



**OLASI BİR DEPREM SONRASI YARDIM-TALEP NOKTALARI
ARASINDA CBS TEMELLİ DİNAMİK ROTALAMA: İSTANBUL İLİ
UYGULAMASI**

Feyza ALTUNTAŞ

**DOKTORA TEZİ
HAREKÂT ARAŞTIRMASI ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

OCAK 2018

Feyza ALTUNTAŞ tarafından hazırlanan “OLASI BİR DEPREM SONRASI YARDIM-TALEP NOKTALARI ARASINDA CBS TEMELLİ DİNAMİK ROTALAMA: İSTANBUL İLİ UYGULAMASI” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Harekât Araştırması Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Serpil EROL

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

Başkan: Prof. Dr. Hülya BAYRAK

İstatistik Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Prof. Dr. Oya KARAŞAN

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Bilkent Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Doç. Dr. Talip KELLEĞÖZ

Harekat Araştırması Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

Üye: Yrd. Doç. Dr. Ayyüce AYDEMİR KARADAĞ

Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı, Çankaya Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum.

Tez Savunma Tarihi: 31/01/2018

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

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

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

Feyza ALTUNTAŞ

31/01/2018

OLASI BİR DEPREM SONRASI YARDIM-TALEP NOKTALARI ARASINDA CBS
TEMELLİ DİNAMİK ROTALAMA: İSTANBUL İLİ UYGULAMASI

(Doktora Tezi)

Feyza ALTUNTAŞ

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Ocak 2018

ÖZET

Afetlerde en kısa zamanda müdahale hayati önem taşımaktadır. Bu kapsamda insani yardım malzemelerinin talep noktalarına doğru zamanda ulaştırılması uygun güzergâhların bulunması ile mümkündür. Bu çalışmada, olası bir deprem sonrası talep noktalarına yardım malzemelerini taşıyan araçlar için zaman ve güvenilirlik açısından ulaşımı etkileyecek tüm faktörleri (mesafe, trafik yoğunluğu, yolun genişliği, yolun hasar durumu, zemin yapısı gibi) dikkate alan CBS temelli bir şebeke kurularak uygun ve dinamik güzergahların bulunması amacıyla bir metodoloji geliştirilmektedir. Metodolojinin uygulaması olarak, İstanbul'un Avrupa Yakası Marmara kıyısına yakın ilçeleri (birinci derece deprem riski taşıyan bölgede olması nedeniyle) talep bölgeleri olarak belirlenmektedir. Öte yandan bu bölgede olası bir deprem sonrası acil yardımların ulaştırılması için kullanılacak depo olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Alibeyköy'de yer alan Lojistik Destek Merkezi seçilmektedir. Literatürde İstanbul ili ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde, İstanbul ilinde olası bir deprem sonrasında yol şebekesindeki ulaşım zamanını etkileyecek tüm kriterleri dikkate alarak uygun güzergâhların bulunduğu bir çalışmanın olmadığı görülmektedir. Sunulan metotta kriter ağırlıkları AHP yöntemiyle belirlenmekte ve kriterlerin etkileri birleştirilerek CBS'ye entegre edilmektedir. Problemi çözmek için Dijkstra algoritması tabanlı çalışan CBS Network analizi kullanılmaktadır. Önerilen metodoloji ile çeşitli deprem senaryoları için uygun ve dinamik güzergahlar bulunmaktadır. Bu metodolojinin, karar verici yasal otoritelerin (AFAD, AKOM gibi) deprem öncesi yapacakları hazırlıklar ve olası bir deprem sonrası müdahale için verecekleri kararlara yönelik önemli katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Bilim Kodu : 90620

Anahtar Kelimeler : Coğrafi bilgi sistemi, deprem lojistiği, şebeke analizi, uygun güzergah belirleme, dinamik rotalama

Sayfa Adedi : 119

Danışman : Prof. Dr. Serpil EROL

A GIS BASED DYNAMIC NETWORK DESIGN BETWEEN RESPONSE AND
DEMAND POINTS AFTER A POSSIBLE EARTHQUAKE:

APPLICATION OF ISTANBUL

(Ph. D. Thesis)

