidir. Bu nedenle yatırımın en kısa sürede tamamlanması için ihtiyaç duyulan bütçenin ayrılması beklenmektedir.
- Yapım maliyetlerindeki değişkenlik piyasa koşullarına bağlıdır. Yol yapımında kullanılan malzeme ve araçların yüksek oranda dövize bağımlı olması sebebi ile yatırım bedellerinde artış riski olasıdır.

Bakım maliyetleri ile ilgili olarak;

- Mevcut yola ait bakım geçmişindeki eksiklikler, temel ve alt temelde yeterli olmayan sıkışmalar, yol üstyapısındaki yetersiz drenaj, iklim koşulları ve sathi kaplamanın uygulanmasındaki yanlışlıklar mevcuttaki karayolunun yapısal bakım uygulamasından sonra beklenen yol performansını karşılayamamasının en büyük etkenleridir.
- Bakım maliyetlerindeki değişkenlik yapım maliyetleri ile benzer şekilde piyasa koşullarına bağlıdır. Yol bakımında kullanılan malzeme ve araçların yüksek oranda dövize bağımlı olması sebebi ile bakım faaliyetlerinde artış riski olasıdır.

- Mevcut yol ve üç alternatif proje de tünel içermemektedir. Uzunluklarına ve elektromekanik sistemlerinin tiplerine bağlı olarak tünel işletme maliyetleri de ekonomik analizlerde göz önüne alınmalı işletme süresi boyunca maliyet kalemi olarak analizlere dâhil edilmelidir.

Çevresel maliyetler ile ilgili olarak;

- Mevcut yolun ve üç alternatif projenin güzergâhlarının tarım arazisinden geçmemesi nedeni ile çevresel maliyetlerin bir alt başlığı olan tarımsal ürün kaybına bu çalışmada yer verilmemiştir. Ancak yapılması düşünülen her yeni karayolu yatırımı için geçtiği güzergâhtaki tarımsal arazinin varlığı incelenmeli, yetiştirilen ya da yetiştirilebilecek ürünlerin miktarı, piyasa değeri hesaplanarak inşaat ve analiz süresi boyunca ekonomik değerlendirmeye maliyet olarak ilave edilmelidir.
- Bu çalışmada yer verilen üç alternatif projeyi ve mevcut yolu kullanacak taşıtların sebep olduğu çevresel maliyet, yol uzunlukları ile trafik sayılarının aynı olması ve benzer akım koşullarında seyretmeleri sebebi ile eşit olacağı varsayılmış, projelerin gerçekleştirilmesi ile ilave bir fayda ya da maliyet oluşturmayacağı için ihmal edilmiştir. Projenin gerçekleşmesi ile çekilen/yaratılan trafik gibi ilave trafik değerlerinin oluşması, yol uzunluklarında ya da serbest akım koşullarını bozacak nitelikte dur kalk veya bekleme yapılması durumunda çevresel maliyetlerdeki değişim göz önüne alınmalıdır
- Yapım çalışmalarından kaynaklı emisyon değerleri ve maliyetleri için yurtdışı uygulamalar incelenmiş ve bu maliyetler ekonomik değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Trafik verisi ve tahminleri ile ilgili olarak;

- Her üç alternatifin hassasiyet analizlerinde görüldüğü üzere trafik verisi ekonomik değerlendirmeyi doğrudan etkilemektedir. Zaman maliyeti, taşıt işletme gideri, bakım maliyeti ve programı, kaza gideri trafik verisine bağlı değerler olması nedeni ile trafik tahminlerinin hassas ve gerçekçi olması gerekmektedir.
- Gelecekte gerçekleşmesi beklenen trafik değerlerinin tahmin edilmesinde, ülkenin ve karayolu altyapı yatırımı yapılacak bölgenin sosyo ekonomik gelişmelerden ya da olumsuzluklardan etkilenebileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

- Aynı bölgeye diğer ulaşım türlerinden yatırım yapılması belirli bir kesim karayolu kullanıcılarını çekebilecektir. Bu nedenle farklı ulaşım türündeki iki projenin yolcu ve yük taşımacılığında karşılıklı etkileşimi incelenmelidir.
- Bu tez kapsamında ilave trafik yaratmayacak proje alternatifleri değerlendirilmiştir. Çevre yolu, otoyol ya da yol kullanıcı giderlerinde önemli bir azalış sağlayan karayolu altyapı yatırımlarında ekonomik değerlendirme sonucuna etki edebilecek olası çekilen trafik ve/veya yaratılan trafik değerleri hesaplanmalı, analizlere yarım kuralı göz önüne alınarak dâhil edilmelidir.

Zaman değeri ile ilgili olarak;

- Karayolunu kullanarak seyahat eden yolcuların seyahat amacının belirlenmesi, seyahat amacına göre yolcuların zaman değerinin belirlenmesi gerekmektedir. Ancak şuan için bu istatistikler mevcut değildir.
- Yük zaman değerinin hesaplanması taşınan yükün; cinsinin, maddi değerinin, zamana bağlı olarak bozulabilirliğinin bir fonksiyonudur. KGM 20 farklı türde taşınan yüke ait istatistikleri tutulmaktadır. Ancak, taşınan yüklere ait 1 saatlik zaman değeri ile ilgili güncel bir çalışma bulunmamaktadır.

Kaza değeri ile ilgili olarak;

- Karayolu yatırımının yapılacağı güzergâhta mevcut yola ait kaza verileri (ölü, yaralı, maddi hasarlı araç sayısı) elde edilememiş bu nedenle devlet yollarında 100 milyon taşıt-km'ye düşen ölü ve yaralı sayısı kullanılmıştır.
- Ölü, ağır yaralı ve hafif yaralı maliyetlerinin hesaplanmasında literatürdeki ödeme istekliliği metoduna dayanan ülkelerin milli gelirine bağlı olan yaklaşım kabul edilmiştir.
- Yol geometrisi ve/veya fiziki standartlarındaki değişimin kazalara etkisinin sürekli olarak öncesi sonrası çalışmaları ile desteklenmesi ve izlenmesi uygun olacaktır.
- Kaza tutanaklarının yaralı sütununun hafif yaralı/ağır yaralı şeklinde düzenlenmesi bu konudaki istatistiki verinin oluşturulmasına katkı sunacaktır.
- Özellikle tek araçlı yoldan çıkma türü kazaların azaltılmasına yönelik düşük maliyetli yüksek fayda sağlayan affeden yol uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Ekonomik değerlendirmelerde; gelecekte kazalardan etkilenecek insanların ekonomik olarak günümüze indirgenmesi, gelecekte hayatlarını kaybedecek ya da yaralanacak

insanların günümüzde hayatını kaybeden ya da yaralanan insanlardan daha az değerli olarak hesaplara dâhil edilmesi konunun etik açıdan tartışılabilir kılmaktadır.

- Türkiye'de meydana gelen kazalar sonucu maddi hasarlı araçlardan kaynaklanan ekonomik kayıp kaza tespit tutanakları, ödenen kasko ve trafik sigortası ödemelerinden elde edilebilmektedir. Ancak karayolları yol ağında meydana gelen kazalar şehir içinde meydana gelen kazalara göre göreceli yüksek hızlar sebebi ile daha şiddetli olmaktadır. Genel bir maddi hasarlı araç verisinden elde edilen maddi hasarlı araç maliyetlerinin ekonomik analizlerde kaza azalma faydası olarak hesaplara dâhil edilmesi karayolları yol ağında meydana gelen kazalardan kaynaklanan kaybın çok altında kalmaktadır.

KAYNAKLAR

1. Sinha, K.C., Labi, S. (2007). *Transportation Decision Making: Principles of Project Evaluation and Programming*, New Jersey: John Wiley and Sons Inc., 1-2.

2. World Road Association (PIARC). (2014). *The Importance of Road Maintenance*. Paris: World Road Association, 1-2.

3. Jenkins, G.P., Kuo, C.Y., Harberger, A.C. (2011). *Cost-Benefit Analysis for Investment Decisions*. Kingston: Queen's University, 1-2.

4. Ayanoğlu, K., Düzyol, M.C., İlter, N., Yılmaz, C. (1996). *Kamu Yatırım Projelerinin Planlanması ve Analizi*. Ankara: Devlet Planlama Teşkilatı, 48-50.

5. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *Kurumsal Mali Durum*. URL: https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Kurumsal/MaliDurum/malidurum.pdf, Son Erişim Tarihi: 17.08.2019.

6. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *Devlet ve İl Yolları Envanteri*. URL: https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/DevletIlYolEnvanter/SatihYolAgiUzunlugu.pdf, Son Erişim Tarihi: 12.06.2019.

7. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *Otoyol Projeleri*. URL: https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Projeler/Projeler-Otoyol.aspx, Son Erişim Tarihi: 10.07.2019.

8. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *2017-2021 Stratejik Plan*. URL: https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Kurumsal/StratejikPlan/strateji(2017-2021).pdf, Son Erişim Tarihi: 21.04.2019.

9. İnternet: Türkiye İstatistik Kurumu (2019). *Ulaştırma ve Haberleşme İstatistikleri*. URL: http://www.tuik.gov.tr/Start.do, Son Erişim Tarihi: 27.06.2019.

10. European Commission. (2018). *EU Transport in Figures - Statistical Pocketbook 2018*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 87.

11. T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı. (2018). *Ulaşan ve Erişen Türkiye 2018*. Ankara: T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, 10-11.

12. T.C. Karayolları Genel Müdürlüğü. (2019). *2018 Trafik ve Ulaşım Bilgileri*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, 208.

13. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *Yolcu ve Yük Taşımaları*. URL: https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/SeyirveTasimalar/SeyirVeTasimalar.pdf, Son Erişim Tarihi: 07.05.2019.

14. İnternet: KGM (2019). *Bütçe Ödenekleri, Harcamaları ve Gelirleri*. URL: https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/ButceOdenekHarcamaGelir/ButceDurumuVeOraniTR.pdf, Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.

15. Litman, T. A. (2006). *Economic Evaluation for Transportation Decision-Making*. Victoria: Victoria Transportation Policy Institute, 5-6.

16. Organization for Economic Co-Operation and Development OECD. (2007). *Impact of Transport Infrastructure Investment on Regional Development*, Paris: OECD Publications, 7.

17. Forkenbrock, D.J., Weisbrod, G.E. (2001). *Guidebook for Assessing the Social and Economic Effects of Transportation Projects, NCHRP Report 456.* Washington D.C: National Academy Press, 1.

18. U.S. Department of Transportation. (2003). *Economic Analysis Primer*. Washington D.C: Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation, 25.

19. İnternet: T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019). *Mevzuat-Cumhurbaşkanlığı Genelgeleri, 2019/21 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Genelgesi* URL: http://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2019/10/2020-2022_Donemi_Yatirim_ Programi_Hazirlama_Rehberi.pdf, Son Erişim Tarihi: 13.06.2019.

20. Kerali, H. (2003). Economic Appraisal of Road Projects in Countries with Developing and Transition Economies. *Journal of Transport Reviews*, 23, 249-263.

21. U.S. Department of Transportation. (2002). *Life-Cycle Cost Analysis Primer*. Washington D.C: Federal Highway Administration US Department of Transportation, 8.

22. Tabucanon, M.T., Lee, H. (2002). Multiple Criteria Evaluation of Transportation System Improvement Projects: The case of Korea. *Journal of Advanced Transportation*, 29 (19), 127-143.

23. UK Department for International Development (DFID). (2005). *Overseas Road Note 5-A Guide to Road Project Appraisal.* London: DFID, 104.

24. IER Germany. (2006). *Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment,* Germany: IER, 1-193.

25. European Commission. (2014). *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects-Economic Appraisal Tool for Cohesion Policy 2014-2020.* Luxembourg: Publications Office of the European Union, 40-102.

26. Uzunkaya, Z.C., Uzunkaya, M. (2012). *Türkiye için Ekonomik İndirgeme Oranı Tahmini.* Ankara: Yatırım Programlama, İzleme ve Değerlendirme Genel Müdürlüğü, 13.

27. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *Trafik ve Ulaşım Bilgileri.* URL: https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Istatistikler/TrafikveUlasim.aspx, Son Erişim Tarihi: 17.04.2019.

28. Anderson, S., Molenaar, K., Schexnayder, C. (2007). *Guidance for Cost Estimation and Management for Highway Projects During Planning, Programming, and*

Preconstruction. Washington D.C: National Academy Press, 1-6.

29. Washington State Department of Transportation. (2002). *Highway Contruction Cost Comparison Survey.* Washington: Washington State Department of Transportation, 5-7.

30. Karayolları Genel Müdürlüğü. (2018). *Karayolları Planlama Bilgileri El Kitabı.* Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, 40-72.

31. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *Bakım-İşletme Maliyet Bilgileri.* URL: https://www.kgm.gov.tr/SiteCollectionDocuments/KGMdocuments/Istatistikler/YapimBakimIsletmeMaliyet/2017BakimMaliyet.pdf, Son Erişim Tarihi: 19.06.2019.

32. Standing Committee for Economic and Commercial Cooperation of the Organization of Islamic Cooperation (COMCEC). (2016). *Enhancing Road Maintenance in OIC Member States.* Ankara: COMCEC Coordination Office, 1-3.

33. World Health Organization (WHO). (2018). *World Health Statistics 2018-Monitoring Health for the Sustainable Development Goals.* Geneva: World Health Organization, 7-8.

34. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019). *Trafik Güvenliği Projesi Nihai Raporu.* URL:https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Trafik/GuvenlikProjesiNihaiRapor.aspx, Son Erişim Tarihi: 05.04.2019.

35. International Road Assessment Programme (IRAP). (2016). *IRAP Star Rating and Investment Plan Data Analysis and Reporting Specification*. London: International Road Assessment Programme, 38-39.

36. Transport Infrastructure Ireland. (2007). *NRA New Divided Road Types: Type 2 and Type 3 Dual- Carriageways*. Dublin: Transport Infrastructure Ireland, 8.

37. İnternet: The World Bank (2019). *Databank-Country Profiles.* URL: https://databank.worldbank.org/views/reports/reportwidget.aspx?Report_Name=CountryProfile&Id=b450fd57&tbar=y&dd=y&inf=n&zm=n&country=TUR, Son Erişim Tarihi: 04.07.2019.

38. International Road Assessment Programme (IRAP). (2007). *The True Cost of Road Crashes.* London: International Road Assessment Programme, 11.

39. Litman, T. A. (2019). *Transportation Cost and Benefit Analysis II*. Victoria: Victoria Transportation Policy Institute, 14-15.

40. The World Bank. (2010). *Greenhouse Gas Emissions Mitigation in Road Construction and Rehabilitation, Executive Summary*. Washington D.C: The World Bank, 10-16.

41. İnternet: Minnesota Department of Transportation. (2019). *Planning & Programming*. URL: https://www.dot.state.mn.us/planning/program/benefitcost.html, Son Erişim Tarihi: 05.08.2019.

42. Karayolları Genel Müdürlüğü. (2008). *Karayolları Esnek Üstyapılar Projelendirme Rehberi*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, 14.

43. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü (2019) . *Trafik Kazaları Özeti 2017. URL:* https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Trafik/TrafikKazalariOzeti.aspx, Son Erişim Tarihi: 18.04.2019.

44. Karayolları Genel Müdürlüğü. (2018). *Devlet ve İl Yolları Uzunlukları Kitabı***.** Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü, (1-105)

EKLER

EK-1. HEATCO zaman değerleri.

Çizelge 1.1. HEATCO iş amaçlı yolcu zaman değerleri (Euro/saat).

Ülkeler	Tahmini yolcu zaman değeri - İş amaçlı (Satın Alma Gücü Paritesine göre düzeltilmiş, Euro/saat)		
	Havayolu	Otobüs	Otomobil, Tren
Avusturya	37,50	21,85	27,23
Belçika	36,94	21,53	26,82
GKRK	32,92	19,18	23,90
Çekya	36,59	21,31	26,57
Danimarka	33,05	19,26	24,00
Estonya	31,76	18,52	23,07
Finlandiya	34,61	20,17	25,13
Fransa	36,57	21,31	26,56
Almanya	34,53	20,12	25,07
Yunanistan	34,07	19,86	24,74
Macaristan	34,05	19,84	24,72
İrlanda	35,43	20,65	25,73
İtalya	36,91	21,51	26,81
Letonya	31,79	18,53	23,09
Litvanya	33,31	19,39	24,17
Lüksemburg	46,14	26,88	33,50
Malta	36,99	21,56	26,85
Hollanda	36,13	21,06	26,24
Polonya	32,34	18,85	23,48
Portekiz	34,91	20,34	25,34
Slovakya	38,67	22,54	28,09
Slovenya	34,98	20,38	25,40
İspanya	35,74	20,83	25,95
İsveç	35,24	20,54	25,59
İngiltere	35,56	20,72	25,82
AB25	32,80	19,11	23,82
İsviçre	31,87	18,57	23,14

EK-1. (devam) HEATCO zaman değerleri.

Çizelge 1.2. HEATCO İş-okul-ev arası yolcu zaman değerleri (Euro/saat).

	İş-okul-ev kısa mesafe			İş-okul-ev uzak mesafe		
Ülkeler	Havayolu	Otobüs	Otomobil, Tren	Havayolu	Otobüs	Otomobil, Tren
Avusturya	11,49	5,54	7,70	14,76	7,11	9,89
Belçika	11,18	5,38	7,50	14,35	6,91	9,62
GKRK	13,41	6,46	8,99	17,22	8,29	11,54
Çekya	15,97	7,70	10,70	20,49	9,88	13,75
Danimarka	9,62	4,64	6,45	12,35	5,95	8,28
Estonya	13,37	6,44	8,97	17,18	8,28	11,52
Finlandiya	10,10	4,87	6,77	12,96	6,25	8,69
Fransa	15,66	7,55	10,50	20,11	9,69	13,48
Almanya	10,80	5,20	7,23	13,86	6,68	9,29
Yunanistan	13,18	6,35	8,83	16,92	8,16	11,34
Macaristan	13,77	6,64	9,24	17,69	8,52	11,86
İrlanda	10,78	5,19	7,23	13,84	6,67	9,28
İtalya	15,86	7,64	10,63	20,36	9,81	13,64
Letonya	13,37	6,44	8,96	17,17	8,27	11,51
Litvanya	13,81	6,66	9,25	17,73	8,54	11,88
Lüksemburg	15,66	7,57	10,50	20,11	9,69	13,48
Malta	14,03	6,76	9,40	18,01	8,68	12,07
Hollanda	10,86	5,24	7,28	13,95	6,72	9,35
Polonya	13,44	6,48	9,01	17,26	8,32	11,56
Portekiz	13,07	6,30	8,77	16,79	8,10	11,26
Slovakya	15,61	7,52	10,46	20,04	9,66	13,44
Slovenya	16,21	7,82	10,87	20,82	10,03	13,96
İspanya	14,77	7,11	9,90	18,96	9,14	12,71
İsveç	10,34	4,98	6,93	13,27	6,40	8,89
İngiltere	11,07	5,33	7,42	14,21	6,84	9,52
AB 25	12,65	6,10	8,48	16,25	7,83	10,89
İsviçre	11,75	5,66	7,88	15,08	7,27	10,11

EK-1. (devam) HEATCO zaman değerleri.

Çizelge 1.3. HEATCO diğer seyahatler yolcu zaman değerleri (Euro/saat).

	Diğer kısa mesafe seyahatler			Diğer uzak mesafe seyahatler		
Ülkeler	Havayolu	Otobüs	Otomobil, Tren	Havayolu	Otobüs	Otomobil, Tren
Avusturya	9,63	4,64	6,46	12,37	5,96	8,00
Belçika	9,37	4,51	6,28	12,03	5,80	8,07
GKRK	11,25	5,42	7,54	14,44	6,96	9,68
Çekya	13,38	6,44	8,98	17,19	8,28	11,51
Danimarka	8,07	3,89	5,41	10,36	4,99	0,94
Estonya	11,22	5,41	7,52	14,41	6,95	9,65
Finlandiya	8,47	4,08	5,68	10,87	5,24	7,29
Fransa	13,13	6,33	8,80	16,86	8,12	11,30
Almanya	9,05	4,36	6,07	11,62	5,60	7,79
Yunanistan	11,05	5,32	7,41	14,18	6,84	9,51
Macaristan	11,54	5,56	7,74	14,83	7,15	9,94
İrlanda	9,04	4,36	6,06	11,61	5,59	7,78
İtalya	13,29	6,40	8,91	17,07	8,23	11,45
Letonya	11,21	5,40	7,52	14,39	6,93	9,65
Litvanya	11,58	5,58	7,76	14,87	7,17	9,96
Lüksemburg	13,13	6,33	8,80	16,86	8,12	11,30
Malta	11,77	5,66	7,89	15,11	7,28	10,12
Hollanda	9,11	4,39	6,11	11,70	5,64	7,84
Polonya	11,27	5,43	7,55	14,48	6,97	9,71
Portekiz	10,96	5,29	7,35	14,08	6,78	9,43
Slovakya	13,09	6,32	8,78	16,81	8,11	11,26
Slovenya	13,59	6,55	9,11	17,45	8,41	11,70
İspanya	12,38	5,96	8,30	15,90	7,66	10,66
İsveç	8,66	4,17	5,81	11,12	5,36	7,46
İngiltere	9,28	4,47	6,22	11,91	5,74	7,99
AB25	10,61	5,11	7,11	13,62	6,56	9,13
İsviçre	9,85	4,74	6,60	12,65	6,10	8,48

EK-1. (devam) HEATCO zaman değerleri.

