

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**AHP YÖNTEMİYLE KENTİÇİ YOL AĞLARINDA KAVŞAK
TÜR SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CENGİZ AKÇAM

DENİZLİ, NİSAN - 2025

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**



**AHP YÖNTEMİYLE KENTİÇİ YOL AĞLARINDA KAVŞAK
TÜR SEÇİMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CENGİZ AKÇAM

DENİZLİ, NİSAN - 2025

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmalarının yapılması ve bulgularının analizlerinde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğine beyan ederim.

XXXXXX

CENGİZ AKÇAM

imza

ÖZET

KAVŞAK AHP YÖNTEMİYLE KENTİÇİ YOL AĞLARINDA TÜR SEÇİMİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

CENGİZ AKÇAM

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: PROF.DR. YETİŞ ŞAZİ MURAT)

DENİZLİ, NİSAN - 2025

Kavşaklar, farklı yönlerden gelen trafik akışlarının birleştiği, ayrıldığı (örüldüğü) veya kesiştiği ulaşım ağlarının kritik noktalarıdır. Kent içi trafiğinin giderek daha karmaşık hale gelmesi ve artan yoğunluk seviyeleri nedeniyle, kavşaklarla ilgili sorunlar ulaşım planıcıları ve mühendisleri için önemli bir endişe kaynağı olmaya devam etmektedir.

Kavşak tasarımının temel amacı, kavşak alanındaki çatışma noktalarını ortadan kaldırarak veya stratejik olarak uzaklaştırarak hem yaya hem de araç güvenliğini artırmaktır. İyi tasarlanmış bir kavşak, yalnızca trafik gecikmelerini en aza indirmek ve güvenliği artırmakla kalmayıp, aynı zamanda trafik kapasitesini optimize etmeli ve yakıt tüketimi ile emisyon gibi çevresel etkileri azaltmalıdır.

Uygun kavşak türünün seçimi, birden fazla faktörü içeren karmaşık bir karar verme sürecidir. Trafik gecikmesi, güvenlik performansı, kapasite, inşaat ve işletme maliyetleri ile çevresel etkiler gibi kriterlerin dikkatlice analiz edilmesi gerekmektedir. Ancak, bu kriterler bağımsız olarak değerlendirildiğinde, çelişkili sonuçlar ortaya çıkabilir ve bu durum tasarım aşamasında kapsamlı ve objektif bir sonuca ulaşmayı zorlaştırabilir. Bu sorunun üstesinden gelmek için, bu çalışmada çok ölçütlü karar verme (MCDM) yöntemleri kullanılarak farklı kavşak alternatiflerinin sistematik ve dengeli bir şekilde değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Bu bağlamda, Denizli'deki Üniversite Kavşağı için bir vaka çalışması gerçekleştirilmiş ve trafik verileri toplanarak analiz edilmiştir. Dönel kavşak, sinyalli dönel kavşak, sinyalli kavşak, durak kontrollü kavşak ve köprülü kavşak gibi farklı kavşak türleri Sidra Intersection yazılımı kullanılarak modellenmiştir. Bu modellerden elde edilen trafik gecikmesi, inşaat maliyeti, yakıt tüketimi ve trafik güvenliği göstergeleri gibi veriler Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemiyle sistematik olarak değerlendirilmiştir. Çalışma, bu nicel değerlendirmeleri bütünlükten çıkararak işletme verimliliği, güvenlik ve ekonomik uygulanabilirlik arasında denge sağlayan en uygun kavşak türünü belirlemeyi amaçlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Analitik Hiyerarşi Prosesi, Kavşak, Tür seçimi, Çok Ölçütlü Değerlendirme, Karar Destek Sistemi

ABSTRACT

INTERSECTION TYPE SELECTION IN URBAN ROAD NETWORKS WITH AHP METHOD

MSC THESIS

CENGİZ AKÇAM

PAMUKKALE UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE

CIVIL ENGINEERING

(SUPERVISOR: PROF. DR. YETİŞ ŞAZİ MURAT)

DENİZLİ, APRIL 2025

Intersections are critical points within transportation networks where traffic flows from different directions merge, diverge (weave), or cross. Due to the increasing complexity of urban traffic and rising congestion levels, intersection-related problems continue to be a major concern for transportation planners and engineers.

The primary objective of intersection design is to enhance both pedestrian and vehicular safety by either eliminating or strategically relocating conflict points within the intersection area. A well-designed intersection should not only minimize traffic delays and improve safety but also optimize traffic capacity and reduce environmental impacts such as fuel consumption and emissions.

The selection of an appropriate intersection type is a complex decision-making process involving multiple factors. Traffic delay, safety performance, capacity, construction and operational costs, and environmental impacts must be carefully analyzed. However, when these criteria are evaluated independently, they may yield conflicting results, making it challenging to reach a comprehensive and objective conclusion during the design phase. To address this issue, this study employs multi-criteria decision-making (MCDM) methods to systematically and balancedly evaluate different intersection alternatives.

In this context, a case study was conducted for the University Intersection in Denizli, where traffic data were collected and analyzed. Various intersection configurations—including roundabout, signalized roundabout, signalized intersection, stop-controlled intersection, and grade-separated intersection—were modeled using Sidra Intersection software. The data obtained from these models, such as traffic delay, construction cost, fuel consumption, and traffic safety indicators, were systematically evaluated using the Analytic Hierarchy Process (AHP). The study aims to integrate these quantitative assessments to determine the most suitable intersection type, balancing operational efficiency, safety, and economic feasibility.

KEYWORDS: Analytical Hierarchy Process, Intersection, Type selection, Multi-Criteria Evaluation, Decision Support System

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	x
ÖNSÖZ.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. TEORİK ÇERÇEVE	3
2.1 Kavşak Türleri	3
2.1.1 Hemzemin Kavşaklar.....	4
2.1.2 Dönel Kavşaklar	5
2.1.3 Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar.....	8
2.2 Farklı Düzeyli (Köprülü) Kavşaklar.....	9
2.3 Kavşak Tasarımı.....	12
3. YÖNTEM.....	15
3.1 Denizli Üniversite Kavşağının Sıdra Intersection Bilgisayar Programı İle Analizi	15
3.1.1 Kavşağın Özellikleri	15
3.1.2 Sıdra Intersection Programı	16
3.1.3 Programın Özellikleri	16
3.1.4 SIDRA Intersection Programı ile Üniversite Kavşağının Çözümleri	17
3.1.4.1 Sinyalize Sığınmalı Kavşak Tasarımı	17
3.1.4.1.1 Sinyalize Sığınmalı Kavşak Çözümleme Özeti	18
3.1.4.1.1.1 Sinyalize Sığınmalı Kavşak Sonuçları	18
3.1.4.2 Sinyalize Kavşak ile Çözümleme.....	19
3.1.4.2.1 Sinyalize Kavşak Çözümleme Özeti.....	20
3.1.4.2.1.2 Sinyalize Kavşak Sonuçları.....	20
3.1.4.3 Dönel Kavşak ile Çözümleme.....	21
3.1.4.3.1 Dönel Kavşak.....	21
3.1.4.3.2 Dönel Kavşak Sonuçları	22
3.1.4.4 Köprülü Kavşak ile Çözümleme	23
3.1.4.4.1 Köprülü Kavşak ile Çözümleme Sonuçları	24
3.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanılarak Kavşak Tür Seçimi.....	25
3.2.1 Karar Problemi ve Süreci.....	25
3.2.1.1 Çok Amaçlı Karar Vermenin Gelişimi	26
3.2.1.1.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)	27
3.2.1.1.2 Çok Nitelikli Karar Verme ve Analitik Hiyerarşi Prosesi	29
3.2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi.....	29
3.2.2.1 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Yapısı ve Temel Özellikleri.....	29
3.2.2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantaj ve Sakıncaları.....	30
3.2.2.3 Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Problem Çözme Aşamaları.....	32

3.2.3	Kavşak Tipi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine Dayalı Literatür İncelemesi	33
3.2.3.1	Literatür Özeti	33
3.3	AHP İle Kavşak Türü Seçimi	37
3.4	AHP Yöntemiyle 8 Senaryolu Kavşak Seçim Örneği	37
4.	BULGULAR	39
4.1	Kriterlere Göre AHP Matrislerinin Çözümü	39
4.1.1	Gecikme Kriteri	39
4.1.2	Maliyet Kriteri	42
4.1.3	Yakıt Tüketimi Kriteri	45
4.1.4	Trafik Güvenliği Kriteri	48
4.1.5	Senaryo Ağırlıklarının Belirlenmesi	51
4.1.6	Kriter Ağırlıkları İçin Hassasiyet Analizi	55
4.1.6.1	Gecikme Kriterinin Artırılması	56
4.1.6.2	Maliyet Kriterinin Arttırılması	58
4.1.6.3	Yakıt Tüketimi Kriterinin Arttırılması	61
4.1.6.4	Trafik Güvenliği Kriterinin Arttırılması	63
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	67
6.	KAYNAKLAR.....	70
7.	EKLER.....	74
EK 1:	Senaryo 1 için hesaplamalar	74
EK 2:	Senaryo 2 İçin Hesaplamalar	93
EK 3:	Senaryo 3 İçin Hesaplamalar	105
EK 4:	Senaryo 4 İçin Hesaplamalar	117
EK 5:	Senaryo 5 İçin Hesaplamalar	129
EK 6:	Senaryo 6 İçin Hesaplamalar	141
EK 7:	Senaryo 7 İçin Hesaplamalar	153
EK 8:	Senaryo 8 İçin Hesaplamalar	165
8.	ÖZGEÇMİŞ.....	177

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Sinyalli (Işıklı) Kavşak.....	4
Şekil 2.2: Dönel (Yuvarlak ada) Kavşak	5
Şekil 2.3: Dönel Kavşakta Trafik Akım Manevraları Gösterimi.....	6
Şekil 2.4: Şekil 2.4. Yatay İşaretlemeli Dönel Kavşak Örneği	6
Şekil 2.5: Çok Şeritli Dönel Kavşak Örneği.....	7
Şekil 2.6: Dönel Kavşak Giriş Kolunda İşaretleme Örneği.....	8
Şekil 2.7: Sinyalize Kavşak Örneği	9
Şekil 2.8: Sinyalize Dönel Kavşağın Bir Yaklaşım Kolu Örneği.....	9
Şekil 2.9: Köprülü Kavşak.....	10
Şekil 2.10: Köprülü Kavşağın Bir Yaklaşım Kolu Örneği	10
Şekil 3.1: Üniversite Kavşağı	15
Şekil 3.2: Sinyalize Sığınmalı (Cepli) Kavşak Geometrisi	18
Şekil 3.3: Sinyalize Kavşak Modellemesi	20
Şekil 3.4: Dönel Kavşak Geometrisi	22
Şekil 3.5: Köprülü Kavşak Geometrisi.....	24
Şekil 3.6: Karar sürecinde problem çözme aşamaları	26
Şekil 3.7: AHP ile Çözüm Aşamaları	28
Şekil 3.8: AHP Kavşak Tür Seçim Modeli Hiyerarşik Yapısı	37
Şekil A.1: Trafik Hacimleri	74
Şekil A.2: Maliyet Sonuçlarının şekilsel gösterimi	75
Şekil A.3: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının şekilsel gösterimi	76
Şekil A.4: Gecikme Sonuçlarının şekilsel gösterimi	77
Şekil A.5: Trafik Hacimleri	78
Şekil A.6: Maliyet Sonuçlarının şekilsel gösterimi	79
Şekil A.7: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının şekilsel gösterimi	80
Şekil A.8: Gecikme Sonuçlarının şekilsel gösterimi	81
Şekil A.9: Trafik Hacimlerinin Girilmesi.....	82
Şekil A.10: Maliyet Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi	83
Şekil A.11: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi	84
Şekil A.12: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi	85
Şekil A.13: Gecikme Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi.....	86
Şekil A.14: Maliyet Sonuçlarının şekilsel gösterimi	87
Şekil A.15: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının şekilsel gösterimi	88
Şekil A.16: Gecikme Sonuçlarının şekilsel gösterimi	89
Şekil A.17: Maliyet Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi	90
Şekil A.18: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi	91
Şekil A.19: Gecikme Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi.....	92

TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 2.1: Kavşak Tipi Kapasite, Güvenlik ve Maliyet Karşılaştırması	14
Tablo 3.1: Sinyalize Sığınmalı Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi	19
Tablo 3.2: Sinyalize Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi	21
Tablo 3.3: Dönel Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi.....	23
Tablo 3.4: Köprülü Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi	24
Tablo 3.5: Önem Dereceleri	32
Tablo 3.6: RI Değerleri	33
Tablo 4.1: Gecikme Kriteri AHP Matrisi.....	39
Tablo 4.2: Gecikme Kriteri Normalize Edilmiş Matris.....	40
Tablo 4.3: Gecikme Kriteri Öncelikler Vektörü	40
Tablo 4.4: Gecikme Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi	41
Tablo 4.5: Maliyet Kriteri AHP Matrisi.....	42
Tablo 4.6: Maliyet Kriteri Normalize Edilmiş Matris	43
Tablo 4.7: Maliyet Kriteri Öncelikler Vektörü	43
Tablo 4.8: Maliyet Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi	44
Tablo 4.9: Yakıt Tüketimi Kriteri AHP Matrisi.....	45
Tablo 4.10: Yakıt Tüketimi Kriteri Normalize Edilmiş Matris	46
Tablo 4.11: Yakıt Tüketimi Kriteri Öncelikler Vektörü	46
Tablo 4.12: Yakıt Tüketimi Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi	47
Tablo 4.13: Trafik Güvenliği Kriteri AHP Matrisi	48
Tablo 4.14: Trafik Güvenliği Kriteri Normalize Edilmiş Matris.....	49
Tablo 4.15: Trafik Güvenliği Kriteri Öncelikler Vektörü.....	49
Tablo 4.16: Trafik Güvenliği Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi.....	50
Tablo 4.17: Belirlenmiş sekiz farklı senaryo, dört parametreye göre kavşak ağırlıkları	51
Tablo 4.18: Senaryo bire göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	51
Tablo 4.19: Senaryo ikiye göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	52
Tablo 4.20: Senaryo üçe göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	52
Tablo 4.21: Senaryo dörde göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	53
Tablo 4.22: Senaryo beşe göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	53
Tablo 4.23: Senaryo altıya göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	54
Tablo 4.24: Senaryo yediye göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	54
Tablo 4.25: Senaryo sekize göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi.....	55
Tablo 4.26: Her bir senaryo ve parametreye göre meydana gelen ağırlıkların tek bir tabloda gösterilmesi	55
Tablo 4.27: Gecikme kriterinin %10 arttırılması	56
Tablo 4.28: Gecikme kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	56

Tablo 4.29: Gecikme kriterinin %20 arttırılması	57
Tablo 4.30: Gecikme kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	57
Tablo 4.31: Gecikme kriterinin %30 arttırılması	57
Tablo 4.32: Gecikme kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	58
Tablo 4.33: Maliyet kriterinin %10 arttırılması	58
Tablo 4.34: Maliyet kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	59
Tablo 4.35: Maliyet kriterinin %20 arttırılması	59
Tablo 4.36: Maliyet kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	59
Tablo 4.37: Maliyet kriterinin %30 arttırılması	60
Tablo 4.38: Maliyet kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	60
Tablo 4.39: Yakt Tüketimi kriterinin %10 arttırılması	61
Tablo 4.40: Yakıt tüketimi kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	61
Tablo 4.41: Yakt Tüketimi kriterinin %20 arttırılması	61
Tablo 4.42: Yakıt tüketimi kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	62
Tablo 4.43: Yakt Tüketimi kriterinin %30 arttırılması	62
Tablo 4.44: Yakıt tüketimi kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	63
Tablo 4.45: Trafik güvenliği kriterinin %10 arttırılması.....	63
Tablo 4.46: Trafik güvenliği kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	63
Tablo 4.47: Trafik güvenliği kriterinin %20 arttırılması.....	64
Tablo 4.48: Trafik güvenliği kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	64
Tablo 4.49: Trafik güvenliği kriterinin %30 arttırılması.....	64
Tablo 4.50: Trafik güvenliği kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar	65
Tablo 4.51: Tüm arttırılmış ağırlık oranlarının tek bir tabloda gösterilmesi ...	65
Tablo B.1: Senaryo 2 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	93
Tablo B.2: Senaryo 2 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	94
Tablo B.3: Senaryo 2 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	95
Tablo B.4: Senaryo 2 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali	96
Tablo B.5: Senaryo 2 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali	97
Tablo B.6: Senaryo 2 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali	98
Tablo B.7: Senaryo 2 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali	99
Tablo B.8: Senaryo 2 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali	100
Tablo B.9: Senaryo 2 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali	101
Tablo B.10: Senaryo 2 Trafik Güvenliği Verilerinin %10 arttırılmış hali	102
Tablo B.11: Senaryo 2 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali	103
Tablo B.12: Senaryo 2 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali	104
Tablo C.1: Senaryo 3 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali	105
Tablo C.2: Senaryo 3 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali	106
Tablo C.3: Senaryo 3 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	107
Tablo C.4: Senaryo 3 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali	108
Tablo C.5: Senaryo 3 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali	109
Tablo C.6: Senaryo 3 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali	110

Tablo C.7: Senaryo 3 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	111
Tablo C.8: Senaryo 3 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	112
Tablo C.9: Senaryo 3 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	113
Tablo C.10: Senaryo 3 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	114
Tablo C.11: Senaryo 3 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	115
Tablo C.12: Senaryo 3 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	116
Tablo D.1: Senaryo 4 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali	117
Tablo D.2: Senaryo 4 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali	118
Tablo D.3: Senaryo 4 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali	119
Tablo D.4: Senaryo 4 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali	120
Tablo D.5: Senaryo 4 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali	121
Tablo D.6: Senaryo 4 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali	122
Tablo D.7: Senaryo 4 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	123
Tablo D.8: Senaryo 4 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	124
Tablo D.9: Senaryo 4 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	125
Tablo D.10: Senaryo 4 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	126
Tablo D.11: Senaryo 4 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	127
Tablo D.12: Senaryo 4 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	128
Tablo E.1: Senaryo 5 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	129
Tablo E.2: Senaryo 5 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	130
Tablo E.3: Senaryo 5 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	131
Tablo E.4: Senaryo 5 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali	132
Tablo E.5: Senaryo 5 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali	133
Tablo E.6: Senaryo 5 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali	134
Tablo E.7: Senaryo 5 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali	135
Tablo E.8: Senaryo 5 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali	136
Tablo E.9: Senaryo 5 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali	137
Tablo E.10: Senaryo 5 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali	138
Tablo E.11: Senaryo 5 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali	139
Tablo E.12: Senaryo 5 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali	140
Tablo F.1: Senaryo 6 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	141
Tablo F.2: Senaryo 6 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	142
Tablo F.3: Senaryo 6 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	143
Tablo F.4: Senaryo 6 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	144
Tablo F.5: Senaryo 6 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	145
Tablo F.6: Senaryo 6 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	146
Tablo F.7: Senaryo 6 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali	147
Tablo F.8: Senaryo 6 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali	148
Tablo F.9: Senaryo 6 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali	149
Tablo F.10: Senaryo 6 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali	150
Tablo F.11: Senaryo 6 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali	151
Tablo F.12: Senaryo 6 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali	152
Tablo G.1: Senaryo 7 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali	153
Tablo G.2: Senaryo 7 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali	154
Tablo G.3: Senaryo 7 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali	155
Tablo G.4: Senaryo 7 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali	156
Tablo G.5: Senaryo 7 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali	157
Tablo G.6: Senaryo 7 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali	158
Tablo G.7: Senaryo 7 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	159
Tablo G.8: Senaryo 7 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	160

Tablo G.9: Senaryo 7 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	161
Tablo G.10: Senaryo 7 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	162
Tablo G.11: Senaryo 7 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	163
Tablo G.12: Senaryo 7 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	164
Tablo H.1: Senaryo 8 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali	165
Tablo H.2: Senaryo 8 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali	166
Tablo H.3: Senaryo 8 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali	167
Tablo H.4: Senaryo 8 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali	168
Tablo H.5: Senaryo 8 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali	169
Tablo H.6: Senaryo 8 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali	170
Tablo H.7: Senaryo 8 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	171
Tablo H.8: Senaryo 8 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	172
Tablo H.9: Senaryo 8 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	173
Tablo H.10: Senaryo 8 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali.....	174
Tablo H.11: Senaryo 8 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali.....	175
Tablo H.12: Senaryo 8 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali.....	176



KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AHP	: Analitik Hiyerarşi Süreci
ANP	: Analytic Network Process
BAHS	: Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci
ÇAKV	: Çok Amaçlı Karar Verme
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
ÇNKV	: Çok Nitelikli Karar Verme
SİDRA	: Signalised Intersection Design and Research Aid
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu



ÖNSÖZ

Ulaşım sistemlerinin etkin ve güvenli bir şekilde işlemesi, kentleşmenin hızla arttığı günümüzde büyük bir önem taşımaktadır. Özellikle kavşaklar, trafik akışının kesiştiği kritik noktalar olarak, hem trafik güvenliği hem de kapasite açısından dikkatle ele alınması gereken alanlardır. Kavşak tasarımına yönelik doğru kararların verilmesi, yalnızca trafiğin daha verimli yönetilmesini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda çevresel etkilerin ve ekonomik maliyetlerin azaltılmasına da katkıda bulunmaktadır.

Bu çalışmada, kavşak tasarımında karşılaşılan zorluklara çok ölçütlü karar verme (MCDM) yöntemleri ile sistematik bir yaklaşım geliştirilmiş ve farklı kavşak türleri Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir. Denizli kentinde bulunan Üniversite Kavşağı üzerinde gerçekleştirilen vaka çalışması, trafik mühendisliği alanında bilimsel ve pratik katkılar sunmayı amaçlamaktadır.

Tez çalışmam süresince bana rehberlik eden, değerli bilgi ve deneyimlerini paylaşan danışman hocama en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca, araştırmamın her aşamasında desteklerini esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma minnettarım. Çalışmamın, kavşak tasarımı ve trafik mühendisliği alanında çalışan araştırmacılar ve uygulayıcılar için faydalı olmasını dilerim.

1. GİRİŞ

İnsan topluluklarının tarihi incelendiğinde ulaştırmanın ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Özel olarak, yeni buluşların ve insan hayatındaki önemli değişikliklerin, ulaştırma tekniğinin kavuştuğu bugünkü büyük gelişmede önemli rol oynadığı şüphesizdir. İlkel çağlarda insan toplulukları küçük ve aralarındaki iletişimin az olduğundan önemli bir yer değiştirme söz konusu değildi.

Son yüzyılda görülen gelişmeler, şehirlerin büyümesi ve yoğun hale gelmesi, şehir içi ve çevrelerinde sanayileşmenin ve ticaret merkezlerinin artması trafiği önemli derecede arttırmıştır. Trafik, birçok gelişmiş ülke gibi bizim ülkemizde de önemli bir sorun haline gelmiştir.

Türkiye’de özellikle kent içi kavşaklarda meydana gelen sorunlar, çözümsüzlüklerin devam etmesi, artan taşıt sayısı ve üretilen çözüm yollarının bilimsellikten uzak olması kavşaklardaki çözümsüzlüğün güncelliğini hep korumasına neden olmaktadır.

Kavşaklarla ilgili sorunların çözümlenmesi genellikle geçici, kısa dönemli planlamaların yapılması ve bazen de kapasite üstü yatırımların yapılması enerji ve maliyet kaybına neden olmaktadır. Örneğin, çok fazla trafik akımının görülmediği bir noktada, yüksek kapasiteli bir kavşak inşa edilmesi maliyet açısından büyük bir külfet getireceği gibi, tam tersi bir durumda yani mevcut trafik hacmine göre imalat yapılmayıp daha sığ bir kavşak düzenlemesinde ise gecikmeler, trafik sıkışıklığı vb. durumlardan ötürü yakıt tüketimi zehirli gaz salınımı vb. gibi yine birçok olumsuzluk ortaya çıkmaktadır.

Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, 2024 yılında Türkiye’de trafiğe kayıtlı araç sayısında belirgin bir artış yaşandı. Yıl boyunca trafiğe kaydı yapılan taşıt sayısı, bir önceki yıla göre %13,5 artarak 2 milyon 598 bin 816’ya ulaştı. Aynı dönemde, trafikten kaydı silinen taşıt sayısı %15,6 artışla 36 bin 657 oldu. Sonuç olarak, 2024 yılı sonunda trafikteki toplam taşıt sayısı 2 milyon 562 bin 159 artış göstererek 31 milyon 301 bin 389’a yükseldi (TÜİK 2024).

Bu durum hem kentdişı, hem de kent içi yol ağlarını etkilemekte ve etkin bir altyapı çözümünü gerektirmektedir.

Bu manada, trafik kapasitesi, şerit genişliği, gecikme, sinyalizasyon vb. kavşak parametrelerinin bilimsel bir şekilde ele alınıp bunun neticesinde uygun bir kavşak türü seçiminin yerel yönetimler için büyük bir avantaj sağlayacağı dolayısıyla ülkemiz için çok önemli ekonomik kazanç, çevre için minimum kirlilik ve sürücüler için ise pozitif psikoloji getireceği aşikârdır. Bu tez çalışmasında çok ölçütlü değerlendirme yöntemlerinden AHP yöntemi kullanılarak kavşak türü seçimi için bir karar destek modeli geliştirilmiştir.



2. TEORİK ÇERÇEVE

2.1 Kavşak Türleri

Kavşaklar birden fazla yönden gelen trafik akımlarının kesiştiği ayrıldığı, birleştiği veya örüldüğü yani ortak kullanıldığı alanlardır. Diğer bir deyişle kavşaklar kent içi ve kent dışı karayollarında araç veya yaya trafiğinin çakıştığı bölgelerdeki mühendislik yapılarıdır (KGM 2005).

Kavşaklar aynı zamanda araçların birbiriyle veya yayaların değişik yönden gelen trafik akımlarıyla kesiştiği, akımın:

- Sürekliliğinin kesilmesi
- Emniyetin azalması
- Hızın azalması
- Durma ve gecikmelerin artması
- Taşıt işletme maliyetlerinin artması
- Kapasitenin azalması

gibi olumsuz nedenleri ortadan kaldırmak amacıyla yapılan mühendislik yapılarıdır.

Kavşakları genel özellikleri aşağıdaki biçimde tanımlanabilir

- Karışıklık ve kazaların en yoğun olduğu bölgelerdir.
- Hızın azalması nedeniyle gecikmeler kaçınılmazdır.
- Yavaşlama, duraklama ve hızlanma nedenleri ile gürültü, hava kirliliği ve yakıt tüketimi artar.
- Yaklaşım kollarının kapasitelerini belirler.

Kavşaklar kesiştikleri düzlemlerin durumlarına göre ikiye ayrılırlar (Yayla, 2002).

- 1) Hemzemin (Eşdüzey) Kavşaklar
- 2) Farklı Seviyeli (Köprülül) Kavşaklar

2.1.1 Hemzemin Kavşaklar

Çeşitli yönlerden gelen araç hareketlerinin aynı düzlemde kesiştiği alanlardır. Kısmen düşük trafik hacmine sahip kent dışı ve kent içi yollarda tercih edilir.

Hemzemin kavşaklarda başlıca kol sayısı, ana ve tali yoldaki trafik hacmi, sağa ve sola dönen trafik hacmi ve proje hızı dikkate alınarak; emniyet ve kapasitenin artması, trafik akımının kontrol altına alınması, durma ve gecikmelerin azaltılması vb. hususları sağlayacak şekilde tasarlanır.

Hemzemin kavşakların tasarımında ayrıca;

- Ekonomi
- Topoğrafya
- Kavşağa giren-çıkan tüm araçların görülebilmesi
- Estetik ve çevre uyumu
- En az manevra ile kavşağı terk edebilme

gibi unsurlar dikkate alınır.