Feyza ALTUNTAŞ

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

January 2018

ABSTRACT

Emergency response as soon as possible is of vital importance in the event of a disaster. In this context, it is possible to deliver humanitarian aid materials to the demand points at the right time by finding optimal routes. This study aims to develop a methodology in order to find optimal and dynamic routes for vehicles carrying aid materials to demand points after an earthquake by establishing a GIS-based network considering all the factors (distance, traffic intensity, wideness of the road, road damage status, ground structure etc.) that will affect transportation in terms of time and reliability. As the application of the proposed methodology, the districts of Istanbul close to the Marmara Sea on its European side (due to the fact that these districts are in the region bearing the risk of the first degree earthquake) are determined as demand zones. On the other hand, Logistics Support Center located in Alibeyköy of Istanbul Metropolitan Municipality is selected as a warehouse to be used for delivering emergency aids after an earthquake in this region. When studies on Istanbul province in the literature are examined, it has been found that there is no study with optimal routes taking into consideration all the criteria that will affect the transportation time in the road network after a possible earthquake in Istanbul. Criteria weights are determined by the AHP method and the effects of the criteria are combined and integrated into GIS. In order to solve the problem, Dijkstra algorithm based GIS Network analysis is used. Optimal and dynamic routes are found with the developed methodology for various earthquake scenarios. It is considered that this methodology will make a significant contribution to the decision making process by the decision-making authorities (such as AFAD, AKOM) for preparations to be made before the earthquake and decisions to be made for a possible post-earthquake response.

Science Code : 90620

Key Words : Geographic information system, earthquake logistics, network analysis, finding optimal routes, dynamic routing.

Page Number : 119

Supervisor : Prof. Dr. Serpil EROL

TEŐEKKÖR

Çalıőmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla her daim beni yönlendiren, akademik danışmanlığının yanı sıra beőeri yönden de hayat tecrübelerinden faydalandığım danışmanım Prof. Dr. Serpil EROL'a, çok kıymetli yardım ve önerilerini esirgemeyen TİK üyelerim Prof.Dr.Hülya BAYRAK ve Prof.Dr.Oya KARAŞAN'a, tüm akademik öğrenim hayatım boyunca manevi desteğiyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan değerli eőim Alaattin ALTUNTAŞ'a ve sevgili çocuklarım Ömer Noyan ALTUNTAŞ ile Ada İnci ALTUNTAŞ'a teőekkürü bir borç bilirim.

Doktora eğitimim boyunca tez çalışmamda manevi desteklerini, ilgi ve alakalarımı esirgemeyen aileme ve arkadaşlarıma minnettarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	x
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. AFET, AFET YÖNETİMİ.....	5
2.1. Afet Türleri ve Afet Lojistiği	5
2.2. Dünyada ve Türkiye’de Doğal Afetler.....	7
2.3. İstanbul ve Deprem	15
2.4. Afet Yönetim Sistemi.....	18
2.4.1. Risk ve zarar azaltma aşaması	19
2.4.2. Hazırlık aşaması.....	19
2.4.3. Müdahale aşaması.....	20
2.4.4. İyileştirme aşaması	20
2.5. Afet Yönetim Organizasyonları	20
2.5.1. Devlet organizasyonları	20
2.5.2. Sivil organizasyonlar	22
3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	23
4. ÇALIŞMADA KULLANILACAK TEKNİKLER.....	33
4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP).....	33
4.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	35

5. METODOLOJİ	37
6. DEPREM SONRASI YARDIM-TALEP NOKTALARI ARASINDA DİNAMİK ROTALAMA UYGULAMASI	39
6.1. Araştırma Probleminin Tanımı	39
6.1.1. Araştırma probleminin konusu, amacı ve önemi	39
6.1.2. Kuramsal çerçeve, kapsam ve sınırlılıklar	39
6.2. Tez Çalışması ile İlgili Veri ve Kriterlerin Tespiti	41
6.2.1. Verilerin tespiti	41
6.2.2. Kriterlerin tespiti.....	53
6.3. Kriterlerin Ağırlıklandırılması (AHP'nin Uygulanması).....	55
6.4. Kriterlere Ait Verilerin CBS'ye Aktarılması	57
6.4.1. Çalışma alanının belirlenmesi ve mesafe verisinin girilmesi	57
6.4.2. Yol dilimleri için yol genişliği kriterinin hız üzerindeki etkisi	60
6.4.3. Yol dilimleri için zemin yapısı kriterinin hız üzerindeki etkisi	63
6.4.4. Yol dilimleri için trafik yoğunluğu kriterinin hız üzerindeki etkisi.....	65
6.4.5. Yol dilimleri için yollarda oluşacak hasar durumu kriteri etkisinin hesaplanması	67
6.4.6. Kriterlere ilişkin verilerin standartlaştırılması	71
6.5. AHP Yöntemiyle Bulunan Kriter Ağırlıklarının CBS'ye Entegrasyonu	72
6.6. Örnek Senaryo Çalışması	72
6.6.1. Örnek deprem senaryosu için şebekenin oluşturulması.....	73
6.6.2. Deprem sonrası zamanı minimize eden uygun güzergahların bulunması	75
6.7. Diğer Uygulamalar.....	87
6.7.1. Ani gelişen durumlar sonrası yeni güzergâhların bulunması.....	87
6.7.2. Darboğazların belirlenmesi.....	90
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	95
7.1. Sonuç.....	95