Çizelge 1.4. HEATCO yük zaman değerleri (Euro/ton/saat).

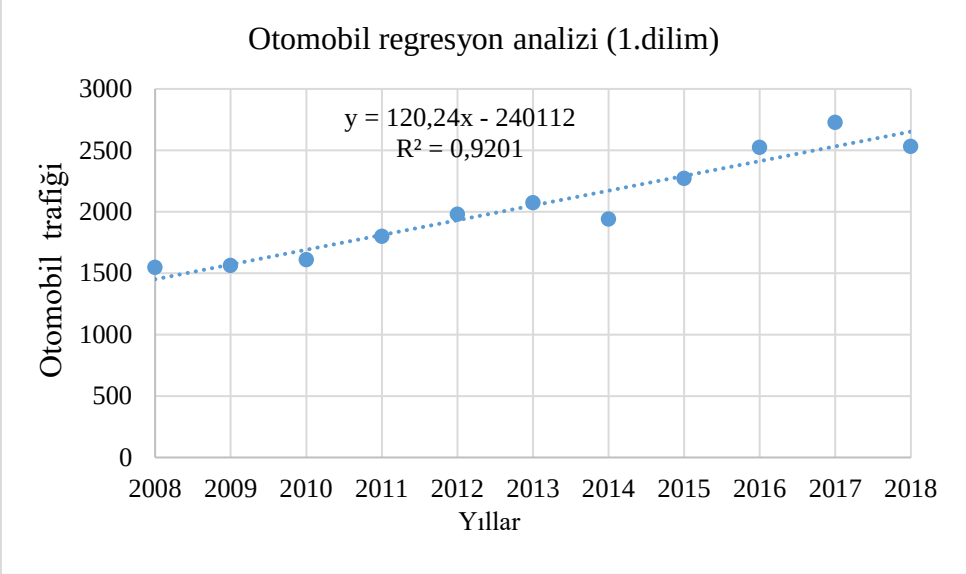
Ülkeler	Tahmini yük zaman değeri (Satın Alma Gücü Paritesine göre düzeltilmiş, Euro/ton/saat)	
	Karayolu	Demiryolu
Avusturya	3,37	1,38
Belçika	3,29	1,35
GKRK	2,73	1,12
Çekya	2,06	0,84
Danimarka	3,63	1,49
Estonya	1,9	0,78
Finlandiya	3,34	1,37
Fransa	3,32	1,36
Almanya	3,34	1,37
Yunanistan	2,55	1,05
Macaristan	1,99	0,82
İrlanda	3,48	1,43
İtalya	3,14	1,3
Letonya	1,78	0,73
Litvanya	1,76	0,72
Lüksemburg	4,14	1,7
Malta	2,52	1,04
Hollanda	3,35	1,38
Polonya	1,92	0,78
Portekiz	2,58	1,06
Slovakya	1,86	0,77
Slovenya	2,51	1,03
İspanya	2,84	1,17
İsveç	3,53	1,45
İngiltere	3,42	1,4
AB25	2,98	1,22
İsviçre	3,75	1,54

EK-2. Trafik tahminleri.

Çizelge 2.1 Yıllar bazında 3 dilimdeki otomobil trafiği (otomobil/gün).

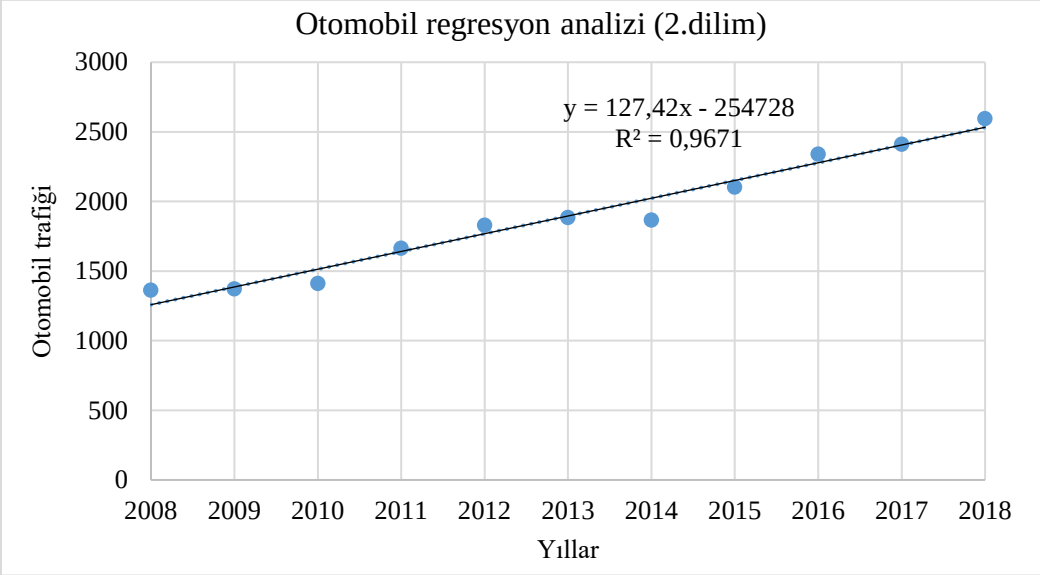
Yıllar	Otomobil 1. Dilim	Otomobil 2. Dilim	Otomobil 3. Dilim
2004	1705	1705	1705
2005	1833	1833	1833
2006	1772	1772	1772
2007	1878	1878	1878
2008	1548	1365	1840
2009	1563	1374	2142
2010	1610	1412	2275
2011	1799	1664	2644
2012	1979	1831	2908
2013	2073	1885	2893
2014	1941	1867	2849
2015	2270	2105	3331
2016	2524	2341	3716
2017	2728	2413	4261
2018	2532	2596	4750

Trafik tahminlerine dâhil edilmeyen veri.

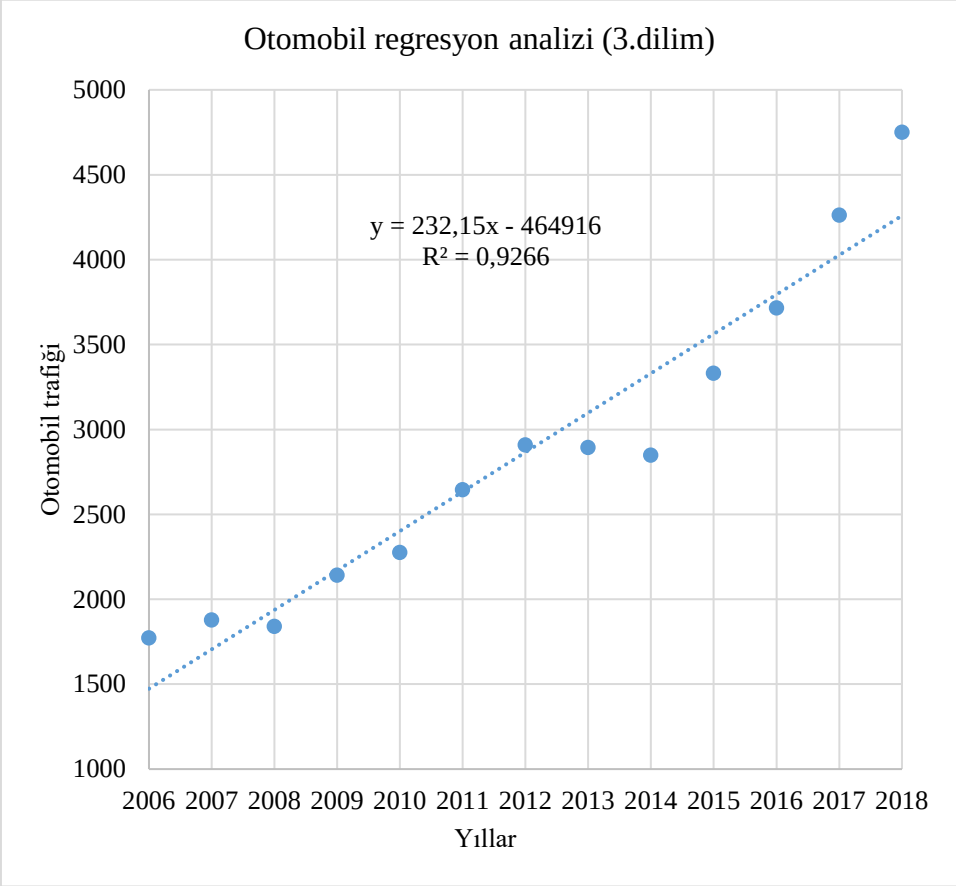


Şekil 2.1 Otomobil regresyon analizi (1.dilim).

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.



Şekil 2.2 Otomobil regresyon analizi (2.dilim).



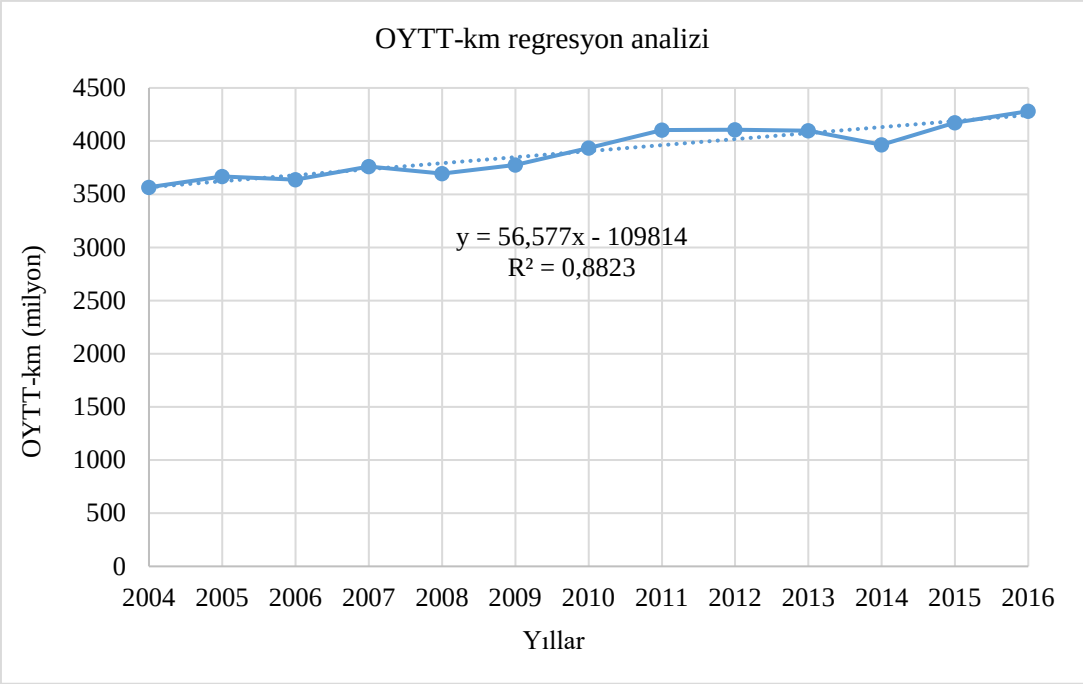
Şekil 2.3 Otomobil regresyon analizi (3.dilim).

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.

Çizelge 2.2 Yıllar bazında devlet yolları OYTT-km değerleri.

Yıl	Devlet Yolu Toplam OYTT-Km (Milyon)
2004	3566
2005	3668
2006	3638
2007	3760
2008	3695
2009	3777
2010	3934
2011	4105
2012	4108
2013	4097
2014	3966
2015	4174
2016	4281
2017	6126

Trafik tahminlerine dâhil edilmeyen veri.



Şekil 2.4. OYTT-km regresyon analizi.

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.

Çizelge 2.3 Yıllar bazında devlet yolları otobüs-km değerleri ve değişimleri.

Yıl	Devlet Yolu Toplam	Değişim (%)
2004	1566	
2005	1542	-1,533
2006	1417	-8,106
2007	1446	2,047
2008	1397	-3,389
2009	1430	2,362
2010	1497	4,685
2011	1494	-0,200
2012	1461	-2,209
2013	1486	1,711
2014	1497	0,740
2015	1533	2,405
2016	1409	-8,089
2017	1415	0,426
	Ortalama	-0,704

Çizelge 2.4. Yıllar bazında 1. dilimdeki ağır taşıt trafiği.

Yıllar	Kamyon	Treyler	Ağır taşıt toplam	Kamyon yüzdesi
2004	264	12	276	
2005	269	16	285	
2006	282	24	306	
2007	269	58	327	
2008	204	79	283	
2009	161	261	422	0,38
2010	155	269	424	0,37
2011	418	329	747	0,56
2012	602	368	970	0,62
2013	550	243	793	0,69
2014	290	206	496	0,58
2015	309	199	508	0,61
2016	284	215	499	0,57
2017	261	240	501	0,52
2018	206	364	570	0,36
Ortalama				0,527

Trafik tahminlerine dâhil edilmeyen veri.

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.

Çizelge 2.5. Yıllar bazında 2. dilimdeki ağır taşıt trafiği.

Yıllar	Kamyon	Treyler	Ağır taşıt toplam	Kamyon yüzdesi
2004	264	12	276	
2005	269	16	285	
2006	282	24	306	
2007	269	58	327	
2008	208	57	265	
2009	164	189	353	0,46
2010	158	194	352	0,45
2011	209	474	683	0,31
2012	300	529	829	0,36
2013	274	349	623	0,44
2014	324	591	915	0,35
2015	334	628	962	0,35
2016	307	679	986	0,31
2017	257	635	892	0,29
2018	255	698	953	0,27
Ortalama				0,359

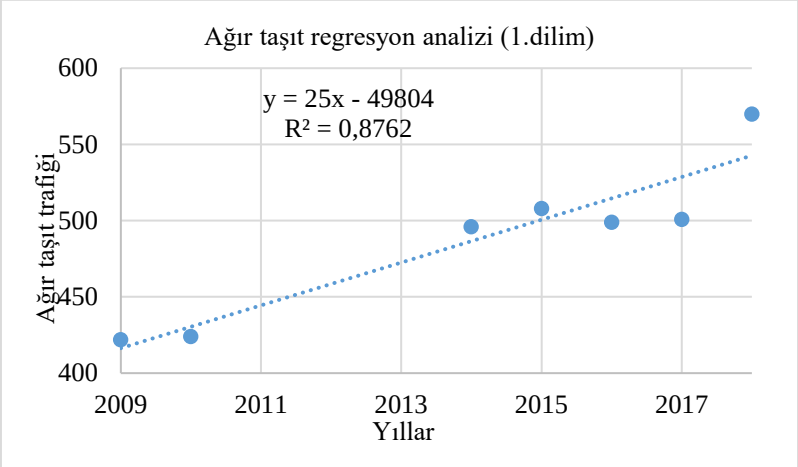
Trafik tahminlerine dâhil edilmeyen veri.

Çizelge 2.6 Yıllar bazında 3. dilimdeki ağır taşıt trafiği.

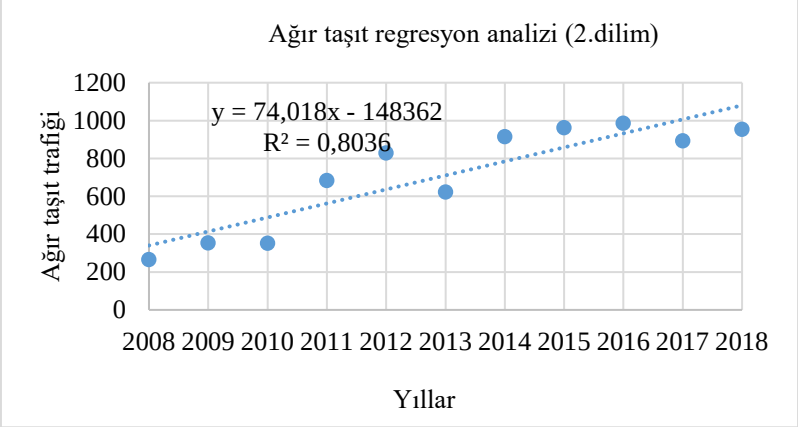
Yıllar	Kamyon	Treyler	Ağır taşıt toplam	Kamyon yüzdesi
2004	264	12	276	
2005	269	16	285	
2006	282	24	306	
2007	269	58	327	
2008	202	73	275	
2009	265	159	424	0,63
2010	277	222	499	0,56
2011	295	481	776	0,38
2012	425	539	964	0,44
2013	351	592	943	0,37
2014	360	558	918	0,39
2015	381	574	955	0,40
2016	444	668	1112	0,40
2017	379	629	1008	0,38
2018	357	872	1229	0,29
Ortalama				0,423

Trafik tahminlerine dâhil edilmeyen veri.

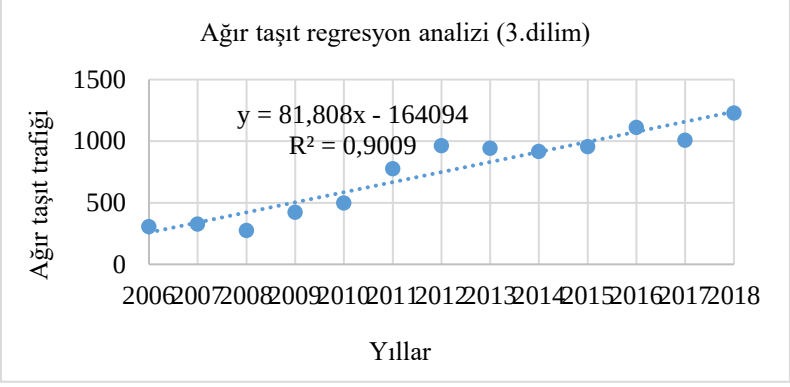
EK-2. (devam) Trafik tahminleri.



Şekil 2.5 Ağır taşıt regresyon analizi (1.dilim).



Şekil 2.6 Ağır taşıt regresyon analizi (2.dilim).



Şekil 2.7 Ağır taşıt regresyon analizi (3.dilim).

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.

Çizelge 2.7. 2019-2043 yılları arası mevcut yol güzergâhı 1. dilim trafik tahminleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	2.653	109	255	12	354	318	3.701
2020	2.773	111	259	12	367	330	3.852
2021	2.893	113	263	12	379	341	4.002
2022	3.013	115	268	12	392	353	4.153
2023	3.134	117	272	12	405	364	4.303
2024	3.254	118	276	12	418	376	4.454
2025	3.374	120	281	11	431	388	4.605
2026	3.494	122	285	11	444	399	4.756
2027	3.615	124	290	11	457	411	4.907
2028	3.735	126	294	11	470	422	5.058
2029	3.855	128	299	11	483	434	5.210
2030	3.975	130	304	11	495	445	5.361
2031	4.096	132	308	11	508	457	5.512
2032	4.216	134	313	11	521	469	5.664
2033	4.336	136	318	11	534	480	5.816
2034	4.456	139	323	11	547	492	5.968
2035	4.577	141	328	11	560	503	6.120
2036	4.697	143	334	11	573	515	6.272
2037	4.817	145	339	10	586	527	6.424
2038	4.937	148	344	10	598	538	6.576
2039	5.058	150	350	10	611	550	6.729
2040	5.178	152	355	10	624	561	6.881
2041	5.298	155	361	10	637	573	7.034
2042	5.418	157	367	10	650	584	7.187
2043	5.539	160	372	10	663	596	7.340

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.