Şekil 2.1’de sinyalli ve Şekil 2.2’de ise, dönel (yuvarlak ada) hemzemin kavşaklar gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Sinyalli (Işıklı) Kavşak



Şekil 2.2: Dönel (Yuvarlak ada) Kavşak

Hemzemin kavşaklar, sahip oldukları trafik hacminin büyüklüğüne bağlı olarak, işletme yönünden:

1. Kontrolsüz
2. Sinyalize
3. Yuvarlak Ada (Dönel)

olarak düzenlenirler. Aşağıda sırayla bu kavşak türleri açıklanmıştır.

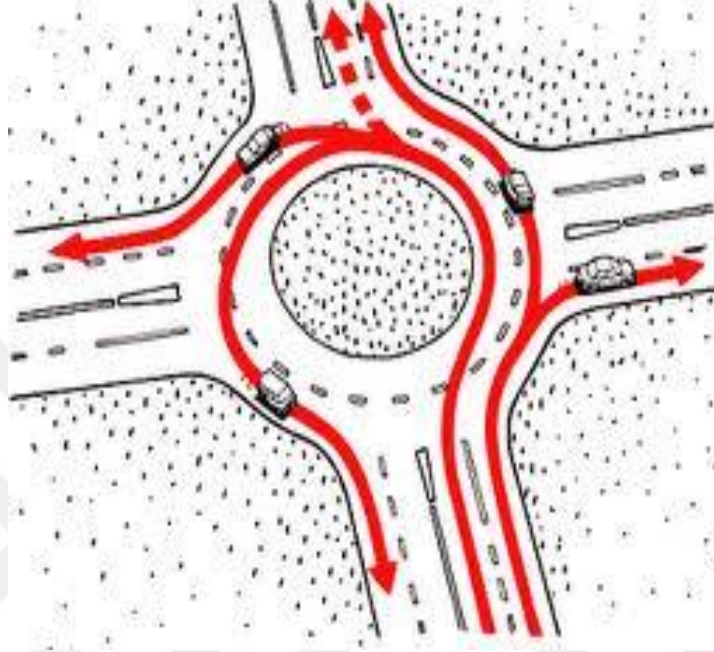
2.1.2 Dönel Kavşaklar

Kavşak ortasında etrafında trafiğin döndüğü bir ada varsa, bu tip kavşaklar “Dönel Kavşak” olarak isimlendirilir. Bir yolun kavşakla birleşen kısmına kavşak ayağı denir. Bunların sayısına göre, üçlü, dörtlü veya çok ayaklı kavşak olarak adlandırılır (KGM 2005).

Dönel kavşak geometrisinin tasarımı, emniyet ile kapasite arasında bir seçim yapılmasını gerektirir. Çünkü dönel kavşaktaki araç için giriş ve çıkışta kavşağın geometrik yapısından dolayı emniyetli bir hareket sağlanırken kapasitenin ciddi oranda düşmesine neden olur. Dolayısıyla kavşağa giriş çapı ve dairesel uzunluğu azaldıkça kavşak kapasitesi de önemli ölçüde azalmaktadır. Ancak kavşak içindeki dönel ada çapına bağlı olarak, daha fazla sayıda araç seyredebildiğinden dolayı kavşak

kollarında kuyruk oluşumu azaltılabilmekte ve örölme trafiğinin fazla olmadığı hallerde göbek etrafında kesintisiz bir akım sağlanabilmektedir (Pilko 2017).

Şekil 2.3’de dönel kavşaktaki trafik akımlarının manevraları, Şekil 2.4’te ise yatay işaretlemeli dönel kavşak örneği gösterilmiştir (FHWA 2000).



Şekil 2.3: Dönel Kavşakta Trafik Akım Manevraları Gösterimi



Şekil 2.4: Şekil 2.4. Yatay İşaretlemeli Dönel Kavşak Örneği

Şekil 2.5'te, çok çeşitli ve büyük ada yarıçapına sahip olan bir dönel kavşak örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.5: Çok Şeritli Dönel Kavşak Örneği

Şekil 2.3, 2.4 ve 2.5'te görüldüğü üzere dönel kavşaklar farklı biçim ve boyutlarda tasarlanabilmektedir. Bu kavşak tasarımında trafik hacmi, yol ağının özellikleri, maliyet, trafik güvenliği vb. gibi unsurlar dikkate alınmaktadır (Murat ve diğ. 2016).

Dönel kavşakta trafiğin güvenli ve etkin biçimde işleyebilmesi için genel olarak aşağıdaki özelliklerin gerekli olduğu kabul edilir (KGM 2005).

1. Dönel kavşaklar sürücüler tarafından yol sisteminde kolay ayırt edilebilir olmalıdır.
2. Dönel kavşak planı sürücülerin kavşağa yavaş girmelerini ve kavşak içinde düşük hızda seyretmelerini sağlamalıdır.
3. Dönel kavşak planı kolayca görülebilir ve uygun işaretlenmiş olmalıdır.
4. Sürücülerin kavşağa girebilmesi ve yaya-bisikletlilerin hareketlerini gözlemleyebilmesi için bütün kavşak giriş noktalarında yeterli dönüş uzaklığının sağlanmış olması gerekir (Çakıcı 2014).
5. Dönel kavşağın geceleri güvenli bir şekilde işleyebilmesi için yeterli sayıda aydınlatma sağlanmış olmalıdır.



Şekil 2.6: Dönel Kavşak Giriş Kolunda İşaretleme Örneği

Şekil 2.6’da görüldüğü üzere, kavşak tasarımında fiziki yapılar ile beraber, yatay ve düşey işaretlemelerin de kullanılması etkin ve standartlara uygun tasarımlarının geliştirilmesi için önem arz etmektedir.

2.1.3 Sinyalize Eşdüzey Kavşaklar

En gelişmiş ve en güvenilir kavşak denetim biçimi sinyalize kavşaklardır. Sinyalize bir kavşakta çatışan akımlar sırayla durdurulur ve akımların kesişmelerini önleyecek biçimde her bir akıma sırayla geçiş hakkı verilir.

Genellikle kentsel alanlarda yani yüksek trafik hacmine sahip yollar üzerinde kullanılan sinyalizasyon sistemleri, kavşak alanının etkin ve verimli kullanımını sağladığı için yüksek kapasitelere ulaşabilen bir kavşak iletişim biçimidir. Bunun yanı sıra, gerek yaya gerekse taşıt yönünden en güvenli düzenlemeyi sağlar. Sinyal lambalarının kavşağa yaklaşan sürücünün güvenli bir mesafeden görebileceği şekilde yerleştirilmiş olması aranan koşuldur.

Kavşak tasarımında, eldeki verilere göre, kavşağın türü belirlenebilir. Dönel kavşak ve sinyalize kavşağın birbirine göre üstünlükleri bilinirse, kavşak türü seçiminde faydalı olabilir. Aksi halde ekonomik olmayan (İlk yapım ve işletme

maliyeti açısından), sürüş konforunu bozan, gecikmeleri artıran ve yakıt tüketimini artıran durumlarla karşılaşılır.

Şekil 2.7’de sinyalizasyon dönele kavşak örneği ve Şekil 2.8’de ise sinyalizasyon dönele kavşağın bir yaklaşım kolu örneği gösterilmiştir.



Şekil 2.7: Sinyalizasyon Kavşak Örneği



Şekil 2.8: Sinyalizasyon Dönele Kavşağın Bir Yaklaşım Kolu Örneği

2.2 Farklı Düzeyli (Köprülü) Kavşaklar

Farklı düzeyli kavşaklar, alt geçit ya da üst geçit yardımı ile birbirini kesen trafik akımlarının farklı düzeylere aktarıldığı kavşaklardır. Ekspres yol veya otoyol

inşaatlarında, trafik sıkışıklıklarının yoğun olduğu bölgelerde, trafik kazalarının yoğun olduğu ve topografyanın başka çözümlere olanak sağlamadığı durumlarda farklı düzeyli kavşaklar düzenlenir.



Şekil 2.9: Köprülü Kavşak



Şekil 2.10: Köprülü Kavşağın Bir Yaklaşım Kolu Örneği

Kaza ve gecikmelere karşı en köklü çözüm kavşağın farklı düzeyli olarak yapılmasıdır. Ancak, bu tip kavşakların büyük yatırım gerektirmesi ayrıca kent içi yollarda ve özellikle merkez bölgelerinde kavşak için kullanılabilecek alanın sınırlı olması sebebiyle uygulaması kolay değildir (KGM, 2013).

Kent içinde büyük oranda kamulaştırma yapmak köprülÜ kavşak maliyetini oldukça artırmaktadır. Yollardaki trafik hacmine göre ne zaman farklı düzeyli türe geçilmesi gerektiği hakkında kesin bir nümerik değer vermek zor olmakla beraber, aşağıdaki durumlarda bu tür kavşak tesisi zorunlu ve uygun olmaktadır:

- Otoyollar gibi giriş kontrollü hız yollarında,
- Alınan çeşitli önlemlere rağmen kazaların ya da trafik sıkışıklığının azaltılmadığı eşdüzey kavşaklarda,
- Taşıt ve yolcu gecikmeleri ile kazaların sebep olduğu ekonomik kayıpların büyük olduğu yerlerde,
- Topografik koşullar itibari ile eşdüzey kavşağın daha zor ve pahalı olacağı yerlerde,
- Sağa ve sola dönüşlerin çok az olduğu yerlerde.

Farklı düzeyli kavşaklarda, farklı akımların kullandığı yollar arasında bu dönüşleri temin edecek bağlantı yolları (rampalar) olmayabilir. Ancak en ideal olan bu bağlantıların da sağlanmasıdır.

Kent içi yollarda, kavşak alanının sınırlı oluşu sebebi ile bu bağlantı yollarında yüksek eğim vermek zorunlu olabilir.

Kırsal yollarda alan bulmak daha kolay olduğundan bağlantılar daha düşük eğimde ve hızlanma, yavaşlama şeritlerini de içerecek şekilde planlanabilir.

KöprülÜ kavşakların kapasitesini etkileyen başlıca faktörler şunlardır (Zak ve Kruszynski 2013).

- Kavşak kollarının geometrik yapısı
- Giriş ve çıkış terminallerinin geometrik yapısı
- Anayol üzerindeki trafik yoğunluğu

Farklı düzey kavşakların pek çok türü vardır. Hangi türün seçileceği hususunda etkili faktörler; kavşağa birleşen yol sayısı, bu yolların birleşme şekli, yollar üzerindeki trafik miktarı, sağa ve sola dönenlerin oranı, kavşak için kullanmaya elverişli alanın büyüklüğü, topografik ve mali olanaklardır (Pilko 2017).

2.3 Kavşak Tasarımı

Kavşakların tasarımı, trafik mühendisliğinin bilgi, deneyim ve yaratıcılık yeteneklerinin bileşkesidir. Burada öncelik bilgiye dayanır. Bilgi ise trafik mühendisliğinin temel esasları ile kavşak tasarımına ait kriterlerin tümünü kapsamaktadır.

Kavşak, AASHTO tarafından “iki veya daha fazla yolun birleştiği veya kesiştiği yerde trafik hareketleri için yol boyu tesislerin kapladığı alan” olarak tanımlanır (Tunç 2003).

Bu tanımdan anlaşılacağı üzere, kavşak geometrisi için “kol sayısı ile yol ve yol boyu tesisler” ana elemanlardır. Ancak kavşak yol veya yol ekseninin bir parçası olduğundan dolayı işletme için

1. Elverişlilik
2. Emniyet
3. Hız
4. Kapasite
5. İşletme maliyeti

gibi faktörler kavşak tasarımında göz önünde tutulması gereken temel esaslardır. Ayrıca kesişen yollarda araçlar ya sapmadan yolu kullanmak ya da yön değiştirerek sağ/sol dönüş hareketi yapmaktadır (Tunç 2003).

Sapmayan veya sapan araçlar kavşak içinde yavaş ya da hızlı, sapmadan ilerleme, sapma, bekleme vb. hareketler ile birbirleri arasında çatışma noktaları yaratırlar ki bunları elimine etme, ayırma yönlendirme vb. işlemler için hızlanma veya yavaşlama şeritleri, sol dönüş şeritleri, dönüş kurları, ayırma ya da yönlendirme

adaları, rampalar vb. değişik geometrik tasarımlar ve trafik kontrol tesisleri düzenlenerek kavşak tasarımı yapılmalıdır.

AASTHO'ya göre kavşak tasarımı için 4 ana eleman göz önüne alınmalıdır.

1. İnsan faktörü
2. Trafik
3. Fiziksel elemanlar
4. Ekonomik faktörler

Tasarımı yapılacak kavşak öncelikle incelenmelidir. Burada kesişen akımların yönü, yaya hareketleri, kavşaktan geçen araçların cinsi, arazi topografyası, hali hazır planlar incelenir. Trafik sayımları yapılır. Bunlardan elde edilen verilere ve kapasite değerlerine göre uygun kavşak tipi seçilir.

Seçimde kavşağın basit olması, iyi işaretlenmesi, yanlış hareketlere meydan vermemesi düşünülmelidir.

Kavşak inşa edilip kullanıma açıldıktan sonra, arazide trafiğin nasıl aktığı, gözlemlenmeli ve sorgulanarak öğrenilmelidir.

Bunlara ek olarak şu önlemler alınmalıdır:

1. Kavşak içinde gerekirse öncelikli geçiş hakkını belirten işaretler veya sinyalizasyon sistemi kullanılır.
2. Kavşak giriş ve çıkışında yüksek hızlar varsa ve sinyalli grubun ucunda hız limitleri yapılır.
3. Kavşağın gece aydınlatılması yapılır
4. Kavşakta zemin kayganlığının önlenir
5. Kavşak içinde su drenajı ve deşerajların yapılır
6. Varsa bisiklet veya yaya yolları düzenlenir
7. Kavşak ana akımının önceliği yüksek trafikli duruma göre şekillendirilir.

Tablo 2.1'de farklı kavşak türleri için kapasite, güvenlik ve maliyet kriterlerine göre değerlendirme yapılmıştır.

Tablo 2.1: Kavşak Tipi Kapasite, Güvenlik ve Maliyet Karşılaştırması

Kavşak tipi	Kapasite	Güvenlik	Maliyet
Köprülü kavşak	Yüksek	Yüksek	Yapım,bakım,işletme,onarım maliyeti yüksek
Sinyalize	Yüksek	Sistem iyi işliyorsa yüksek	Yapım düşük Siny. Sistemi Onarım Yüksek İşletme
Dönel	Yüksek	Yüksek	Yapı, bakım, onarım düşük, orta ada aydınlatılmalı
İki yönlü ve tüm yönler dur kontrollü kavşak	Düşük	Yüksek değil	Yapım, bakım, onarım, işletme düşük

3. YÖNTEM

3.1 Denizli Üniversite Kavşağının Sıdra Intersection Bilgisayar Programı İle Analizi

3.1.1 Kavşağın Özellikleri

Çalışma kapsamında Denizli – Muğla yolu üzerindeki Pamukkale Üniversite kavşağı dikkate alınmıştır.

Denizli-Antalya yolu üzerinde olması, üniversite ile şehrin Kuzey-Güney aksı arasında ayrıca Doğu-Batı aksı arası bağlantı yolu olması, YOGT değerleri açısından (25000) önemli bir yol olması nedenlerinden ötürü bu kavşağın incelenmesi uygun görülmüştür.

Şekil 3.1’de kavşağı konumu ve geometrisi verilmiştir.



Şekil 3.1: Üniversite Kavşağı

Seçilen kavşak SIDRA Intersection programı yardımıyla incelenmiştir

3.1.2 Sidra Intersection Programı

Sidra Intersection programı sinyalli ve sinyalsiz farklı kavşakların tasarımı amacıyla geliştirilmiştir. Sidra Intersection bilgisayar programı kapasite açısında alternatif kavşak tasarımlarının değerdendirilmesi, hizmet seviyesi, araçlar ve yayalar için duraklama, kuyruk uzunluğu ve gecikme dâhil olmak üzere geniş yelpazede performans ölçümleri ve bunların yanı sıra yakıt tüketimi çevre kirliliğı ve işletme maliyetini tespit etmek için kullanılan ileri mikro analitik bir araçtır. Program ilk olarak 1975–1979 yılları arasında Dr. Rahmi Akçelik tarafından geliştirilmiştir (Akçelik, 2007).

Programın SIDRA olan ismi; önce “aaSidra” daha sonra Sidra Intersection olarak değıştirilmiştir. Sidra kelimesi sinyalli ve sinyalsiz kavşak tasarımı ve araştırma yardımı için kullanılan bir kısaltmadır. (SIDRA: Signalised Intersection Design and Research Aid)

Sidra Intersection bilgisayar programı, Avustralya, ABD ve başka ÷lkelerde yürüt÷len kapsamlı araştırmalara dayanan değerdli bir teknoloji transfer aracı olmuştur. Program, trafik mühendisleri ve planlamacıların uygulamalarındaki geri bildirimleri doğrudusunda sürekli olarak geliştirilmektedir.

Sidra Intersection programında trafik modelleri yerel koşullar için ayarlanabilmektedir. Sidra Intersection Programı, bu amaç için çeşitli olanaklar sunmaktadır. Program kapsamında, US HCM modellemeleri, Avustralya ve Yeni Zelanda için modellemeler trafiğın sağ ve sol sürüş kuralına göre olduğı ÷lkeler için ayrı modellemeler mevcuttur (Çakıcı ve Murat 2016).

3.1.3 Programın Özellikleri

SIDRA Intersection programının özellikleri aşağıda tanımlanmıştır

1. Birçok kavşak tipinin analizini yapabilmektedir.

2. Geometrik analiz yeteneđi yüksektir.
3. Kavşakta her bir şeridi ayrı ayrı inceleyerek sinyal süresi belirleyebilmektedir.
4. Kavşak performansı üzerinde ağır vasıtaların etkisini belirlenebilmektedir.
5. Giriş verileri programla birlikte hazır gelen şablonlar vasıtasıyla kolayca yorumlanabilmektedir.
6. Kendi seçeneklerini ayarlamak ve kullanmak mümkündür.
7. Pek çok ülkede kullanıldığında dolayı “Standart Left”, “New Zeland”, “US HCM (Metrik)”, “US HCM (US)”,ve RTA NSW olmak üzere 6 farklı modelleme mevcuttur.

SIDRA Intersection programının yukarıda ifade edilen özellikleriyle kavşak tasarımında oldukça başarılı ve etkin sonuçlar elde edilebilmektedir.

3.1.4 SIDRA Intersection Programı ile Üniversite Kavşağının Çözümleri

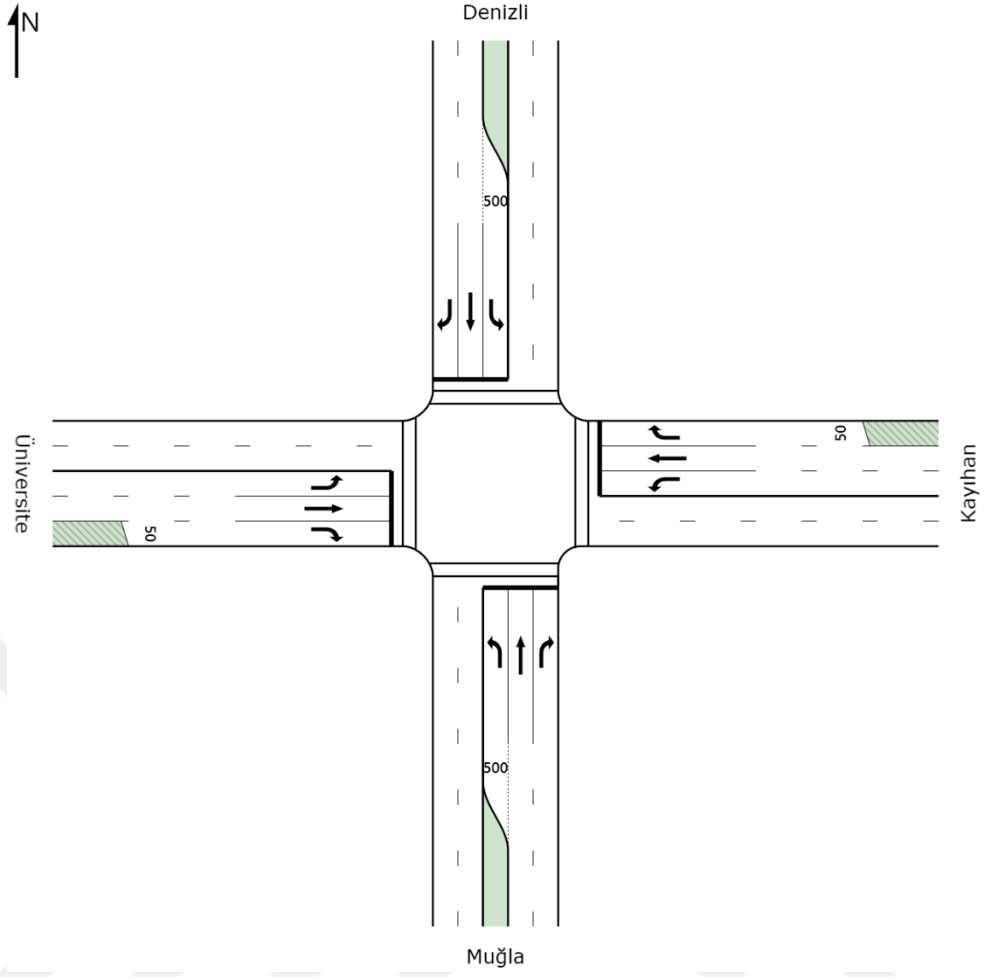
Tez çalışması kapsamında SIDRA Intersection Programı ile Üniversite Kavşağı modellenmiştir. Modelleme sürecinde, kavşağı dört farklı tasarımı dikkate alınmış ve bu tasarımlar için yapılan trafik sayımlarına göre, performans değerleri elde edilmiştir.

Kavşak; sinyalize sığınmalı, sinyalize, dönel, sinyalize dönel ve köprülü kavşak olmak üzere dört farklı biçimde modellenmiştir.

3.1.4.1 Sinyalize Sığınmalı Kavşak Tasarımı

Kavşaktaki trafik hacimleri ve sağ/sol dönüş oranları dikkate alınarak, Denizli ve Muğla kollarında sola dönüş cebi, Kayıhan ve Üniversite kollarında ise sağa dönüş cebi tasarlanmıştır. Şekil 3.2’de tasarlanan kavşak geometrisi verilmiştir.

Yapılan modellemelerde maliyeti, yakıt tüketimi, CO, kuyruklanma ve gecikme parametreleri dikkate alınmıştır. Tablo 3.1’de elde edilen performansları verilmiştir.



Şekil 3.2: Sinyalize Sığınmalı (Cepli) Kavşak Geometrisi

3.1.4.1.1 Sinyalize Sığınmalı Kavşak Çözümleme Özeti

3.1.4.1.1.1 Sinyalize Sığınmalı Kavşak Sonuçları

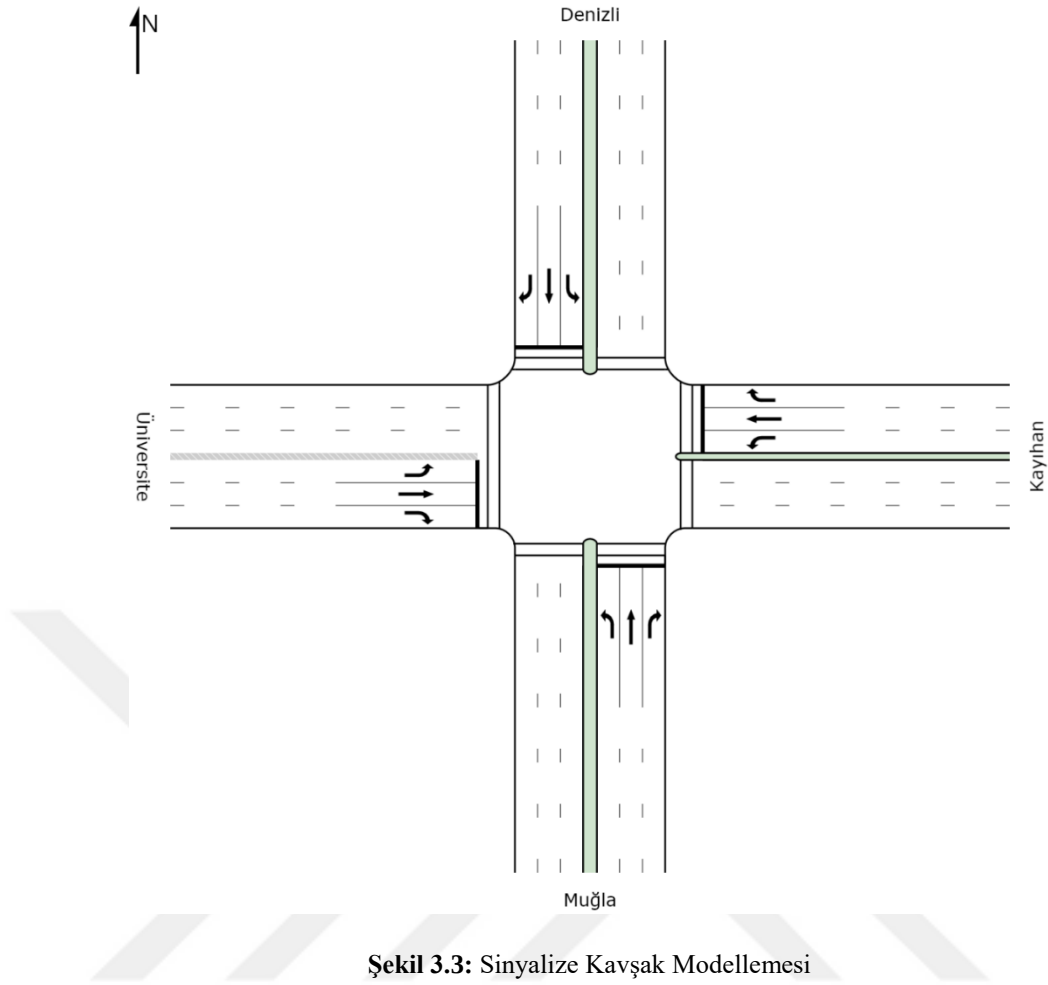
Sidra Intersection programı ile sinyalize sığınmalı olarak modellenen kavşağa ait performans ölçütleri Tablo 3.1’de verilmiştir.

Tablo 3.1: Sinyalize Sığınmalı Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi

	Antalya	Kayıhan	Denizli	Üniversite	Tüm kavşak
Maliyet (TL)	33.569,60	202,80	30.145,40	390,10	64.308,00
Yakıt Tüketimi	1.925,40	18,00	1.744,10	30,60	3.718,10
Co2	4.813,60	44,90	4.360,30	76,50	9.295,30
Co	179,50	2,60	166,40	4,00	352,60

3.1.4.2 Sinyalize Kavşak ile Çözümleme

Analizlerde dikkate alınan kavşak, sinyalize (Cepsiz) olarak modellenmiştir. Şekil 3.3’de bu modellemeye ait geometri verilmiştir.



Şekil 3.3: Sinyalize Kavşak Modellemesi

SIDRA Intersection programı ile modellenen kavşağın performans değerleri Tablo 3.2’de verilmiştir.

Pamukkale Üniversitesi Kavşağı ikinci olarak ayrı sığınma cebi olmayan sinyalize kavşak biçiminde modellenmiştir.

Şekil 3.3’de modellenen kavşak geometrisi gösterilmiştir

3.1.4.2.1 Sinyalize Kavşak Çözümleme Özeti

3.1.4.2.1.2 Sinyalize Kavşak Sonuçları

Tablo 2.2’de sinyalize olarak modellenen kavşağa ait performans sonuçları verilmiştir.