	Sayfa
7.2. Öneriler	97
KAYNAKLAR	99
EKLER.....	105
EK-1. Tez akış şeması.....	106
EK-2. Hıza ait kriter ağırlıklarının belirlenmesine yönelik anket çalışması.....	107
EK-3. Çalışmada kullanılan veriler.....	109
ÖZGEÇMİŞ	118



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Afet türleri	8
Çizelge 2.2. 2015 yılı doğa kaynaklı afetlerdeki can kayıpları.....	8
Çizelge 2.3. IFRC dünya afet raporu Türkiye ile ilgili istatistikleri	12
Çizelge 2.4. Türkiye’de 1999-2014 yılları arasında fazla hasara yol açan doğal afetler	12
Çizelge 3.1. Konuya yönelik yayımlanan makaleler	23
Çizelge 3.2. Makalelerde kullanılan model ve çözüm metodu	25
Çizelge 4.1. İkili karşılaştırma ölçeği	34
Çizelge 4.2. Rasgele indeks (R.İ.) değerleri (i=1,.....6)	35
Çizelge 6.1. İstanbul iline ait yol şebekesi verileri	42
Çizelge 6.2. İstanbul iline ait ilçe ve mahalle sınır verisi	43
Çizelge 6.3. Mahallelere göre nüfus yoğunlukları	44
Çizelge 6.4. Mahallelere göre bina hasargörebilirliği ve bina hasar durumları	51
Çizelge 6.5. Deprem ile ilgili genel olarak kullanılan kriterler	54
Çizelge 6.6. Bir ankete ait ikili karşılaştırma değerleri.....	56
Çizelge 6.7. İkili karşılaştırmalar matrisi.....	56
Çizelge 6.8. Öncelik değerleri	56
Çizelge 6.9. Tutarlılık oranı değerleri.....	57
Çizelge 6.10. Kriterlere ilişkin öncelik değerleri.....	60
Çizelge 6.11. Yol tipleri, yasal hız sınırları ve şerit sayılarına göre yardım malzemesi taşıyan araçların ortalama hızları	62
Çizelge 6.12. Şerit sayısı ve yol tiplerine (yol genişliği) göre deprem sonrası ulaşım süresini etkileme oranları.....	63
Çizelge 6.13. Satih cinslerine göre yol ağı (km).....	64
Çizelge 6.14. Satih cinslerine göre İstanbul yol ağı (km).....	64

Çizelge	Sayfa
Çizelge 6.15. Yol tiplerinin zemin yapısına göre deprem sonrası ulaşım süresini etkileme oranları	65
Çizelge 6.16. İlçelerde sabah 08.00-10.00 saatleri arası yol tiplerine göre trafik yoğunluğu etki oranları.....	66
Çizelge 6.17. İlçelerde akşam 18.00-20.00 saatleri arası yol tiplerine göre trafik yoğunluğu etki oranları.....	66
Çizelge 6.18. Network analizinde kullanılacak İstanbul ili yol şebekesi verileri.....	71
Çizelge 6.19. Deprem öncesi ve deprem sonrası zamana göre optimal rotalardaki ulaşım süreleri.....	79
Çizelge 6.20. Üç senaryo için deprem sonrası zamana göre bulunan optimal rotalardaki ulaşım süreleri ve rota uzunlukları	85