Çizelge 2.8. 2019-2043 yılları arası mevcut yol güzergâhı 2. dilim trafik tahminleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	2.533	93	216	12	388	693	3.934
2020	2.660	94	220	12	414	740	4.140
2021	2.788	96	223	12	441	787	4.347
2022	2.915	97	227	12	467	835	4.553
2023	3.043	99	230	12	494	882	4.759
2024	3.170	100	234	12	521	930	4.966
2025	3.297	102	238	11	547	977	5.173
2026	3.425	103	241	11	574	1.025	5.379
2027	3.552	105	245	11	600	1.072	5.586
2028	3.680	107	249	11	627	1.120	5.793
2029	3.807	108	253	11	653	1.167	6.000
2030	3.934	110	257	11	680	1.215	6.207
2031	4.062	112	261	11	707	1.262	6.414
2032	4.189	114	265	11	733	1.309	6.622
2033	4.317	115	269	11	760	1.357	6.829
2034	4.444	117	274	11	786	1.404	7.037
2035	4.572	119	278	11	813	1.452	7.244
2036	4.699	121	283	11	839	1.499	7.452
2037	4.826	123	287	10	866	1.547	7.660
2038	4.954	125	292	10	893	1.594	7.867
2039	5.081	127	296	10	919	1.642	8.075
2040	5.209	129	301	10	946	1.689	8.283
2041	5.336	131	306	10	972	1.736	8.492
2042	5.463	133	310	10	999	1.784	8.700
2043	5.591	135	315	10	1025	1.831	8.908

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.

Çizelge 2.9. 2019-2043 yılları arası mevcut yol güzergâhı 3. dilim trafik tahminleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	3795	149	348	150	455	621	5518
2020	4027	151	353	149	490	668	5838
2021	4259	154	359	148	524	715	6159
2022	4491	156	365	147	559	763	6480
2023	4723	159	370	146	594	810	6801
2024	4955	161	376	145	628	857	7123
2025	5188	164	382	144	663	904	7444
2026	5420	166	388	143	697	951	7766
2027	5652	169	394	142	732	999	8088
2028	5884	172	401	141	767	1046	8409
2029	6116	174	407	140	801	1093	8732
2030	6348	177	413	139	836	1140	9054
2031	6580	180	420	138	871	1187	9376
2032	6813	183	427	137	905	1235	9699
2033	7045	186	433	136	940	1282	10021
2034	7277	189	440	135	974	1329	10344
2035	7509	192	447	134	1009	1376	10667
2036	7741	195	454	133	1044	1423	10990
2037	7973	198	462	132	1078	1471	11314
2038	8206	201	469	131	1113	1518	11637
2039	8438	204	476	130	1147	1565	11961
2040	8670	207	484	129	1182	1612	12285
2041	8902	211	492	128	1217	1659	12609
2042	9134	214	499	127	1251	1707	12933
2043	9366	217	507	127	1286	1754	13257

EK-2. (devam) Trafik tahminleri.

Çizelge 2.10. 2019-2043 yılları arası mevcut güzergâh ortalama trafik tahminleri.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2019	3027	117	272	64	407	600	4487
2020	3192	119	277	63	434	641	4726
2021	3358	120	281	63	461	682	4966
2022	3523	122	286	62	489	723	5206
2023	3689	124	290	62	516	764	5445
2024	3854	126	295	61	543	806	5685
2025	4020	128	299	61	570	847	5925
2026	4185	130	304	61	597	888	6165
2027	4350	132	309	60	625	929	6405
2028	4516	134	314	60	652	970	6646
2029	4681	137	319	59	679	1011	6886
2030	4847	139	324	59	706	1052	7127
2031	5012	141	329	58	733	1093	7367
2032	5178	143	334	58	761	1134	7608
2033	5343	146	340	58	788	1175	7849
2034	5509	148	345	57	815	1216	8090
2035	5674	150	350	57	842	1257	8331
2036	5839	153	356	56	869	1299	8572
2037	6005	155	362	56	896	1340	8814
2038	6170	157	367	56	924	1381	9055
2039	6336	160	373	55	951	1422	9297
2040	6501	162	379	55	978	1463	9538
2041	6667	165	385	55	1005	1504	9780
2042	6832	168	391	54	1032	1545	10022
2043	6997	170	397	54	1060	1586	10265

EK-3. Dingil tekerrür sayıları.

Çizelge 3.1. Hesap şeridine düşen standart dingil yükü tekerrür sayısı.

Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	2x1 Toplam	2x2 Toplam
2019	331	12781	29823	37185	215470	449073	744664	670197
2020	350	12984	30296	36924	229859	479811	790223	711201
2021	368	13190	30777	36664	244248	510549	835795	752215
2022	386	13399	31265	36406	258637	541286	881379	793242
2023	404	13612	31761	36150	273026	572024	926977	834279
2024	422	13828	32265	35895	287415	602762	972587	875329
2025	440	14047	32777	35643	301804	633500	1018211	916390
2026	458	14270	33297	35392	316193	664238	1063848	957463
2027	476	14496	33825	35143	330582	694976	1109499	998549
2028	494	14726	34362	34895	344971	725714	1155163	1039647
2029	513	14960	34907	34650	359360	756452	1200842	1080757
2030	531	15197	35461	34406	373749	787190	1246534	1121880
2031	549	15439	36023	34164	388138	817928	1292240	1163016
2032	567	15683	36595	33923	402527	848666	1337962	1204165
2033	585	15932	37175	33684	416916	879404	1383697	1245328
2034	603	16185	37765	33447	431305	910142	1429448	1286503
2035	621	16442	38364	33212	445694	940880	1475213	1327692
2036	639	16703	38973	32978	460083	971618	1520994	1368895
2037	658	16968	39591	32746	474472	1002356	1566791	1410112
2038	676	17237	40219	32516	488861	1033093	1612603	1451342
2039	694	17510	40858	32287	503250	1063831	1658430	1492587
2040	712	17788	41506	32060	517639	1094569	1704274	1533847
2041	730	18070	42164	31834	532028	1125307	1750134	1575121
2042	748	18357	42833	31610	546417	1156045	1796011	1616410
2043	766	18648	43513	31387	560806	1186783	1841904	1657714
Analiz Süresince Toplam Dingil Yükü Tekerrür Sayısı							27221459	24499313

EK-4. Kaza maliyetleri.

Çizelge 4.1. Ağır ve hafif yaralanma maliyetlerinin ölüm maliyetlerine oranı (HEATCO).

Ülke	Ölüm	Ağır Yaralanma	Hafif Yaralanma	Ölüm	Ağır Yaralanma	Hafif Yaralanma	Ağır Yaralanma/Ölüm	Hafif Yaralanma/Ölüm	Ağır Yaralanma/Ölüm	Hafif Yaralanma/Ölüm
	Euro (2002)			Euro (2002-Satın alma gücü paritesine göre)			Euro (2002)		Euro (2002-Satın alma gücü paritesine göre)	
Avusturya	1760000	240300	19000	1685000	230100	18200	0,137	0,011	0,137	0,011
Almanya	1661000	229400	18600	1493000	206500	16700	0,138	0,011	0,138	0,011
Belçika	1639000	249000	16000	1603000	243200	15700	0,152	0,010	0,152	0,010
Çekya	495000	67100	4800	932000	125200	9100	0,136	0,010	0,134	0,010
Danimarka	2200000	272300	21300	1672000	206900	16200	0,124	0,010	0,124	0,010
Estonya	352000	46500	3400	630000	84400	6100	0,132	0,010	0,134	0,010
Finlandiya	1738000	230600	17300	1548000	205900	15400	0,133	0,010	0,133	0,010
Fransa	1617000	225800	17000	1548000	216300	16200	0,140	0,011	0,140	0,010
Hollanda	1782000	236600	19000	1672000	221500	17900	0,133	0,011	0,132	0,011
İngiltere	1815000	235100	18600	1617000	208900	16600	0,130	0,010	0,129	0,010
İrlanda	2134000	270100	20700	1836000	232600	17800	0,127	0,010	0,127	0,010
İspanya	1122000	138900	10500	1302000	161800	12200	0,124	0,009	0,124	0,009
İsveç	1870000	273300	19700	1576000	231300	16600	0,146	0,011	0,147	0,011
İsviçre	2574000	353800	27100	1809000	248000	19100	0,137	0,011	0,137	0,011
İtalya	1430000	183700	14100	1493000	191900	14700	0,128	0,010	0,129	0,010
G.K.R.Y	704000	92900	6800	798000	105500	7700	0,132	0,010	0,132	0,010
Letonya	275000	36700	2700	534000	72300	5200	0,133	0,010	0,135	0,010
Litvanya	275000	38000	2700	575000	78500	5700	0,138	0,010	0,137	0,010
Lüksemburg	2332000	363700	21900	2055000	320200	19300	0,156	0,009	0,156	0,009
Macaristan	440000	59000	4300	808000	108400	7900	0,134	0,010	0,134	0,010
Malta	1001000	127800	9500	1445000	183500	13700	0,128	0,009	0,127	0,009
Norveç	2893000	406000	29100	2055000	288300	20700	0,140	0,010	0,140	0,010
Polonya	341000	46500	3300	630000	84500	6100	0,136	0,010	0,134	0,010
Portekiz	803000	107400	7400	1055000	141000	9700	0,134	0,009	0,134	0,009
Slovakya	308000	42100	3000	699000	96400	6900	0,137	0,010	0,138	0,010
Slovenya	759000	99000	7300	1028000	133500	9800	0,130	0,010	0,130	0,010
Yunanistan	836000	109500	8400	1069000	139700	10700	0,131	0,010	0,131	0,010
						ORTALAMA	0,135	0,010	0,135	0,010

EK-5. TİG analizleri.

Çizelge 5.1. KGM TİG verileri (R=Roughness, düzgünsüzlük m/km).

Kaplama Cinsi	Ort.Düşey Eğim (%)	Ort.Yatay Kurp (derece/km)	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler
Beton Asfalt (R=1,5)	1,5	15	0,37153	0,79051	0,69460	1,38141	1,13786	1,54782
	4	75	0,37467	0,80754	0,70984	1,48138	1,29442	1,76315
	6	300	0,38369	0,93270	0,78481	1,79715	1,59070	2,24061
	8	400	0,40380	1,06281	0,86548	2,09251	1,89146	2,68000
Beton Asfalt (R=2,0)	1,5	15	0,37213	0,79223	0,69585	1,38499	1,14220	1,55295
	4	75	0,37528	0,80900	0,71092	1,48429	1,29809	1,76782
	6	300	0,38426	0,93362	0,78551	1,80122	1,59573	2,24785
	8	400	0,40429	1,06369	0,86615	2,09804	1,89824	2,69030
Beton Asfalt (R=2,25)	1,5	15	0,37244	0,79308	0,69651	1,38686	1,14446	1,55566
	4	75	0,37560	0,80975	0,71150	1,48584	1,30003	1,77030
	6	300	0,38456	0,93410	0,78590	1,80336	1,59837	2,25166
	8	400	0,40455	1,06415	0,86653	2,10092	1,90178	2,69568
Eski Beton (R=2,5)	1,5	15	0,37278	0,79395	0,69729	1,38888	1,14690	1,55863
	4	75	0,37594	0,81053	0,71221	1,48755	1,30216	1,77310
	6	300	0,38489	0,93465	0,78643	1,80568	1,60120	2,25578
	8	400	0,40483	1,06467	0,86704	2,10399	1,90551	2,70138
Yeni Sathi Kaplama (R=3,0)	1,5	15	0,37360	0,79560	0,69999	1,39394	1,15290	1,56694
	4	75	0,37680	0,81227	0,71490	1,49259	1,30812	1,78175
	6	300	0,38574	0,93616	0,78892	1,81183	1,60848	2,26690
	8	400	0,40565	1,06616	0,86951	2,11160	1,91455	2,71551
Eski Sathi Kaplama (R=3,5)	1,5	15	0,37621	0,80138	0,71112	1,41086	1,17160	1,59482
	4	75	0,37946	0,81833	0,72607	1,50935	1,32648	1,80994
	6	300	0,38839	0,94194	0,79986	1,82994	1,62837	2,29806
	8	400	0,40823	1,07191	0,88042	2,13131	1,93634	2,74998
Eski Sathi Kaplama (R=4,0)	1,5	15	0,37896	0,80824	0,72365	1,43080	1,19185	1,62526
	4	75	0,38231	0,82593	0,73885	1,52988	1,34688	1,84196
	6	300	0,39128	0,94955	0,81255	1,85189	1,65034	2,33295
	8	400	0,41104	1,07949	0,89308	2,15486	1,96024	2,78820
Eski Sathi Kaplama (R=4,5)	1,5	15	0,38155	0,81595	0,73628	1,45253	1,21118	1,65433
	4	75	0,38505	0,83501	0,75206	1,55334	1,36753	1,87534
	6	300	0,39414	0,95902	0,82590	1,87694	1,67265	2,36887
	8	400	0,41383	1,08895	0,90641	2,18156	1,98451	2,82746
İyi Şartlar Altında Stabilize (R=5,0)	1,5	15	0,51158	1,15933	1,10120	2,27229	1,79613	2,58842
	4	75	0,51651	1,19270	1,11844	2,37148	1,90833	2,79188
	6	300	0,55762	1,37237	1,24939	2,82146	2,31131	3,43230
	8	400	0,57842	1,51633	1,34377	3,16112	2,65216	3,93454
Kötü Şartlar Altında Stabilize (R=7,0)	1,5	15	0,52246	1,18292	1,12482	2,33027	1,83922	2,65259
	4	75	0,52735	1,21554	1,14157	2,42805	1,94570	2,84915
	6	300	0,56854	1,39167	1,27053	2,87162	2,34616	3,48894
	8	400	0,58937	1,53506	1,36448	3,21036	2,68707	3,99023
Kötü Şartlar Altında Stabilize (R=10,0)	1,5	15	0,53930	1,22264	1,16511	2,42894	1,91056	2,76836
	4	75	0,54413	1,25442	1,18137	2,52593	2,01517	2,95479
	6	300	0,58514	1,42064	1,30226	2,94643	2,40085	3,57429
	8	400	0,60594	1,56325	1,39569	3,28386	2,74205	4,07358

EK- 5. (devam) TİG analizleri.

Çizelge 5.2. Mevcut Yol-Alternatif Proje 1 TİG analizinde kullanılan değerler.

Alternatif Güzergâhlar	Uzunluk (Km)	Kaplama Cinsi	Ort. Düşey Eğim	Ort. Yatay Kurp	Eğimler (Kesim Uzunlukları)	Birim TİG Değerleri (TL/Taşıt- Km)							Güzergâhların TİG Değerleri (TL/Taşıt)					
						Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler
			(%)	(Derece /Km)	(Km)												
Yeni Yol	40	Beton Asfalt Kaplama (R=1,5)	1,5	15	40	0,37153	0,79051	0,69460	1,38141	1,13786	1,54782	14,86134	31,62022	27,78383	55,25628	45,51432	61,91271
			4	75	0	0,37467	0,80754	0,70984	1,48138	1,29442	1,76315						
			6	300	0	0,38369	0,93270	0,78481	1,79715	1,59070	2,24061						
			8	400	0	0,40380	1,06281	0,86548	2,09251	1,89146	2,68000						
		Beton Asfalt Kaplama (R=2,0)	1,5	15	40	0,37213	0,79223	0,69585	1,38499	1,14220	1,55295	14,88531	31,68925	27,83384	55,39978	45,68794	62,11808
			4	75	0	0,37528	0,80900	0,71092	1,48429	1,29809	1,76782						
			6	300	0	0,38426	0,93362	0,78551	1,80122	1,59573	2,24785						
			8	400	0	0,40429	1,06369	0,86615	2,09804	1,89824	2,69030						
Mevcut Yol	40	Sathi Kaplama (R=4,0)	1,5	15	40	0,37621	0,80138	0,71112	1,41086	1,17160	1,59482	15,04822	32,05511	28,44492	56,43453	46,86388	63,79266
			4	75	0	0,37946	0,81833	0,72607	1,50935	1,32648	1,80994						
			6	300	0	0,38839	0,94194	0,79986	1,82994	1,62837	2,29806						
			8	400	0	0,40823	1,07191	0,88042	2,13131	1,93634	2,74998						
		Sathi Kaplama (R=4,5)	1,5	15	40	0,38155	0,81595	0,73628	1,45253	1,21118	1,65433	15,26195	32,63789	29,45101	58,10118	48,44729	66,17337
			4	75	0	0,38505	0,83501	0,75206	1,55334	1,36753	1,87534						
			6	300	0	0,39414	0,95902	0,82590	1,87694	1,67265	2,36887						
			8	400	0	0,41383	1,08895	0,90641	2,18156	1,98451	2,82746						

EK- 5. (devam) TİG analizleri.

Çizelge 5.3. Mevcut Yol-Alternatif Proje 2 TİG analizinde kullanılan değerler.

Alternatif Güzergâhlar	Uzunluk (Km)	Kaplama Cinsi	Ort. Düşey Eğim	Ort. Yatay Kurp	Eğimler (Kesim Uzunlukları)	Birim TİG Değerleri (TL/Taşıt- Km)						Güzergâhların TİG Değerleri (TL/Taşıt)				
						Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler
			(%)	(Derece /Km)	(Km)												
Yeni Yol	40	Sathi Kaplama (R=3,0)	1,5	15	40	0,37360	0,79560	0,69999	1,39394	1,15290	1,56694	14,94407	31,82404	27,99971	55,75758	46,11583	62,67780
			4	75	0	0,37680	0,81227	0,71490	1,49259	1,30812	1,78175						
			6	300	0	0,38574	0,93616	0,78892	1,81183	1,60848	2,26690						
			8	400	0	0,40565	1,06616	0,86951	2,11160	1,91455	2,71551						
		Sathi Kaplama (R=4,5)	1,5	15	40	0,38155	0,81595	0,73628	1,45253	1,21118	1,65433	15,26195	32,63789	29,45101	58,10118	48,44729	66,17337
			4	75	0	0,38505	0,83501	0,75206	1,55334	1,36753	1,87534						
			6	300	0	0,39414	0,95902	0,82590	1,87694	1,67265	2,36887						
			8	400	0	0,41383	1,08895	0,90641	2,18156	1,98451	2,82746						
Mevcut Yol	40	Sathi Kaplama (R=4,0)	1,5	15	40	0,37621	0,80138	0,71112	1,41086	1,17160	1,59482	15,04822	32,05111	28,44492	56,43453	46,86388	63,79266
			4	75	0	0,37946	0,81833	0,72607	1,50935	1,32648	1,80994						
			6	300	0	0,38839	0,94194	0,79986	1,82994	1,62837	2,29806						
			8	400	0	0,40823	1,07191	0,88042	2,13131	1,93634	2,74998						
		Sathi Kaplama (R=4,5)	1,5	15	40	0,38155	0,81595	0,73628	1,45253	1,21118	1,65433	15,26195	32,63789	29,45101	58,10118	48,44729	66,17337
			4	75	0	0,38505	0,83501	0,75206	1,55334	1,36753	1,87534						
			6	300	0	0,39414	0,95902	0,82590	1,87694	1,67265	2,36887						
			8	400	0	0,41383	1,08895	0,90641	2,18156	1,98451	2,82746						

EK- 5. (devam) TİG analizleri.

Çizelge 5.4. Mevcut Yol-Alternatif Proje 3 TİG analizinde kullanılan değerler.

Alternatif Güzergâhlar	Uzunluk (Km)	Kaplama Cinsi	Ort. Düşey Eğim	Ort. Yatay Kurp	Eğimler (Kesim Uzunlukları)	Birim TİG Değerleri (TL/Taşıt- Km)						Güzergâhların TİG Değerleri (TL/Taşıt)					
			(%)	(Derece /Km)	(Km)	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler
Yeni Yol	40	Beton Asfalt Kaplama (R=1,5)	1,5	15	40	0,37153	0,79051	0,69460	1,38141	1,13786	1,54782	14,86134	31,62022	27,78383	55,25628	45,51432	61,91271
			4	75	0	0,37467	0,80754	0,70984	1,48138	1,29442	1,76315						
			6	300	0	0,38369	0,93270	0,78481	1,79715	1,59070	2,24061						
			8	400	0	0,40380	1,06281	0,86548	2,09251	1,89146	2,68000						
		Beton Asfalt Kaplama (R=2,0)	1,5	15	40	0,37213	0,79223	0,69585	1,38499	1,14220	1,55295	14,88531	31,68925	27,83384	55,39978	45,68794	62,11808
			4	75	0	0,37528	0,80900	0,71092	1,48429	1,29809	1,76782						
			6	300	0	0,38426	0,93362	0,78551	1,80122	1,59573	2,24785						
			8	400	0	0,40429	1,06369	0,86615	2,09804	1,89824	2,69030						
Mevcut Yol	40	Sathi Kaplama (R=4,0)	1,5	15	40	0,37621	0,80138	0,71112	1,41086	1,17160	1,59482	15,04822	32,05511	28,44492	56,43453	46,86388	63,79266
			4	75	0	0,37946	0,81833	0,72607	1,50935	1,32648	1,80994						
			6	300	0	0,38839	0,94194	0,79986	1,82994	1,62837	2,29806						
			8	400	0	0,40823	1,07191	0,88042	2,13131	1,93634	2,74998						
		Sathi Kaplama (R=4,5)	1,5	15	40	0,38155	0,81595	0,73628	1,45253	1,21118	1,65433	15,26195	32,63789	29,45101	58,10118	48,44729	66,17337
			4	75	0	0,38505	0,83501	0,75206	1,55334	1,36753	1,87534						
			6	300	0	0,39414	0,95902	0,82590	1,87694	1,67265	2,36887						
			8	400	0	0,41383	1,08895	0,90641	2,18156	1,98451	2,82746						

EK- 5. (devam) TİG analizleri.