Tablo 3.2: Sinyalize Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi

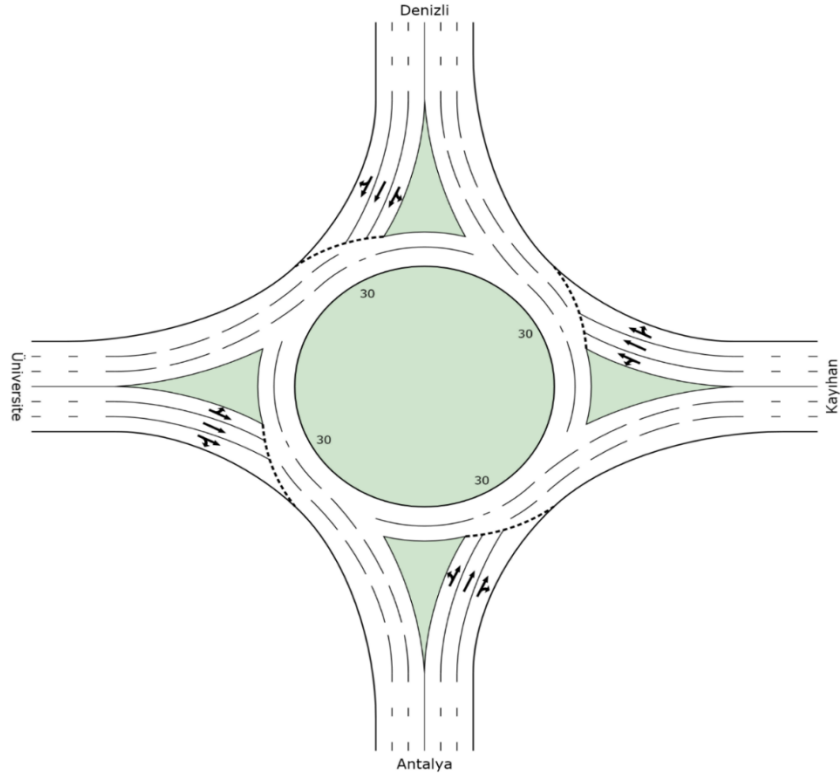
	Antalya	Kayhan	Denizli	Üniversite	Tüm kavşak
Maliyet (TL)	33.569,60	202,80	30.145,40	390,10	64.308,00
Yakıt Tüketimi	1.925,40	18,00	1.744,10	30,60	3.718,10
Co2	4.813,60	44,90	4.360,30	76,50	9.295,30
Co	179,50	2,60	166,40	4,00	352,60

3.1.4.3 Dönel Kavşak ile Çözümleme

3.1.4.3.1 Dönel Kavşak

Tez çalışması kapsamında dikkate alınan Üniversite Kavşağı üçüncü tasarım olarak Dönel Kavşak biçiminde modellenmiştir

Şekil 3.4'te modellenen Dönel Kavşak Geometrisi gösterilmiştir. Modellemede 30m yarıçaplı orta ada kullanılmıştır.



Şekil 3.4: Dönel Kavşak Geometrisi

Dönel Kavşak olarak tasarlanan Üniversite Kavşağının performans değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir

3.1.4.3.2 Dönel Kavşak Sonuçları

Dönel Kavşak olarak tasarlanan Üniversite Kavşağının performans değerleri Tablo 3.3'te verilmiştir

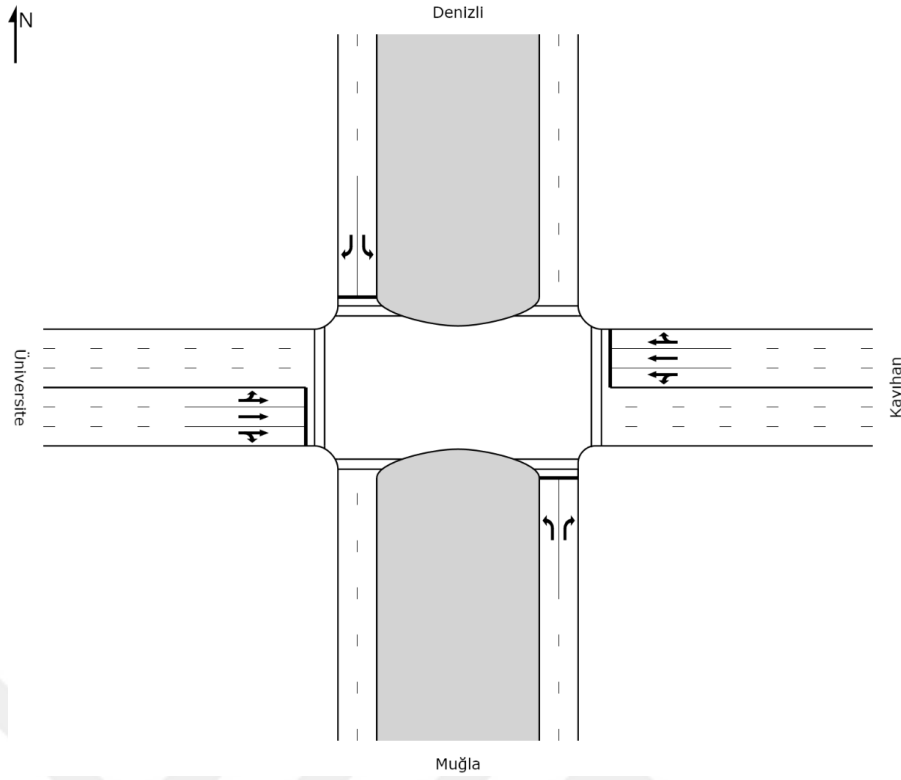
Tablo 3.3: Dönel Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi

	Antalya	Kayıhan	Denizli	Üniversite	Tüm kavşak
Maliyet	18.856,00	980,00	15.251,60	941,30	36.029,10
Yakıt Tüketimi	1.420,60	55,90	1.192,20	57,90	2.726,60
Co2	3.551,60	139,80	2.980,40	144,70	6.816,60
Co	257,20	4,10	223,10	5,20	489,50

3.1.4.4 Köprülü Kavşak ile Çözümleme

Çalışmada dikkate alınan Pamukkale Üniversitesi Kavşağı son olarak Köprülü (Farklı Seviyeli) Kavşak olarak modellenmiştir. Modellemede, Denizli ve Muğla yönlerindeki trafik hacimlerinin yoğunluğu dikkate alınarak bu yönlerin kesintiye uğramaması gözetilmiştir. Şekil 3.5’de modelleme kavşak geometrisi gösterilmiştir.

Modellenen kavşağın performans değerleri Tablo 3.4’de verilmiştir.



Şekil 3.5: Köprülü Kavşak Geometrisi

3.1.4.4.1 Köprülü Kavşak ile Çözümleme Sonuçları

Köprülü kavşak olarak tasarlanan Üniversite kavşağının performans değerleri Tablo 3.4’de verilmiştir.

Tablo 3.4: Köprülü Kavşaktaki Tüm Parametrelerin Gösterimi

	Antalya	Kayıhan	Denizli	Üniversite	Tüm kavşak
Maliyet	2.872,70	127,80	2.056,50	196,20	5.253,20
Yakıt Tüketimi	250,40	23,60	217,10	38,60	529,70
Co2	626,00	59,10	542,70	96,50	1.324,30
Co	27,20	6,00	21,80	10,50	65,50

3.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi Kullanılarak Kavşak Tür Seçimi

3.2.1 Karar Problemi ve Süreci

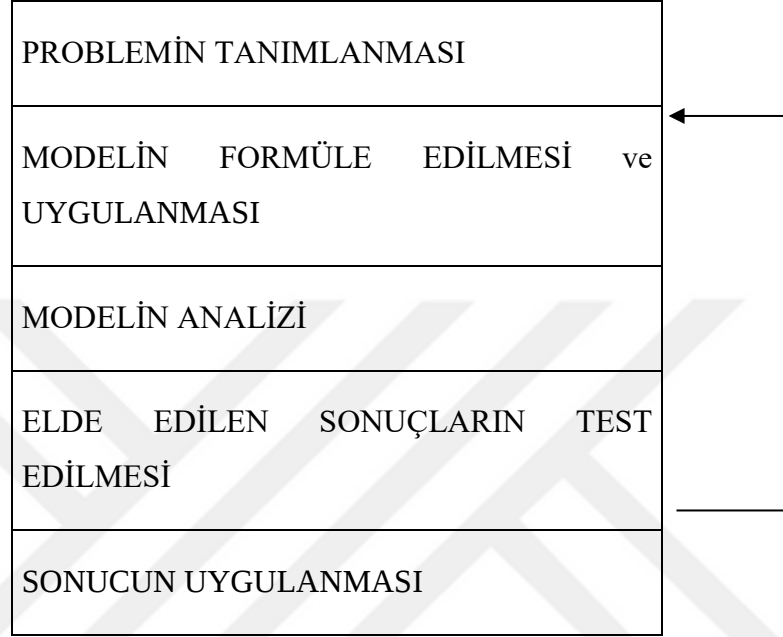
Gündelik hayatta önemli bir yer tutan karar verme işlemi aynı zamanda işletmeler içinde önem taşıyan bir işlemdir. İşletmeler açısından “doğru karar verme “ işletmelerin gelecekteki mevcudiyeti açısından hayati öneme sahiptir. “karar verme işlemi “ günümüzde rekabetin kesinleştiği iş hayatında günden güne daha da zorlaşan bir proses haline gelmiştir. Yöneticiler kararlarını sezgisel yolla (yargılarını kullanarak) veya tecrübelerinden yararlanarak verebilirler. Ancak, günümüz iş hayatındaki yoğun rekabet ortamında, kararların “ Sayısal karar Verme Teknikleri” ile desteklenerek en uygun optimal kararların alınması, işletmenin rakipleri karşısındaki rekabet gücünü arttıracak olan önemli bir güçtür.

Karar verme işlemi değişik şekillerde tanımlanmaktadır. Bu tanımlardan bazıları şunlardır: Karar verme, dar anlamda kararlar arsından en uygununu seçme olarak tanımlanabilir. Karar verilecek konuya ilişkin farklılık gösteren alternatifler arasında karşılaştırma yapıldıktan sonra, seçim işlemini yerine getirmek, karar verme sürecini oluşturur. Karar verme, çok yönlü bir olay içinde seçim yapmayı ifade etmektedir. İşletme yönetiminin bir kuramı olarak karar, bir seçimi ifade eder. Yöneticinin veya herhangi bir kişinin yaptığı seçim “karar”dır. O halde, “seçme, tercih etme, tavır alma, benimseme” ile “karar verme” çok yakından ilişkilidir. Yöneticinin konu üzerinde düşünüp taşınması sonucu çare veya çözüm olarak benimsediği yol yöneticinin kararını ifade eder. Ekonomik yapının temel taşı olarak işletmeleri amaçlarına ulaştırmadaki önemli fonksiyonlardan biri karar verme sürecidir”.

Karar sürecinde problem çözme aşamaları:

1. Karar probleminin belirlenmesi,
2. Karar problemine ilişkin karar unsurlarının belirlenmesi,
3. Karara ilişkin amaç ve kısıtların saptanması,
4. Model kurulması,
5. Alternatif çözümlerin belirlenmesi.

Yukarıda sayılan aşamalardan sonra veri toplanarak, derlenen veriler ile karar problemine ait model test edilerek, uygulama sonuçlarına göre elde edilen bulgular hakkında yorumlar yapılmaktadır.



Şekil 3.6: Karar sürecinde problem çözme aşamaları

3.2.1.1 Çok Amaçlı Karar Vermenin Gelişimi

Çok amaçlı karar vermenin tarihsel gelişimi aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Çok Amaçlı Karar Verme (ÇAKV/ Multi-Objective Decision Making) ile ilgili yayınlar 1950'lere dayamaktadır.
2. Sonraları literatürde "Baskın Çözüm" olarak geçen "Etkin Vektör" kavramı ilk olarak Koopmans tarafından ileri sürülmüştür.
3. Zaman içinde Kuhn-Tucker "Vektör Maksimizasyonu" problemini formüle etmiş ve etkin çözümler için gerekli optimallik koşullarını belirlemişlerdir.
4. 1950'lerde Charnes- Cooper ilk olarak " Hedef Programlama" konusunda çalışma yapmıştır.
5. 1960'larda "çok Amaçlı Simpleks Yöntem" ve "Çok Amaçlı Fayda Fonksiyonu" konularında çalışmalar yapılmıştır.

6. 1970'lerden itibaren konu ile ilgili yayınları giderek arttığı gözlenmektedir. Bilgisayarların gelişimine paralel olarak teori ve uygulama alanları da genişlemiştir.
7. 1980'li yıllardan itibaren, ÇAKV teknikleri, "Etkileşimli Algoritmalar", "Çok boyutlu Risk Analizleri", Tanımsal Karar Modelleri", "Stratejik Yönetim Yaklaşımları" ve "Bilgisayar Destekli Karar Destek Sistemleri" konularına yönelmiştir (Saaty 1980, 1982, 1994).

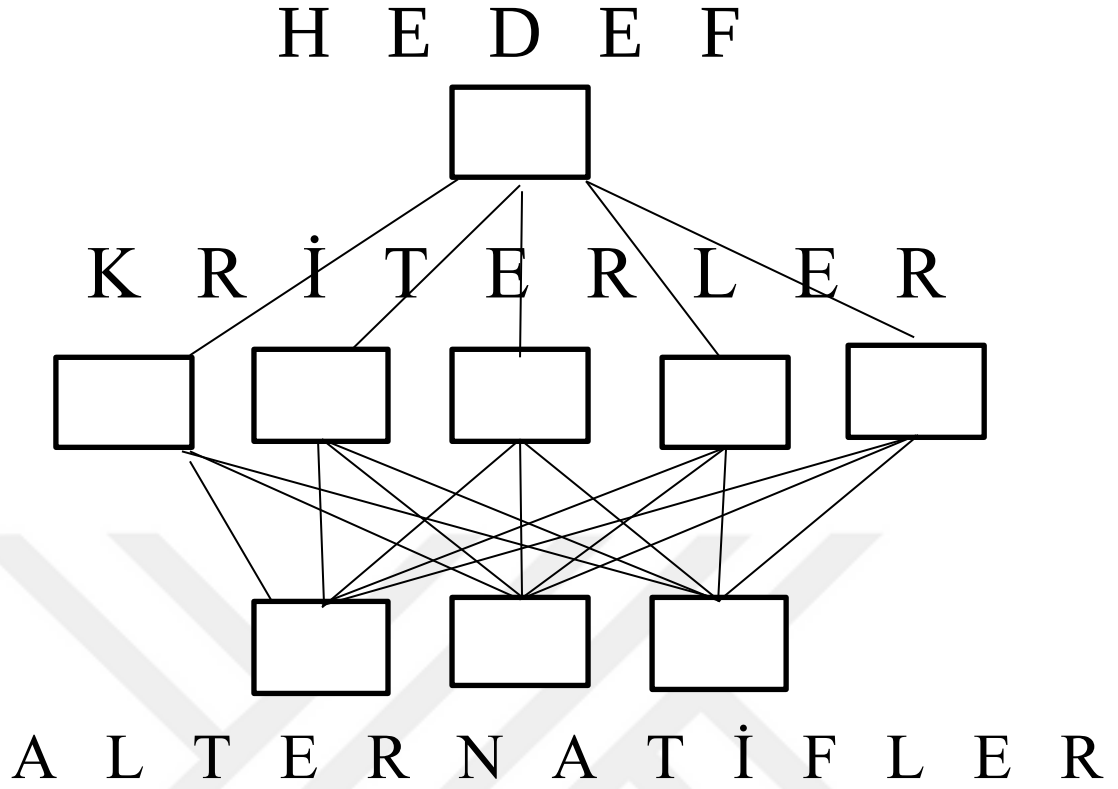
3.2.1.1.1 Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik hiyerarşi prosesi (AHP) , karmaşık karar problemlerinde, karar-alternatif ve kriterlerine göreceli önem değerleri verilmek suretiyle yönetsel karar mekanizmasının çalıştırılması esasına dayanan bir karar verme işlemidir. Birçok karar problemi hem objektif, hem de subjektif unsurlar içermektedir. AHP, bu iki unsuru da bulunduran bir çözüm yapısına sahip olduğu için birçok karar verme yöntemine göre daha gerçekçi bir çözüm yöntemidir (Tezcan 2007, Timor 2011).

AHP ile problem çözümünde, öncelikle hedef (problem) belirlenmekte, daha sonra hedeften yola çıkılarak analitik hiyerarşi prosesi çözüm aşamaları uygulanmaktadır. AHP ile çözüm aşamaları aşağıda verilmiştir:

1. Hedeflerin listesinin çıkarılması,
2. Hedefleri gerçekleştirmek için gerekli kriterlerin listelenmesi,
3. Her bir kriter için (n) muhtemel karar alternatifinin belirlenmesi,
4. Hiyerarşik modelin belirlenmesi.

Hiyerarşik modelde, sisteme ait bileşenler iç ilişkileri ile saptanmalıdır. Modelde, en üstte amaç (hedef) yer alırken, izleyen aşamada ise karara ilişkin kriterler yer almaktadır.



Şekil 3.7: AHP ile Çözüm Aşamaları

AHP, problemi hiyerarşik bir yapı içinde ele alarak, probleme ait bileşenleri karşılaştırma, ilgili bileşenlere ait yargıda bulunma ve alternatifleri karar faktörleri açısından değerlendirme imkânı sunmaktadır. “Ekonomi ve Yönetim Problemlerinde yaygın olarak kullanılan AHP’nin uygulama alanlarına, politik alandaki problemler, strateji belirlenmesi, tüketici tercihi, performans değerlemesi, depo yeri seçimi, haberleşme sisteminde tedarikçi seçimi, üniversite eğitim kalitesinin değerlendirilmesi, dönüşümsel liderlik perspektifinin analizi gibi birbirinden çok farklı alanlardaki uygulamalar örnek verilebilir”.

3.2.1.1.2 Çok Nitelikli Karar Verme ve Analitik Hiyerarşi Prosesi

Bir karar probleminde, birden fazla nitelik ve nicelik içeren kriter ve amaç var ise, bu tip karar problemleri “Çok Nitelikli Karar Verme” (ÇNKV) adı altında ele alınmaktadır (Vargas 1990).

İşletmecilik problemlerinin çoğu yapıları gereği “Çok Nitelikli”dir. Çok Nitelikli Karar Vermede, kriterler arasında çelişki olabileceğinden, bir kriteri gerçekleştirmek için bir diğerinde fedakârlık etmek gerekeceğinden en iyi alternatifin seçimi zor bir prosestir. İlgili kriterler arsında uzlaşma sağlamak ve alternatifler arasından en uygununu seçmek için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir (Vaidye etal, 2006).

“Çok Nitelikli Karar Verme” (ÇKNV) problemlerin çözümünde birçok farklı yöntem kullanılmaktadır. Birçok nitelikli karar verme tekniği olan Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) 1980’lerde T. Saaty tarafından geliştirilmiş olup, bu yöntemle objektif ve sübjektif karar kriterleri karşılaştırılabilmekte ve birbirinden farklı karar kriterlerine dayanan bir ağırlıklama sonucu bir sıralama elde edilebilmektedir. AHP, karmaşık karar problemlerinde, özellikle sübjektif karara unsurlarının var olduğu problemlerde rahatlıkla uygulanabilecek bir teknik sunmaktadır.

3.2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesi

3.2.2.1 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Yapısı ve Temel Özellikleri

Analitik Hiyerarşi Prosesi:

AHP ile öncelikleri hesaplayarak bir karar varabilmek için aşağıdaki adımlar uygulanmaktadır:

1. Problemi tanımlamak ve ne tür bilgiye ihtiyaç duyulduğunu belirlemek,
2. En tepede karar ait hedef, arar düzeylerde kriterler ve en alt düzeyde alternatifler seti yer alacak şekilde hiyerarşik yapıyı oluşturmak,

3. Karşılaştırma matrislerini oluşturmak (bir düzeyde yer alan her eleman aynı düzeydeki diğer elemanlarla karşılaştırılır,
4. Her düzey için ayrı ayrı ağırlıklar (öncelikler) elde edilir,
5. İşlemler alternatiflerin ağırlıkları ve genel ağırlıklar (öncelikler) belirleninceye kadar sürdürülür.

Karşılaştırmalarda 1 ile 9 arasındaki bir ölçek kullanılır ve karşılaştırma sonuçlarının tutarlı olup olmadığı incelenir.

Hiyerarşik Model:

Karmaşık problemler, problemi oluşturan bileşenlerin hiyerarşik ilişkilerinin belirlenmesi sayesinde daha iyi anlaşılabilir hale getirebilir. Hiyerarşiler, Yapısal ve Fonksiyonel olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır.

Yapısal Hiyerarşiye, güneş sisteminden gezegenlere, daha ayrıntılara devam edilirse moleküllerden atoma, atomdan proton ve nötronlara uzayan bir yapı örnek verilebilir. Yapısal hiyerarşide üst ve alt gruplar ve bunların içerdiği daha küçük alt gruplar ele alınmaktadır.

Fonksiyonel Hiyerarşilerde ise, karmaşık sistemler kendi içlerindeki temel ilişkiler dikkate alınarak, sisteme ait bileşenler iç ilişkileri ile birlikte belirlenmeye çalışılır. Fonksiyonel Hiyerarşilerde en üstte amaç (hedef) yer alır. İzleyen aşamada karar alternatiflerine ait kriterler yer alır. Bunu izleyen aşamada ise karar alternatifleri yer bulunmaktadır.

3.2.2.2 Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantaj ve Sakıncaları

Analitik Hiyerarşi Prosesinin Avantajları aşağıda tanımlanmıştır:

- Analitik Hiyerarşi Prosesi, büyük ölçekli problemleri değerleyebilecek esnek bir modelleme aracıdır.
- Kriterler, ikili olarak ve her düzeyde karşılaştırılır. Böylelikle, probleme ait matris büyütülmeksizin daha fazla sayıda kriter probleme dahil edilebilmektedir.

- Objektif ve subjektif kriterleri ihtiva eden problemleri başarılı bir şekilde modelleme yöntemidir.
- Çok geniş bir uygulama alanına sahip olup, konu ile ilgili çok fazla yayın mevcuttur.

Analitik Hiyerarşi Prosesinin Sakıncaları:

AHP'nin birçok avantajı bulunmasına karşılık, bazı yönleri de eleştirilmektedir:

- Diğer yargısal tekniklerde olduğu gibi, bu tekniğin de karar vericiler tarafından yönlendirildiği ifade edilmektedir. Bu şekliyle sonuçları doğrulamanın bağımsız (analitik) bir yolu olmadığı belirtilmektedir.
- Bütün kriterlerin göreceli olduğu belirtilmekte, dolayısıyla mutlak ölçekler verilemediği vurgulanmaktadır.
- Yeni bir kriter eklendiğinde bütün prosesin yeniden çalıştırılmak zorunda kalınması eleştirilmektedir.
- Literatürde AHP ile gerçekleştirilmiş birçok uygulama bulunmasına karşın, AHP'nin geliştirilmesini izleyen dönemden başlayarak, AHP'ne; "Sıra Değişimi (Rank Reversal)" konusunda birçok eleştiri gelmiş ve bu konuda karşılıklı birçok makale yazılmıştır. Bu yayınlarda, AHP'nde karşılaşılan önemli bir sorunun "Sıra Değişimi" olduğu ifade edilmektedir.

Belton ve Dyer'in makalelerinde belirtildiği üzere, AHP'nde "işlemsel eksiklikler" (kriterler hakkındaki sorulara alınan cevaplar üzerindeki işlemsel anlamlılık) ve "sıra değişimi sorunu" dile getirilmektedir. Sıra değişimi, yeni bir alternatif eklendiğinde / çıkarıldığında, belirli bir faktör kümesine göre saptanan alternatif önceliklerinin değişmesidir.

Saaty ve Vargas'ın çalışmasında konu ile ilgili eleştirilere cevap verilmekte ve "sıra değişimi"nin yeni bir kriter ilave edilmesinden kaynaklanmadığını, ilgisiz (alakasız) alternatifler eklenmesi veya alternatiflerin birbiriyle bağımlılığı olması halinde ortaya çıkabileceği ifade edilmektedir. Bu nedenle, izleyen dönemde Saaty tarafından alternatif / kriterlerin birbirleriyle bağımlı olduğu problem yapısına çözüm getirmek üzere Analitik Ağ Prosesi (Analytic Network Process / ANP) geliştirilmiştir (Saaty 1997).

3.2.2.3 Analitik Hiyerarşi Prosesi İle Problem Çözme Aşamaları

AHP deki öncelikli ve en önemli adım, karar unsurlarına ait hiyerarşik yapının oluşturulmasıdır. Hiyerarşik yapının oluşturulmasından sonra, AHP ile problem çözerken sırasıyla aşağıdaki aşamalar uygulanmaktadır.

- A. AHP deki işlemleri gerçekleştirmek için öncelikle bir “Karşılaştırma Matrisi” oluşturulması gerekir.
- B. Elde edilen bu matris daha sonra bir “Öncelikler Vektörü” ne dönüştürülür.
- C. “Uyum Oranı” hesaplanır.

Analitik hiyerarşi Prosesi ile problem çözmek için, probleme ait karar kriterleri, alternatifler ve probleme ait hiyerarşik yapının belirlenmesinden sonra ilk adım “Karşılaştırma Matrisi” nin oluşturulmasıdır. Karşılaştırmalar kullanılan “Önem Dereceleri” tablosu (Tablo 3.5) aşağıda verilmiştir (Çol Yılmaz ve Gerçek 2014).

Tablo 3.5: Önem Dereceleri

Önem derecesi	Tanım	Açıklama
1	Eşit Derecede Önemli	Her iki değer aynı öneme sahiptir.
3	Orta Derecede Önemli	Tecrübe ve yargılara göre bir faktör diğerine göre biraz daha önemlidir.
5	Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre kuvvetle daha önemlidir.
7	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
9	Mutlak Derecede Önemli	Bir faktör diğerine göre çok yüksek derecede kuvvetle daha önemlidir.
2,4,6,8	Ara Değerler	İki faktör arasında tercihte küçük farklar vardır.
Karşılıklı Değerler	i, j ile karşılaştırılırken bir değer (x) atanmış ise; j, i ile karşılaştırılırken atanacak değer (1/x) olacaktır.	

Tablo 3.6: RI Değerleri

N	RI	N	RI
1	0	8	1,41
2	0	9	1,45
3	0,58	10	1,49
4	0,9	11	1,51
5	1,12	12	1,18
6	1,24	13	1,56

3.2.3 Kavşak Tipi Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine Dayalı Literatür İncelemesi

Bu bölümde, kavşak tiplerinin seçimi ve tasarımında kullanılan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerine ilişkin çalışmalar detaylı biçimde ele alınmaktadır. Özellikle Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), TOPSIS, ELECTRE ve benzeri yöntemlerin uygulandığı araştırmalar, yöntemsel yaklaşımları, değerlendirme kriterleri ve elde ettikleri bulgular açısından karşılaştırılmıştır. İnceleme kapsamında hem ulusal hem de uluslararası çalışmalar yer almakta, literatür kronolojik bir yapı izleyerek sunulmaktadır.

3.2.3.1 Literatür Özeti

Alçelik (2010), kavşak tipi seçimi ve tasarımı konusunu ele aldığı çalışmada, İstanbul Ümraniye'deki iki farklı kavşak senaryosunu (sinyalize ve dönel kavşak) gerçek trafik verileriyle simüle etmiştir. Çalışmada, benzetim programı aracılığıyla mevcut koşullar mümkün olduğunca gerçeğe uygun modellenmiş, kapasite

karşılaştırmaları yapılmıştır. Her bir kavşakta farklı sonuçlar elde edilmesi, kavşak performanslarının yalnızca kavşak tipine değil, çevresel koşullar ve trafik akım özelliklerine de bağlı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma, çok kriterli karar verme yöntemlerini doğrudan kullanmamış ancak simülasyon temelli performans karşılaştırmasına dayalı olarak karar destek niteliği taşımaktadır.