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. 1994-2013 dönemi kıta ve dünya genelinde felaket sayısı	9
Şekil 2.2. Ülke başına felaket sayısı (1994-2013).....	10
Şekil 2.3. Doğal afetlerin afet tipine göre dağılımı (1994-2013)	10
Şekil 2.4. Türkiye deprem bölgeleri haritası	14
Şekil 2.5. İstanbul veya çevresinde meydana gelen depremlerin merkez üsleri	16
Şekil 2.6. Afet yönetim sistemi	19
Şekil 4.1. AHP hiyerarşik yapısı	33
Şekil 5.1. Metodoloji akış şeması.....	38
Şekil 6.1. Trafik yoğunluk haritası	44
Şekil 6.2. Yol kapanması sonucu izole olacak alan hesaplamaları [21].....	52
Şekil 6.3. Problemin hiyerarşik yapısı.....	55
Şekil 6.4. Uygulama alanı	58
Şekil 6.5. Uygulama alanındaki depo ve talep noktası yerleri	59
Şekil 6.6. İstanbul yol ağı verisi yol kesişim noktaları.....	59
Şekil 6.7. Deprem merkezine 30 km mesafede bulunan yollar	68
Şekil 6.8. JICA raporunda model C'ye göre istanbul için sismik bölge sınıflandırması.....	69
Şekil 6.9. Bakırköy ilçesinde bulunan yolların seçimi	70
Şekil 6.10. İstanbul yolağı verisinin şebeke analizi yapabilmek için ND dosyasına dönüştürülmesi	74
Şekil 6.11. Birinci Senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar	75
Şekil 6.12. Birinci senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar	76
Şekil 6.13. Birinci senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar	77

Şekil	Sayfa
Şekil 6.14. Birinci senaryoya göre deprem öncesi ve deprem sonrası optimal rotalardaki ulaşım süresi.....	80
Şekil 6.15. Deprem öncesi optimal rotaların deprem sonrasında da kullanılması sonucu rotalardaki ulaşım süreleri ve deprem sonrası optimal rotalardaki ulaşım sürelerinin karşılaştırılması.....	81
Şekil 6.16. İkinci senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar	82
Şekil 6.17. Üçüncü senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar	83
Şekil 6.18. Güzergâh 5'te senaryolara göre deprem sonrası rotalardaki ulaşım süreleri ve değişimi	86
Şekil 6.19. Senaryo 1'e göre İBB Lojistik Destek Merkezi-Avcılar park alanı arası deprem sonrası en uygun güzergâh	87
Şekil 6.20. Avcılar Yeşilkent Mahallesinde kapanan yol dilimi	88
Şekil 6.21. Deprem sonrası en uygun güzergahta yolun kapanması durumu	88
Şekil 6.22. Senaryo 1'e göre deprem sonrası en uygun güzergâhta köprü yıkılması sonucu yolun kapanması durumu.....	89
Şekil 6.23. Senaryo 1'e göre deprem sonrası bulunan en uygun güzergah	91
Şekil 6.24. %75 ve üzeri trafik yoğunluğu olan yollar yasaklandığında Senaryo 1'e göre deprem sonrası bulunan en uygun güzergâh	91
Şekil 6.25. %65 ve üzeri trafik yoğunluğu olan yollar kapatıldığında Senaryo 1'e göre deprem sonrası zamanı en küçükleyen güzergâh	92
Şekil 6.26. %50 ve üzeri trafik yoğunluğu olan yolların kapatılması durumu	93

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler

Açıklamalar

CI	Tutarlılık İndeksi
CR	Tutarlılık oranı
β	Sismik bölge faktörü
r	Deprem merkezine olan uzaklık
μ	Deprem şiddeti
w	Kriter ağırlığı
p	Survability
PGA	En büyük zemin ivmesi
Rİ	Rasgele İndex
λ	Özdeğer
M	Magnitude

Kısaltmalar

Açıklamalar

AFAD	Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AHP	Analitik Hiyerarşi Prosesi
AKOM	Büyükşehir Belediyesi Afet koordinasyon Merkezi
AKUT	Arama Kurtarma Derneği
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DAK	Doğal Afetler Arama Kurtarma Tabur Komutanlığı
DASK	Doğal Afetler Sigorta Kurumu
EM-DAT	Uluslararası Afet Bilgi Bankası
FID	Field Identification Number
GHI	GeoHazards International
GIS	Geographic Information System
IFRC	Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Toplulukları Federasyonu

Kısaltmalar	Açıklamalar
İBB	İstanbul Büyükşehir Belediyesi
JICA	Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı
JMO	Jeoloji Mühendisleri Odası
KAF	Kuzey Anadolu Fayı
KBRN	Kimyasal, Biyolojik, Radyolojik ve Nükleer
KGM	Karayolları Genel Müdürlüğü
KOERİ	Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
TUİK	Türkiye İstatistik Kurumu
vd.	Ve Diğerleri

1. GİRİŞ

Afet, toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanmaktadır.