Çizelge 5.5. Mevcut Yol-Alternatif Proje 1 için TİG değerleri ve sağlanacak fayda.

	Mevcut Yol Taşıt İşletme Giderleri (TL)							Yeni Yol Taşıt İşletme Giderleri (TL)							
Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam	TİG Fayda
2024	21470134	1504363	3167434	1303470	9603097	19456984	56505482	20906557	1457456	2988130	1239646	9021732	18204221	53817741	2687741
2025	22078137	1500943	3107767	1257169	9754290	19713498	57411803	21839129	1483812	3041003	1234118	9509529	19196011	56303602	1108201
2026	23313307	1552477	3268738	1285187	10564626	21441406	61425742	22737973	1507353	3089251	1225432	9962911	20127416	58650336	2775405
2027	23895497	1548947	3207163	1239535	10684392	21626527	62202062	23636816	1531269	3138264	1216808	10416293	21058822	60998271	1203791
2028	25156481	1602130	3373283	1267160	11526154	23425828	66351036	24535660	1555563	3188055	1208244	10869675	21990228	63347424	3003613
2029	25712858	1598488	3309738	1222149	11614495	23539556	66997284	25434503	1580243	3238635	1199740	11323057	22921633	65697812	1299472
2030	26999655	1653371	3481171	1249386	12487682	25410250	71281516	26333347	1605315	3290018	1191296	11776438	23853039	68049454	3232062
2031	27530219	1649612	3415594	1205006	12544598	25452585	71797614	27232190	1630784	3342217	1182912	12229820	24784445	70402368	1395245
2032	28438900	1675784	3469784	1196526	13009649	26409100	74199742	28085723	1653049	3389142	1171544	12635004	25630831	72565293	1634449
2033	29764415	1733322	3649507	1223192	13929975	28386884	78687295	29029877	1682942	3449111	1166320	13136584	26647256	75112090	3575204
2034	30256260	1729381	3580759	1179743	13939752	28322129	79008023	29928721	1709643	3503833	1158112	13589966	27578662	77468936	1539086
2035	31164941	1756819	3637570	1171440	14404803	29278643	81414215	30827564	1736767	3559424	1149961	14043348	28510067	79827132	1587083
2036	32073621	1784692	3695282	1163195	14869854	30235158	83821802	31726408	1764322	3615897	1141867	14496730	29441473	82186697	1635105
2037	33450762	1845969	3886685	1189119	15853032	32355728	88581294	32625251	1792315	3673265	1133831	14950112	30372878	84547653	4033642
2038	33890982	1841772	3813469	1146879	15799957	32148187	88641246	33524095	1820751	3731544	1125851	15403494	31304284	86910019	1731227
2039	34799663	1870993	3873972	1138808	16265008	33104701	91053145	34367493	1845609	3783936	1115032	15796617	32129115	89037802	2015343
2040	35708343	1900677	3935435	1130793	16730060	34061216	93466524	35321782	1878984	3850891	1110059	16310258	33167095	91639069	1827455
2041	36617023	1930833	3997874	1122834	17195111	35017730	95881405	36220625	1908795	3911988	1102247	16763640	34098501	94005796	1875609
2042	37525704	1961467	4061302	1114932	17660162	35974245	98297812	37119469	1939080	3974054	1094489	17217022	35029907	96374020	1923792
2043	38434384	1992587	4125738	1107085	18125214	36930759	100715767	38018312	1969845	4037105	1086786	17670404	35961312	98743764	1972003

EK- 5. (devam) TİG analizleri.

Çizelge 5.6. Mevcut Yol-Alternatif Proje 2 için TİG değerleri ve sağlanacak fayda.

	Mevcut Yol Taşıt İşletme Giderleri (TL)							Yeni Yol Taşıt İşletme Giderleri (TL)							
Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam	TİG Fayda
2024	21470134	1504363	3167434	1303470	9603097	19456984	56505482	21022948	1466851	3011348	1250892	9140962	18429180	54322181	2183301
2025	22078137	1500943	3107767	1257169	9754290	19713498	57411803	22391721	1528231	3217688	1294296	10083861	20449195	58964992	-1553189
2026	23313307	1552477	3268738	1285187	10564626	21441406	61425742	23313307	1552477	3268738	1285187	10564626	21441406	61425742	0
2027	23895497	1548947	3207163	1239535	10684392	21626527	62202062	23730123	1537782	3156965	1224667	10513846	21248575	61411958	790105
2028	25156481	1602130	3373283	1267160	11526154	23425828	66351036	25156481	1602130	3373283	1267160	11526154	23425828	66351036	0
2029	25712858	1598488	3309738	1222149	11614495	23539556	66997284	26078068	1627549	3426802	1258242	12006918	24418039	68815619	-1818335
2030	26999655	1653371	3481171	1249386	12487682	25410250	71281516	26437298	1612143	3309624	1198990	11886730	24067969	68512756	2768760
2031	27530219	1649612	3415594	1205006	12544598	25452585	71797614	27921241	1679603	3536402	1240593	12968447	26402462	73748748	-1951134
2032	28438900	1675784	3469784	1196526	13009649	26409100	74199742	28242082	1663705	3415476	1182173	12801986	25947565	73252987	946755
2033	29764415	1733322	3649507	1223192	13929975	28386884	78687295	29764415	1733322	3649507	1223192	13929975	28386884	78687295	0
2034	30256260	1729381	3580759	1179743	13939752	28322129	79008023	30686002	1760823	3707409	1214583	14410739	29379095	81158650	-2150627
2035	31164941	1756819	3637570	1171440	14404803	29278643	81414215	30949257	1744155	3580635	1157388	14174871	28766960	80373266	1040949
2036	32073621	1784692	3695282	1163195	14869854	30235158	83821802	32529175	1817139	3825983	1197547	15372267	31363517	86105629	-2283826
2037	33450762	1845969	3886685	1189119	15853032	32355728	88581294	32754040	1799938	3695155	1141154	15090127	30646556	85126971	3454324
2038	33890982	1841772	3813469	1146879	15799957	32148187	88641246	34372349	1875257	3948350	1180750	16333796	33347939	91058440	-2417194
2039	34799663	1870993	3873972	1138808	16265008	33104701	91053145	34558824	1857506	3813338	1125147	16005383	32526153	89886350	1166794
2040	35708343	1900677	3935435	1130793	16730060	34061216	93466524	36215522	1935233	4074630	1164188	17295324	35332362	96017259	-2550735
2041	36617023	1930833	3997874	1122834	17195111	35017730	95881405	36363607	1916915	3935300	1109366	16920639	34405749	94651575	1229830
2042	37525704	1961467	4061302	1114932	17660162	35974245	98297812	38058696	1997128	4204949	1147859	18256853	37316784	100982268	-2684456
2043	38434384	1992587	4125738	1107085	18125214	36930759	100715767	38168390	1978224	4061163	1093805	17835895	36285345	99422822	1292944

EK- 5. (devam) TİG analizleri.

Çizelge 5.7. Mevcut Yol-Alternatif Proje 3 için TİG değerleri ve sağlanacak fayda.

	Mevcut Yol Taşıt İşletme Giderleri (TL)							Yeni Yol Taşıt İşletme Giderleri (TL)							
Yıllar	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam	Otomobil	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam	TİG Fayda
2024	21470134	1504363	3167434	1303470	9603097	19456984	56505482	20906557	1457456	2988130	1239646	9021732	18204221	53817741	2687741
2025	22078137	1500943	3107767	1257169	9754290	19713498	57411803	21839129	1483812	3041003	1234118	9509529	19196011	56303602	1108201
2026	23313307	1552477	3268738	1285187	10564626	21441406	61425742	22737973	1507353	3089251	1225432	9962911	20127416	58650336	2775405
2027	23895497	1548947	3207163	1239535	10684392	21626527	62202062	23636816	1531269	3138264	1216808	10416293	21058822	60998271	1203791
2028	25156481	1602130	3373283	1267160	11526154	23425828	66351036	24535660	1555563	3188055	1208244	10869675	21990228	63347424	3003613
2029	25712858	1598488	3309738	1222149	11614495	23539556	66997284	25434503	1580243	3238635	1199740	11323057	22921633	65697812	1299472
2030	26999655	1653371	3481171	1249386	12487682	25410250	71281516	26333347	1605315	3290018	1191296	11776438	23853039	68049454	3232062
2031	27530219	1649612	3415594	1205006	12544598	25452585	71797614	27232190	1630784	3342217	1182912	12229820	24784445	70402368	1395245
2032	28438900	1675784	3469784	1196526	13009649	26409100	74199742	28131034	1656658	3395243	1174587	12683202	25715850	72756574	1443168
2033	29764415	1733322	3649507	1223192	13929975	28386884	78687295	28983118	1679276	3442913	1163299	13086663	26559157	74914427	3772868
2034	30256260	1729381	3580759	1179743	13939752	28322129	79008023	29928721	1709643	3503833	1158112	13589966	27578662	77468936	1539086
2035	31164941	1756819	3637570	1171440	14404803	29278643	81414215	30827564	1736767	3559424	1149961	14043348	28510067	79827132	1587083
2036	32073621	1784692	3695282	1163195	14869854	30235158	83821802	31726408	1764322	3615897	1141867	14496730	29441473	82186697	1635105
2037	33450762	1845969	3886685	1189119	15853032	32355728	88581294	32625251	1792315	3673265	1133831	14950112	30372878	84547653	4033642
2038	33890982	1841772	3813469	1146879	15799957	32148187	88641246	33524095	1820751	3731544	1125851	15403494	31304284	86910019	1731227
2039	34799663	1870993	3873972	1138808	16265008	33104701	91053145	34422938	1849638	3790748	1117927	15856876	32235690	89273817	1779327
2040	35708343	1900677	3935435	1130793	16730060	34061216	93466524	35264888	1874891	3843971	1107184	16248276	33057442	91396652	2069872
2041	36617023	1930833	3997874	1122834	17195111	35017730	95881405	36220625	1908795	3911988	1102247	16763640	34098501	94005796	1875609
2042	37525704	1961467	4061302	1114932	17660162	35974245	98297812	37119469	1939080	3974054	1094489	17217022	35029907	96374020	1923792
2043	38434384	1992587	4125738	1107085	18125214	36930759	100715767	38018312	1969845	4037105	1086786	17670404	35961312	98743764	1972003

EK-6. 2x1 SK'dan 2x1 BSK'ya dönüştürülen yol için hız değişimi.

Çizelge 6.1. 2x1 SK- 2x1 BSK'ya dönüştürülen yollara ait YOGT ve hızlar (ilk durum).

Hız Verileri									
KKNO	Dilim	Veri Yılı	BSK	SK	YOGT	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
565-02	0	2011	0	26	2213	73	68	70	67	67
020-05	1	2014	0	18	1395	79	75	68	69	60
170-01	1	2013	0	21	1159	78	77	71	68	64
170-01	2	2013	0	30	649	78	72	71	69	68
655-02	0	2015	0	23	1424	85	79	78	72	69
805-07	2	2012	0	11	1216	93	90	81	81	71
877-02	1	2009	0	16	918	72	70	67	64	57
877-02	2	2009	0	31	899	71	70	66	64	59
877-01	1	2008	8	22	2295	70	67	65	62	56
685-04	0	2014	0	18	5444	91	87	86	78	73
695-09	3	2015	0	16	5182	90	86	81	72	64
695-10	2	2011	0	24	3683	93	86	85	78	72
695-10	3	2012	0	23	5636	78	77	76	70	68
625-02	0	2016	0	18	1523	79	74	80	71	67
320-06	1	2015	0	23	1420	86	82	79	78	67
320-06	2	2016	0	10	1516	84	82	81	76	68
685-02	2	2015	0	18	1633	89	87	85	79	72
685-03	0	2014	0	24	5188	91	88	85	76	71
595-03	2	2014	0	18	2364	90	83	77	82	71
120-02	0	2016	1	18	982	77	75	65	73	62
340-06	0	2015	0	44	1302	81	81	83	74	72
170-02	1	2017	0	18	484	90	86	79	77	67
400-07	1	2015	0	37	1648	88	84	81	79	73
400-07	2	2015	0	27	3562	67	63	61	62	56

EK-6. (devam) 2X1 SK'dan 2x1 BSK'ya dönüştürülen yol için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.2. 2x1 SK- 2x1 BSK'ya dönüştürülen yollara ait YOGT ve hızlar (son durum).

Hız Verileri										
KKNO	Dilim	Veri Yılı	BSK	SK	YOGT	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
565-02	0	2013	26	0	2282	82	77	77	75	70
020-05	1	2015	18	0	1809	81	80	72	72	64
170-01	1	2016	21	0	1690	82	81	75	73	66
170-01	2	2016	30	0	840	83	77	74	73	72
655-02	0	2017	17	6	1675	88	81	78	74	71
805-07	2	2017	11	0	1729	96	95	84	85	75
877-02	1	2014	16	0	1188	75	72	68	67	63
877-02	2	2014	31	0	1281	74	71	67	68	62
877-01	1	2011	30	0	2795	71	70	68	67	61
685-04	0	2015	18	0	5832	92	90	86	80	75
695-09	3	2017	16	0	4760	94	89	82	74	65
695-10	2	2017	24	0	5397	100	94	89	81	74
695-10	3	2016	23	0	7752	92	83	87	75	75
625-02	0	2017	18	0	1358	91	90	90	84	75
320-06	1	2017	23	0	1553	88	83	79	77	64
320-06	2	2017	10	0	1524	86	84	83	78	71
685-02	2	2017	18	0	1556	92	91	87	81	74
685-03	0	2017	21	3	7038	92	92	86	79	73
595-03	2	2017	18	0	4707	97	92	82	86	77
120-02	0	2017	19	0	1075	78	79	68	75	65
340-06	0	2017	41	0	1576	83	83	86	78	74
170-02	1	2018	18	0	484	90	87	82	77	71
400-07	1	2017	37	0	1935	90	83	80	79	74
400-07	2	2017	27	0	3607	68	65	62	64	58

EK-6. (devam) 2x1 SK'dan 2x1 BSK'ya dönüştürülen yol için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.3. 2x1 SK 2x1 BSK'ya dönüştürülen yollara ait hızlardaki değişim yüzdesi.

Hızlardaki Değişim (%)						
KKNO	Dilim	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
565-02	0	12,3	13,2	10,0	11,9	4,5
020-05	1	2,5	6,7	5,9	4,3	6,7
170-01	1	5,1	5,2	5,6	7,4	3,1
170-01	2	6,4	6,9	4,2	5,8	5,9
655-02	0	3,5	2,5	0,0	2,8	2,9
805-07	2	3,2	5,6	3,7	4,9	5,6
877-02	1	4,2	2,9	1,5	4,7	10,5
877-02	2	4,2	1,4	1,5	6,3	5,1
877-01	1	1,4	4,5	4,6	8,1	8,9
685-04	0	1,1	3,4	0,0	2,6	2,7
695-09	3	4,4	3,5	1,2	2,8	1,6
695-10	2	7,5	9,3	4,7	3,8	2,8
695-10	3	17,9	7,8	14,5	7,1	10,3
625-02	0	15,2	21,6	12,5	18,3	11,9
320-06	1	2,3	1,2	0,0	-1,3	-4,5
320-06	2	2,4	2,4	2,5	2,6	4,4
685-02	2	3,4	4,6	2,4	2,5	2,8
685-03	0	1,1	4,5	1,2	3,9	2,8
595-03	2	7,8	10,8	6,5	4,9	8,5
120-02	0	1,3	5,3	4,6	2,7	4,8
340-06	0	2,5	2,5	3,6	5,4	2,8
170-02	1	0,0	1,2	3,8	0,0	6,0
400-07	1	2,3	-1,2	-1,2	0,0	1,4
400-07	2	1,5	3,2	1,6	3,2	3,6
Ortalama		4,7	5,4	4,0	4,8	4,8

EK-6. (devam) 2x1 -2x2'ye dönüştürülen yollar için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.4. 2x1-2x2'ye dönüştürülen yollara ait YOGT ve hızlar (ilk durum).

		Hız Verileri						
KKNO	Dilim	Veri Yılı	YOGT	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
010-04	1	2011	4200	80	79	74	79	68
010-04	2	2011	1622	80	74	68	73	69
310-01	1	2011	6071	76	72	73	68	62
310-01	3	2011	4324	73	70	76	66	66
585-05	1	2011	9405	74	72	73	68	64
585-05	3	2011	5465	80	76	79	71	69
555-10	1	2013	4339	71	70	65	64	61
555-10	2	2011	3601	86	84	81	77	74
555-10	3	2012	4303	64	62	54	56	53
595-12	2	2011	3287	80	75	81	73	68
595-13	2	2013	1889	90	83	87	75	69
595-13	3	2013	2353	95	90	90	82	72
595-13	4	2013	4485	69	64	61	62	54
615-01	0	2011	988	75	70	72	64	61
		2011	988	75	70	72	64	61
		2011	988	75	70	72	64	61
		2011	988	75	70	72	64	61
665-02	1	2011	2659	80	74	80	72	72
665-02	2	2011	5509	85	80	84	80	71
675-02	1	2011	3637	85	82	83	67	66
675-02	2	2011	4839	89	87	87	77	75
350-08	1	2011	10102	47	41	41	44	42
350-08	3	2012	1910	87	82	82	77	71
350-08	4	2014	2301	85	88	84	79	72
350-09	1	2011	2137	79	76	82	73	71
330-12	1	2011	2700	95	89	89	82	73
330-12	2	2011	3769	83	78	79	74	68
817-05	2	2011	3152	82	80	78	77	68
817-05	3	2013	3120	80	79	67	73	65
817-05	4	2013	2278	69	68	58	65	56
950-05	2	2011	1512	65	62	59	57	50
950-06	1	2011	1976	79	79	79	74	65
950-06	2	2011	2451	69	66	64	62	53
850-10	4	2011	3358	85	80	85	76	72
875-04	1	2011	2796	73	69	70	65	57
950-10	2	2011	4521	103	94	93	84	73
950-10	3	2011	4353	98	90	91	82	72
885-02	2	2011	3500	80	78	77	72	62
885-02	3	2011	3919	83	81	81	75	67
885-02	4	2013	5084	75	73	73	68	62
915-03	1	2013	1814	88	79	82	73	69
300-34	3	2011	2186	69	66	61	68	57
300-34	4	2011	1626	88	84	73	85	70
965-10	0	2011	851	63	58	58	57	52
925-03	2	2011	651	77	76	77	72	64
925-04	4	2011	795	84	79	82	77	69
400-04	1	2011	6677	77	76	78	73	68
685-05	1	2011	5961	90	85	88	79	75

EK-6. (devam) 2x1 -2x2'ye dönüştürülen yollar için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.4. (devam) 2x1-2x2'ye dönüştürülen yollara ait YOGT ve hızlar (ilk durum).