Şengül ve diğ. (2012), belediyelerin toplu taşıma aracı seçiminde yaşadıkları belirsizlikleri dikkate alarak Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci (BAHS) yöntemini uygulamışlardır. Sözlü ifadelerin matematiksel modele dönüştürülmesinde Chang'ın Mertebe Analiz Yöntemi kullanılmış ve otobüs alternatifleri çok sayıda kriter doğrultusunda değerlendirilmiştir. Çalışmanın doğrudan kavşak tasarımıyla ilgisi olmamakla birlikte, kamu ulaşımına ilişkin kararların çok kriterli yapısını ve belirsizliklerin modellenmesini göstermesi açısından değerli bir örnektir.

Çol Yılmaz ve Gerçek (2014), İstanbul'daki bisiklet ulaşımının toplu taşımayla entegrasyonu için bir karar destek modeli geliştirmiştir. AHS yöntemi ile ağırlıkları belirlenen kriterler CBS ortamında analiz edilerek, İstanbul genelinde 14 farklı bisiklet ağı senaryosu sıralanmıştır. Çalışma, ulaşım planlamasında farklı ulaşım türlerinin entegrasyonu ve sürdürülebilirlik ilkeleri açısından metodolojik bir katkı sunmaktadır. Kavşak odaklı olmasa da, karar modellemesindeki mekânsal boyutun ve AHS yönteminin uygulama kapasitesini göstermesi açısından literatüre katkı sağlamaktadır.

Żak ve Kruszyński (2015), kentsel ulaşım projelerinin değerlendirilmesinde AHS, ELECTRE III/IV ve bu yöntemlerin kombinasyonunu içeren bütüncül bir çerçeve önermiştir. 18 farklı kentsel ulaşım projesi çok seviyeli bir yapı içerisinde ele alınmış; aksiyomatik farklılıklar dikkate alınarak alternatif sıralama formülleri geliştirilmiştir. Bu yaklaşım, karar vericilere yöntemlerin birbirini nasıl tamamlayabileceğini göstermekte, çoklu yöntem entegrasyonunun potansiyelini ortaya koymaktadır. Özellikle ulaşım planlamasında stratejik karar desteği sunması açısından önemlidir.

Murat ve diğ. (2016), dönel kavşak, sinyalize kavşak (sola dönüşlü ve dönüşsüz) ve eş düzey olmayan kavşak tiplerini SIDRA Intersection yazılımı ile simüle etmiş, AHS yöntemi ile bu alternatifleri değerlendirmiştir. Denizli'deki örnek olay çalışmasında 8 trafik mühendisi uzman görüşü ile ikili karşılaştırma matrisi

oluşturulmuş; gecikme, yakıt tüketimi, emisyon, maliyet ve güvenlik gibi kriterler değerlendirilmiştir. Benzetim çıktılarında dönel kavşağın teknik olarak en iyi performansı göstermesine rağmen, AHS sonucu olarak dönel kavşak, sola dönüşlü sinyalizasyon kavşak, sola dönüşsüz sinyalizasyon kavşak ve eş düzey olmayan kavşak sıralaması elde edilmiştir. Bu durum, karar süreçlerinde sadece teknik performansın değil, karar verici önceliklerinin de etkili olduğunu göstermektedir.

Barić ve diğ. (2016), Split yakınlarında yer alan ulusal bir yol üzerinde çok kriterli karar verme tabanlı bir değerlendirme modeli geliştirmiştir. AHS yöntemi ile ekonomik, teknolojik, çevresel ve teknik faktörler birlikte analiz edilmiş, önerilen modellerle yol kesimi tasarımları karşılaştırılmıştır. Duyarlılık analizleri ile modelin güvenilirliği test edilmiş ve modelin farklı ulaşım projelerine de uyarlanabilir olduğu gösterilmiştir.

Pilko ve diğ. (2017), Zagreb'deki bir dönel kavşakta geometrik tasarım alternatiflerini, operasyonel verimlilik ve trafik güvenliği gibi kriterlerle birlikte değerlendirerek, AHS tabanlı çok amaçlı optimizasyon modeli geliştirmiştir. Üç farklı tasarım varyantı karşılaştırılmış, duyarlılık analizleri sonucunda V.2 varyantı en uygun seçenek olarak belirlenmiştir. Bu çalışma, ÇKKV yöntemlerinin optimizasyon algoritmalarıyla entegrasyonunu göstermesi bakımından özgündür.

Göktan (2018), Başpınar Kavşağı'nın eş düzey olmayan kavşak tipine dönüştürülme sürecini geometrik ve planlama yönleriyle ele almıştır. Kavşağın modern dönel kavşaktan farklı bir tipe geçişi sırasında izlenen tasarım kriterleri, çizim ve planlama esasları ayrıntılı olarak açıklanmıştır. ÇKKV yöntemi kullanılmamakla birlikte, geometrik dönüşümlerin teknik gerekçelendirilmesi açısından literatüre katkı sunmaktadır.

Alemdar (2019), İstanbul Fatih'teki Vatan Caddesi üzerindeki üç farklı kavşağa ait toplam 30 farklı tasarımı mikro simülasyon yazılımı (PTV VISSIM) aracılığıyla değerlendirmiştir. AHS yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş; TOPSIS yöntemi ile alternatifler sıralanmıştır. En başarılı performansı gösteren 16 numaralı tasarım, mevcut duruma göre %8,7 ile %63,7 arasında değişen oranlarda iyileşme sağlamıştır. Bu çalışma, simülasyon tabanlı ÇKKV modellerinin kavşak tasarımında sağladığı karar desteğini açıkça ortaya koymaktadır.

Fancello ve diğ. (2019), kentsel kavşakların yol güvenliği açısından önceliklendirilmesi için dört farklı ÇKKV yöntemini (TOPSIS, ELECTRE III, VIKOR ve Concordance Analysis) karşılaştırmalı olarak uygulamışlardır. Sekiz göstergeye dayalı analizlerde TOPSIS yöntemi kararlılık ve sıralama kabiliyeti bakımından en başarılı yöntem olarak öne çıkmıştır. Bu çalışma, karar yöntemlerinin karşılaştırılması yönüyle literatürde nadir bulunan çalışmalardan biri olup, yöntem seçiminin sonuca etkisini göstermesi bakımından dikkat çekicidir.

Literatürde öne çıkan eğilimler şu şekilde özetlenebilir:

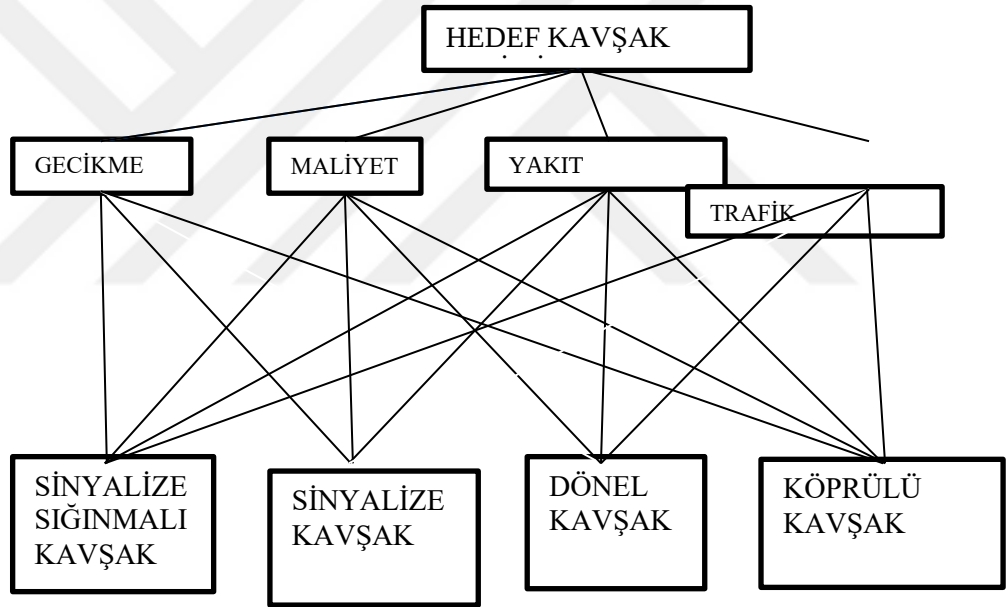
- Analitik Hiyerarşi Süreci (AHS), kriter ağırlıklandırmasında en yaygın yöntem olarak kullanılmaktadır (Lai ve diğ. 2002, Pogarcic ve diğ. 2008, Piantanakulchai ve Saengkhao 2003).
- Simülasyon tabanlı analizler (ör. SIDRA, VISSIM), teknik kriterlerin değerlendirilmesinde sıkça tercih edilmekte; bu simülasyonlar karar modeline önemli girdiler sağlamaktadır.
- TOPSIS ve ELECTRE gibi sıralama yöntemleri, alternatif kavşak tasarımlarının karşılaştırılmasında kullanılmakta; yöntem kombinasyonları da giderek artmaktadır.
- Uzman görüşleri ile desteklenen değerlendirmeler, bağlamsal duyarlılığı artırmakta ve yerel koşullara uygun kararlar verilmesine imkân tanımaktadır.
- Çevresel ve sosyal etkiler bazı çalışmalarda göz önünde bulundurulmuşsa da genel olarak teknik ve ekonomik kriterler ön planda tutulmuştur.

3.3 AHP İle Kavşak Türü Seçimi

AHP yöntemiyle kavşak türünün belirlenmesi sürecinde; Sinyalize-Sığınmalı, Sinyalize, Dönel ve Köprülü Kavşak türlerinden birinin belirlenebilmesi için aşağıda bulunan parametreler dikkate alınmıştır:

1. Gecikme
2. Maliyet
3. Yakıt Tüketimi
4. Trafik Güvenliği

Çalışmaya ait hiyerarşik yapı aşağıda verilmiştir :



Şekil 3.8: AHP Kavşak Tür Seçim Modeli Hiyerarşik Yapısı

3.4 AHP Yöntemiyle 8 Senaryolu Kavşak Seçim Örneği

Çalışma kapsamında gerçekleştirilecek analizler için, farklı durumları içeren senaryolar oluşturulmuştur. İlgili senaryolar aşağıda açıklanmıştır.

Senaryo 1 (Dengeli Senaryo) : Tüm kriterlere dengeli ağırlık verilmiştir. Ortalama karar vericiyi temsil eder.

Senaryo 2 (Maliyet Odaklı) : Maliyet kriterine ağırlık verilmiştir. Bütçe kısıtlı uygulamalar için uygundur.

Senaryo 3 (Yakıt Tüketimi Odaklı): Yakıt tüketimi ağırlığı arttırılmıştır. Sürdürülebilirlik ve çevre duyarlılığı ön plandadır.

Senaryo 4 (Trafik Güvenliği Odaklı): Trafik güvenliği en önemli kriterdir. Kaza oranı yüksek alanlar için uygundur.

Senaryo 5 (Dengeli Ama Emisyon Önceliklik): Dengeli ama yakıt kriteri daha ön plandadır. Karbon emisyonu hassasiyeti yüksektir.

Senaryo 6 (Düşük Gecikme, Düşük Emisyon): Ortalama gecikmenin azaltılması önceliklidir, maliyet baskısı da yüksektir.

Senaryo 7 (Trafik Yoğunluğu Odaklı): Gecikme ve yakıt kriterleri önceliklidir. Yoğun trafiğe çözüm arayan senaryo.

Senaryo 8 (Bütçe ve Çevre Dengesi Odaklı): Dengeli bir yapı sunar. Maliyet ve çevresel faktörler aynı anda dikkate alınır.

4. BULGULAR

4.1 Kriterlere Göre AHP Matrislerinin Çözümü

4.1.1 Gecikme Kriteri

Bu bölümde gecikme ölçütü için her bir seçeneğe önem derecesine göre değer ataması yapılmıştır. Deneme-yanılma yöntemiyle yapılan bu çalışma için uyum değeri kısıtı olan $CR < 1$ değeri dikkate alınmıştır.

Tablo 4.1: Gecikme Kriteri AHP Matrisi

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	1,000	0,125	0,143	0,500
Dönel Kavşak	8,000	1,000	2,000	6,000
Köprülü Kavşak	7,000	0,500	1,000	5,000
Sığınmalı Kavşak	2,000	0,167	0,200	1,000
Toplam	18,000	1,792	3,343	12,500

Karşılaştırma matrisindeki her bir sütuna ait elemanlar sütunun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilir.

Tablo 4.2: Gecikme Kriteri Normalize Edilmiş Matris

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	0,056	0,070	0,043	0,040
Dönel Kavşak	0,444	0,558	0,598	0,480
Köprülü Kavşak	0,389	0,279	0,299	0,400
Sığınmalı Kavşak	0,111	0,093	0,060	0,080

Bu aşamadan sonra satır elemanlarının toplamının ortalaması alınarak öncelikler vektörü bulunur.

Tablo 4.3: Gecikme Kriteri Öncelikler Vektörü

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak	Ortalama
Sinyalize Kavşak	0,056	0,070	0,043	0,040	0,052
Dönel Kavşak	0,444	0,558	0,598	0,480	0,520
Köprülü Kavşak	0,389	0,279	0,299	0,400	0,342
Sığınmalı Kavşak	0,111	0,093	0,060	0,080	0,086

Öncelikler vektörü ile karşılaştırma matrisi çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilir.

Tablo 4.4: Gecikme Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi

1,000	0,125	0,143	0,500		0,052	0,209
8,000	1,000	2,000	6,000		0,520	2,136
7,000	0,500	1,000	5,000	x	0,342	1,396
2,000	0,167	0,200	1,000		0,086	0,345

Parametre oranlarımız elde edilmiştir. Ancak verilen önem değerlerinin tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir. Elde edilen matris elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek ortalaması alınır.

$$0,209 / 0,052 = 4,019$$

$$2,136 / 0,520 = 4,107$$

$$1,396 / 0,342 = 4,082$$

$$0,345 / 0,086 = 4,012$$

$$\text{Ortalama } (\lambda) = 4,055$$

2) Uyum İndeksi ve Uyum Raporu

$$CI = (\lambda - n) / n - 1$$

$$CI = (4,055 - 4) / 4 - 1$$

$$CI = 0,018$$

CR = CI / RI formülüne göre uyum oranının 0,1'den küçük çıkması gerekir.

Bu değer sağlandığı takdirde kullanılan önem dereceleri tutarlıdır ve bulunan oranlar doğru kabul edilir.

Dört adet parametremiz olduğu için AHP yöntemi rastgele değer indeksine göre dörde karşılık gelen indeks 0,9'dır.

$$CR = 0,018 / 0,9$$

$$CR = 0,02$$

Uyum oranı 0,1'den düşük çıktığı için iyi bir oran elde edilmiştir.

4.1.2 Maliyet Kriteri

Gecikme kriteri için izlenen yaklaşım Maliyet kriteri için de dikkate alınmış ve hesaplamalar buna göre gerçekleştirilmiştir.

Tablo 4.5: Maliyet Kriteri AHP Matrisi

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	1,000	0,167	0,200	0,500
Dönel Kavşak	6,000	1,000	2,000	7,000
Köprülü Kavşak	5,000	0,500	1,000	4,000
Sığınmalı Kavşak	2,000	0,143	0,250	1,000
Toplam	14,000	1,810	3,450	12,500

Karşılaştırma matrisindeki her bir sütuna ait elemanlar sütunun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilir.

Tablo 4.6: Maliyet Kriteri Normalize Edilmiş Matris

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	0,071	0,092	0,058	0,040
Dönel Kavşak	0,429	0,553	0,580	0,560
Köprülü Kavşak	0,357	0,276	0,290	0,320
Sığınmalı Kavşak	0,143	0,079	0,072	0,080

Bu aşamadan sonra satır elemanlarının toplamının ortalaması alınarak öncelikler vektörü bulunur.

Tablo 4.7: Maliyet Kriteri Öncelikler Vektörü

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak	Ortalama
Sinyalize Kavşak	0,071	0,092	0,058	0,040	0,065
Dönel Kavşak	0,429	0,553	0,580	0,560	0,530
Köprülü Kavşak	0,357	0,276	0,290	0,320	0,311
Sığınmalı Kavşak	0,143	0,079	0,072	0,080	0,094

Öncelikler vektörü ile karşılaştırma matrisi çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilir.

Tablo 4.8: Maliyet Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi

1,000	0,167	0,200	0,500		0,065	0,263
6,000	1,000	2,000	7,000		0,530	2,199
5,000	0,500	1,000	4,000	x	0,311	1,277
2,000	0,143	0,250	1,000		0,094	0,378

Parametre oranlarımız elde edilmiştir. Ancak verilen önem değerlerinin tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir. Elde edilen matris elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek ortalaması alınır.

$$0,263 / 0,065 = 4,046$$

$$2,199 / 0,530 = 4,149$$

$$1,277 / 0,311 = 4,106$$

$$0,378 / 0,094 = 4,021$$

$$\text{Ortalama } (\lambda) = 4,078$$

2) Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

$$CI = (\lambda - n) / n - 1$$

$$CI = (4,021 - 4) / 4 - 1$$

$$CI = 0,026$$

CR = CI / RI formülüne göre uyum oranının 0,1'den küçük çıkması gerekir.

Bu değer sağlandığı takdirde kullanılan önem dereceleri tutarlıdır ve bulunan oranlar doğru kabul edilir.

Dört adet parametremiz olduğu için AHP yöntemi rastgele değer indeksine göre dörde karşılık gelen indeks 0,9'dır.

$$CR = 0,026 / 0,9$$

$$CR = 0,029$$

Uyum oranı 0,1'den düşük çıktığı için iyi bir oran elde edilmiştir.

4.1.3 Yakıt Tüketimi Kriteri

Yakıt Tüketimi kriteri için yapılan hesaplamalar aşağıda açıklanmıştır.

Tablo 4.9: Yakıt Tüketimi Kriteri AHP Matrisi

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	1,000	0,111	0,167	0,250
Dönel Kavşak	9,000	1,000	2,000	6,000
Köprülü Kavşak	6,000	0,500	1,000	5,000
Sığınmalı Kavşak	4,000	0,167	0,200	1,000
Toplam	20,000	1,778	3,367	12,250

Karşılaştırma matrisindeki her bir sütuna ait elemanlar sütunun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilir.

Tablo 4.10: Yakıt Tüketimi Kriteri Normalize Edilmiş Matris

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	0,050	0,063	0,050	0,020
Dönel Kavşak	0,450	0,563	0,594	0,490
Köprülü Kavşak	0,300	0,281	0,297	0,408
Sığınmalı Kavşak	0,200	0,094	0,059	0,082

Bu aşamadan sonra satır elemanlarının toplamının ortalaması alınarak öncelikler vektörü bulunur.

Tablo 4.11: Yakıt Tüketimi Kriteri Öncelikler Vektörü

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak	Ortalama
Sinyalize Kavşak	0,050	0,063	0,050	0,020	0,046
Dönel Kavşak	0,450	0,563	0,594	0,490	0,524
Köprülü Kavşak	0,300	0,281	0,297	0,408	0,322
Sığınmalı Kavşak	0,200	0,094	0,059	0,082	0,109

Öncelikler vektörü ile karşılaştırma matrisi çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilir.

Tablo 4.12: Yakıt Tüketimi Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi

1,000	0,111	0,167	0,250		0,046	0,185
9,000	1,000	2,000	6,000		0,524	2,230
6,000	0,500	1,000	5,000	x	0,322	1,401
4,000	0,167	0,200	1,000		0,109	0,443

Parametre oranlarımız elde edilmiştir. Ancak verilen önem değerlerinin tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir. Elde edilen matris elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek ortalaması alınır.

$$0,185 / 0,046 = 4,048$$

$$2,230 / 0,524 = 4,255$$

$$1,401 / 0,322 = 4,355$$

$$0,443 / 0,109 = 4,074$$

$$\text{Ortalama } (\lambda) = 4,183$$

2) Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

$$CI = (\lambda - n) / n - 1$$

$$CI = (4,183 - 4) / 4 - 1$$

$$CI = 0,061$$

CR = CI / RI formülüne göre uyum oranının 0,1'den küçük çıkması gerekir. Bu değer sağlandığı takdirde kullanılan önem dereceleri tutarlıdır ve bulunan oranlar doğru kabul edilir.

Dört adet parametremiz olduğu için AHP yöntemi rastgele değer indeksine göre dörde karşılık gelen indeks 0,9'dir.

$$CR = 0,061 / 0,9$$

$$CR = 0,068$$

Uyum oranı 0,1'den düşük çıktığı için iyi bir oran elde edilmiştir

4.1.4 Trafik Güvenliği Kriteri

Çalışma kapsamında dikkate alınan ve kavşak tasarımında önem arz eden diğer kriter olan Trafik Güvenliği kriteri için gerçekleştirilen hesaplamalar aşağıda verilmiştir.

Tablo 4.13: Trafik Güvenliği Kriteri AHP Matrisi

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	1,000	9,000	7,000	0,500
Dönel Kavşak	0,111	1,000	0,250	0,125
Köprülü Kavşak	0,143	4,000	1,000	0,200
Sığınmalı Kavşak	2,000	8,000	5,000	1,000
Toplam	3,254	22,000	13,250	1,825

Karşılaştırma matrisindeki her bir sütuna ait elemanlar sütunun toplam değerine bölünerek normalize edilmiş matris değerleri elde edilir.

Tablo 4.14: Trafik Güvenliği Kriteri Normalize Edilmiş Matris

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak
Sinyalize Kavşak	0,307	0,409	0,528	0,274
Dönel Kavşak	0,034	0,045	0,019	0,068
Köprülü Kavşak	0,044	0,182	0,075	0,110
Sığınmalı Kavşak	0,615	0,364	0,377	0,548

Bu aşamadan sonra satır elemanlarının toplamının ortalaması alınarak öncelikler vektörü bulunur.

Tablo 4.15: Trafik Güvenliği Kriteri Öncelikler Vektörü

Parametreler	Sinyalize Kavşak	Dönel Kavşak	Köprülü Kavşak	Sığınmalı Kavşak	Ortalama
Sinyalize Kavşak	0,307	0,409	0,528	0,274	0,380
Dönel Kavşak	0,034	0,045	0,019	0,068	0,042
Köprülü Kavşak	0,044	0,182	0,075	0,110	0,103
Sığınmalı Kavşak	0,615	0,364	0,377	0,548	0,476

Öncelikler vektörü ile karşılaştırma matrisi çarpılarak tüm öncelikler matrisi elde edilir.

Tablo 4.16: Trafik Güvenliği Kriteri Tüm Öncelikler Matrisi

1,000	9,000	7,000	0,500		0,380	1,712
0,111	1,000	0,250	0,125		0,042	0,169
0,143	4,000	1,000	0,200	x	0,103	0,419
2,000	8,000	5,000	1,000		0,476	2,083

Parametre oranlarımız elde edilmiştir. Ancak verilen önem değerlerinin tutarlı olup olmadığının kontrol edilmesi gerekir. Elde edilen matris elemanları öncelikler vektörü elemanlarına bölünerek ortalaması alınır.

$$1,712 / 0,380 = 4,510$$

$$0,169 / 0,042 = 4,051$$

$$0,419 / 0,103 = 4,081$$

$$2,083 / 0,476 = 4,371$$

$$\text{Ortalama } (\lambda) = 4,254$$

2) Uyum İndeksi ve Uyum Oranı

$$CI = (\lambda - n) / n - 1$$

$$CI = (4,254 - 4) / 4 - 1$$

$$CI = 0,085$$

CR = CI / RI formülüne göre uyum oranının 0,1'den küçük çıkması gerekir. Bu değer sağlandığı takdirde kullanılan önem dereceleri tutarlıdır ve bulunan oranlar doğru kabul edilir.

Dört adet parametremiz olduğu için AHP yöntemi rastgele değer indeksine göre dörde karşılık gelen indeks 0,9'dır.

$$CR = 0,085 / 0,9$$

$$CR = 0,094$$

Uyum oranı 0,1'den düşük çıktığı için iyi bir oran elde edilmiştir

4.1.5 Senaryo Ağırlıklarının Belirlenmesi

Çalışmada oluşturulan sekiz senaryoya göre kavşakların gecikme, maliyet, yakıt tüketimi ve trafik güvenliği açısından ağırlıkları aşağıdaki tablodaki biçimde belirlenmiştir.

Tablo 4.17: Belirlenmiş sekiz farklı senaryo, dört parametreye göre kavşak ağırlıkları

AĞIRLIKLAR (%)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
GEÇİKME	0,30	0,15	0,20	0,15	0,25	0,10	0,30	0,25
MALİYET	0,25	0,40	0,25	0,20	0,20	0,40	0,15	0,25
YAKIT TÜKETİMİ	0,20	0,20	0,30	0,25	0,30	0,25	0,35	0,30
TRAFİK GÜVENLİĞİ	0,25	0,25	0,25	0,40	0,25	0,25	0,20	0,20

SENARYO 1

Tablo 4.18: Senaryo bire göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Senaryo 1 için dengeli senaryo düşünülmüş olup;

Gecikme : %30

Maliyet : %25

Yakıt Tüketimi : %20

Trafik Güvenliği : %25 olarak belirlenmiştir

SENARYO 2

Tablo 4.19: Senaryo ikiye göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

SENARYO 3

Tablo 4.20: Senaryo üçe göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192

SENARYO 4

Tablo 4.21: Senaryo dörde göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249

SENARYO 5

Tablo 4.22: Senaryo beşe göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192

SENARYO 6

Tablo 4.23: Senaryo altıya göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192

SENARYO 7

Tablo 4.24: Senaryo yediye göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173

SENARYO 8

Tablo 4.25: Senaryo sekize göre ağırlık oranlarıyla parametrelerin çarpılarak yeni ağırlık oranları elde edilmesi

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173

SONUÇ SKORLARI

Tablo 4.26: Her bir senaryo ve parametreye göre meydana gelen ağırlıkların tek bir tabloda gösterilmesi

AĞIRLIKLAR (%)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
GEÇİKME	0,136	0,138	0,135	0,184	0,135	0,138	0,117	0,119
MALİYET	0,404	0,405	0,404	0,332	0,404	0,406	0,427	0,428
YAKIT TÜKETİMİ	0,271	0,266	0,269	0,235	0,270	0,265	0,283	0,280
TRAFİK GÜVENLİĞİ	0,190	0,196	0,192	0,249	0,192	0,192	0,173	0,173

4.1.6 Kriter Ağırlıkları İçin Hassasiyet Analizi

Çalışma kapsamında kriter ağırlıklarının hassasiyet analizi gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, her bir kriterin (gecikme, maliyet, yakıt tüketimi ve trafik güvenliği) ağırlık katsayıları önce %10 ardından %20 ve %30 arttırarak yeni oluşacak olan tablo değerlendirilmiştir. Buna göre matris çözümleri şu şekilde yapılmıştır.