Acil durum ise; toplumun tamamının veya belli kesimlerinin normal hayat ve faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan ve acil müdahaleyi gerektiren olayları ve bu olayların oluşturduğu kriz halini ifade etmektedir.

Afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması amacıyla, afet öncesi, sırası ve sonrasında alınması gereken önlemler ve yapılması gereken çalışmaların planlanması, yönlendirilmesi, koordine edilmesi, desteklenmesi ve etkin olarak uygulanabilmesi gerekmektedir. Bunun için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla, imkân ve kaynaklarının belirlenen stratejik hedefler ve öncelikler doğrultusunda kullanılmasını gerektiren çok yönlü, çok disiplinli ve çok aktörlü bir yönetim süreci ön plana çıkmaktadır. Afet olmadan, afetlerin öncesinde yapılacak çalışmalar, afet sonrasında yaşanacak kayıpları azaltmanın bir yoludur. Afetleri önlemek mümkün değildir, ancak alınacak önlemlerle zararlarını en aza indirmek mümkün olacaktır.

Dünya üzerinde birçok farklı ülkede doğal afetler meydana gelmektedir. Doğal afetler ülke ekonomisine zararları olması nedeniyle ve dolayısıyla insanlar üzerinde de psikolojik ve sosyal açıdan olumsuz etkilere neden olmaktadır.

Afetler bir toplumun karşı karşıya kaldığı olağanüstü durum ve haller arasında tahmin edilme güçlükleri, etki büyüklükleri, diğer tehlikeli olayları tetikleyebilme potansiyelleri ile coğrafyamızda oluşma sıklıkları gibi kriterler açısından değerlendirildiğinde en geniş kapsamlı, en uzun süreli ve en zarar verici olanlarıdır.

Türkiye de deprem başta olmak üzere afetlerin yoğun olarak yaşandığı bir ülkedir. Ülkemizde en sık görülen klimatik kökenli doğal afetler olup, en şiddetlileri başta deprem olmak üzere jeolojik afetlerdir.

Deprem; yıkım gücü, yaşanma sıklığı, diğer afetleri tetikleme özelliği, yurdumuz coğrafyasının %96'sının sismik olarak riskli kabul edilen ilk dört derece deprem bölgesi içerisinde olması ve nüfusumuzun %98'ini tehdit etmesi sebepleriyle önem arz etmektedir.

Bu bağlamda, Türkiye'de afet denilince akla genelde deprem gelmekte ve alınan önlemler bu kapsamda olmaktadır. Marmara bölgesinde Kocaeli ve Düzce'de meydana gelen şiddetli depremler, ülkenin 20. yüzyılda yaşadığı en büyük tabii afetler olmuş ve afet yönetimi açısından adeta yeni bir takvim başlangıcı teşkil etmişlerdir [1].

İnsanları etkileyen afet ve acil durumlarda insani yardım malzemelerinin lojistiğine İnsani Yardım Lojistiği (Humanitarian Logistics) adı verilmektedir. Afetlerde en kısa zamanda müdahale hayati önem taşımaktadır. İnsani yardım malzemelerinin doğru zamanda ulaştırılması şüphesiz yardım ve talep noktaları arasındaki en uygun güzergahın bulunması ile yakından ilgilidir.

Olası bir deprem neticesinde İstanbul'daki otoyolların, karayolu ağının, köprülerin, tünel ve viyadüklerin ne derece etkileneceği, bu hasarın deprem yardımlarını talep noktalarına taşımakta ne kadar gecikmeler meydana getireceği çok önemli bir husustur.