		Hız Verileri						
KKNO	Dilim	Veri Yılı	YOGT	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
685-05	2	2011	7564	86	75	84	73	73
625-03	0	2011	3699	91	88	90	80	75
230-01	1	2011	10565	73	70	68	68	65
230-01	2	2011	5226	89	85	82	79	72
230-01	3	2011	6002	89	83	84	79	71
550-04	2	2011	7517	85	78	82	75	71
550-04	3	2011	6076	85	79	81	75	71
550-05	1	2011	5264	74	72	73	67	63
550-05	2	2011	3909	86	81	82	74	68
240-06	2	2011	3254	79	76	75	70	65
555-06	2	2011	3266	78	75	82	74	71
595-09	0	2011	3242	82	77	78	73	69
030-05	1	2011	1561	89	86	83	75	69
030-05	2	2011	1436	85	82	80	73	70
030-02	1	2014	2789	87	83	83	75	69
030-02	2	2011	1820	87	83	84	77	72
750-01	1	2011	7258	73	70	70	68	59
750-01	6	2011	3600	78	74	77	66	63
100-15	1	2011	7351	85	84	83	79	73
850-05	3	2011	3237	90	86	88	75	70
877-03	3	2011	162	75	78	73	71	68
955-03	3	2011	1028	74	73	78	72	62

EK-6. (devam) 2x1 -2x2'ye dönüştürülen yollar için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.5. 2x1-2x2'ye dönüştürülen yollara ait YOGT ve hızlar (son durum).

Hız Verileri								
KKNO	Dilim	Veri Yılı	YOGT	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
010-04	1	2018	9154	96	87	93	77	78
010-04	2	2018	3215	92	86	78	80	76
310-01	1	2018	13484	87	81	74	75	70
310-01	3	2018	9344	97	92	84	80	75
585-05	1	2018	10977	86	79	73	72	68
585-05	3	2018	8702	92	85	84	77	72
555-10	1	2018	8186	103	96	88	84	78
555-10	2	2018	6164	106	99	90	85	79
555-10	3	2018	6168	90	84	88	77	75
595-12	2	2018	5356	92	86	88	80	72
595-13	2	2018	3080	112	100	94	88	78
595-13	3	2018	3585	110	105	93	90	79
595-13	4	2018	5991	96	87	87	72	70
615-01	0	2018	3631	99	97	96	85	77
		2018	2215	109	92	95	79	82
		2018	2622	90	86	91	77	77
		2018	2399	93	95	93	82	79
665-02	1	2018	3318	96	95	92	85	76
665-02	2	2018	7701	100	108	94	89	77
675-02	1	2018	5342	109	90	90	76	75
675-02	2	2018	6577	108	99	92	84	80
350-08	1	2018	11320	62	58	55	55	55
350-08	3	2018	3211	98	91	91	82	75
350-08	4	2018	3167	100	93	92	81	77
350-09	1	2018	3923	92	86	80	79	76
330-12	1	2018	4905	105	100	93	87	76
330-12	2	2018	7336	93	84	86	70	70
817-05	2	2018	7586	92	87	88	85	75
817-05	3	2018	3706	97	92	77	84	79
817-05	4	2018	1076	76	76	82	75	60
950-05	2	2018	2041	85	80	83	74	64
950-06	1	2018	2417	91	88	86	78	72
950-06	2	2018	3792	78	74	66	61	59
850-10	4	2018	4303	95	82	89	79	73
875-04	1	2018	5399	86	80	83	74	62
950-10	2	2018	5602	115	118	97	96	80
950-10	3	2018	5883	109	97	94	85	78
885-02	2	2018	5299	95	91	88	82	75
885-02	3	2018	6168	90	84	86	79	73
885-02	4	2018	5800	91	83	82	70	72
915-03	1	2018	2095	98	86	84	77	76
300-34	3	2018	4036	90	85	84	72	72
300-34	4	2018	2578	101	95	95	93	80
965-10	0	2018	1072	79	74	70	68	61
925-03	2	2018	1109	87	85	79	76	72

EK-6. (devam) 2x1 -2x2'ye dönüştürülen yollar için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.5. (devam) 2x1-2x2'ye dönüştürülen yollara ait YOGT ve hızlar (son durum).

Hız Verileri								
KKNO	Dilim	Veri Yılı	YOGT	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
925-04	4	2018	1423	102	89	91	75	76
400-04	1	2018	10759	98	93	87	85	72
685-05	1	2018	9546	101	92	93	81	76
685-05	2	2018	12729	94	85	88	79	76
625-03	0	2018	5419	101	95	94	84	77
230-01	1	2018	19471	93	93	88	86	78
230-01	2	2018	11068	107	94	92	81	78
230-01	3	2018	12043	104	98	91	90	80
550-04	2	2018	11477	108	107	95	95	83
550-04	3	2018	9111	104	90	89	74	72
550-05	1	2018	7770	101	99	92	85	75
550-05	2	2018	6522	109	107	95	88	76
240-06	2	2018	4096	102	97	88	85	74
555-06	2	2018	5338	86	82	88	77	77
595-09	0	2018	3964	101	99	90	86	79
030-05	1	2018	2760	101	96	92	85	78
030-05	2	2018	2062	90	89	88	80	74
030-02	1	2018	3303	111	102	93	88	80
030-02	2	2018	3237	105	97	95	83	83
750-01	1	2018	9878	90	82	78	75	65
750-01	6	2018	5425	98	92	90	77	72
100-15	1	2018	10998	108	93	94	82	79
850-05	3	2018	3637	104	95	90	85	71
877-03	3	2018	305	93	92	77	80	73
955-03	3	2018	1264	101	95	98	81	78

EK-6. (devam) 2x1 -2x2'ye dönüştürülen yollar için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.6. 2x1-2x2'ye dönüştürülen yollardaki hız değişimi (%).

Hızlardaki Değişim (%)						
KKNO	Dilim	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
010-04	1	20,0	10,1	25,7	-2,5	14,7
010-04	2	15,0	16,2	14,7	9,6	10,1
310-01	1	14,5	12,5	1,4	10,3	12,9
310-01	3	32,9	31,4	10,5	21,2	13,6
585-05	1	16,2	9,7	0,0	5,9	6,3
585-05	3	15,0	11,8	6,3	8,5	4,3
555-10	1	45,1	37,1	35,4	31,3	27,9
555-10	2	23,3	17,9	11,1	10,4	6,8
555-10	3	40,6	35,5	63,0	37,5	41,5
595-12	2	15,0	14,7	8,6	9,6	5,9
595-13	2	24,4	20,5	8,0	17,3	13,0
595-13	3	15,8	16,7	3,3	9,8	9,7
595-13	4	39,1	35,9	42,6	16,1	29,6
615-01	0	32,0	38,6	33,3	32,8	26,2
		45,3	31,4	31,9	23,4	34,4
		20,0	22,9	26,4	20,3	26,2
		24,0	35,7	29,2	28,1	29,5
665-02	1	20,0	28,4	15,0	18,1	5,6
665-02	2	17,6	35,0	11,9	11,3	8,5
675-02	1	28,2	9,8	8,4	13,4	13,6
675-02	2	21,3	13,8	5,7	9,1	6,7
350-08	1	31,9	41,5	34,1	25,0	31,0
350-08	3	12,6	11,0	11,0	6,5	5,6
350-08	4	17,6	5,7	9,5	2,5	6,9
350-09	1	16,5	13,2	-2,4	8,2	7,0
330-12	1	10,5	12,4	4,5	6,1	4,1
330-12	2	12,0	7,7	8,9	-5,4	2,9
817-05	2	12,2	8,8	12,8	10,4	10,3
817-05	3	21,3	16,5	14,9	15,1	21,5
817-05	4	10,1	11,8	41,4	15,4	7,1
950-05	2	30,8	29,0	40,7	29,8	28,0
950-06	1	15,2	11,4	8,9	5,4	10,8
950-06	2	13,0	12,1	3,1	-1,6	11,3
850-10	4	11,8	2,5	4,7	3,9	1,4
875-04	1	17,8	15,9	18,6	13,8	8,8
950-10	2	11,7	25,5	4,3	14,3	9,6
950-10	3	11,2	7,8	3,3	3,7	8,3
885-02	2	18,8	16,7	14,3	13,9	21,0
885-02	3	8,4	3,7	6,2	5,3	9,0
885-02	4	21,3	13,7	12,3	2,9	16,1
915-03	1	11,4	8,9	2,4	5,5	10,1
300-34	3	30,4	28,8	37,7	5,9	26,3
300-34	4	14,8	13,1	30,1	9,4	14,3
965-10	0	25,4	27,6	20,7	19,3	17,3
925-03	2	13,0	11,8	2,6	5,6	12,5
925-04	4	21,4	12,7	11,0	-2,6	10,1
400-04	1	27,3	22,4	11,5	16,4	5,9
685-05	1	12,2	8,2	5,7	2,5	1,3
685-05	2	9,3	13,3	4,8	8,2	4,1
625-03	0	11,0	8,0	4,4	5,0	2,7

EK-6. (devam) 2x1 -2x2'ye dönüştürülen yollar için hız değişimi çalışması.

Çizelge 6.6. (devam)) 2x1-2x2'ye dönüştürülen yollardaki hız değişimi (%).

Hızlardaki Değişim (%)						
KKNO	Dilim	Otomobil	OYTT	Otobüs	Kamyon	Treyler
230-01	1	27,4	32,9	29,4	26,5	20
230-01	2	20,2	10,6	12,2	2,5	8,3
230-01	3	16,9	18,1	8,3	13,9	12,7
550-04	2	27,1	37,2	15,9	26,7	16,9
550-04	3	22,4	13,9	9,9	-1,3	1,4
550-05	1	36,5	37,5	26	26,9	19
550-05	2	26,7	32,1	15,9	18,9	11,8
240-06	2	29,1	27,6	17,3	21,4	13,8
555-06	2	10,3	9,3	7,3	4,1	8,5
595-09	0	23,2	28,6	15,4	17,8	14,5
030-05	1	13,5	11,6	10,8	13,3	13
030-05	2	5,9	8,5	10	9,6	5,7
030-02	1	27,6	22,9	12	17,3	15,9
030-02	2	20,7	16,9	13,1	7,8	15,3
750-01	1	23,3	17,1	11,4	10,3	10,2
750-01	6	25,6	24,3	16,9	16,7	14,3
100-15	1	27,1	10,7	13,3	3,8	8,2
850-05	3	15,6	10,5	2,3	13,3	1,4
877-03	3	24	17,9	5,5	12,7	7,4
955-03	3	36,5	30,1	25,6	12,5	25,8
Ortalama		20,9	18,9	15	12,4	13,1

EK-7. Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.1. Mevcut yol ve alternatif proje 1 için yolcu zaman maliyetleri (TL).

Yıllar	Trafik			Alternatif Proje 1 Yolcu Zaman Değeri				Mevcut Güzergâhta Yolcu Zaman Değeri				Zaman Faydası
	Otomobil	Midibüs	Otobüs	Otomobil	Midibüs	Otobüs	Toplam	Otomobil	Midibüs	Otobüs	Toplam	
2024	3854	126	61	32291555	5294878	6228259	43814692	33820972	5579784	6474552	45875308	2060616
2025	4020	128	61	33677642	5378885	6184425	45240952	35272708	5668311	6428984	47370003	2129052
2026	4185	130	61	35063729	5464224	6140899	46668852	36724443	5758243	6383737	48866423	2197571
2027	4350	132	60	36449816	5550918	6097679	48098413	38176179	5849601	6338808	50364589	2266176
2028	4516	134	60	37835902	5638987	6054764	49529653	39627915	5942409	6294196	51864520	2334867
2029	4681	137	59	39221989	5728453	6012151	50962593	41079651	6036689	6249897	53366238	2403644
2030	4847	139	59	40608076	5819339	5969837	52397252	42531386	6132466	6205911	54869763	2472510
2031	5012	141	58	41994163	5911667	5927821	53833651	43983122	6229761	6162234	56375117	2541466
2032	5178	143	58	43380250	6005459	5886101	55271811	45434858	6328601	6118864	57882322	2610512
2033	5343	146	58	44766337	6100740	5844675	56711752	46886594	6429008	6075799	59391401	2679649
2034	5509	148	57	46152424	6197533	5803540	58153496	48338329	6531009	6033038	60902376	2748880
2035	5674	150	57	47538510	6295861	5762695	59597066	49790065	6634628	5990577	62415270	2818204
2036	5839	153	56	48924597	6395749	5722137	61042483	51241801	6739891	5948416	63930107	2887624
2037	6005	155	56	50310684	6497222	5681865	62489770	52693536	6846823	5906551	65446911	2957140
2038	6170	157	56	51696771	6600304	5641876	63938951	54145272	6955453	5864980	66965706	3026754
2039	6336	160	55	53082858	6705023	5602168	65390049	55597008	7065806	5823703	68486517	3096468
2040	6501	162	55	54468945	6811402	5562740	66843087	57048744	7177910	5782716	70009369	3166282
2041	6667	165	55	55855031	6919470	5523590	68298091	58500479	7291792	5742017	71534288	3236197
2042	6832	168	54	57241118	7029252	5484715	69755085	59952215	7407481	5701605	73061301	3306216
2043	6997	170	54	58627205	7140776	5446113	71214094	61403951	7525006	5661477	74590433	3376339

EK-7. (devam) Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.2. Mevcut yol ve alternatif proje 2-3 için yolcu zaman maliyetleri (TL).

Yıllar	Trafik			Alternatif Proje 2-3 Yolcu Zaman Değeri				Mevcut Güzergâhta Yolcu Zaman Değeri				Zaman Faydası
	Otomobil	Midibüs	Otobüs	Otomobil	Midibüs	Otobüs	Toplam	Otomobil	Midibüs	Otobüs	Toplam	
2024	3854	126	61	27965282	4691500	5627848	38284630	33820972	5579784	6474552	45875308	7590678
2025	4020	128	61	29165668	4765934	5588239	39519841	35272708	5668311	6428984	47370003	7850163
2026	4185	130	61	30366053	4841549	5548909	40756511	36724443	5758243	6383737	48866423	8109913
2027	4350	132	60	31566438	4918363	5509856	41994657	38176179	5849601	6338808	50364589	8369931
2028	4516	134	60	32766824	4996396	5471078	43234298	39627915	5942409	6294196	51864520	8630222
2029	4681	137	59	33967209	5075668	5432572	44475449	41079651	6036689	6249897	53366238	8890789
2030	4847	139	59	35167594	5156196	5394338	45718129	42531386	6132466	6205911	54869763	9151634
2031	5012	141	58	36367980	5238003	5356372	46962355	43983122	6229761	6162234	56375117	9412762
2032	5178	143	58	37568365	5321107	5318674	48208147	45434858	6328601	6118864	57882322	9674175
2033	5343	146	58	38768750	5405530	5281241	49455522	46886594	6429008	6075799	59391401	9935879
2034	5509	148	57	39969136	5491293	5244072	50704501	48338329	6531009	6033038	60902376	10197875
2035	5674	150	57	41169521	5578416	5207164	51955101	49790065	6634628	5990577	62415270	10460168
2036	5839	153	56	42369907	5666921	5170516	53207344	51241801	6739891	5948416	63930107	10722763
2037	6005	155	56	43570292	5756831	5134126	54461249	52693536	6846823	5906551	65446911	10985662
2038	6170	157	56	44770677	5848167	5097992	55716836	54145272	6955453	5864980	66965706	11248869
2039	6336	160	55	45971063	5940952	5062113	56974127	55597008	7065806	5823703	68486517	11512389
2040	6501	162	55	47171448	6035209	5026486	58233143	57048744	7177910	5782716	70009369	11776226
2041	6667	165	55	48371833	6130962	4991109	59493904	58500479	7291792	5742017	71534288	12040384
2042	6832	168	54	49572219	6228234	4955982	60756434	59952215	7407481	5701605	73061301	12304867
2043	6997	170	54	50772604	6327049	4921102	62020754	61403951	7525006	5661477	74590433	12569679

EK-7. (devam) Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.3. Mevcut yol ve alternatif projeler sürücü zaman trafik değerleri.

Yıllar	Trafik				
	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler
2024	126	295	61	543	806
2025	128	299	61	570	847
2026	130	304	61	597	888
2027	132	309	60	625	929
2028	134	314	60	652	970
2029	137	319	59	679	1011
2030	139	324	59	706	1052
2031	141	329	58	733	1093
2032	143	334	58	761	1134
2033	146	340	58	788	1175
2034	148	345	57	815	1216
2035	150	350	57	842	1257
2036	153	356	56	869	1299
2037	155	362	56	896	1340
2038	157	367	56	924	1381
2039	160	373	55	951	1422
2040	162	379	55	978	1463
2041	165	385	55	1005	1504
2042	168	391	54	1032	1545
2043	170	397	54	1060	1586

EK-7. (devam) Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.4. Mevcut yol sürücü zaman değerleri (TL).

Yıllar	Mevcut Güzergâhta Sürücü Zaman Değeri					
	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2024	463822	1082252	462468	2080362	3229379	7318284
2025	471181	1099423	459213	2184513	3394061	7608391
2026	478657	1116866	455981	2288663	3558744	7898911
2027	486251	1134586	452772	2392813	3723426	8189848
2028	493966	1152587	449585	2496963	3888109	8481210
2029	501803	1170874	446421	2601113	4052791	8773002
2030	509764	1189450	443279	2705263	4217474	9065231
2031	517852	1208322	440160	2809413	4382157	9357903
2032	526068	1227493	437062	2913563	4546839	9651025
2033	534415	1246968	433986	3017713	4711522	9944603
2034	542894	1266752	430931	3121864	4876204	10238644
2035	551507	1286849	427898	3226014	5040887	10533155
2036	560257	1307266	424887	3330164	5205569	10828143
2037	569146	1328007	421896	3434314	5370252	11123615
2038	578176	1349076	418927	3538464	5534934	11419578
2039	587349	1370480	415979	3642614	5699617	11716039
2040	596667	1392224	413051	3746764	5864299	12013006
2041	606134	1414313	410144	3850914	6028982	12310487
2042	615751	1436752	407257	3955065	6193664	12608489
2043	625520	1459547	404391	4059215	6358347	12907020

EK-7. (devam) Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.5. Alternatif proje 1 sürücü zaman değerleri (TL).

Yıllar	Alternatif Proje 1 Sürücü Zaman Değeri					
	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2024	440139	1026992	444876	1985336	3081658	6979000
2025	447123	1043286	441745	2084728	3238807	7255689
2026	454216	1059838	438636	2184121	3395957	7532768
2027	461423	1076654	435549	2283514	3553106	7810245
2028	468744	1093735	432483	2382907	3710255	8088124
2029	476181	1111088	429439	2482299	3867405	8366412
2030	483736	1128716	426417	2581692	4024554	8645115
2031	491410	1146624	423416	2681085	4181704	8924239
2032	499207	1164816	420436	2780477	4338853	9203790
2033	507127	1183297	417477	2879870	4496003	9483774
2034	515173	1202071	414539	2979263	4653152	9764198
2035	523347	1221142	411621	3078656	4810302	10045068
2036	531650	1240516	408724	3178048	4967451	10326390
2037	540085	1260198	405847	3277441	5124601	10608173
2038	548654	1280192	402991	3376834	5281750	10890421
2039	557358	1300503	400155	3476227	5438900	11173143
2040	566201	1321136	397339	3575619	5596049	11456345
2041	575185	1342097	394542	3675012	5753199	11740035
2042	584310	1363391	391765	3774405	5910348	12024219
2043	593581	1385022	389008	3873798	6067498	12308906

EK-7. (devam) Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.6. Alternatif proje 2-3 sürücü zaman değerleri (TL).

Yıllar	Alternatif Proje 2-3 Sürücü Zaman Değeri					
	Midibüs	Kamyonet	Otobüs	Kamyon	Treyler	Toplam
2024	389983	909961	401989	1851203	2855410	6408546
2025	396171	924398	399160	1943880	3001022	6664631
2026	402456	939065	396351	2036558	3146634	6921063
2027	408841	953963	393561	2129235	3292246	7177847
2028	415328	969099	390791	2221913	3437858	7434989
2029	421918	984474	388041	2314591	3583470	7692493
2030	428612	1000094	385310	2407268	3729081	7950364
2031	435412	1015961	382598	2499946	3874693	8208610
2032	442320	1032080	379905	2592623	4020305	8467233
2033	449338	1048454	377232	2685301	4165917	8726242
2034	456467	1065089	374577	2777978	4311529	8985640
2035	463709	1081987	371940	2870656	4457141	9245433
2036	471066	1099153	369323	2963334	4602753	9505629
2037	478540	1116592	366723	3056011	4748365	9766232
2038	486132	1134308	364142	3148689	4893977	10027248
2039	493845	1152304	361579	3241366	5039589	10288684
2040	501680	1170586	359035	3334044	5185201	10550546
2041	509639	1189159	356508	3426722	5330813	10812840
2042	517725	1208025	353999	3519399	5476425	11075573
2043	525939	1227192	351507	3612077	5622037	11338752

EK-7. (devam) Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.7. Mevcut yol ve alternatif proje 1 için yük zaman maliyetleri (TL).