4.1.6.1 Gecikme Kriterinin Artırılması

Tablo 4.27: Gecikme kriterinin %10 artırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal gecikme ağırlığı = 0,300

%10 Arttırılmış hali = 0,330

Yeni ağırlık = $0,33 + 0,25 + 0,20 + 0,25 = 1,030$

Yeni ağırlığa göre elde edilen parametre oranları :

Gecikme = $0,30 / 1,03 = 0,2913$

Maliyet = $0,25 / 1,03 = 0,2427$

Yakıt Tüketimi = $0,20 / 1,03 = 0,1942$

Trafik Güvenliği = $0,25 / 1,03 = 0,2427$

Tablo 4.28: Gecikme kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2913	0,2427	0,1942	0,2427	TOPLAM
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,392
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,263
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

Tablo 4.29: Gecikme kriterinin %20 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal gecikme ağırlığı = 0,300

%20 Arttırılmış hali = 0,360

Yeni ağırlık = 1,060

Tablo 4.30: Gecikme kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2830	0,2358	0,1887	0,2358	TOPLAM
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,128
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,381
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,255
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,179

Tablo 4.31: Gecikme kriterinin %30 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal gecikme ağırlığı = 0,300

%30 Arttırılmış hali = 0,390

Yeni ağırlık = 1,090

Tablo 4.32: Gecikme kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2752	0,2294	0,1835	0,2294	TOPLAM
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,125
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,370
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,248
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,174

4.1.6.2 Maliyet Kriterinin Arttırılması

Tablo 4.33: Maliyet kriterinin %10 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	AĞIRLIKLAR
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal maliyet ağırlığı = 0,250

%10 Arttırılmış hali = 0,275

Yeni ağırlık = 1,030

Tablo 4.34: Maliyet kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2927	0,2683	0,1951	0,2439	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,134
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,407
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

Tablo 4.35: Maliyet kriterinin %20 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal maliyet ağırlığı = 0,250

%20 Arttırılmış hali = 0,300

Yeni ağırlık = 1,050

Tablo 4.36: Maliyet kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2857	0,2857	0,1905	0,2381	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,410
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,186

Tablo 4.37: Maliyet kriterinin %30 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal maliyet ağırlığı = 0,250

%30 Arttırılmış hali = 0,325

Yeni ağırlık = 1,080

Tablo 4.38: Maliyet kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2791	0,3023	0,1860	0,2326	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,131
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,413
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,273
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,183

4.1.6.3 Yakıt Tüketimi Kriterinin Arttırılması

Tablo 4.39: Yakt Tüketimi kriterinin %10 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal yakıt tüketimi ağırlığı = 0,200

%10 Arttırılmış hali = 0,220

Yeni ağırlık = 1,020

Tablo 4.40: Yakıt tüketimi kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2941	0,2451	0,2157	0,2451	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,134
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

Tablo 4.41: Yakt Tüketimi kriterinin %20 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal yakıt tüketimi ağırlığı = 0,200

%20 Arttırılmış hali = 0,240

Yeni ağırlık = 1,040

Tablo 4.42: Yakıt tüketimi kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2885	0,2404	0,2308	0,2404	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,408
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,187

Tablo 4.43: Yakıt Tüketimi kriterinin %30 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal yakıt tüketimi ağırlığı = 0,200

%30 Arttırılmış hali = 0,260

Yeni ağırlık = 1,060

Tablo 4.44: Yakıt tüketimi kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2830	0,2358	0,2453	0,2358	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,131
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,411
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,273
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,186

4.1.6.4 Trafik Güvenliği Kriterinin Arttırılması

Tablo 4.45: Trafik güvenliği kriterinin %10 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal trafik güvenliği ağırlığı = 0,250

%10 Arttırılmış hali = 0,275

Yeni ağırlık = 1,030

Tablo 4.46: Trafik güvenliği kriterinin %10 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2927	0,2439	0,1951	0,2683	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,142
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,395
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

Tablo 4.47: Trafik güvenliği kriterinin %20 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal trafik güvenliği ağırlığı = 0,250

%20 Arttırılmış hali = 0,300

Yeni ağırlık = 1,050

Tablo 4.48: Trafik güvenliği kriterinin %20 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2857	0,2381	0,1905	0,2857	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,148
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,387
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,263
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,204

Tablo 4.49: Trafik güvenliği kriterinin %30 arttırılması

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

Orijinal trafik güvenliği ağırlığı = 0,250

%30 Arttırılmış hali = 0,325

Yeni ağırlık = 1,075

Tablo 4.50: Trafik güvenliği kriterinin %30 arttırılması ile elde edilen yeni ağırlıklar

AĞIRLIKLAR	0,2791	0,2326	0,1860	0,3023	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,153
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,379
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,259
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,210

Yukarıdaki çözümlerden de anlaşılmış olduğu üzere, her bir kriter ağırlığı, %10, %20 ve %30 arttırılarak yapılan hesaplamalar sonucunda kavşak tür seçimine dair sonuçların kısmen değiştiği görülmüştür. Yapılan çözümlemeler sonucunda elde edilen nihai değerler aşağıdaki tabloda toplu olarak gösterilmiştir.

Tablo 4.51: Tüm arttırılmış ağırlık oranlarının tek bir tabloda gösterilmesi

KRİTER DEĞİŞTİRME	GEÇİKME			MALİYET			YAKIT TÜKETİMİ			TRAFİK GÜVENLİĞİ		
ORAN	0,10	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30	0,10	0,20	0,30
ALTERNATİF												
SİNYALİZE KAVŞAK	0,132	0,128	0,125	0,134	0,133	0,131	0,134	0,133	0,131	0,142	0,148	0,153
DÖNEL KAVŞAK	0,404	0,381	0,370	0,407	0,410	0,413	0,406	0,408	0,411	0,395	0,387	0,379
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,271	0,255	0,248	0,271	0,272	0,273	0,272	0,272	0,273	0,266	0,263	0,259
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,190	0,179	0,174	0,196	0,186	0,183	0,196	0,187	0,186	0,196	0,204	0,210

Tabloda görüldüğü üzere, Dönel Kavşak tüm senaryolarda ve simülasyonlarda en avantajlı ve güvenilir seçenek olarak öne çıkmıştır.

Maliyet ve gecikme hassasiyeti olan projelerde sinyalize-sığınmalı kavşak türünün öne çıktığı anlaşılmıştır.

Sinyalize Kavşak türünün güvenlik odaklı tekil senaryolarda daha fazla önem arz ettiği anlaşılmıştır.

Köprülü Kavşak türünün ise, yüksek maliyeti nedeniyle maliyet odaklı senaryolarda pek tercih edilmeyeceği anlaşılmıştır.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Pamukkale Üniversitesi kavşağında uygulanabilecek farklı kavşak türlerinin (sinyalize, sinyalize sığınmalı, dönel ve köprülü kavşak) trafik performansı, çevresel etkiler ve maliyet açısından uygunluğu, çok kriterli karar verme (ÇKKV) yaklaşımıyla değerlendirilmiştir. SIDRA Intersection yazılımından elde edilen performans çıktıları, Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi ile sekiz farklı senaryo altında analiz edilmiştir. Yapılan analizlere göre aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Dönel kavşak, özellikle maliyet odaklı ve dengeli ağırlıklandırılmış senaryolarda en yüksek toplam puanı almış ve en uygun alternatif olarak belirlenmiştir. Hem düşük yapım ve bakım maliyeti hem de çevresel parametrelere olan olumlu etkisiyle ön plana çıkmıştır.
- Köprülü kavşak, düşük gecikme süresi ve yüksek güvenlik performansı sayesinde bazı senaryolarda teknik olarak başarılı bulunmuş, ancak yüksek yapım ve işletme maliyeti nedeniyle maliyet duyarlılığı olan senaryolarda dezavantajlı duruma düşmüştür.
- Sinyalize kavşak ve sinyalize sığınmalı kavşaklar, çoğu senaryoda orta veya düşük puanlar alarak genellikle dönel ve köprülü kavşakların gerisinde kalmıştır. Ancak özellikle trafik güvenliğinin öncelikli olduğu senaryolarda görece avantaj sağlamışlardır.
- Kriterlerin ağırlıklandırılmasına bağlı olarak alternatiflerin sıralamasının değiştiği, dolayısıyla tek bir "en iyi kavşak tipi"nin genellenemeyeceği görülmüştür. Bu, karar sürecinde senaryoya özgü önceliklerin önemini vurgulamaktadır.

Tez çalışması kapsamında yapılan analizlerin bilimsel güvenilirliğini artırmak ve modelin duyarlılığını test etmek amacıyla Spearman sıra korelasyonu, Friedman testi ve Monte Carlo simülasyonu gibi ek yöntemlerden yararlanılmıştır.

Spearman Sıra Korelasyon Testi alternatiflerin farklı senaryolardaki sıralamalarının birbiriyle olan korelasyonunu ölçmek için kullanılmıştır. Özellikle ilk üç senaryo arasında elde edilen yüksek korelasyon katsayıları ($p > 0,9$), bu

senaryoların sıralama açısından birbirine oldukça benzediğini göstermiştir. Buna karşın, daha uç değerli senaryolar arasında (örneğin Senaryo 4 ve Senaryo 7) gözlenen düşük korelasyon katsayıları, ağırlıkların değişmesinin sıralamaları önemli ölçüde etkilediğini ortaya koymuştur. Bu durum, karar verme sürecinin kriter önceliklerine ne denli duyarlı olduğunu vurgulamaktadır.

Alternatiflerin senaryolar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gösterip göstermediğini test etmek amacıyla kullanılan Friedman testi sonucunda $p = 0.023$ elde edilmiştir. Bu değer, %5 anlamlılık düzeyinin altında olduğundan, alternatiflerin senaryolar arasında anlamlı farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu da, kriter ağırlıklarındaki değişimlerin yalnızca skorları değil, karar sonuçlarını da etkileyebileceğini bilimsel olarak desteklemektedir.

Monte Carlo Simülasyonu ise, modelin rastgelelik karşısındaki davranışını test etmek amacıyla uygulanmış, her biri rastgele üretilmiş 1000 farklı ağırlık setiyle AHP hesaplamaları yapılmıştır. Simülasyon sonucunda

- Dönel kavşak alternatifi, en yüksek ortalama skor (≈ 0.375) ve en düşük standart sapma ile en kararlı seçenek olarak öne çıkmıştır.
- Sinyalize kavşak, düşük ortalama skoruna rağmen düşük sapma göstermiştir; bu da onu sınırlı koşullarda öngörülebilir bir seçenek haline getirmektedir.
- Körpülü kavşak ve Sinyalize sığınmalı kavşak ise bazı kriterlerde avantajlı olsalar da yüksek sapmalarla daha kararsız alternatifler olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak, sekiz senaryolu model üzerinden yapılan analizlerde, kriter ağırlıklarının kavşak türü seçimini ciddi şekilde etkileyebileceği görülmüştür. Uygulanan istatistiksel testler ve simülasyonlar, modelin hem kararlılığını hem de duyarlılığını başarıyla ortaya koymuş, farklı senaryoların farklı karar sonuçları üretebildiğini bilimsel olarak göstermiştir. Böylece karar vericilere, kendi önceliklerine göre farklı ağırlık senaryoları uygulayarak daha esnek ve bilinçli seçimler yapma olanağı sağlanmıştır.

Elde edilen bu sonuçlara göre;

- Maliyet kısıtının öncelikli olduğu durumlarda, dönel kavşaklar en uygun çözüm olarak değerlendirilmelidir. Düşük yatırım maliyeti ve enerji verimliliği açısından avantaj sağlar.
- Yüksek trafik yoğunluğu ve güvenlik gereksiniminin ön planda olduğu kavşak noktalarında, uzun vadeli çözüm olarak köprülü kavşaklar teknik olarak üstün olmakla birlikte, ekonomik fizibilitesi mutlaka dikkate alınmalıdır.
- Yerel yönetimler ve karar vericiler, kavşak seçimi sürecinde senaryoya özgü öncelikleri dikkate almalıdır. Tek bir modelleme sonucuna dayalı karar vermek yerine, farklı ağırlıklandırmalarla çoklu senaryo analizleri yapılması daha rasyonel sonuçlar doğuracaktır.
- Gelecekteki çalışmalar için, AHP dışında TOPSIS, VIKOR veya ELECTRE gibi diğer çok kriterli karar verme yöntemleriyle karşılaştırmalı analizler yapılması, karar destek sistemlerinin sağlamlığını artıracaktır.
- Bu çalışmada geliştirilen metodoloji, başka kavşaklar için de kolaylıkla uyarlanabilir niteliktedir ve belediyeler için ulaşım planlaması anlamında analitik temelli bir yaklaşım sunmaktadır.

6. KAYNAKLAR

Alçelik, N., “Kentiçi Sinyalize ve Dönel kavşakların Kapasite Açısından Karşılaştırılması Ümraniye İlçesi Örneğinin İncelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Bahçeşehir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, (2010).

Alemdar, K.D., “Kavşak Tasarımlarının Karar Verme Teknikleri ile Değerlendirilmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, (2019).

Baltalar, H., “Analitik Hiyerarşi Prosesi”, ss:1-6 (2008).

Bölat, B. ve Kuzucu A., “Çok Amaçlı Karar Verme Problemlerine Etkileşimli Bir Yaklaşım”, *İTÜ Dergisi*, Cilt:5, (Sayı:1), (Kısım:1), 114-126 (2006).

Barić, D., Pilko, H., Strujić, J. “An Analytic Hierarchy Process model to evaluate road section design”, *Transport*, 31(2), 215–225, (2016).
<https://doi.org/10.3846/16484142.2016.1185468>

Çol Yılmaz, D. ve Gerçek, H., “Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile İstanbul’da Bütünleşik Bisiklet Ağı Kümelerinin Önceliklendirilmesi”, *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20(6), 215–224, (2014).
<https://doi.org/10.5505/pajes.2014.29292>

Çakıcı, Z. ve Murat, Y., “Sinyalize Dönel Kavşaklar için Hesap Yöntemi Önerisi ve Performans Analizi”, *Teknik Dergi*, 27(4), 7569-7592. (2016).

Çakıcı, Z., “Sinyalize Dönel (Yuvarlakada) Kavşakların Tasarım Esaslarının Araştırılması”, Yüksek Lisans Tezi, *Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Denizli, (2014).

Fancello, G., Carta, M., Fadda, P., “Road intersections ranking for road safety improvement: comparative analysis of multi-criteria decision making methods”, *Transport Policy*, (80), 188–196, (2019).
<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.04.007>

Karayolları 2. Bölge Md., “Trafik Güvenliği Başmühendisliği YOGT İstatistikleri” (2013).

Lai, V.S., Wong, B.K., Cheung, W., “Group decision making in a multiple criteria environment: A case using the AHP in software selection”. *European Journal of Operational Research*, 137(1), 134-144, (2002). doi:10-1016/S0377-2217(01)00084-4.

Murat, Y. S., Arslan, T., Cakici, Z., Akcam, C., “Analytical Hierarchy Process (AHP) Based Decision Support System for Urban Intersections in Transportation Planning, Using Decision Support Systems for Transportation Planning Efficiency”, Ed: E. Ocalir-Akunal, Hershey, (PA: IGI Global), 203-222. (2016).

Pilko, H., Mandžuka, S., Barić, D., “Urban single-lane roundabouts: A new analytical approach using multi-criteria and simultaneous multi-objective optimization of geometry design, efficiency and safety”, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, (80), 257–271, (2017). <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.04.018>

Piantanakulchai, M., and Saengkhao, N., “Evaluation of alternatives in transportation planning using multi-stakeholders multi-objectives AHP modeling”, *Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, (4), 1613-1628, (2003).

Pogarcic, I., Francic, M., Davidovic, V., “Application of AHP method in traffic planning”, *Proceedings of the 16th International Symposium on Electronics in Transport 2008*, (2008).

Roundabouts: an Informational Guide. (2000). United States Department of Transportation, Federal Highway Administration.

Saatly, T.L., “Decision Making for Leaders”, *lifetime Learning Publications*, (CA), 78, (1982).

Saatly, T.L., and Vargas, T.L., “Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process”, 40-41, (2001).

Saaty, T.L., “The Analytical Hierarchy Process”, *New York: McGraw Hill*, (1980).

Saaty, T.L., “Multicriteria decision making: The analytic hierarchy process”, *Pittsburgh: RWS publications*, (1988).

Saaty, T.L., “Fundamentals of decision making and priority theory with the AHP.PA”, *U.S.A: RWS Publications*, (1994).

Saaty, T.L., “A scaling method for priorities in hierarchical structures”, *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), 57-68, (1997). doi:10.1016/0022-2496(77)90033-5

SİDRA İNTERSECTION 5.1 Akçelik,R. Kavşak Programı, (2010).

Şengül, Ü., Eren, M., Eslamian Shiraz, S. “Bulanık AHP ile Belediyelerin Toplu Taşıma Araç Seçimi”, *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (40), pp.143–165, (2012).

Tezcan, O., “Analytic hierarchy process method and application in area selection of ready mixed concrete plant”, *National Journal of Ready Mixed Concrete*, (Nov.-Dec.), 58-62, (2007).

Timor, M., *Analitik Hiyerarşi Prosesi*, İstanbul: Türkmen Kitabevi, 303s, (2011).

Tunç, A., *Trafik Mühendisliği ve Uygulamaları*, Ankara: Asil Yayın Dağıtım, (2003).

TÜİK İstatistikleri (2013).

Vaidya, O. S., and Kumar, S., “Analytic hiesrarchy process: An overview of applications”, *European Journal of Operational Research*, 169(1), 1-29, (2006). doi:10.1016/j.ejor.2004.04.028

Vargas, L. G., “An overview of the analytic hierarchy process and its applications”, *European Journal of Operational Research*, 48(1), 2-8. (1990). doi:10.1016/0377-2217(90)90056-H

Yayla, N., *Karayolu Mühendisliği*, İstanbul: Birsan Yayınevi, (2002).

Yozgat, U., *Yönetimde karar Verme Teknikleri*, İstanbul: Beta Basın Dağıtım AŞ., ss:8-9 (1994),

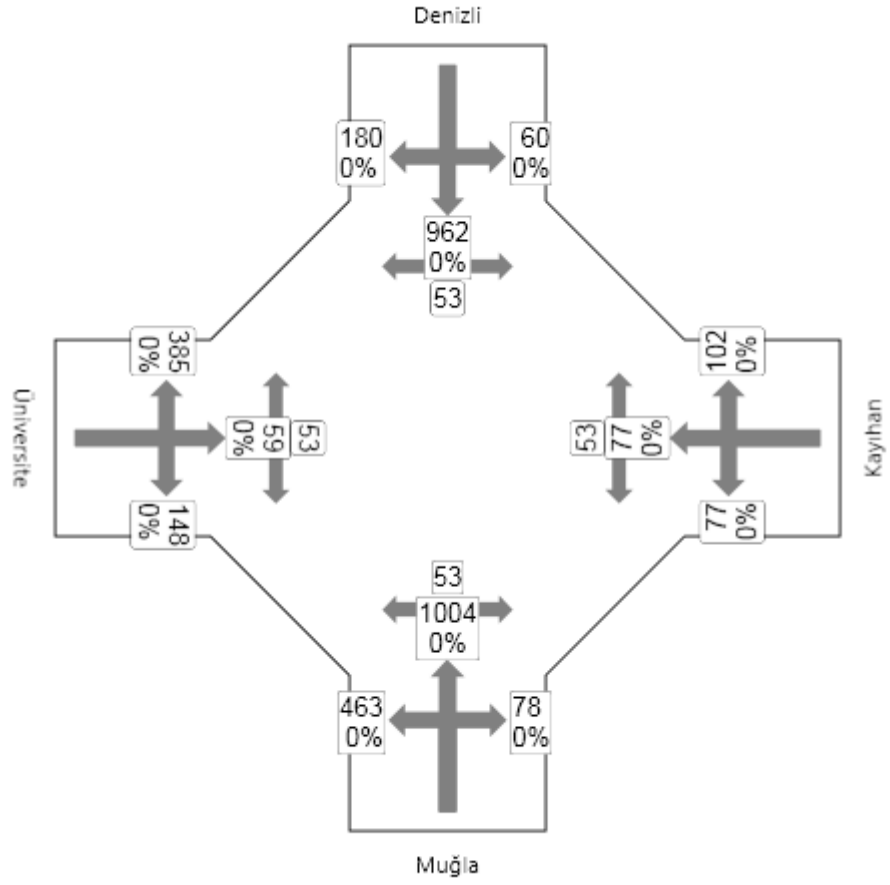
Żak, J., and Kruszyński, M., “Application of AHP and ELECTRE III/IV methods to multiple level, multiple criteria evaluation of urban transportation projects”, *Transportation Research Procedia*, 10, 820–830, (2015). <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.09.035>



EKLER

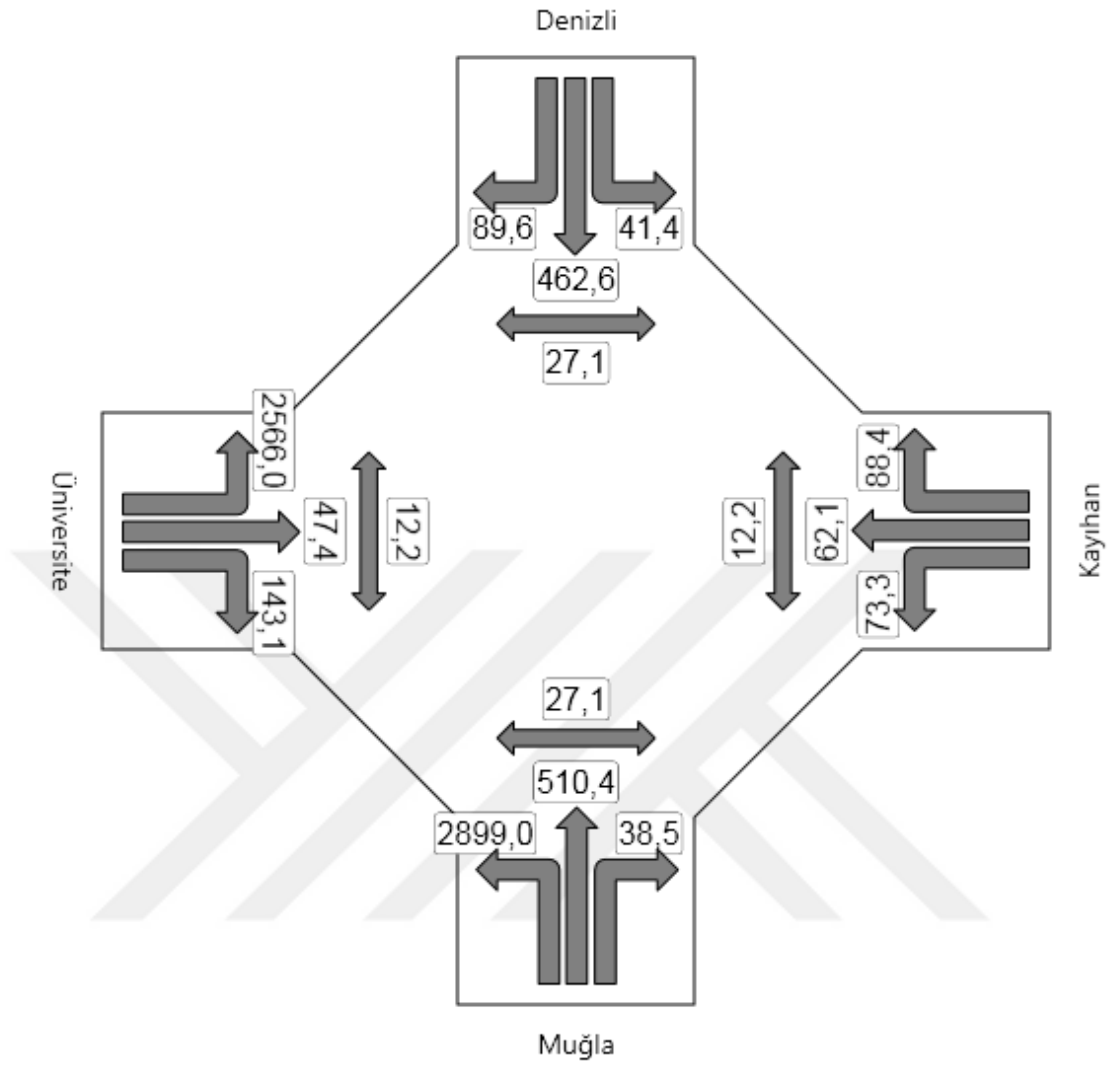
7. EKLER

EK A Senaryo 1 için hesaplamalar



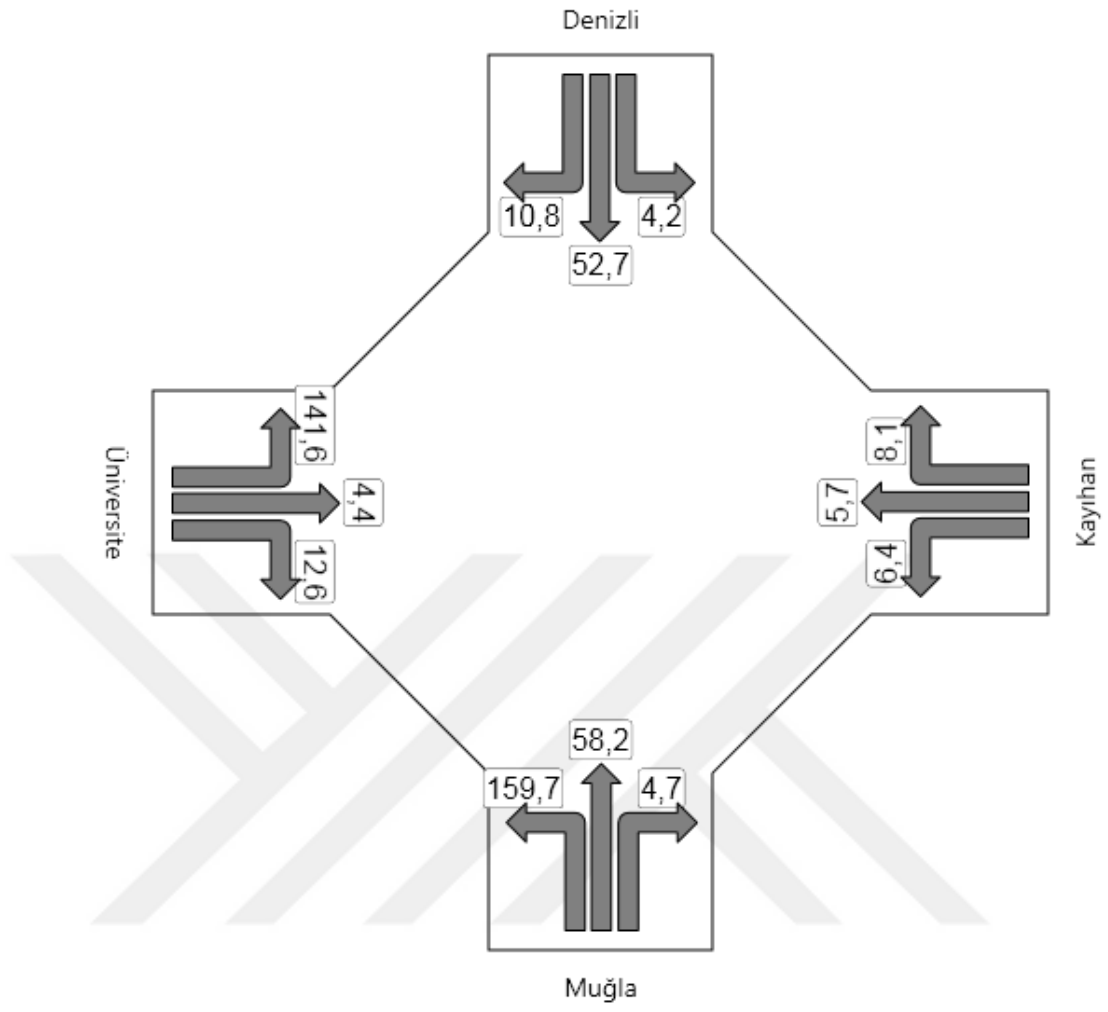
Şekil A.1: Trafik Hacimleri

Not: Çalışmada diğer kavşak modellemeleri için aynı kol ve aynı trafik hacimleri geçerlidir.