Tez çalışmasında deprem sonrası yardım noktasına yardım malzemelerini taşıyacak araçlara, zaman ve güvenilirlik açısından ulaşmayı etkileyecek tüm faktörleri (mesafe, trafik yoğunluğu, yolun genişliği gibi) dikkate alarak depreme ait tüm etkileri içinde barındıran Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) temelli bir şebekenin kurulması ve acil yardım araçları için uygun ve dinamik güzergâhların bulunması amaçlanmıştır. Tüm kriterleri dikkate alarak seçilen bir güzergâhın etkili bir acil lojistik yardım sürecinde kritik bir öneme sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada İstanbul'un Avrupa Yakası Marmara kıyısına yakın olan bazı ilçeleri birinci derece deprem riski taşıyan bölgede olması ve gerek nüfus oranı gerekse 1999 Marmara depremi sonrası hasarlı bina oranının yüksek olması nedeniyle ihtiyaç (talep) bölgeleri olarak seçilmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde; tez ile ilgili olarak genel bilgi verilmekte ve konuya giriş yapılmaktadır.

İkinci bölümünde afet türleri ve afet lojistiği, afet yönetim sistemi, Türkiye’de ve özellikle İstanbul’da geçmişte meydana gelen depremler ve etkilerinden bahsedilmiştir. Depremle mücadele kapsamında görev alan devlet organizasyonları ve sivil organizasyonlara değinilmiştir.

Üçüncü bölümde; tez konusu kapsamında yapılan literatür taramasına yer verilmiştir.

Dördüncü bölümde; çalışmada kullanılacak metotlara yönelik Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konularında literatür araştırması anlatılmıştır.

Beşinci bölümde; çalışmada önerilen metodoloji anlatılmıştır.

Altıncı bölümde; Deprem Sonrası Yardım-Talep Noktaları Arasında Dinamik Rotalama Uygulaması kapsamında; araştırma probleminin tanımı yapılmış, çalışmada kullanılan verilerin tespiti ve bu verilerin tez çalışmasında kullanılacak olan CBS’ye nasıl aktarıldığı anlatılmış, araçların deprem sonrası ulaşım hızını etkileyen kriterler belirlenmiş, kriter ağırlıkları AHP metodu ile hesaplanmış, kriterlerin etkilerinin birleştirilebilmesi için öncelikle verilerin normalleştirilmesi ve müteakiben AHP ile bulunan kriter ağırlıklarının CBS’ye nasıl entegre edileceği izah edilmiştir.

Ayrıca bu bölümde üç farklı deprem senaryosu oluşturulmuş ve bu senaryolar için deprem öncesi ve deprem sonrası zamana ilişkin uygun güzergâhlar bulunmuş, CBS şebeke analizinin nasıl yapıldığı izah edilmiş, oluşturulan şebeke üzerinde karar verici için uygun ve dinamik güzergâhlar bulunmuştur.

Öte yandan oluşturulan şebeke sayesinde darboğaz noktasının belirlenmesi ve deprem sonrasında meydana gelebilecek anlık durumlar karşısında dinamik olarak yeni güzergâhların bulunabilmesi üzerine çalışılmıştır.

Tezin son bölümünde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar izah edilmiş ve müteakip çalışmalar için önerilerde bulunulmuştur.



2. AFET, AFET YÖNETİMİ

Tez çalışmasına giriş olarak bu bölümde afet kavramı, türleri, afet lojistiği, dünyada ve Türkiye’de meydana gelen depremlerin yanısıra özelde İstanbul’un da etkilendiği depremler de incelenerek afet yönetim sistemi ve organizasyonlarından bahsedilmiş ve bu konuya yönelik literatüre de değinilmiştir.

2.1. Afet Türleri ve Afet Lojistiği

Afet, toplumun tamamı veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayatı ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan doğal, teknolojik veya insan kaynaklı olaylar olarak tanımlanmaktadır.

Acil durum ise; toplumun tamamının veya belli kesimlerinin normal hayat ve faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan ve acil müdahaleyi gerektiren olayları ve bu olayların oluşturduğu kriz halini ifade etmektedir.

Afet ve acil durumlar çok farklı biçimlerde ortaya çıkmalarına rağmen ortak özellikleri söz konusudur. Yaşam kaynaklarına ve altyapıya zarar vermeleri, aniden meydana gelmeleri, meydana geldikleri yerde nüfusun büyük bir kısmını etkilemeleri, can ve mal kaybına neden olmaları ve ilk anlarda organize müdahale ile engellenememeleri bunlar arasındadır [2].