Yıllar	Trafik			Alternatif Proje 1 Yük Zaman Değeri				Mevcut Güzergâhta Yük Zaman Değeri				Zaman Faydası
	Kamyonet	Kamyon	Treyler	Kamyonet	Kamyon	Treyler	Toplam	Kamyonet	Kamyon	Treyler	Toplam	
2024	295	543	806	85332	682952	2356650	3124933	89923	715641	2469617	3275181	150248
2025	299	570	847	86685	717143	2476827	3280655	91350	751468	2595555	3438374	157718
2026	304	597	888	88061	751334	2597005	3436399	92799	787296	2721494	3601589	165190
2027	309	625	929	89458	785525	2717182	3592165	94271	823123	2847432	3764827	172662
2028	314	652	970	90877	819716	2837360	3747953	95767	858951	2973371	3928088	180136
2029	319	679	1011	92319	853906	2957538	3903763	97286	894778	3099309	4091374	187611
2030	324	706	1052	93784	888097	3077715	4059596	98830	930606	3225247	4254683	195087
2031	329	733	1093	95272	922288	3197893	4215453	100398	966433	3351186	4418017	202564
2032	334	761	1134	96783	956479	3318071	4371333	101991	1002260	3477124	4581376	210043
2033	340	788	1175	98319	990670	3438248	4527237	103609	1038088	3603063	4744760	217523
2034	345	815	1216	99879	1024861	3558426	4683165	105253	1073915	3729001	4908169	225004
2035	350	842	1257	101463	1059052	3678603	4839119	106923	1109743	3854940	5071605	232487
2036	356	869	1299	103073	1093243	3798781	4995097	108619	1145570	3980878	5235067	239970
2037	362	896	1340	104708	1127434	3918959	5151101	110342	1181398	4106816	5398557	247456
2038	367	924	1381	106370	1161625	4039136	5307131	112093	1217225	4232755	5562073	254942
2039	373	951	1422	108057	1195816	4159314	5463187	113872	1253053	4358693	5725617	262431
2040	379	978	1463	109772	1230007	4279491	5619270	115678	1288880	4484632	5889190	269920
2041	385	1005	1504	111513	1264198	4399669	5775380	117514	1324708	4610570	6052791	277411
2042	391	1032	1545	113282	1298388	4519847	5931518	119378	1360535	4736508	6216421	284904
2043	397	1060	1586	115080	1332579	4640024	6087683	121272	1396362	4862447	6380081	292398

EK-7 (devam) Zaman maliyetleri.

Çizelge 7.8. Mevcut yol ve alternatif proje 2-3 için yük zaman maliyetleri (TL).

Yıllar	Trafik			Alternatif Proje 2-3 Yük Zaman Değeri				Mevcut Güzergâhta Yük Zaman Değeri				Zaman Faydası
	Kamyonet	Kamyon	Treyler	Kamyonet	Kamyon	Treyler	Toplam	Kamyonet	Kamyon	Treyler	Toplam	
2024	295	543	806	75608	636810	2183630	2896048	89923	715641	2469617	3275181	379133
2025	299	570	847	76807	668691	2294985	3040483	91350	751468	2595555	3438374	397891
2026	304	597	888	78026	700572	2406339	3184937	92799	787296	2721494	3601589	416652
2027	309	625	929	79264	732453	2517694	3329410	94271	823123	2847432	3764827	435417
2028	314	652	970	80521	764334	2629048	3473903	95767	858951	2973371	3928088	454185
2029	319	679	1011	81799	796215	2740402	3618416	97286	894778	3099309	4091374	472958
2030	324	706	1052	83097	828096	2851757	3762949	98830	930606	3225247	4254683	491734
2031	329	733	1093	84415	859977	2963111	3907503	100398	966433	3351186	4418017	510514
2032	334	761	1134	85754	891858	3074466	4052078	101991	1002260	3477124	4581376	529298
2033	340	788	1175	87115	923739	3185820	4196674	103609	1038088	3603063	4744760	548086
2034	345	815	1216	88497	955620	3297175	4341291	105253	1073915	3729001	4908169	566878
2035	350	842	1257	89901	987500	3408529	4485931	106923	1109743	3854940	5071605	585674
2036	356	869	1299	91327	1019381	3519884	4630592	108619	1145570	3980878	5235067	604475
2037	362	896	1340	92776	1051262	3631238	4775277	110342	1181398	4106816	5398557	623280
2038	367	924	1381	94248	1083143	3742593	4919984	112093	1217225	4232755	5562073	642089
2039	373	951	1422	95744	1115024	3853947	5064715	113872	1253053	4358693	5725617	660902
2040	379	978	1463	97263	1146905	3965302	5209469	115678	1288880	4484632	5889190	679721
2041	385	1005	1504	98806	1178786	4076656	5354248	117514	1324708	4610570	6052791	698543
2042	391	1032	1545	100373	1210667	4188011	5499051	119378	1360535	4736508	6216421	717370
2043	397	1060	1586	101966	1242548	4299365	5643879	121272	1396362	4862447	6380081	736202

EK-8. Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.1. Mevcut yol ve üç alternatif projenin bakım maliyetleri ile faydaları (TL).

Bakım maliyetleri					Bakım faydaları		
Yıllar	Mevcut yol	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Mevcut yol-Proje 1	Mevcut yol-Proje 2	Mevcut yol-Proje 3
2024	2058400	1420840	3705120	2557512	637560	-1646720	-499112
2025	15399600	1420840	3705120	2557512	13978760	11694480	12842088
2026	2058400	1420840	3705120	2557512	637560	-1646720	-499112
2027	15399600	1420840	32928552	2557512	13978760	-17528952	12842088
2028	2058400	1420840	3705120	2557512	637560	-1646720	-499112
2029	15399600	1420840	3705120	2557512	13978760	11694480	12842088
2030	2058400	1420840	32928552	2557512	637560	-30870152	-499112
2031	15399600	1420840	3705120	2557512	13978760	11694480	12842088
2032	15399600	46038176	32928552	2557512	-30638576	-17528952	12842088
2033	2058400	1420840	3705120	82868716	637560	-1646720	-80810316
2034	15399600	1420840	3705120	2557512	13978760	11694480	12842088
2035	15399600	1420840	32928552	2557512	13978760	-17528952	12842088
2036	15399600	1420840	3705120	2557512	13978760	11694480	12842088
2037	2058400	1420840	32928552	2557512	637560	-30870152	-499112
2038	15399600	1420840	3705120	2557512	13978760	11694480	12842088
2039	15399600	46038176	32928552	2557512	-30638576	-17528952	12842088
2040	15399600	1420840	3705120	82868716	13978760	11694480	-67469116
2041	15399600	1420840	32928552	2557512	13978760	-17528952	12842088
2042	15399600	1420840	3705120	2557512	13978760	11694480	12842088
2043	15399600	1420840	32928552	2557512	13978760	-17528952	12842088

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.2. Mevcut yol ve üç alternatif projenin kaza maliyetleri ile faydaları (TL).

Yıllar	Kaza maliyetleri				Kaza azalma faydaları		
	Mevcut yol	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Mevcut yol-Proje 1	Mevcut yol-Proje 2	Mevcut yol-Proje 3
2024	15337553	11503165	9202532	9202532	3834388	6135021	6135021
2025	15984892	11988669	9590935	9590935	3996223	6393957	6393957
2026	16632524	12474393	9979515	9979515	4158131	6653009	6653009
2027	17280456	12960342	10368273	10368273	4320114	6912183	6912183
2028	17928690	13446518	10757214	10757214	4482172	7171476	7171476
2029	18577232	13932924	11146339	11146339	4644308	7430893	7430893
2030	19226087	14419565	11535652	11535652	4806522	7690435	7690435
2031	19875258	14906444	11925155	11925155	4968814	7950103	7950103
2032	20524752	15393564	12314851	12314851	5131188	8209901	8209901
2033	21174573	15880930	12704744	12704744	5293643	8469829	8469829
2034	21824725	16368544	13094835	13094835	5456181	8729890	8729890
2035	22475215	16856411	13485129	13485129	5618804	8990086	8990086
2036	23126047	17344535	13875628	13875628	5781512	9250419	9250419
2037	23777227	17832920	14266336	14266336	5944307	9510891	9510891
2038	24428759	18321569	14657255	14657255	6107190	9771504	9771504
2039	25080650	18810487	15048390	15048390	6270163	10032260	10032260
2040	25732904	19299678	15439742	15439742	6433226	10293162	10293162
2041	26385528	19789146	15831317	15831317	6596382	10554211	10554211
2042	27038526	20278895	16223116	16223116	6759631	10815410	10815410
2043	27691906	20768930	16615144	16615144	6922976	11076762	11076762

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.3. Mevcut yol ve üç alternatif projenin TİG değerleri ile faydaları (TL).

	TİG				TİG faydaları		
Yıllar	Mevcut yol	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Mevcut yol-Proje 1	Mevcut yol-Proje 2	Mevcut yol-Proje 3
2024	56505482	53817741	54322181	53817741	2687741	2183301	2687741
2025	57411803	56303602	58964992	56303602	1108201	-1553189	1108201
2026	61425742	58650336	61425742	58650336	2775406	0	2775406
2027	62202062	60998271	61411958	60998271	1203791	790104	1203791
2028	66351036	63347424	66351036	63347424	3003612	0	3003612
2029	66997284	65697812	68815619	65697812	1299472	-1818335	1299472
2030	71281516	68049454	68512756	68049454	3232062	2768760	3232062
2031	71797614	70402368	73748748	70402368	1395246	-1951134	1395246
2032	74199742	72565293	73252987	72756574	1634449	946755	1443168
2033	78687295	75112090	78687295	74914427	3575205	0	3772868
2034	79008023	77468936	81158650	77468936	1539087	-2150627	1539087
2035	81414215	79827132	80373266	79827132	1587083	1040949	1587083
2036	83821802	82186697	86105629	82186697	1635105	-2283827	1635105
2037	88581294	84547653	85126971	84547653	4033641	3454323	4033641
2038	88641246	86910019	91058440	86910019	1731227	-2417194	1731227
2039	91053145	89037802	89886350	89273817	2015343	1166795	1779328
2040	93466524	91639069	96017259	91396652	1827455	-2550735	2069872
2041	95881405	94005796	94651575	94005796	1875609	1229830	1875609
2042	98297812	96374020	100982268	96374020	1923792	-2684456	1923792
2043	100715767	98743764	99422822	98743764	1972003	1292945	1972003

EK-8 (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.4. Mevcut yol ve üç alternatif projenin yolcu zaman değerleri (TL).

Yolcu zaman maliyetleri					Yolcu zaman faydaları		
Yıllar	Mevcut yol	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Mevcut yol-Proje 1	Mevcut yol-Proje 2	Mevcut yol-Proje 3
2024	45875308	43814692	38284630	38284630	2060616	7590678	7590678
2025	47370003	45240952	39519841	39519841	2129051	7850162	7850162
2026	48866423	46668852	40756511	40756511	2197571	8109912	8109912
2027	50364589	48098413	41994657	41994657	2266176	8369932	8369932
2028	51864520	49529653	43234298	43234298	2334867	8630222	8630222
2029	53366238	50962593	44475449	44475449	2403645	8890789	8890789
2030	54869763	52397252	45718129	45718129	2472511	9151634	9151634
2031	56375117	53833651	46962355	46962355	2541466	9412762	9412762
2032	57882322	55271811	48208147	48208147	2610511	9674175	9674175
2033	59391401	56711752	49455522	49455522	2679649	9935879	9935879
2034	60902376	58153496	50704501	50704501	2748880	10197875	10197875
2035	62415270	59597066	51955101	51955101	2818204	10460169	10460169
2036	63930107	61042483	53207344	53207344	2887624	10722763	10722763
2037	65446911	62489770	54461249	54461249	2957141	10985662	10985662
2038	66965706	63938951	55716836	55716836	3026755	11248870	11248870
2039	68486517	65390049	56974127	56974127	3096468	11512390	11512390
2040	70009369	66843087	58233143	58233143	3166282	11776226	11776226
2041	71534288	68298091	59493904	59493904	3236197	12040384	12040384
2042	73061301	69755085	60756434	60756434	3306216	12304867	12304867
2043	74590433	71214094	62020754	62020754	3376339	12569679	12569679

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.5. Mevcut yol ve üç alternatif projenin sürücü zaman değerleri (TL).

Sürücü zaman maliyetleri					Sürücü zaman faydaları		
Yıllar	Mevcut yol	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Mevcut yol-Proje 1	Mevcut yol-Proje 2	Mevcut yol-Proje 3
2024	7318284	6979000	6408546	6408546	339284	909738	909738
2025	7608391	7255689	6664631	6664631	352702	943760	943760
2026	7898911	7532768	6921063	6921063	366143	977848	977848
2027	8189848	7810245	7177847	7177847	379603	1012001	1012001
2028	8481210	8088124	7434989	7434989	393086	1046221	1046221
2029	8773002	8366412	7692493	7692493	406590	1080509	1080509
2030	9065231	8645115	7950364	7950364	420116	1114867	1114867
2031	9357903	8924239	8208610	8208610	433664	1149293	1149293
2032	9651025	9203790	8467233	8467233	447235	1183792	1183792
2033	9944603	9483774	8726242	8726242	460829	1218361	1218361
2034	10238644	9764198	8985640	8985640	474446	1253004	1253004
2035	10533155	10045068	9245433	9245433	488087	1287722	1287722
2036	10828143	10326390	9505629	9505629	501753	1322514	1322514
2037	11123615	10608173	9766232	9766232	515442	1357383	1357383
2038	11419578	10890421	10027248	10027248	529157	1392330	1392330
2039	11716039	11173143	10288684	10288684	542896	1427355	1427355
2040	12013006	11456345	10550546	10550546	556661	1462460	1462460
2041	12310487	11740035	10812840	10812840	570452	1497647	1497647
2042	12608489	12024219	11075573	11075573	584270	1532916	1532916
2043	12907020	12308906	11338752	11338752	598114	1568268	1568268

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.6. Mevcut yol ve üç alternatif projenin yük zaman değerleri (TL).

Yük zaman maliyetleri					Yük zaman faydaları		
Yıllar	Mevcut yol	Proje 1	Proje 2	Proje 3	Mevcut yol-Proje 1	Mevcut yol-Proje 2	Mevcut yol-Proje 3
2024	3275181	3124933	2896048	2896048	150248	379133	379133
2025	3438374	3280655	3040483	3040483	157719	397891	397891
2026	3601589	3436399	3184937	3184937	165190	416652	416652
2027	3764827	3592165	3329410	3329410	172662	435417	435417
2028	3928088	3747953	3473903	3473903	180135	454185	454185
2029	4091374	3903763	3618416	3618416	187611	472958	472958
2030	4254683	4059596	3762949	3762949	195087	491734	491734
2031	4418017	4215453	3907503	3907503	202564	510514	510514
2032	4581376	4371333	4052078	4052078	210043	529298	529298
2033	4744760	4527237	4196674	4196674	217523	548086	548086
2034	4908169	4683165	4341291	4341291	225004	566878	566878
2035	5071605	4839119	4485931	4485931	232486	585674	585674
2036	5235067	4995097	4630592	4630592	239970	604475	604475
2037	5398557	5151101	4775277	4775277	247456	623280	623280
2038	5562073	5307131	4919984	4919984	254942	642089	642089
2039	5725617	5463187	5064715	5064715	262430	660902	660902
2040	5889190	5619270	5209469	5209469	269920	679721	679721
2041	6052791	5775380	5354248	5354248	277411	698543	698543
2042	6216421	5931518	5499051	5499051	284903	717370	717370
2043	6380081	6087683	5643879	5643879	292398	736202	736202

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.7. Mevcut yol ve alternatif proje 1'in ekonomik analiz sonucu (TL).

	Faydalar (Proje1-Proje2)							Maliyetler					Proje2'nin Proje1'e Göre Maliyet Farkı	Proje2'nin Proje1'e Göre Net Faydaları
								Proje- 1		Proje - 2				
Yıllar	Kaza	TİG	Yolcu Zaman	Sürücü Zaman	Yük Zaman	Bakım	Toplam	Yapım	Çevresel Maliyetler	Yapım	Çevresel Maliyetler	Tünel Bakım İşleme		
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6075501	53475	0	6128976	-6128976
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2158867	19002	0	2177869	-2177869
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18949668	166790	0	19116458	-19116458
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19167363	168706	0	19336070	-19336070
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24591587	216449	0	24808036	-24808036
2024	3834388	2687741	2060616	339284	150248	637560	9709837	0	0	0	0	0	0	9709837
2025	3996223	1108201	2129052	352703	157718	13978760	21722656	0	0	0	0	0	0	21722656
2026	4158131	2775405	2197571	366143	165190	637560	10300000	0	0	0	0	0	0	10300000
2027	4320114	1203791	2266176	379604	172662	13978760	22321107	0	0	0	0	0	0	22321107
2028	4482173	3003613	2334867	393086	180136	637560	11031433	0	0	0	0	0	0	11031433
2029	4644308	1299472	2403644	406590	187611	13978760	22920385	0	0	0	0	0	0	22920385
2030	4806522	3232062	2472510	420116	195087	637560	11763856	0	0	0	0	0	0	11763856
2031	4968815	1395245	2541466	433664	202564	13978760	23520514	0	0	0	0	0	0	23520514
2032	5131188	1634449	2610512	447235	210043	-30638576	-20605149	0	0	0	0	0	0	-20605149
2033	5293643	3575204	2679649	460829	217523	637560	12864408	0	0	0	0	0	0	12864408
2034	5456181	1539086	2748880	474446	225004	13978760	24422358	0	0	0	0	0	0	24422358
2035	5618804	1587083	2818204	488087	232487	13978760	24723425	0	0	0	0	0	0	24723425
2036	5781512	1635105	2887624	501753	239970	13978760	25024724	0	0	0	0	0	0	25024724
2037	5944307	4033642	2957140	515442	247456	637560	14335546	0	0	0	0	0	0	14335546
2038	6107190	1731227	3026754	529156	254942	13978760	25628030	0	0	0	0	0	0	25628030
2039	6270162	2015343	3096468	542896	262431	-30638576	-18451276	0	0	0	0	0	0	-18451276
2040	6433226	1827455	3166282	556661	269920	13978760	26232304	0	0	0	0	0	0	26232304
2041	6596382	1875609	3236197	570452	277411	13978760	26534812	0	0	0	0	0	0	26534812
2042	6759632	1923792	3306216	584270	284904	13978760	26837573	0	0	0	0	0	0	26837573
2043	6922977	1972003	3376339	598114	292398	13978760	27140590	0	0	0	0	0	0	27140590
NBD	26491598	11425645	13587275	2314775	1077779	28232130	83129201	0	0	50235271	442158	0	50677429	32451772

(*) PROJE-1: Mevcut durumun sürdürülmesi

PROJE-2: A-B DEVLET YOLU 2X1 ÜSTYAPI YENİLEME (BSK) PROJESİ

EKONOMİK ANALİZ SONUÇLARI

İSKONTO ORANI (%)	9,80
İÇ KARLILIK ORANI (%)	16,30
NET BUGÜNKÜ DEĞER	32.451.772 TL
FAYDA/MALİYET ORANI	1,6404

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.8. Mevcut yol ve alternatif proje 2'nin ekonomik analiz sonucu (TL).