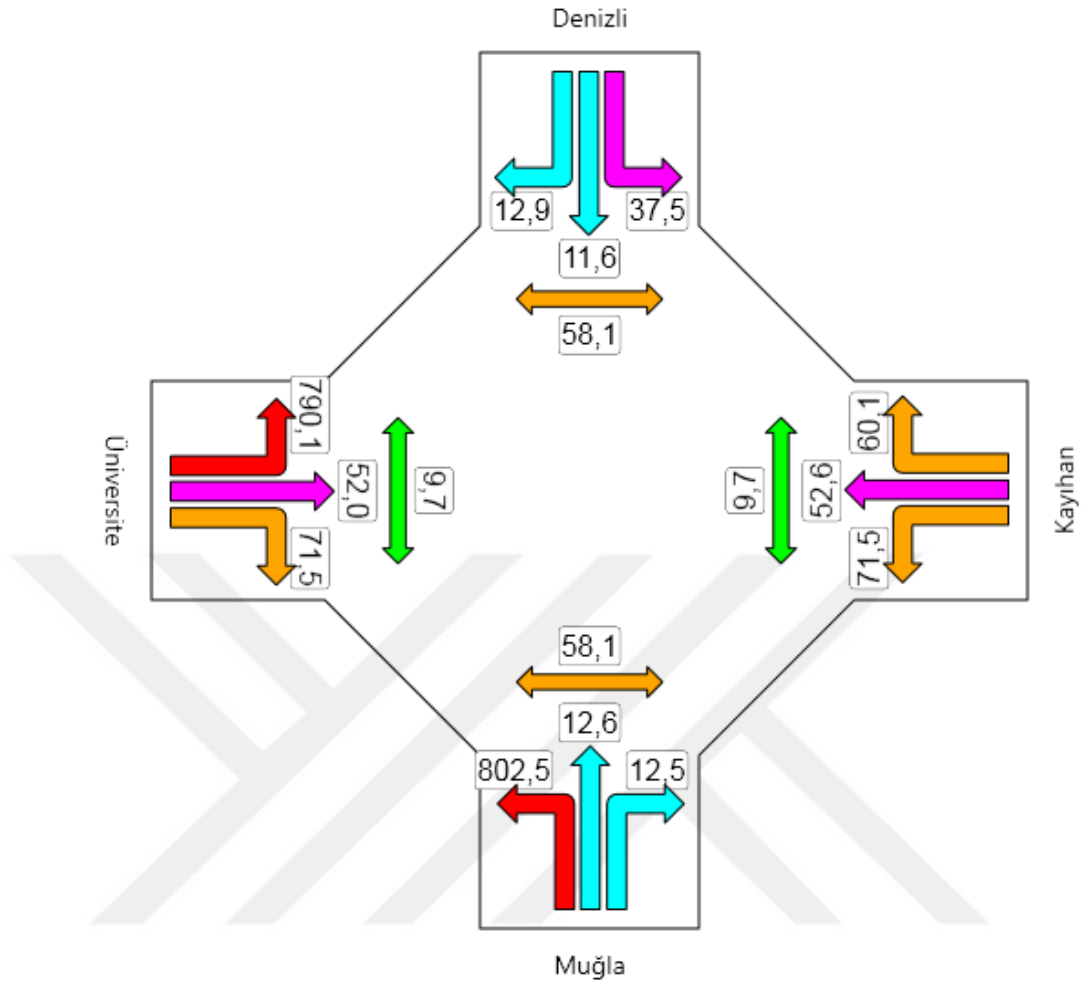
Şekil A.2: Maliyet Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	Güney	Doğu	Kuzey	Batı	Ortalama
Cost (Total)	3447,9	223,8	593,7	2756,5	7021,9



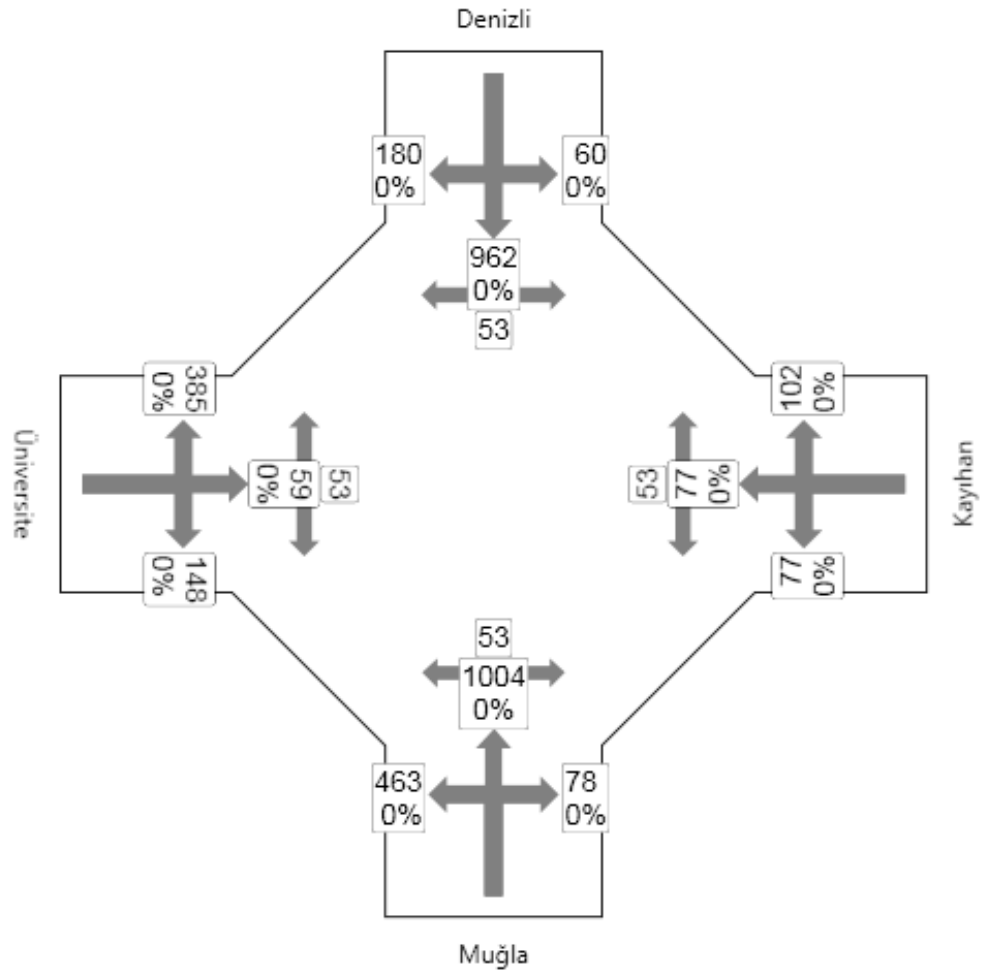
Şekil A.3: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Fuel (Total)	222,6	20,2	67,7	158,6	469,2



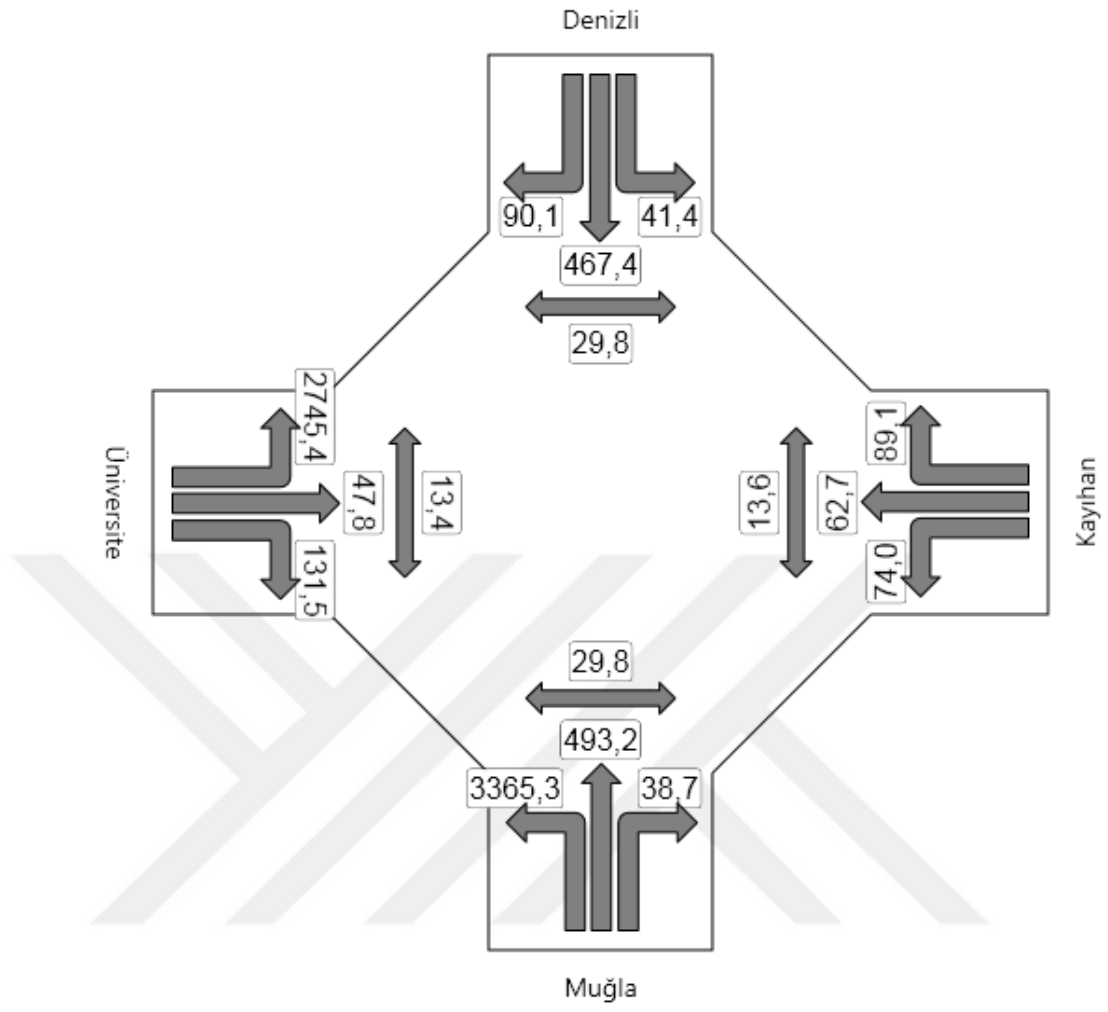
Şekil A.4: Gecikme Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Average)	231,1	61,3	13,1	536,7	196,5
LOS	F	E	B	F	F



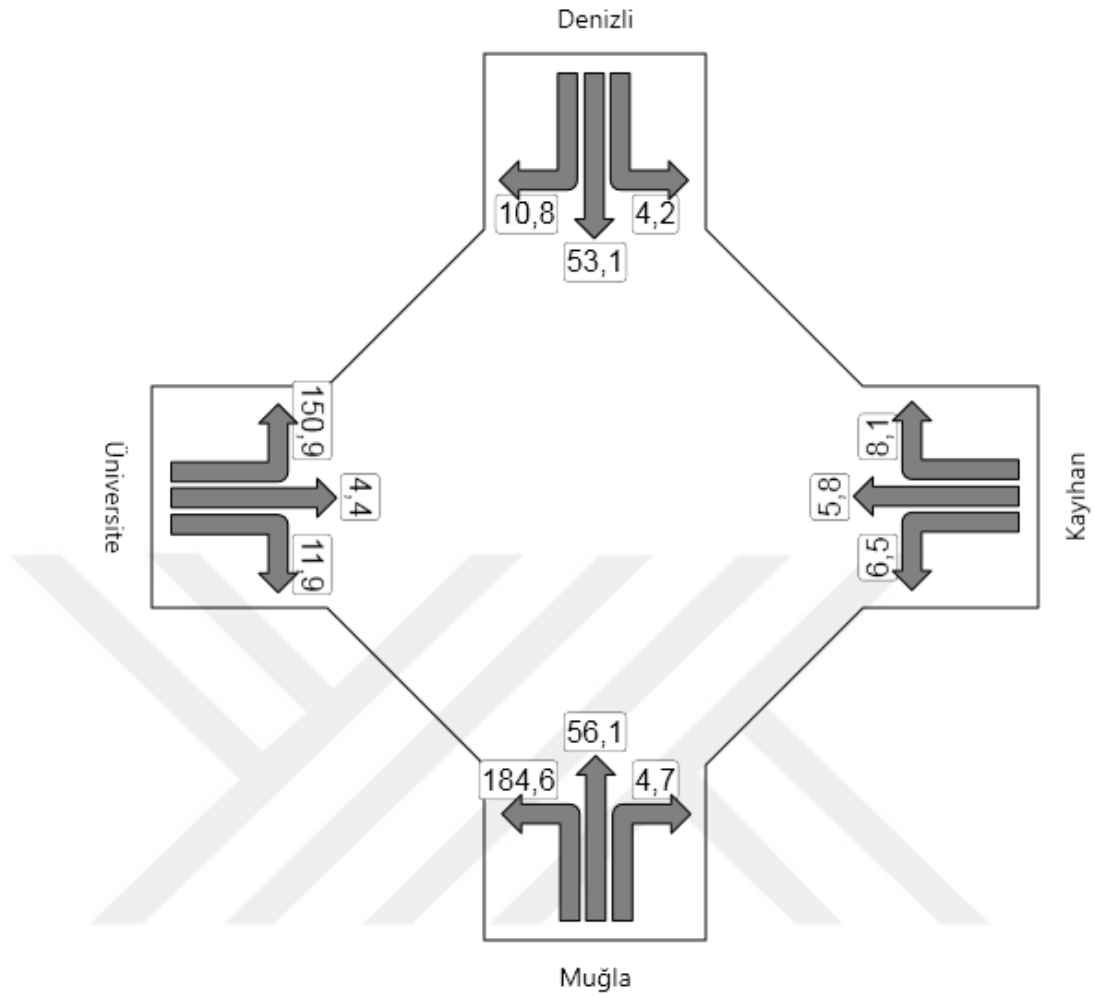
Şekil A.5: Trafik Hacimleri

Not: Çalışmada diğer kavşak modellemeleri için aynı kol ve aynı trafik hacimleri geçerlidir.



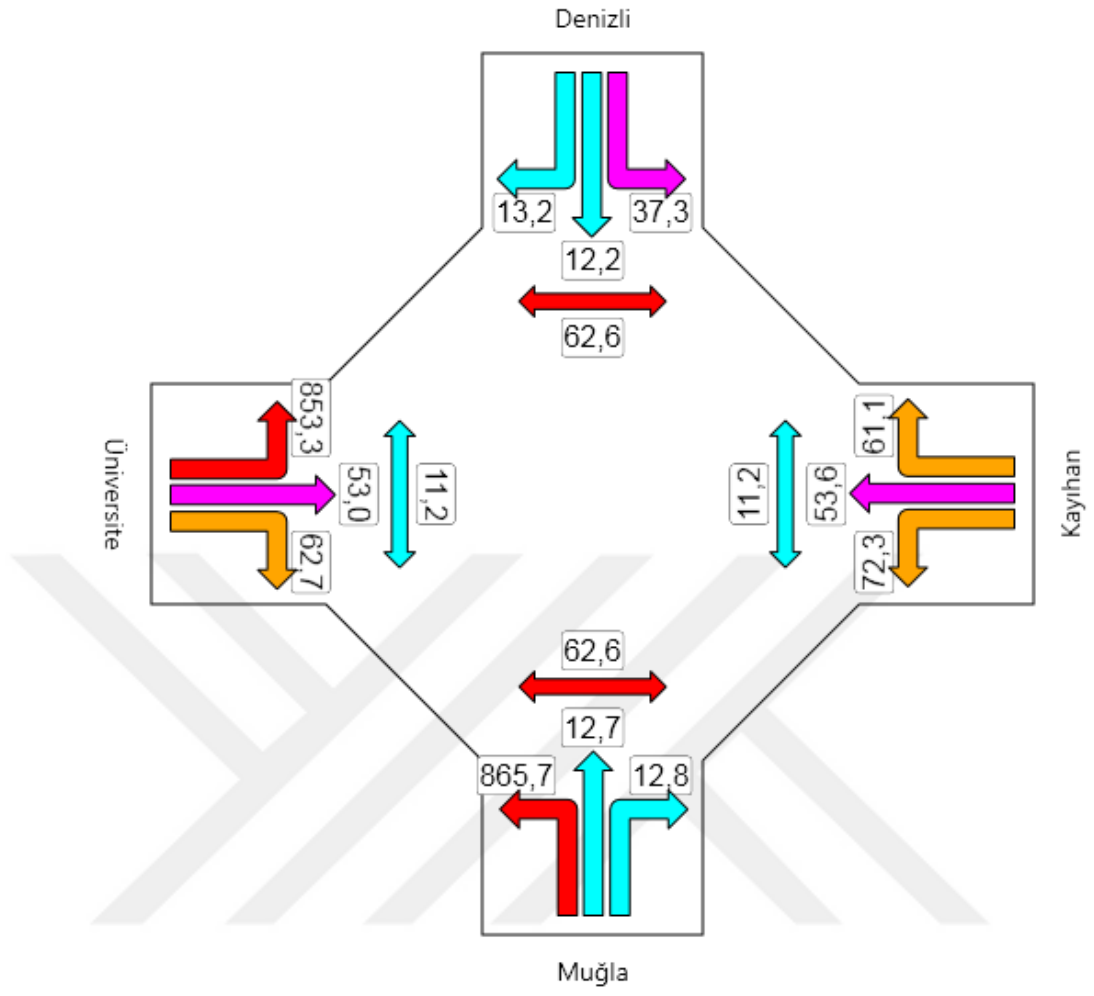
Şekil A.6: Maliyet Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Cost (Total)	3897,1	225,8	598,9	2924,7	7646,6



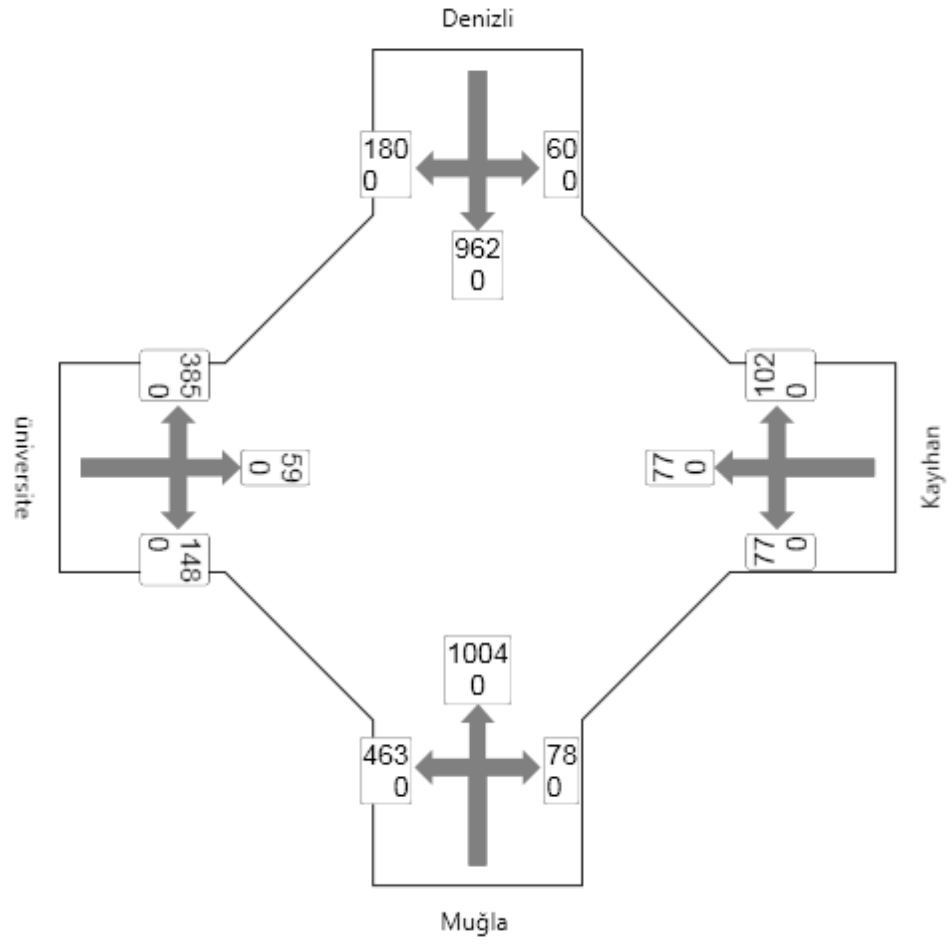
Şekil A.7: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Fuel (Total)	245,4	20,3	68,2	167,2	501,1

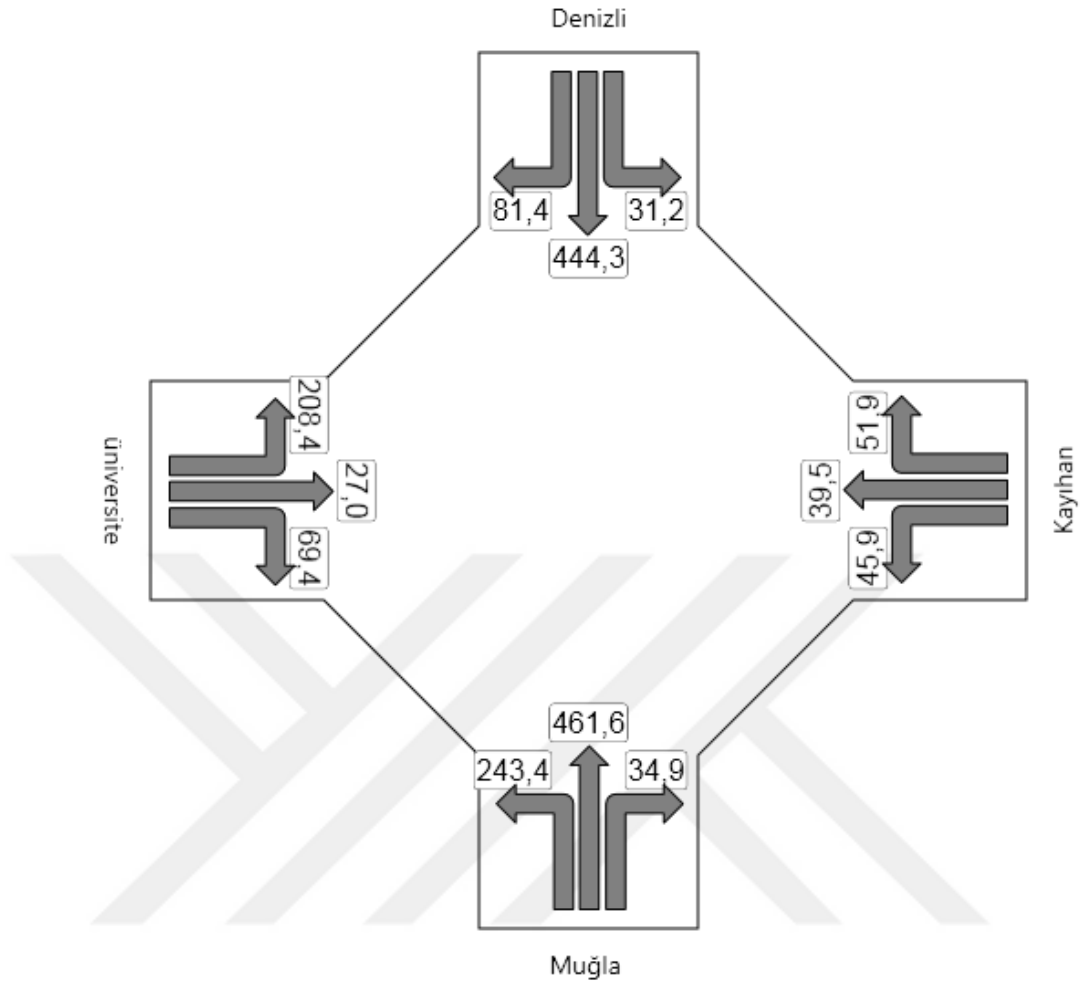


Şekil A.8: Gecikme Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Average)	268,4	62,2	13,6	575,7	219,2
LOS	F	E	B	F	F

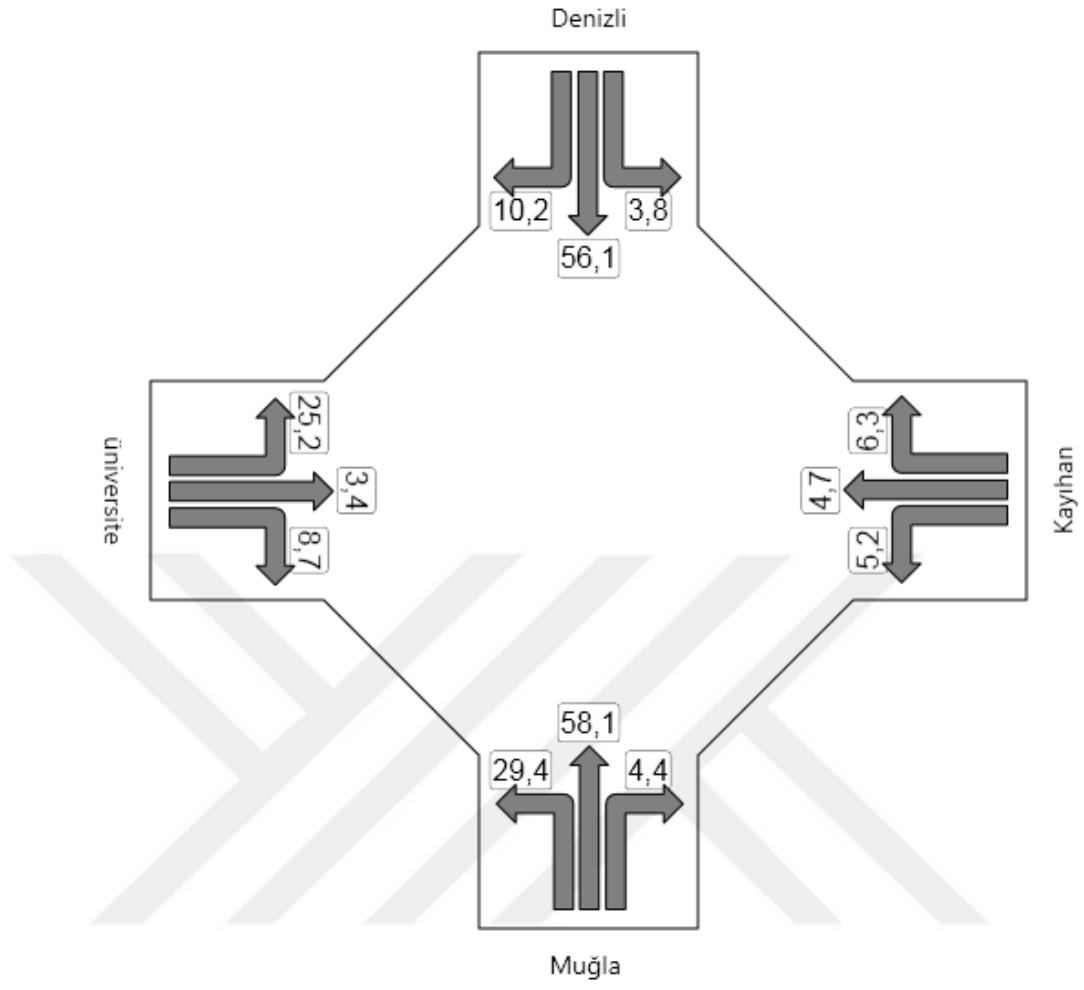


Şekil A.9: Trafik Hacimlerinin Girilmesi



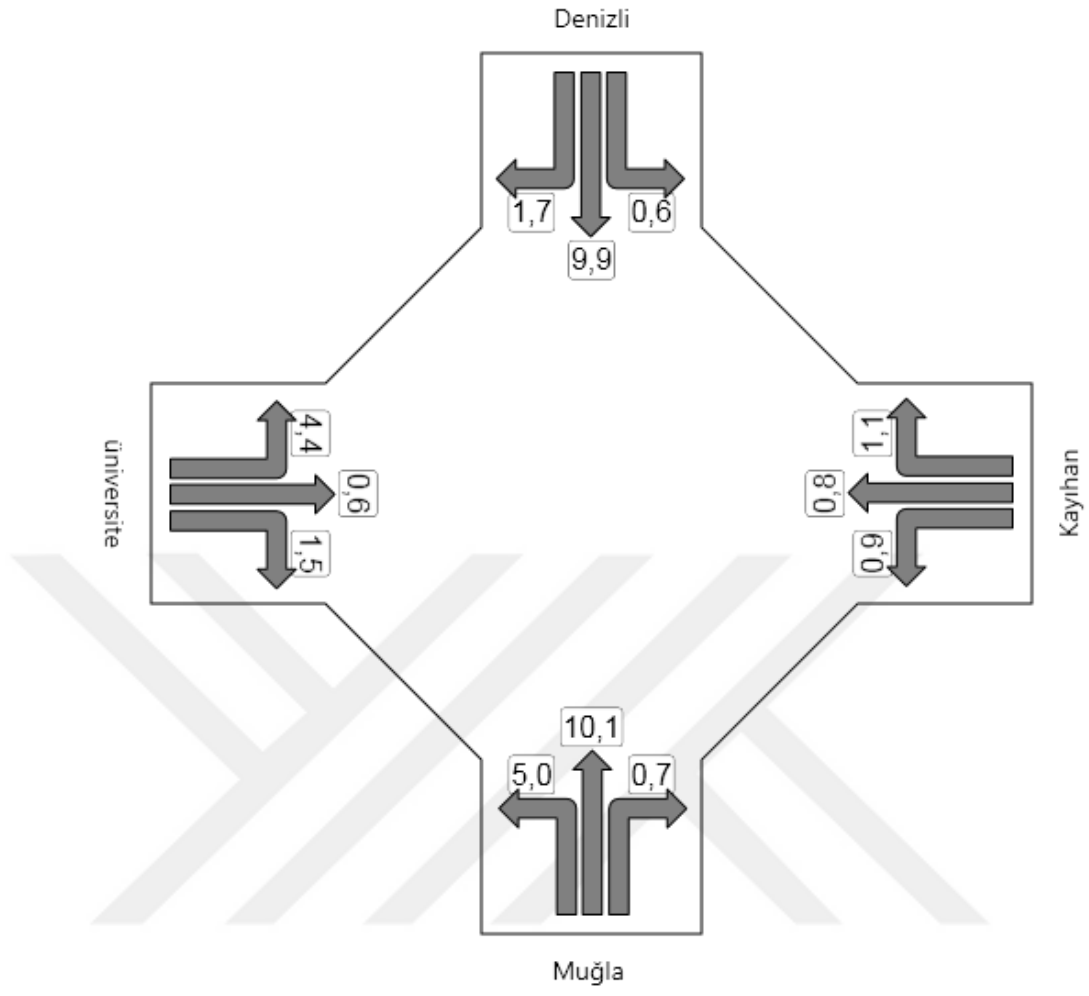
Şekil A.10: Maliyet Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Cost (Total)	739,9	137,3	557,0	304,9	1739,0



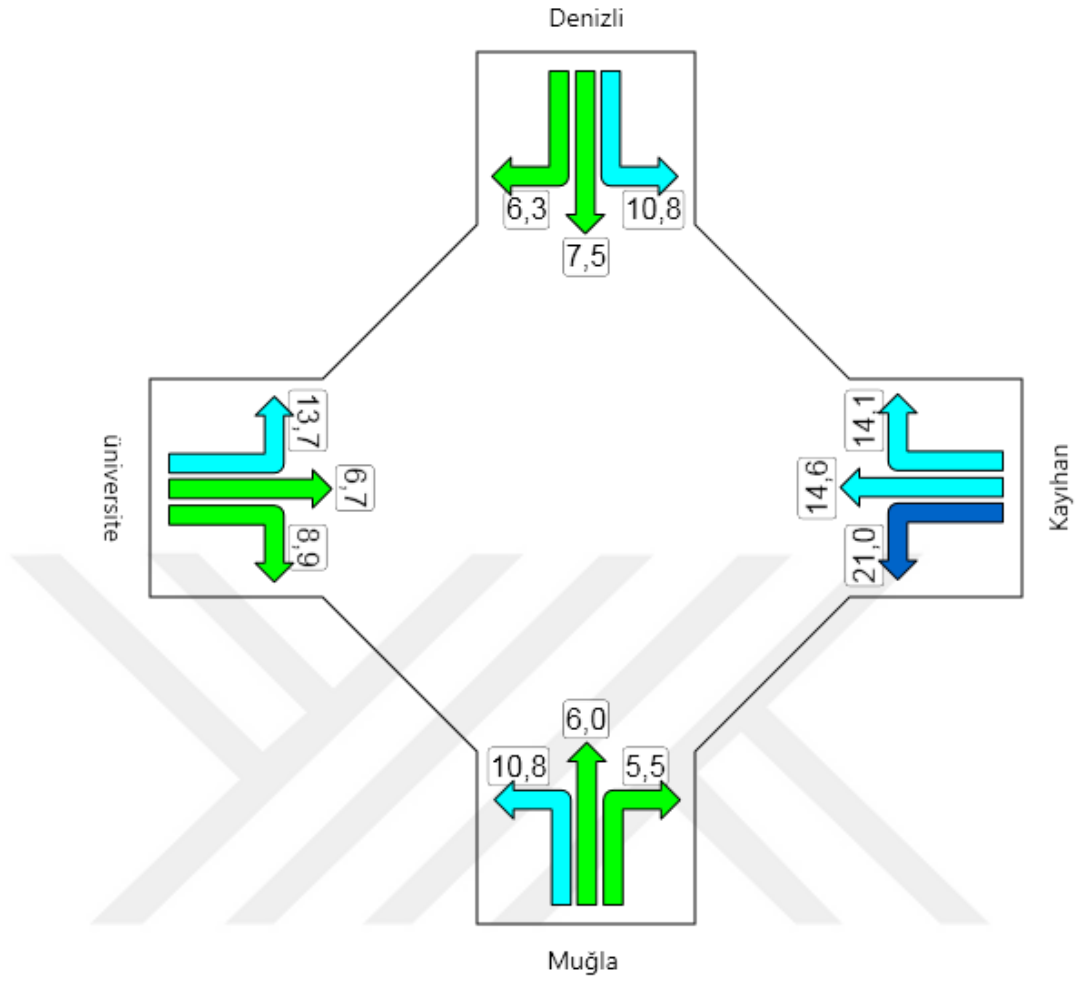
Şekil A.11: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Fuel (Total)	91,9	16,2	70,0	37,3	215,4



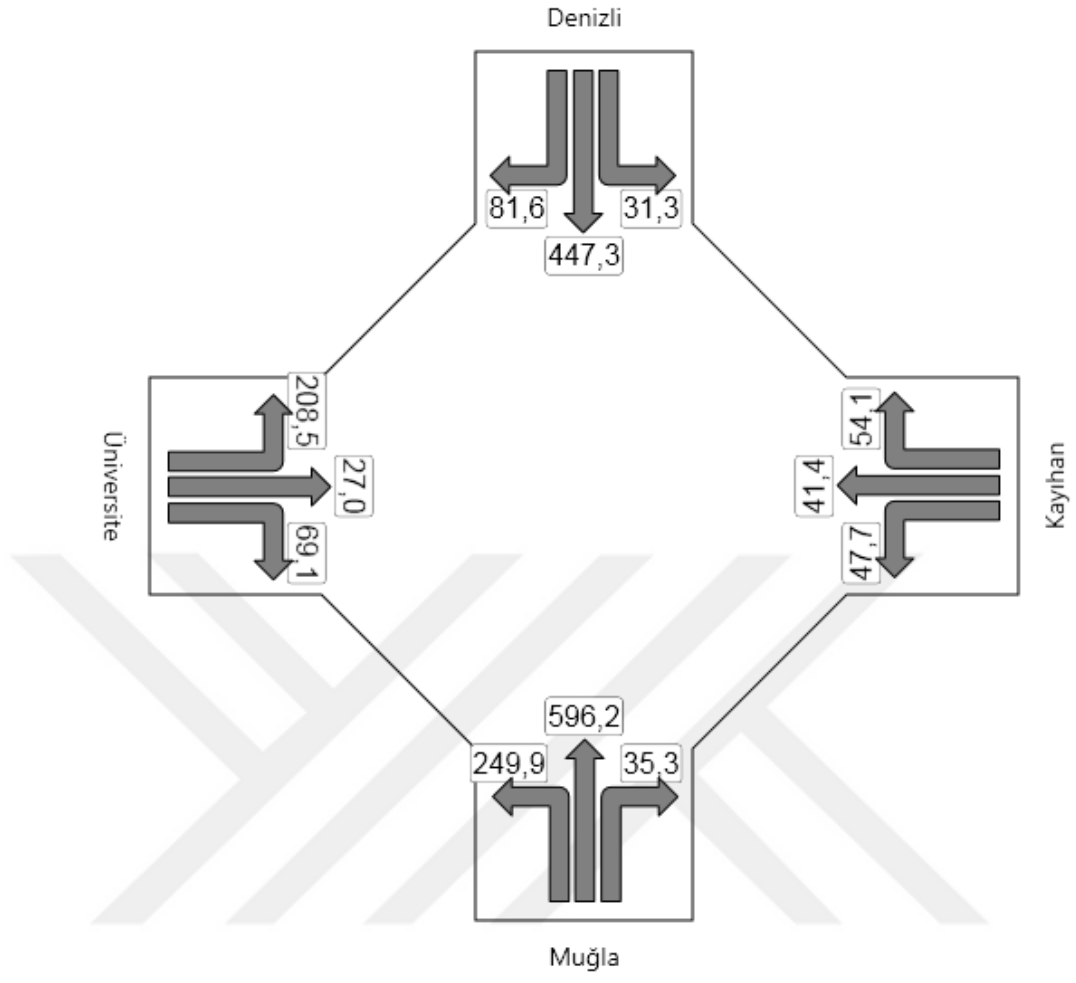
Şekil A.12: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Fuel (Total)	91,9	16,2	70,0	37,3	215,4



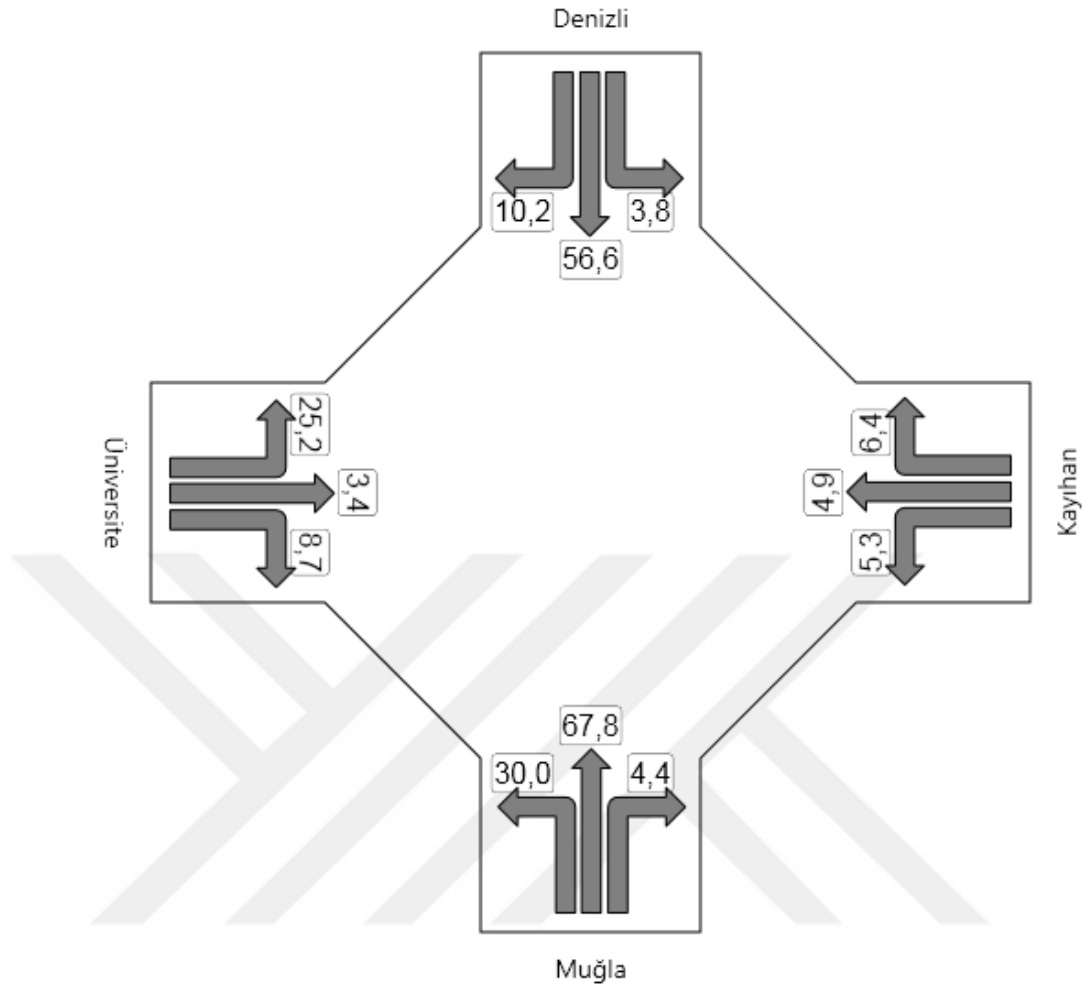
Şekil A.13: Gecikme Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Delay (Average)	7,4	16,3	7,5	11,8	8,8
LOS	A	B	A	B	A



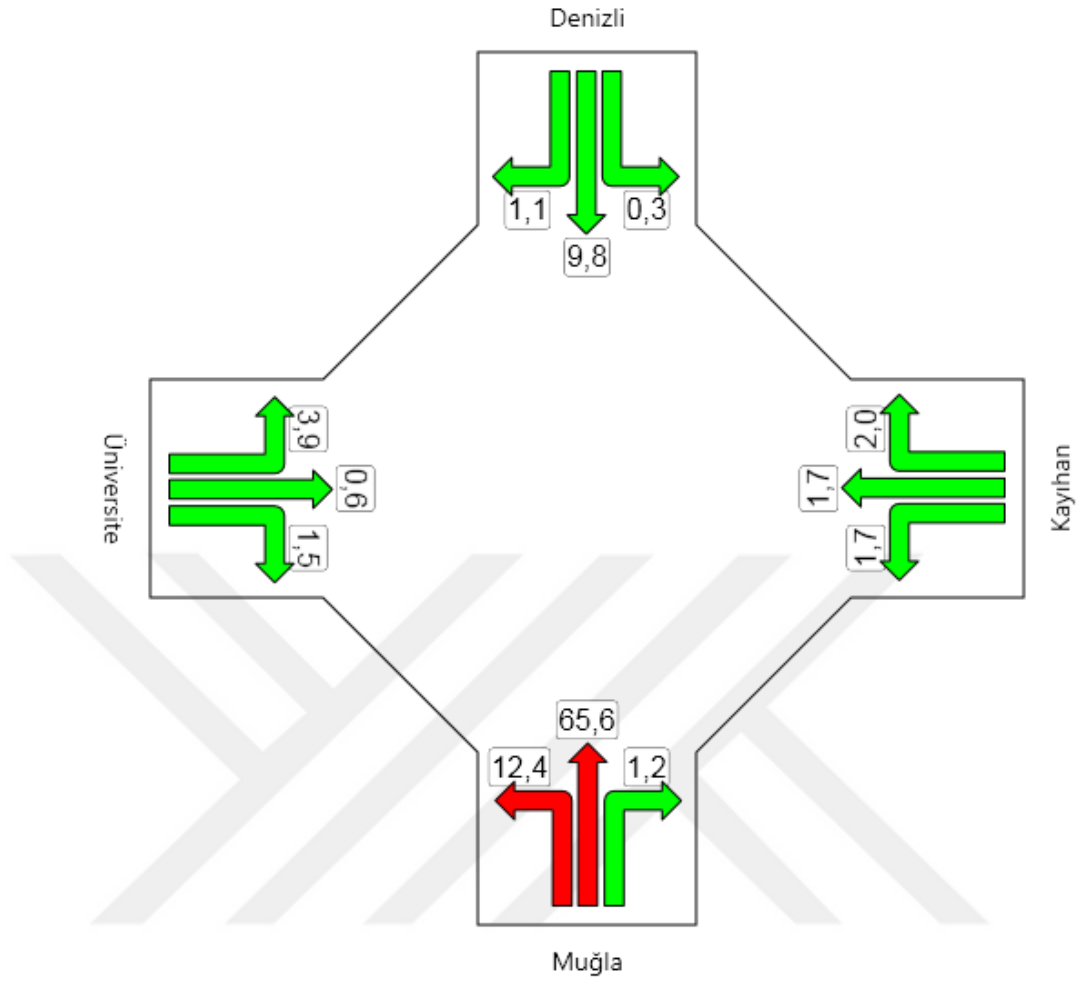
Şekil A.14: Maliyet Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Cost (Total)	881,3	143,2	560,1	304,6	1889,3



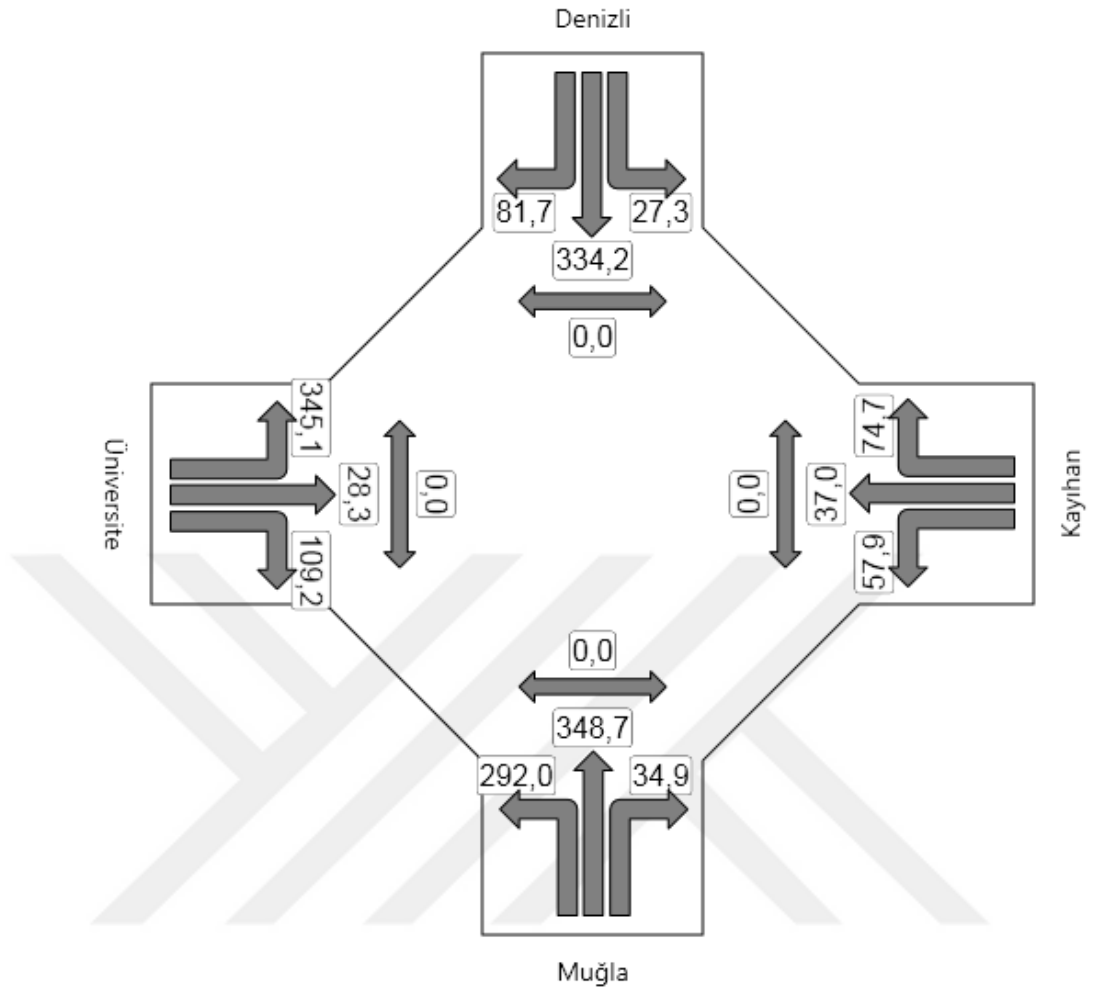
Şekil A.15: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının şekilsel gösterimi

	South	East	North	West	Intersection
Fuel (Total)	102,2	16,6	70,6	37,3	226,6

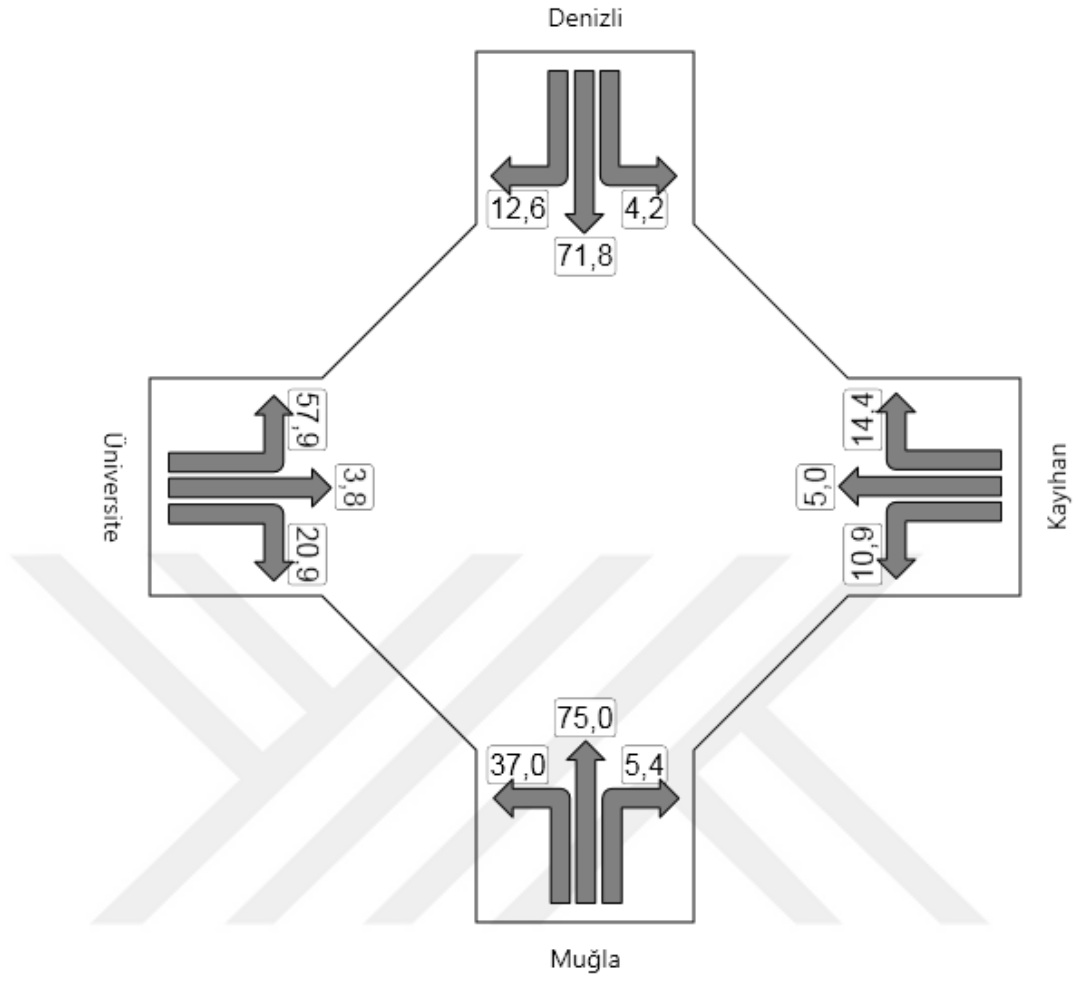


Şekil A.16: Gecikme Sonuçlarının şekilsel gösterimi

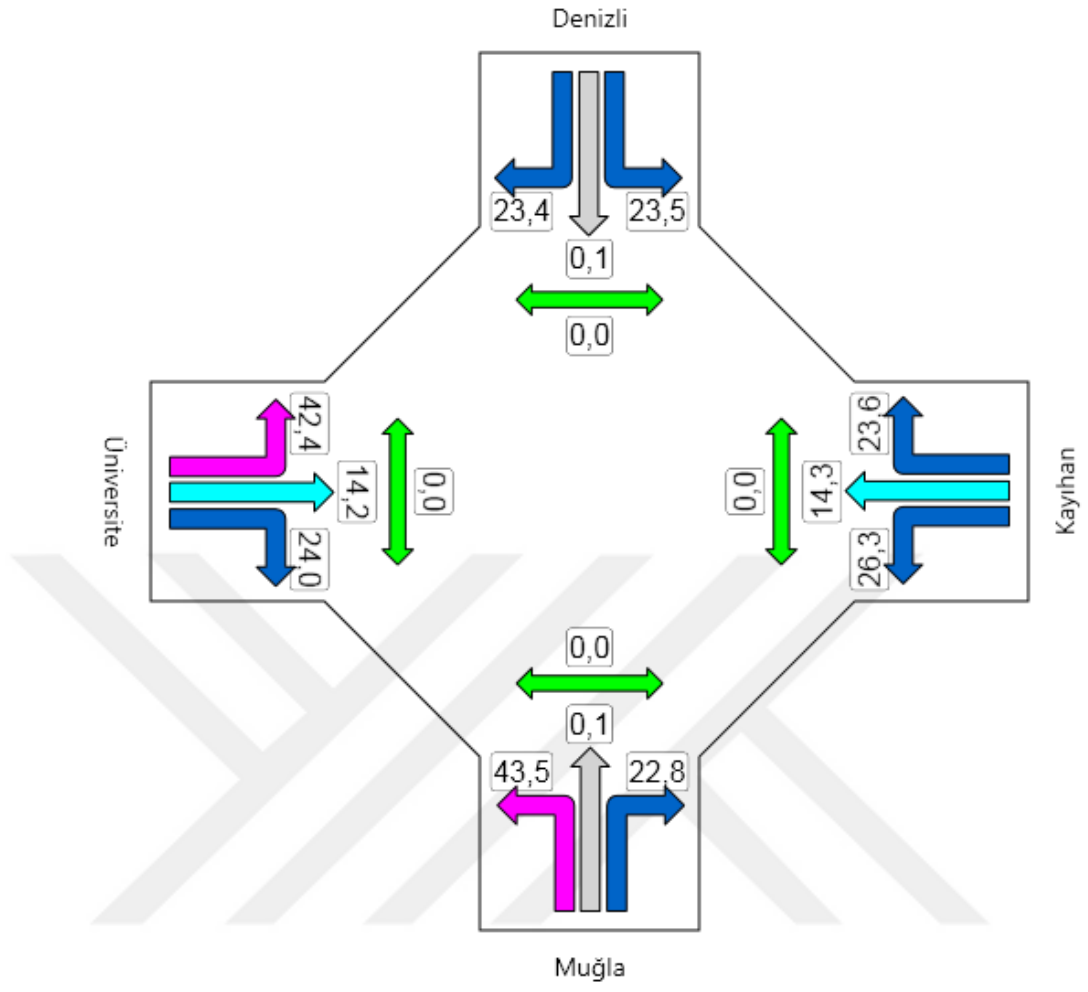
	South	East	North	West	Intersection
Queue	65,6	2,0	9,8	3,9	65,6



Şekil A.17: Maliyet Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi



Şekil A.18: Yakıt Tüketimi Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi



Şekil A.19: Gecikme Sonuçlarının Şekilsel Gösterimi

EK B Senaryo 2 İçin Hesaplamalar

GEÇİKME

%10 ARTIRMA

Tablo B.1: Senaryo 2 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%10 Gecikme Orijinal Gecikme Ağırlığı = %10 Arttır Yeni Toplam = 1,02					
AĞIRLIKLAR	0,1478	0,3941	0,1970	0,2463	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,399
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,262
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