	Faydalar (Proje1-Proje2)							Maliyetler					Proje2'nin Proje1'e Göre Maliyet Farkı	Proje2'nin Proje1'e Göre Net Faydaları
								Proje- 1		Proje - 2				
Yıllar	Kaza	TİG	Yolcu Zaman	Sürücü Zaman	Yük Zaman	Bakım	Toplam	Yapım	Çevresel Maliyetler	Yapım	Çevresel Maliyetler	Tünel Bakım İşleme		
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18.453.008	413.826	0	18.866.834	-18.866.834
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.953.205	290.488	0	13.243.693	-13.243.693
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27.239.330	610.868	0	27.850.197	-27.850.197
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22.316.124	500.460	0	22.816.584	-22.816.584
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26.041.909	584.014	0	26.625.924	-26.625.924
2024	6.135.021	2.183.301	7.590.678	909.738	379.133	-1.646.720	15.551.151	0	0	0	0	0	0	15.551.151
2025	6.393.957	-1.553.189	7.850.163	943.760	397.891	11.694.480	25.727.061	0	0	0	0	0	0	25.727.061
2026	6.653.010	0	8.109.913	977.848	416.652	-1.646.720	14.510.702	0	0	0	0	0	0	14.510.702
2027	6.912.182	790.105	8.369.931	1.012.001	435.417	-17.528.952	-9.316	0	0	0	0	0	0	-9.316
2028	7.171.476	0	8.630.222	1.046.221	454.185	-1.646.720	15.655.385	0	0	0	0	0	0	15.655.385
2029	7.430.893	-1.818.335	8.890.789	1.080.510	472.958	11.694.480	27.751.294	0	0	0	0	0	0	27.751.294
2030	7.690.435	2.768.760	9.151.634	1.114.867	491.734	-30.870.152	-9.652.723	0	0	0	0	0	0	-9.652.723
2031	7.950.103	-1.951.134	9.412.762	1.149.294	510.514	11.694.480	28.766.019	0	0	0	0	0	0	28.766.019
2032	8.209.901	946.755	9.674.175	1.183.791	529.298	-17.528.952	3.014.969	0	0	0	0	0	0	3.014.969
2033	8.469.829	0	9.935.879	1.218.361	548.086	-1.646.720	18.525.435	0	0	0	0	0	0	18.525.435
2034	8.729.890	-2.150.627	10.197.875	1.253.004	566.878	11.694.480	30.291.501	0	0	0	0	0	0	30.291.501
2035	8.990.086	1.040.949	10.460.168	1.287.722	585.674	-17.528.952	4.835.648	0	0	0	0	0	0	4.835.648
2036	9.250.419	-2.283.826	10.722.763	1.322.514	604.475	11.694.480	31.310.824	0	0	0	0	0	0	31.310.824
2037	9.510.891	3.454.324	10.985.662	1.357.383	623.280	-30.870.152	-4.938.613	0	0	0	0	0	0	-4.938.613
2038	9.771.504	-2.417.194	11.248.869	1.392.330	642.089	11.694.480	32.332.077	0	0	0	0	0	0	32.332.077
2039	10.032.260	1.166.794	11.512.389	1.427.355	660.902	-17.528.952	7.270.749	0	0	0	0	0	0	7.270.749
2040	10.293.162	-2.550.735	11.776.226	1.462.460	679.721	11.694.480	33.355.313	0	0	0	0	0	0	33.355.313
2041	10.554.211	1.229.830	12.040.384	1.497.647	698.543	-17.528.952	8.491.663	0	0	0	0	0	0	8.491.663
2042	10.815.411	-2.684.456	12.304.867	1.532.916	717.370	11.694.480	34.380.588	0	0	0	0	0	0	34.380.588
2043	11.076.762	1.292.944	12.569.679	1.568.268	736.202	-17.528.952	9.714.904	0	0	0	0	0	0	9.714.904
NBD	42.386.557	47.067	50.305.399	6.138.955	2.716.492	-17.053.144	84.541.326	0	0	79.798.881	1.789.565	0	81.588.446	2.952.880

(*) PROJE-1: Mevcut durumun sürdürülmesi PROJE-2: A-B DEVLET YOLU 2X2 SATHİ KAPLAMA YAPIM İŞİ PROJESİ

EKONOMİK ANALİZ SONUÇLARI

İSKONTO ORANI (%)	9,80
İÇ KARLILIK ORANI (%)	10,20
NET BUGÜNKÜ DEĞER	2.952.880 TL
FAYDA/MALİYET ORANI	1,0362

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

Çizelge 8.9. Mevcut yol ve alternatif proje 3'ün ekonomik analiz sonucu (TL).

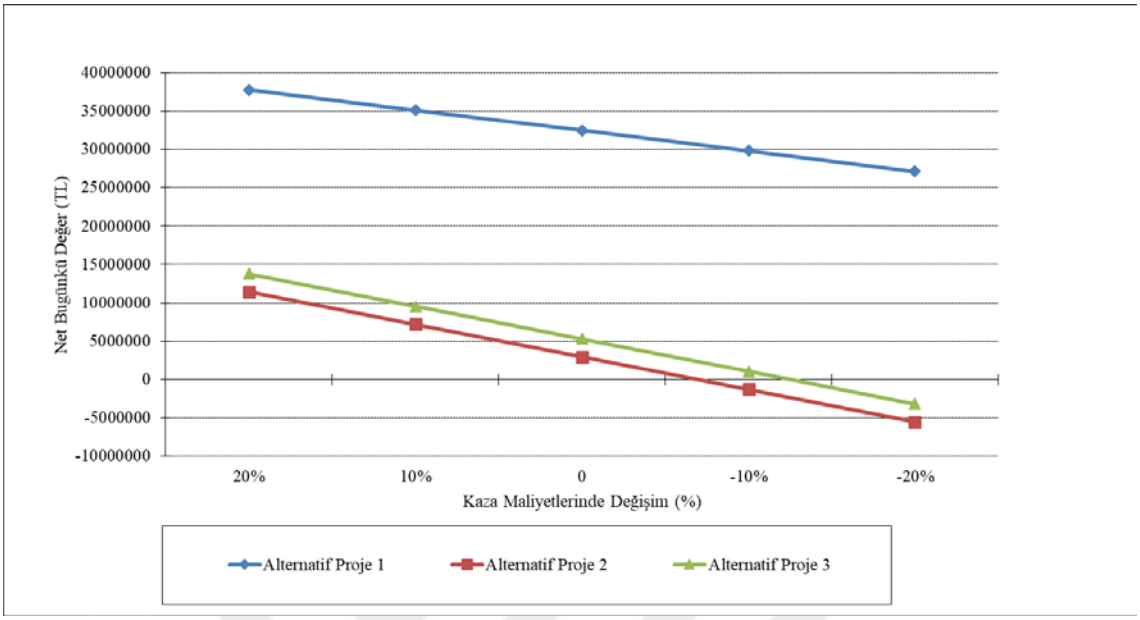
Yıllar	Faydalar (Proje1-Proje2)							Maliyetler					Proje2'nin Proje1'e Göre Maliyet Farkı	Proje2'nin Proje1'e Göre Net Faydaları
								Proje- 1		Proje - 2				
	Kaza	TİG	Yolcu Zaman	Sürücü Zaman	Yük Zaman	Bakım	Toplam	Yapım	Çevresel Maliyetler	Yapım	Çevresel Maliyetler	Tünel Bakım İşleme		
2019	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18453008	276069	0	18729078	-18729078
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12953205	193789	0	13146994	-13146994
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43176646	645952	0	43822598	-43822598
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38388260	574314	0	38962574	-38962574
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47426484	709532	0	48136016	-48136016
2024	6135021	2687741	7590678	909738	3791 33	-499112	17203199	0	0	0	0	0	0	17203199
2025	6393957	1108201	7850163	943760	397891	12842088	29536059	0	0	0	0	0	0	29536059
2026	6653010	2775405	8109913	977848	416652	-499112	18433715	0	0	0	0	0	0	18433715
2027	6912182	1203791	8369931	1012001	435417	12842088	30775411	0	0	0	0	0	0	30775411
2028	7171476	3003613	8630222	1046221	454185	-499112	19806606	0	0	0	0	0	0	19806606
2029	7430893	1299472	8890789	1080510	472958	12842088	32016708	0	0	0	0	0	0	32016708
2030	7690435	3232062	9151634	1114867	491734	-499112	21181619	0	0	0	0	0	0	21181619
2031	7950103	1395245	9412762	1149294	510514	12842088	33260006	0	0	0	0	0	0	33260006
2032	8209901	1443168	9674175	1183791	529298	12842088	33882422	0	0	0	0	0	0	33882422
2033	8469829	3772868	9935879	1218361	548086	-80810316	-56865293	0	0	0	0	0	0	-56865293
2034	8729890	1539086	10197875	1253004	566878	12842088	35128822	0	0	0	0	0	0	35128822
2035	8990086	1587083	10460168	1287722	585674	12842088	35752822	0	0	0	0	0	0	35752822
2036	9250419	1635105	10722763	1322514	604475	12842088	36377364	0	0	0	0	0	0	36377364
2037	9510891	4033642	10985662	1357383	623280	-499112	26011745	0	0	0	0	0	0	26011745
2038	9771504	1731227	11248869	1392330	642089	12842088	37628106	0	0	0	0	0	0	37628106
2039	10032260	1779327	11512389	1427355	660902	12842088	38254322	0	0	0	0	0	0	38254322
2040	10293162	2069872	11776226	1462460	679721	-67469116	-41187675	0	0	0	0	0	0	-41187675
2041	10554211	1875609	12040384	1497647	698543	12842088	39508482	0	0	0	0	0	0	39508482
2042	10815411	1923792	12304867	1532916	717370	12842088	40136443	0	0	0	0	0	0	40136443
2043	11076762	1972003	12569679	1568268	736202	12842088	40765003	0	0	0	0	0	0	40765003
NBD	42386557	11420464	50305399	6138955	2716492	10374303	123342170	0	0	116295569	1739860	0	118035429	5306741

(*) PROJE-1: Mevcut durumun sürdürülmesi PROJE-2: A-B DEVLET YOLU 2X2 BSK YAPIMI İŞİ PROJESİ

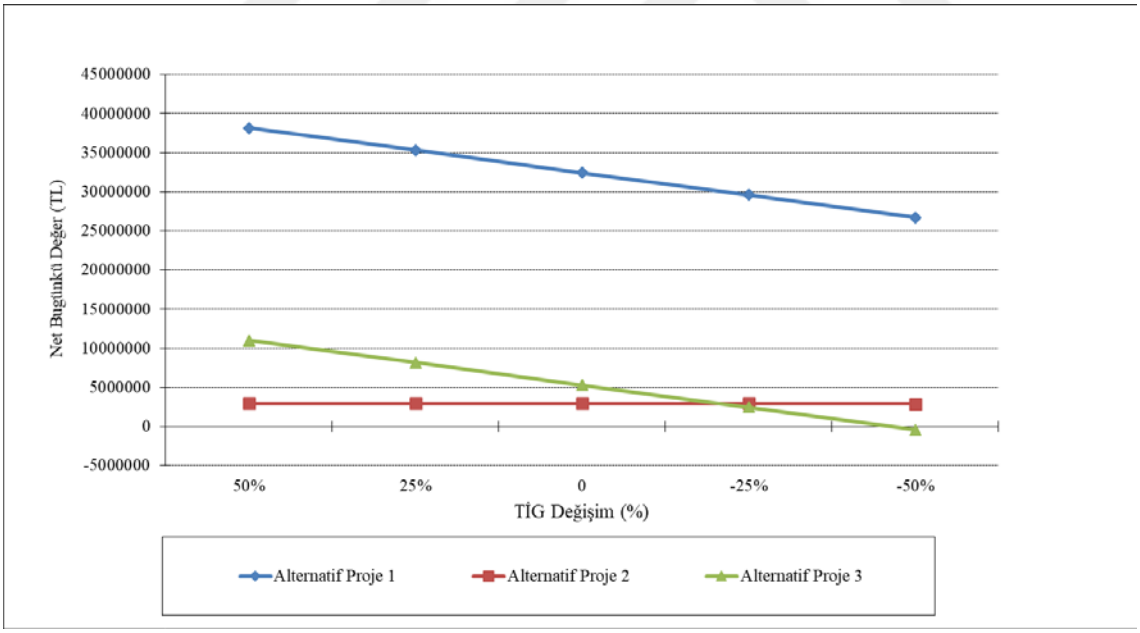
EKONOMİK ANALİZ SONUÇLARI

İSKONTO ORANI (%)	9,80
İÇ KARLILIK ORANI (%)	10,32
NET BUGÜNKÜ DEĞER	5.306.741 TL
FAYDA/MALİYET ORANI	1,0450

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

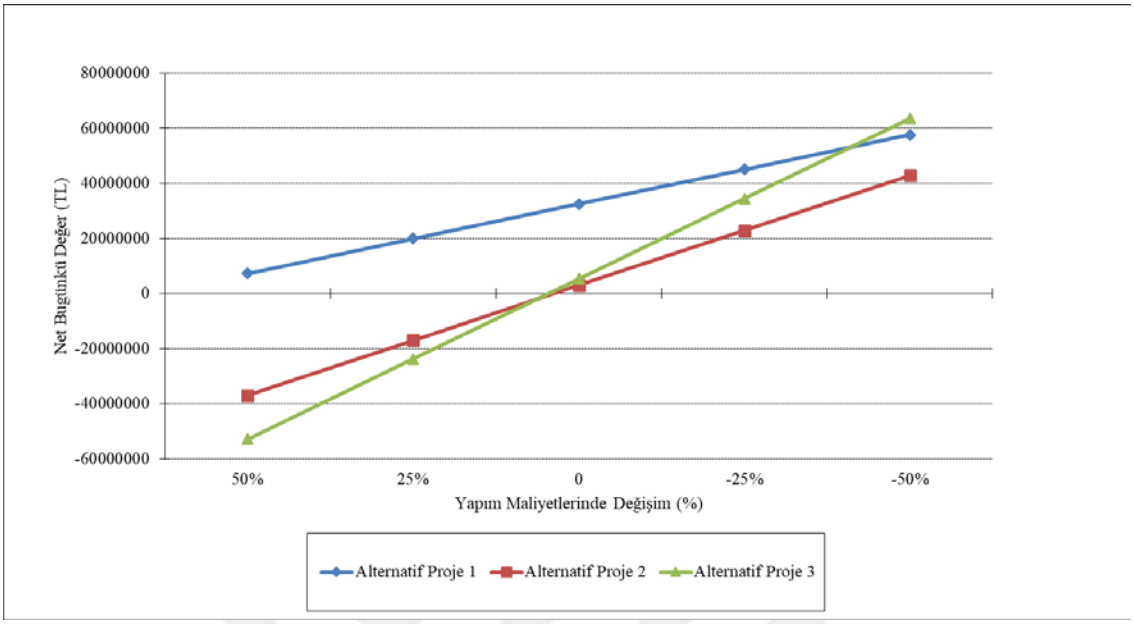


Şekil 8.1. Kaza maliyetlerindeki değişimin proje sıralamasına etkisi.

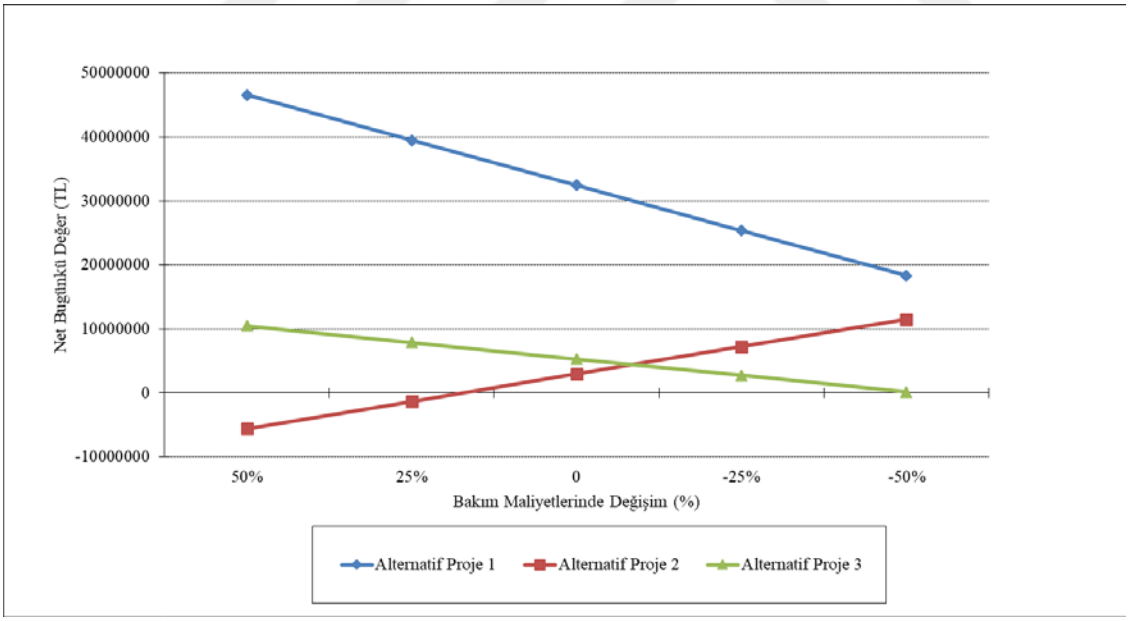


Şekil 8.2. TİG'deki değişimin proje sıralamasına etkisi.

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.

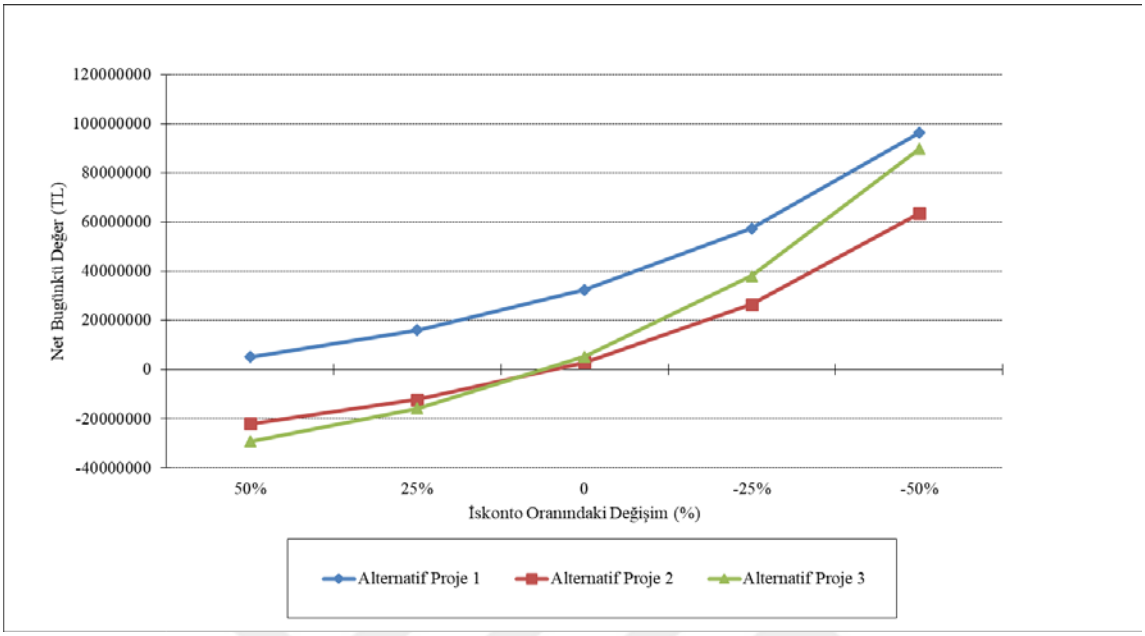


Şekil 8.3. Yapım maliyetlerindeki değişimin proje sıralamasına etkisi.

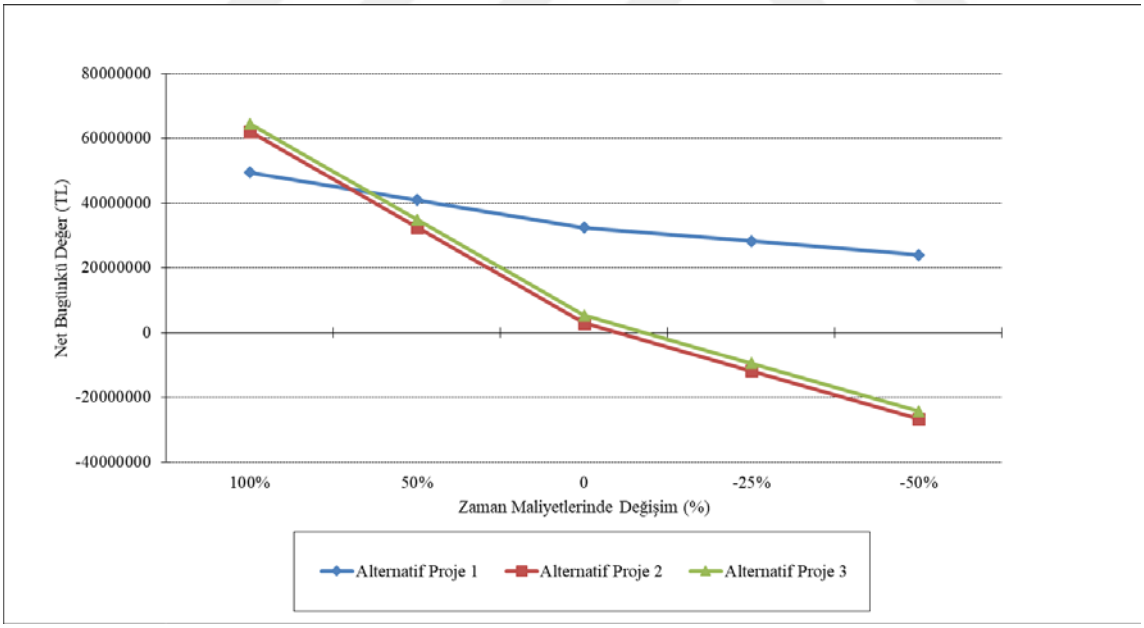


Şekil 8.4. Bakım maliyetlerindeki değişimin proje sıralamasına etkisi.