GECİKME**%20 ARTIRMA****Tablo B.2:** Senaryo 2 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%20 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı					
=	0,15				
%20 Arttır	0,18				
Yeni Toplam =	1,03				
AĞIRLIKLAR	0,1456	0,3883	0,1942	0,2427	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,134
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,393
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,258
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,186

GECİKME**%30 ARTIRMA****Tablo B.3:** Senaryo 2 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%30 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı =		0,15			
%30 Arttır		0,195			
Yeni Toplam =		1,05			
AĞIRLIKLAR	0,1435	0,3828	0,1914	0,2392	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,388
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,254
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,183

MALİYET**%10 ARTIRMA****Tablo B.4:** Senaryo 2 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%10 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =				0,40	
%10					
Arttır				0,44	
Yeni Toplam =				1,04	
AĞIRLIKLAR	0,1442	0,4231	0,1923	0,2404	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,410
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,268
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

MALİYET**%20 ARTIRMA****Tablo B.5:** Senaryo 2 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%20 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =				0,40	
%20 Arttır				0,48	
Yeni Toplam = 1,08				1,08	
AĞIRLIKLAR	0,1389	0,4444	0,1852	0,2315	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,415
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,184

MALİYET**%30 ARTIRMA****Tablo B.6:** Senaryo 2 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%30 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =			0,400		
%30 Arttır			0,520		
Yeni Toplam =			1,120		
AĞIRLIKLAR	0,1339	0,4643	0,1786	0,2232	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,130
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,419
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,181

YAKIT**%10 ARTIRMA****Tablo B.7:** Senaryo 2 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%10 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =			0,20		
%10 Arttır			0,22		
Yeni Toplam =			1,02		
AĞIRLIKLAR	0,1471	0,3922	0,2157	0,2451	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,408
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,267
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

YAKIT**%20 ARTIRMA****Tablo B.8:** Senaryo 2 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%20 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =				0,20	
%20 Arttır				0,24	
Yeni Toplam =				1,04	
AĞIRLIKLAR	0,1442	0,3846	0,2308	0,2404	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,134
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,410
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,268
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,188

YAKIT**%30 ARTIRMA****Tablo B.9:** Senaryo 2 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%30 Yakıt Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,200 %30 Arttır 0,260 Yeni Toplam = 1,06 1,060					
AĞIRLIKLAR	0,1415	0,3774	0,2453	0,2358	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,412
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,187

TRAFİK GÜVENLİĞİ
%10 ARTIRMA

Tablo B.10: Senaryo 2 Trafik Güvenliği Verilerinin %10 arttırılmış halı

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%10 Trafik Güvenliği					
Orijinal Trafik Güvenliği					
Ağırlığı = 0,25					
%10 Arttır 0,275					
Yeni Toplam = 1,03					
AĞIRLIKLAR	0,1463	0,3902	0,1951	0,2683	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,144
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,396
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,262
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%20 ARTIRMA

Tablo B.11: Senaryo 2 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,40	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,191
%20 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,25					
%20 Arttır 0,30					
Yeni Toplam = 1,05 1,05					
AĞIRLIKLAR	0,1429	0,3810	0,1905	0,2857	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,150
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,388
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,258
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,205

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%30 ARTIRMA

Tablo B.12: Senaryo 2 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,25	0,20	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190
%30 Trafik Güvenliği Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,250 %30 Arttır 0,325 Yeni Toplam = 1,08 1,075					
AĞIRLIKLAR	0,2791	0,2326	0,1860	0,3023	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,153
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,379
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,259
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,210

EK C Senaryo 3 İçin Hesaplamalar

GEÇİKME

%10 ARTIRMA

Tablo C.1: Senaryo 3 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı =				0,200	
%10 Arttır				0,220	
Yeni Toplam =				1,020	
AĞIRLIKLAR	0,2157	0,2451	0,2941	0,2451	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,134
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

GECİKME**%20 ARTIRMA****Tablo C.2:** Senaryo 3 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı =				0,200	
%20 Arttır				0,240	
Yeni Toplam =				1,040	
AĞIRLIKLAR	0,2308	0,2404	0,2885	0,2404	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,409
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,188

GECİKME**%30 ARTIRMA****Tablo C.3:** Senaryo 3 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı =			0,200		
%30 Arttır			0,26		
Yeni Toplam =			1,06		
AĞIRLIKLAR	0,2453	0,2358	0,2830	0,2358	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,131
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,411
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,273
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,186

MALİYET**%10 ARTIRMA****Tablo C.4:** Senaryo 3 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =				0,25	
%10 Arttır				0,275	
Yeni Toplam =				1,03	
AĞIRLIKLAR	0,1951	0,2683	0,2927	0,2439	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,134
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,407
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

MALİYET**%20 ARTIRMA****Tablo C.5:** Senaryo 3 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =				0,250	
%20 Arttır				0,300	
Yeni Toplam =				1,050	
AĞIRLIKLAR	0,1905	0,2857	0,2857	0,2381	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,410
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,188

MALİYET

%30 ARTIRMA

Tablo C.6: Senaryo 3 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =		0,250			
%30 Arttır	0,325	0,325			
Yeni Toplam =	1,08	1,075			
AĞIRLIKLAR	0,1860	0,3023	0,2791	0,2326	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,131
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,413
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,186

YAKIT**%10 ARTIRMA****Tablo C.7:** Senaryo 3 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,30			
%10 Arttır		0,33			
Yeni Toplam =		1,03			
AĞIRLIKLAR	0,1942	0,2427	0,3204	0,2427	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİM İ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,408
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

YAKIT**%20 ARTIRMA****Tablo C.8:** Senaryo 3 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,30			
%20					
Arttır	0,36	0,36			
Yeni Toplam =	1,06	1,06			
AĞIRLIKLAR	0,1887	0,2358	0,3396	0,2358	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,130
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,411
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,188

YAKIT**%30 ARTIRMA****Tablo C.9:**Senaryo 3 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,300			
%30					
Arttır	0,39	0,390			
Yeni Toplam =	1,09	1,090			
AĞIRLIKLAR	0,1835	0,2294	0,3578	0,2294	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKM E	MALİYE T	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,128
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,414
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,273
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,186

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%10 ARTIRMA

Tablo C.10: Senaryo 3 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Trafik Güvenliği					
Orijinal Trafik Güvenliği					
Ağırlığı = 0,25					
%10 Arttır 0,275 0,275					
Yeni					
Toplam = 1,03 1,03					
AĞIRLIKLAR	0,1951	0,2439	0,2927	0,2683	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,141
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,395
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,264
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%20 ARTIRMA

Tablo C.11: Senaryo 3 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Trafik Güvenliği Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,250 %20 Arttır 0,3 0,300 Yeni Toplam = 1,05 1,050					
AĞIRLIKLAR	0,1905	0,2381	0,2857	0,2857	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,147
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,387
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,261
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,206

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%30 ARTIRMA

Tablo C.12: Senaryo 3 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,20	0,25	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,250			
%30 Arttır 0,325		0,325			
Yeni					
Toplam = 1,08		1,075			
AĞIRLIKLAR	0,1860	0,2326	0,2791	0,3023	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,153
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,379
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,257
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,212

EK D Senaryo 4 İçin Hesaplamalar

GEÇİKME

%10 ARTIRMA

Tablo D.1: Senaryo 4 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%10 Gecikme Orijinal Gecikme Ağırlığı = 0,150 Arttır 0,165 0,165 Yeni Toplam = 1,02 1,015					
AĞIRLIKLAR	0,1626	0,1970	0,2463	0,3941	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,182
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,335
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,237
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

GECİKME**%20 ARTIRMA****Tablo D.2:** Senaryo 4 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%20 Gecikme					
Orijinal Gecikme					
Ağırlığı = %20	0,150				
Arttır 0,18	0,180				
Yeni Toplam = 1,03	1,030				
AĞIRLIKLAR	0,1748	0,1942	0,2427	0,3883	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,180
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,337
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,238
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,245

GEÇİKME**%30 ARTIRMA****Tablo D.3:** Senaryo 4 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%30 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı					
=			0,150		
%30					
Arttır			0,195		
Yeni Toplam =			1,05		
AĞIRLIKLAR	0,1866	0,1914	0,2392	0,3828	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,179
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,340
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,240
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,242

MALİYET**%10 ARTIRMA****Tablo D.4:** Senaryo 4 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%10 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
= 0,20					
%10 Arttır 0,22					
Yeni Toplam = 1,02					
AĞIRLIKLAR	0,1471	0,2157	0,2451	0,3922	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,182
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,336
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,237
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

MALİYET**%20 ARTIRMA****Tablo D.5:** Senaryo 4 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%20 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=			0,200		
%20					
Arttır			0,24		
Yeni Toplam =			1,04		
AĞIRLIKLAR	0,1442	0,2308	0,2404	0,3846	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,180
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,339
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,238
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,243

MALİYET

%30 ARTIRMA

Tablo D.6: Senaryo 4 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%30 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=			0,200		
%30					
Arttır			0,260		
Yeni Toplam =			1,060		
AĞIRLIKLAR	0,1415	0,2453	0,2358	0,3774	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,178
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,343
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,239
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,241

YAKIT**%10 ARTIRMA****Tablo D.7:** Senaryo 4 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%10 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,25			
%10					
Arttır		0,275	0,275		
Yeni Toplam =		1,03	1,03		
AĞIRLIKLAR	0,1463	0,1951	0,2683	0,3902	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,181
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,336
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,237
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

YAKIT**%20 ARTIRMA****Tablo D.8:** Senaryo 4 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%20 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,25					
%20					
Arttır 0,3 0,30					
Yeni Toplam = 1,05 1,05					
AĞIRLIKLAR	0,1429	0,1905	0,2857	0,3810	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,178
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,341
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,239
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,243

YAKIT**%30 ARTIRMA****Tablo D.9:** Senaryo 4 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%30 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,250			
%30					
Arttır		0,325	0,325		
Yeni Toplam =		1,08	1,075		
AĞIRLIKLAR	0,1395	0,1860	0,3023	0,3721	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,175
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,345
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,241
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,240

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%10 ARTIRMA

Tablo D.10: Senaryo 4 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%10 Trafik Güvenliği					
Orijinal Trafik Güvenliği Ağırlığı = 0,40					
%10 Arttır 0,44 0,44					
Yeni					
Toplam = 1,04 1,04					
AĞIRLIKLAR	0,1442	0,1923	0,2404	0,4231	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,192
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,321
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,230
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%20 ARTIRMA

Tablo D.11: Senaryo 4 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%20 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =	0,400				
%20 Arttır 0,48	0,480				
Yeni Toplam = 1,08	1,080				
AĞIRLIKLAR	0,1389	0,1852	0,2315	0,4444	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,199
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,310
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,225
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,266

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%30 ARTIRMA

Tablo D.12: Senaryo 4 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,15	0,20	0,25	0,40	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,184
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,332
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,235
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,249
%30 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,400					
%30 Arttır 0,52 0,520					
Yeni Toplam = 1,12 1,120					
AĞIRLIKLAR	0,1339	0,1786	0,2232	0,4643	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,205
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,301
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,221
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,274

Ek 5. Senaryo 5 İçin Hesaplamalar

GEÇİKME

%10 ARTIRMA

Tablo E.1: Senaryo 5 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Gecikme Orijinal Gecikme Ağırlığı = 0,250 Arttır 0,275 0,275 Yeni Toplam = 1,03 1,025					
AĞIRLIKLAR	0,2683	0,1951	0,2927	0,2439	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,407
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

GEÇİKME

%20 ARTIRMA

Tablo E.2: Senaryo 5 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Gecikme					
Orijinal	Gecikme				
Ağırlığı =		0,250			
%20					
Arttır	0,3	0,300			
Yeni Toplam =	1,05	1,050			
AĞIRLIKLAR	0,2857	0,1905	0,2857	0,2381	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,131
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,409
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,273
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,187

GEÇİKME

%30 ARTIRMA

Tablo E.3: Senaryo 5 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Gecikme					
Orijinal	Gecikme				
Ağırlığı =		0,250			
%30					
Arttır	0,325	0,325			
Yeni Toplam =	1,08	1,075			
AĞIRLIKLAR	0,3023	0,1860	0,2791	0,2326	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,129
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,412
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,275
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,185

MALİYET**%10 ARTIRMA****Tablo E.4:.** Senaryo 5 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=			0,20		
%10					
Arttır			0,22		
Yeni Toplam =			1,02		
AĞIRLIKLAR	0,2451	0,2157	0,2941	0,2451	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,271
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

MALİYET**%20 ARTIRMA****Tablo E.5:** Senaryo 5 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=			0,200		
%20					
Arttır			0,24		
Yeni Toplam =			1,04		
AĞIRLIKLAR	0,2404	0,2308	0,2885	0,2404	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,409
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,188

MALİYET**%30 ARTIRMA****Tablo E.6:** Senaryo 5 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
= 0,200					
%30					
Arttır 0,26			0,260		
Yeni Toplam = 1,06			1,060		
AĞIRLIKLAR	0,2358	0,2453	0,2830	0,2358	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,131
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,411
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,186

YAKIT**%10 ARTIRMA****Tablo E.7: Senaryo 5 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali**

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,30			
Arttır 0,33		0,33			
Yeni Toplam = 1,03		1,03			
AĞIRLIKLAR	0,2427	0,1942	0,3204	0,2427	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,407
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

YAKIT
%20 ARTIRMA

Tablo E.8: Senaryo 5 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,30			
%20 Arttır		0,36	0,36		
Yeni Toplam =		1,06	1,06		
AĞIRLIKLAR	0,2358	0,1887	0,3396	0,2358	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,130
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,411
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,273
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,187

YAKIT**%30 ARTIRMA****Tablo E.9:** Senaryo 5 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,300					
%30					
Arttır 0,39 0,390					
Yeni Toplam = 1,09 1,090					
AĞIRLIKLAR	0,2294	0,1835	0,3578	0,2294	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,127
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,414
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,274
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,185

TRAFİK GÜVENLİĞİ
%10 ARTIRMA

Tablo E.10: Senaryo 5 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Trafik Güvenliği					
Orijinal Trafik Güvenliği Ağırlığı = 0,25					
%10 Arttır 0,275 0,275					
Yeni Toplam = 1,03 1,03					
AĞIRLIKLAR	0,2439	0,1951	0,2927	0,2683	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,141
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,395
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%20 ARTIRMA

Tablo E.11: Senaryo 5 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKM E	MALİYE T	YAKIT TÜKETİM İ	TRAFİK GÜVENLİĞ İ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,250					
%20 Arttır 0,3 0,300					
Yeni Toplam = 1,05 1,050					
AĞIRLIKLAR	0,2381	0,1905	0,2857	0,2857	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKM E	MALİYE T	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİ Ğİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,146
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,386
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,262
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,206

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%30 ARTIRMA

Tablo E.12: Senaryo 5 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,20	0,30	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,404
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,250					
%30 Arttır 0,325					
Yeni Toplam = 1,08					
AĞIRLIKLAR	0,2326	0,1860	0,2791	0,3023	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,152
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,378
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,258
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,212

EK F Senaryo 6 İçin Hesaplamalar

GEÇİKME

%10 ARTIRMA

Tablo F.1: Senaryo 6 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Gecikme Orijinal Gecikme Ağırlığı = 0,100 Arttır 0,11 0,110 Yeni Toplam = 1,01 1,010					
AĞIRLIKLAR	0,1089	0,3960	0,2475	0,2475	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,137
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,407
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

GECİKME**%20 ARTIRMA****Tablo F.2: Senaryo 6 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali**

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Gecikme					
Orijinal Gecikme					
Ağırlığı = %20	0,100				
Arttır 0,12	0,120				
Yeni Toplam = 1,02	1,020				
AĞIRLIKLAR	0,1176	0,3922	0,2451	0,2451	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,136
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,408
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

GECİKME**%30 ARTIRMA****Tablo F.3:** Senaryo 6 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Gecikme					
Orijinal	Gecikme				
Ağırlığı =		0,100			
%30					
Arttır	0,13	0,130			
Yeni Toplam =	1,03	1,030			
AĞIRLIKLAR	0,1262	0,3883	0,2427	0,2427	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,409
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,267
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,189

MALİYET**%10 ARTIRMA****Tablo F.4:** Senaryo 6 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=	0,40				
%10					
Arttır	0,44				
Yeni Toplam =		1,04			
AĞIRLIKLAR	0,0962	0,4231	0,2404	0,2404	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,410
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,267
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

MALİYET**%20 ARTIRMA****Tablo F.5:** Senaryo 6 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=			0,400		
%20					
Arttır			0,48		
Yeni Toplam =			1,08		
AĞIRLIKLAR	0,0926	0,4444	0,2315	0,2315	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,415
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,268
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,185

MALİYET**%30 ARTIRMA****Tablo F.6:** Senaryo 6 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
= 0,400					
%30					
Arttır 0,52			0,520		
Yeni Toplam = 1,12			1,120		
AĞIRLIKLAR	0,0893	0,4643	0,2232	0,2232	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,130
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,419
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,182

YAKIT**%10 ARTIRMA****Tablo F.7:** Senaryo 6 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =			0,25		
%10 Arttır			0,275		
Yeni Toplam =			1,03		
AĞIRLIKLAR	0,0976	0,3902	0,2683	0,2439	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,135
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,408
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,266
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

YAKIT**%20 ARTIRMA****Tablo F.8:** Senaryo 6 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =			0,25		
%20					
Arttır 0,3			0,30		
Yeni Toplam = 1,05			1,05		
AĞIRLIKLAR	0,0952	0,3810	0,2857	0,2381	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,133
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,411
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,268
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,188

YAKIT**%30 ARTIRMA****Tablo F.9:** Senaryo 6 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,250			
%30 Arttır	0,325	0,325			
Yeni Toplam =	1,08	1,075			
AĞIRLIKLAR	0,0930	0,3721	0,3023	0,2326	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,131
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,414
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,269
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,187

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%10 ARTIRMA

Tablo F.10: Senaryo 6 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%10 Trafik Güvenliği					
Orijinal Trafik Güvenliği Ağırlığı = 0,25					
%10 Arttır 0,275 0,275					
Yeni Toplam = 1,03 1,03					
AĞIRLIKLAR	0,0976	0,3902	0,2439	0,2683	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,144
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,397
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,261
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

TRAFİK GÜVENLİĞİ**%20 ARTIRMA****Tablo F.11:** Senaryo 6 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%20 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı					
=	0,250				
%20 Arttır	0,3	0,300			
Yeni Toplam =	1,05	1,050			
AĞIRLIKLAR	0,0952	0,3810	0,2381	0,2857	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,149
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,388
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,257
SİN.SIĞINMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,206

TRAFİK GÜVENLİĞİ**%30 ARTIRMA****Tablo F.12:** Senaryo 6 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,10	0,40	0,25	0,25	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,138
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,265
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,192
%30 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt					
Ağırlığı =		0,250			
%30 Arttır		0,325			
Yeni					
Toplam =		1,08	1,075		
AĞIRLIKLAR	0,0930	0,3721	0,2326	0,3023	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,155
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,380
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,254
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,212

EK G Senaryo 7 İçin Hesaplamalar

GEÇİKME

%10 ARTIRMA

Tablo G.1: Senaryo 7 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı =			0,300		
%10 Arttır			0,330		
Yeni Toplam =			1,030		
AĞIRLIKLAR	0,3204	0,1456	0,3398	0,1942	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,116
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,430
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,284
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

GECİKME**%20 ARTIRMA****Tablo G.2:** Senaryo 7 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Gecikme					
Orijinal Gecikme					
Ağırlığı =	0,300				
%20					
Arttır	0,36	0,360			
Yeni Toplam =	1,06	1,060			
AĞIRLIKLAR	0,3396	0,1415	0,3302	0,1887	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,114
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,433
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,286
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,168

GECİKME**%30 ARTIRMA****Tablo G.3:** Senaryo 7 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı =			0,300		
%30 Arttır 0,39			0,390		
Yeni Toplam = 1,09			1,090		
AĞIRLIKLAR	0,3578	0,1376	0,3211	0,1835	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,112
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,435
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,287
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,166

MALİYET**%10 ARTIRMA****Tablo G.4:** Senaryo 7 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =		0,15			
%10					
Arttır	0,165	0,165			
Yeni Toplam =	1,02	1,02			
AĞIRLIKLAR	0,2956	0,1626	0,3448	0,1970	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,429
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

MALİYET**%20 ARTIRMA****Tablo G.5:** Senaryo 7 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=	0,150				
%20					
Arttır	0,18	0,180			
Yeni Toplam =		1,03	1,030		
AĞIRLIKLAR	0,2913	0,1748	0,3398	0,1942	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,116
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,430
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,171

MALİYET**%30 ARTIRMA****Tablo G.6:** Senaryo 7 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =		0,150			
%30 Arttır		0,195	0,195		
Yeni Toplam =		1,05	1,045		
AĞIRLIKLAR	0,2871	0,1866	0,3349	0,1914	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,115
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,432
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,284
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,170

YAKIT**%10 ARTIRMA****Tablo G.7:** Senaryo 7 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,35			
Arttır	0,385	0,385			
Yeni Toplam =	1,04	1,04			
AĞIRLIKLAR	0,2899	0,1449	0,3720	0,1932	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,115
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,431
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,284
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

YAKIT**%20 ARTIRMA****Tablo G.8:** Senaryo 7 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,35			
%20 Arttır		0,42			
Yeni Toplam =		1,07			
AĞIRLIKLAR	0,2804	0,1402	0,3925	0,1869	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,113
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,434
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,285
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,169

YAKIT**%30 ARTIRMA****Tablo G.9:** Senaryo 7 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,350			
%30 Arttır		0,455	0,455		
Yeni Toplam =		1,11	1,105		
AĞIRLIKLAR	0,2715	0,1357	0,4118	0,1810	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,111
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,436
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,286
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,167

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%10 ARTIRMA

Tablo G.10: Senaryo 7 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Trafik Güvenliği					
Orijinal Trafik Güvenliği Ağırlığı = 0,20					
%10 Arttır 0,22					
Yeni Toplam = 1,02					
AĞIRLIKLAR	0,2941	0,1471	0,3431	0,2157	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,123
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,420
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,279
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%20 ARTIRMA

Tablo G.11: Senaryo 7 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,200					
%20 Arttır 0,24 0,240					
Yeni Toplam = 1,04 1,040					
AĞIRLIKLAR	0,2885	0,1442	0,3365	0,2308	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,128
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,412
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,276
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,185

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%30 ARTIRMA

Tablo G.12: Senaryo 7 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,30	0,15	0,35	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,427
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,200			
%30 Arttır 0,26		0,260			
Yeni Toplam 1,06		1,060			
AĞIRLIKLAR	0,2830	0,1415	0,3302	0,2453	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,132
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,405
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,272
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190

EK H Senaryo 8 İçin Hesaplamalar

GEÇİKME

%10 ARTIRMA

Tablo H.1: Senaryo 8 Gecikme Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı					
=			0,250		
%10					
Arttır			0,275		
Yeni Toplam =			1,03		
AĞIRLIKLAR	0,2683	0,2439	0,2927	0,1951	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,430
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,282
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

GECİKME**%20 ARTIRMA****Tablo H.2:** Senaryo 8 Gecikme Verilerinin %20 arttırılmış halı

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Gecikme					
Orijinal Gecikme Ağırlığı = 0,250					
%20					
Arttır 0,3 0,300					
Yeni Toplam = 1,05 1,050					
AĞIRLIKLAR	0,2857	0,2381	0,2857	0,1905	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,116
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,432
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,169

GECİKME**%30 ARTIRMA****Tablo H.3:** Senaryo 8 Gecikme Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Gecikme					
Orijinal	Gecikme				
Ağırlığı =		0,250			
%30					
Arttır	0,325	0,325			
Yeni Toplam =	1,08	1,075			
AĞIRLIKLAR	0,3023	0,2326	0,2791	0,1860	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,114
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,435
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,285
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,167

MALİYET**%10 ARTIRMA****Tablo H.4:** Senaryo 8 Maliyet Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı					
=			0,25		
%10					
Arttır			0,275		
Yeni Toplam =			1,03		
AĞIRLIKLAR	0,2439	0,2683	0,2927	0,1951	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,118
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,431
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,281
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

MALİYET**%20 ARTIRMA****Tablo H.5:** Senaryo 8 Maliyet Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKM E	MALİYE T	YAKIT TÜKETİM İ	TRAFİK GÜVENLİĞ İ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =		0,250			
%20					
Arttır 0,3		0,300			
Yeni Toplam = 1,05		1,050			
AĞIRLIKLAR	0,2381	0,2857	0,2857	0,1905	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKM E	MALİYE T	YAKIT TÜKETİM İ	TRAFİK GÜVENLİĞ İ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,116
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,433
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,282
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,169

MALİYET**%30 ARTIRMA****Tablo H.6:** Senaryo 8 Maliyet Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Maliyet					
Orijinal Maliyet Ağırlığı =			0,250		
%30					
Arttır			0,325		
Yeni Toplam =			1,08		
AĞIRLIKLAR	0,2326	0,3023	0,2791	0,1860	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,115
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,435
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,167

YAKIT**%10 ARTIRMA****Tablo H.7:** Senaryo 8 Yakıt Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,30			
%10					
Arttır	0,33	0,33			
Yeni Toplam =	1,03	1,03			
AĞIRLIKLAR	0,2427	0,2427	0,3204	0,1942	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,117
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,431
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,282
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

YAKIT**%20 ARTIRMA****Tablo H.8:** Senaryo 8 Yakıt Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =			0,30		
%20 Arttır			0,36		
Yeni Toplam =			1,06		
AĞIRLIKLAR	0,2358	0,2358	0,3396	0,1887	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,115
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,434
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,283
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,169

YAKIT**%30 ARTIRMA****Tablo H.9:** Senaryo 8 Yakıt Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Yakıt					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,300			
%30					
Arttır	0,39	0,390			
Yeni Toplam =	1,09	1,090			
AĞIRLIKLAR	0,2294	0,2294	0,3578	0,1835	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,113
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,436
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,284
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,168

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%10 ARTIRMA

Tablo H.10: Senaryo 8 Trafik Verilerinin %10 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%10 Trafik Güvenliği					
Orijinal Trafik Güvenliği Ağırlığı =			0,20		
%10 Arttır			0,22		
Yeni Toplam =			1,02		
AĞIRLIKLAR	0,2451	0,2451	0,2941	0,2157	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,124
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,421
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,277
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,196

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%20 ARTIRMA

Tablo H.11: Senaryo 8 Trafik Verilerinin %20 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%20 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı = 0,200					
%20 Arttır 0,24 0,240					
Yeni Toplam					
= 1,04 1,040					
AĞIRLIKLAR	0,2404	0,2404	0,2885	0,2308	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GEÇİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,129
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,413
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,274
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,185

TRAFİK GÜVENLİĞİ

%30 ARTIRMA

Tablo H.12: Senaryo 8 Trafik Verilerinin %30 arttırılmış hali

AĞIRLIKLAR	0,25	0,25	0,30	0,20	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,119
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,428
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,280
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,173
%30 Trafik Güvenliği					
Orijinal Yakıt Ağırlığı =		0,200			
%30 Arttır 0,26		0,260			
Yeni					
Toplam = 1,06		1,060			
AĞIRLIKLAR	0,2358	0,2358	0,2830	0,2453	TOPLAM AĞIRLIKLAR
PARAMETRELER	GECİKME	MALİYET	YAKIT TÜKETİMİ	TRAFİK GÜVENLİĞİ	
ALTERNATİFLER					
SİNYALİZE KAVŞAK	0,052	0,065	0,046	0,380	0,134
DÖNEL KAVŞAK	0,520	0,530	0,524	0,042	0,406
KÖPRÜLÜ KAVŞAK	0,342	0,311	0,322	0,103	0,270
SİN.SİĞİNMALI KAVŞAK	0,086	0,094	0,109	0,476	0,190