EK-8. (devam) Ekonomik analiz sonuçları.



Şekil 8.5. İskonto oranındaki değişimin proje sıralamasına etkisi.



Şekil 8.6. Zaman maliyetlerindeki değişimin proje sıralamasına etkisi

EK-9. Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.1. Alternatif üç projenin senaryo 1 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 1	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	32451772	%16,30	1,6404
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 1	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	2952880	%10,20	1,0362
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 1	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	5206741	%10,32	1,0450
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.2. Alternatif üç projenin senaryo 2 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 2	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	0,65	19180737	%13,86	1,3785
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 2	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	0,65	-11882415	%8,07	0,8544
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 2	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	0,65	-9528554	%8,81	0,9193
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.3. Alternatif üç projenin senaryo 3 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 3	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,40	47618669	%18,85	1,9396
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 3	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,40	19907503	%12,33	1,2440
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 3	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,40	22261364	%11,89	1,1886
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.4. Alternatif üç projenin senaryo 4 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 4	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	30166643	%15,89	1,5953
Taşıt İşletme Giderleri	0,80			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 4	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	2943467	%10,20	1,0361
Taşıt İşletme Giderleri	0,80			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 4	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	3022648	%10,10	1,0256
Taşıt İşletme Giderleri	0,80			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.5. Alternatif üç projenin senaryo 5 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 5	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	34736901	%16,72	1,6855
Taşıt İşletme Giderleri	1,20			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 5	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	2962293	%10,20	1,0363
Taşıt İşletme Giderleri	1,20			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 5	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	7590834	%10,54	1,0643
Taşıt İşletme Giderleri	1,20			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.6. Alternatif üç projenin senaryo 6 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 6	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	22263875	%14,46	1,4393
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	0,40			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 6	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-32543628	%4,49	0,6011
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	0,40			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 6	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-30189767	%6,44	0,7442
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	0,40			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.7. Alternatif üç projenin senaryo 7 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 7	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	36696729	%17,03	1,7241
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,25			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 7	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	17743091	%12,07	1,2175
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,25			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 7	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	20096952	%11,70	1,1703
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,25			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.8. Alternatif üç projenin senaryo 8 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 8	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	40921411	%17,83	1,8075
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,30			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 8	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-2163063	%9,50	0,9735
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,30			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 8	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	8419032	%10,64	1,0713
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,30			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.9. Alternatif üç projenin senaryo 9 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 9	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	29628559	%15,78	1,5846
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	0,90			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 9	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	4658194	%10,42	1,0571
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	0,90			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 9	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	4269311	%10,22	1,0362
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	0,90			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.10. Alternatif üç projenin senaryo 10 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 10	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	17381190	%12,69	1,2644
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,30			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 10	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-20986784	%7,43	0,8011
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,30			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 10	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-29581930	%7,38	0,8066
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,30			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.11. Alternatif üç projenin senaryo 11 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 11	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	37475299	%17,89	1,8209
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	0,90			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 11	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	10932768	%11,39	1,1485
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	0,90			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 11	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	16936298	%11,60	1,1592
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	0,90			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.12. Alternatif üç projenin senaryo 12 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 12	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	16018508	%16,30	1,3422
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,25			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 12	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-12196796	%10,20	0,8402
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,25			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 12	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-15728521	%10,32	0,8566
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,25			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.13. Alternatif üç projenin senaryo 13 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 13	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	57507888	%16,30	2,0453
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	0,75			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 13	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	26548156	%10,20	1,3036
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	0,75			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 13	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	38124104	%10,32	1,2993
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	0,75			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.14. Alternatif üç projenin senaryo 14 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 14	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	41629150	%19,34	1,8215
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,25			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 14	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	19241782	%12,53	1,2358
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,25			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 14	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	23471376	%12,27	1,1989
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,25			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.15. Alternatif üç projenin senaryo 15 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 15	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	16790659	%13,68	1,3313
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	0,75			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 15	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-16264061	%7,34	0,8007
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	0,75			
Hız Artış Oranları	1,00			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 15	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-14689993	%8,30	0,8755
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	0,75			
Hız Artış Oranları	1,00			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.16. Alternatif üç projenin senaryo 16 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 16	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	40375318	%17,65	1,7967
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,50			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 16	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	25922749	%13,03	1,3177
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,50			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 16	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	28276610	%12,42	1,2396
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	1,50			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.17. Alternatif üç projenin senaryo 17 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 17	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	24159472	%14,81	1,4767
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	0,50			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 17	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-24030618	%6,09	0,7055
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	0,50			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 17	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,00	-21676757	%7,47	0,8164
Taşıt İşletme Giderleri	1,00			
Zaman Maliyetleri	1,00			
Bakım Maliyetleri	1,00			
Yapım Maliyetleri	1,00			
İskonto Değeri	1,00			
Trafik Değerleri	1,00			
Hız Artış Oranları	0,50			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.18. Alternatif üç projenin senaryo 18 hassasiyet analizi sonuçları.

		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 18	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	0,65	-25180814	%5,38	0,5853
Taşıt İşletme Giderleri	0,80			
Zaman Maliyetleri	0,40			
Bakım Maliyetleri	0,90			
Yapım Maliyetleri	1,30			
İskonto Değeri	1,25			
Trafik Değerleri	0,75			
Hız Artış Oranları	0,50			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 18	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	0,65	-82419122	Tanımsız	0,1651
Taşıt İşletme Giderleri	0,80			
Zaman Maliyetleri	0,40			
Bakım Maliyetleri	0,90			
Yapım Maliyetleri	1,30			
İskonto Değeri	1,25			
Trafik Değerleri	0,75			
Hız Artış Oranları	0,50			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 18	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	0,65	-100841569	Tanımsız	0,2902
Taşıt İşletme Giderleri	0,80			
Zaman Maliyetleri	0,40			
Bakım Maliyetleri	0,90			
Yapım Maliyetleri	1,30			
İskonto Değeri	1,25			
Trafik Değerleri	0,75			
Hız Artış Oranları	0,50			

EK-9. (devam) Hassasiyet analizleri sonuçları.

Çizelge 9.19. Alternatif üç projenin senaryo 19 hassasiyet analizi sonuçları.

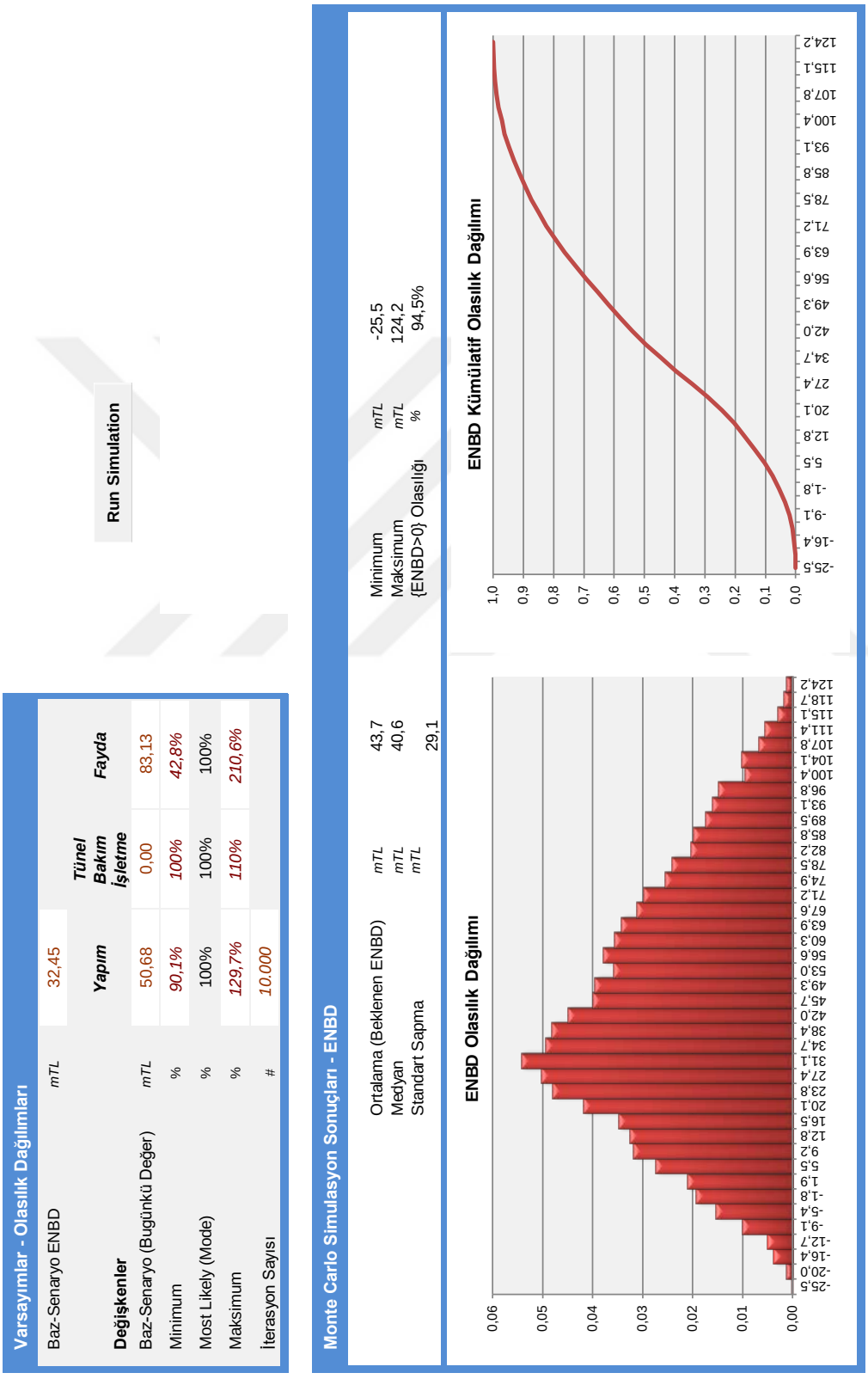
		ALTERNATİF 1		
Maliyetler	Senaryo 19	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,40	125519427	%28,71	3,5327
Taşıt İşletme Giderleri	1,20			
Zaman Maliyetleri	1,25			
Bakım Maliyetleri	1,30			
Yapım Maliyetleri	0,90			
İskonto Değeri	0,75			
Trafik Değerleri	1,25			
Hız Artış Oranları	1,50			

		ALTERNATİF 2		
Maliyetler	Senaryo 19	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,40	144768235	%21,64	2,8352
Taşıt İşletme Giderleri	1,20			
Zaman Maliyetleri	1,25			
Bakım Maliyetleri	1,30			
Yapım Maliyetleri	0,90			
İskonto Değeri	0,75			
Trafik Değerleri	1,25			
Hız Artış Oranları	1,50			

		ALTERNATİF 3		
Maliyetler	Senaryo 19	Net Bugünkü Değer (TL)	İç Karlılık Oranı	Fayda/Maliyet
Kaza Maliyetleri	1,40	175490544	%20,67	2,5282
Taşıt İşletme Giderleri	1,20			
Zaman Maliyetleri	1,25			
Bakım Maliyetleri	1,30			
Yapım Maliyetleri	0,90			
İskonto Değeri	0,75			
Trafik Değerleri	1,25			
Hız Artış Oranları	1,50			

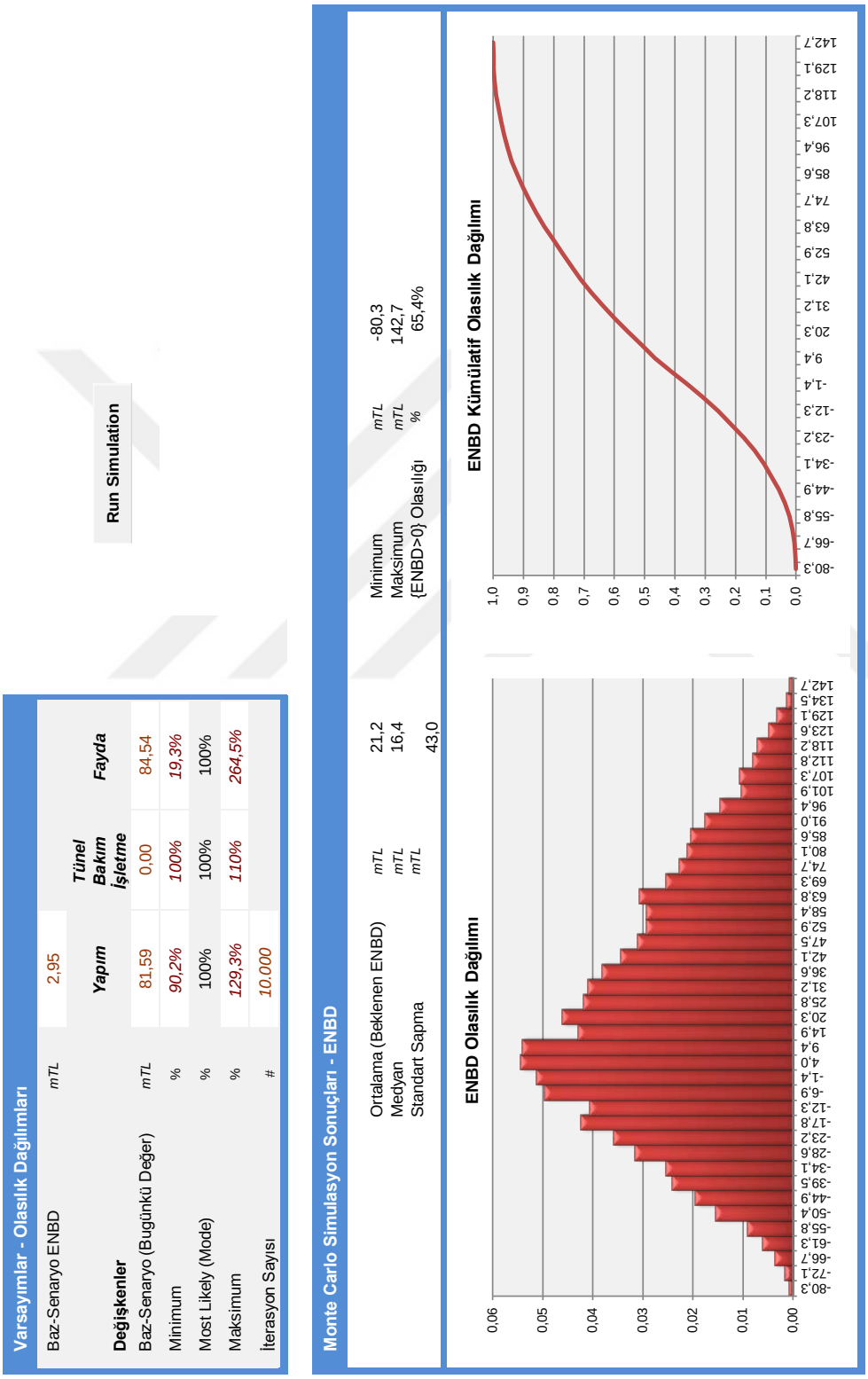
EK-10. Monte Carlo simülasyonu.

Çizelge 10.1. Alternatif proje 1'in Monte Carlo analizi sonuçları.



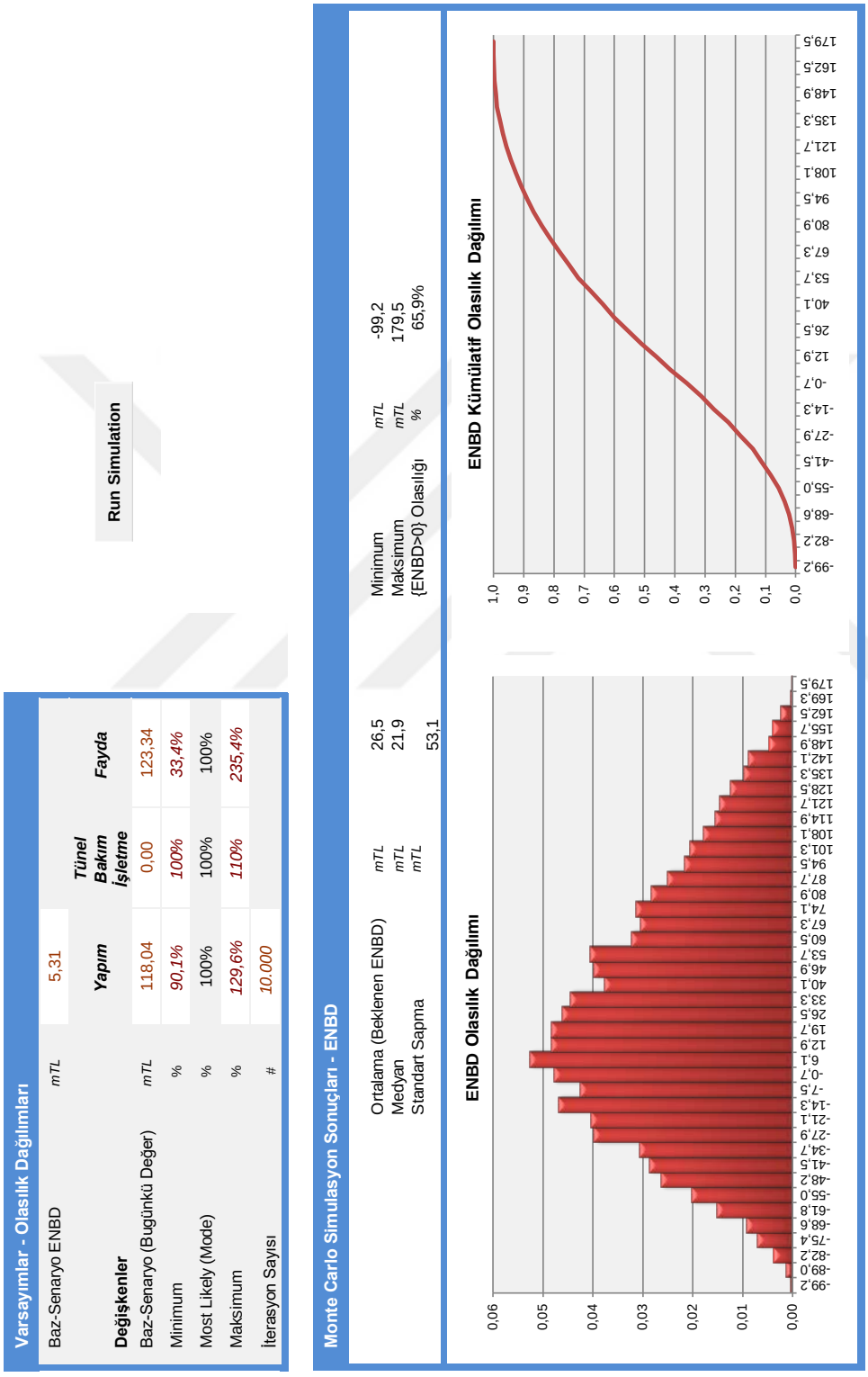
EK-10. (devam) Monte Carlo simülasyonu.

Çizelge 10.2. Alternatif proje 2'nin Monte Carlo analizi sonuçları.



EK-10. (devam) Monte Carlo simülasyonu.

Çizelge 10.3. Alternatif proje 3'ün Monte Carlo analizi sonuçları.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler



Soyadı, adı	: YILMAZ, Serkan
Uyruğu	: T.C.
Doğum tarihi ve yeri	: 10.11.1981, Ankara
Medeni hali	: Bekar
Telefon	: 0 (533) 359 24 63
e-mail	: syilmaz3@kgm.gov.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/Trafik Pln. ve Uyg.	Devam Ediyor
Lisans	ODTÜ / İnşaat Mühendisliği	2004
Lise	Ankara Atatürk Lisesi	1999

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2017-Halen	Karayolları Genel Müdürlüğü	İç Denetçi
2005-2017	Karayolları Genel Müdürlüğü	İnşaat Mühendisi

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

-

Hobiler

Müzik, Edebiyat



GAZİ GELECEKTİR…