Doğal afetler gelişme hızına göre yavaş gelişen ve ani gelişen afetler olmak üzere ikiye ayrılırlar. Aşırı soğuklar ve sıcaklar, kuraklık, kıtlık vb. afetler yavaş gelişen afetler olup deprem, sel, tsunami, toprak kaymaları, kaya düimeleri, çığ, fırtınalar, hortumlar, volkanlar, yangınlar vb. afetler ani gelişen doğal afetler listesine girmektedir. Ayrıca doğal afetler doğal kaynaklı ve insan kaynaklı olarak da ikiye ayrılmaktadır. Her yıl meydana gelen doğal afetler nedeniyle milyonlarca insan etkilenmekte, çok sayıda can ve mal kaybına neden olmakta ve oluşan maddi kayıplar nedeniyle ülke ekonomisi zarar görmektedir [3].

Afetlerin vuku bulmasından sonra insanlar üzerinde meydana getirdiği psikolojik ve sosyal kayıplar afetlerin toplumlar üzerinde meydana getirdiği zararların önemini ortaya

koymaktadır. Doğal afetlerin bir kısmına ne yazıkki insanlar neden olmaktadır. Doğal afetlerin ne zaman, nerede ve ne şekilde ortaya çıkacağı bilinmemektedir. Nükleer patlamalar ve sızıntılar başta olmak üzere ormanların bilinçsizce yok edilmesi ile meydana gelen erozyon ve bunun neticesinde oluşan heyelanlar, grizu patlamaları, çöplük patlamaları, yangınlar ve salgın hastalıklar insanların neden olduğu zarar verici afetlerdir [3].

Afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması amacıyla, afet öncesi, sırası ve sonrasında alınması gereken önlemler ve yapılması gereken çalışmaların planlanması, yönlendirilmesi, koordine edilmesi, desteklenmesi ve etkin olarak uygulanabilmesi gerekmektedir.

Bunun için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla, imkân ve kaynaklarının belirlenen stratejik hedefler ve öncelikler doğrultusunda kullanılmasını gerektiren çok yönlü, çok disiplinli ve çok aktörlü bir yönetim süreci ön plana çıkmaktadır. Afet olmadan, afetlerin öncesinde yapılacak çalışmalar, afet sonrasında yaşanacak kayıpları azaltmanın bir yoludur. Afetleri önlemek mümkün değildir, ancak alınacak önlemlerle zararlarını en aza indirmek mümkün olacaktır.

Afet ve acil durum lojistiği, insanları, kaynakları, yetenek ve bilgiyi, afetlerden etkilenmiş afetzedelere yardım etmek için etkin bir şekilde mobilize edebilen süreçler ve sistemlerden oluşur [4]. Afet lojistiği aşamaları;

- Afet öncesi hazırlık
- Afet müdahale süreci
- Müdahale sonrası lojistik faaliyetler olmak üzere 3 kısımda değerlendirilebilir [5].

Afet öncesi hazırlık ve planlar doğru nitelikteki malın, doğru zamanda, doğru yere, en uygun maliyetle ulaştırılmasını sağlamaya yönelik çalışmaları kapsamaktadır. Afet malzemelerinin temini esnasında, tedarikçi (mal ve hizmet sağlayıcı) firmaların seçiminde; firmaların güvenilirliği, referansları, deneyimi, kapasiteleri ve mali gücü gibi kriterler dikkate alınmalıdır.

Afet öncesi hazırlık çalışmaları planlama, satın alma, taşımacılık yönetimi, raporlama ve insan kaynaklarının geliştirilmesi süreçlerini kapsamaktadır. Afet müdahale süreci lojistik

faaliyetleri; ön değerlendirme ve ihtiyaç tespiti, lojistik eylem planı yapılması ve uygulanması, afetle müdahale sürecinin izlenmesi, değerlendirilmesi ve raporlanması aşamalarını kapsamaktadır.

Afet lojistiğinin son aşaması afete müdahale sonrası yapılan lojistik faaliyetler olup afete müdahale sonrası, afet malzeme toplama ve bakım ekibi tarafından afet alanında bulunan malzemelerin toplanması, bakımlarının yapılması ve depolara sevk edilmesi işlemlerinin en kısa sürede ve ekonomik olarak yapılmasını sağlayacak planlamanın yapılması ve uygulamaya konulmasıdır [3].

İnsanları etkileyen afet ve acil durumlarda insani yardım malzemelerinin lojistiğine İnsani Yardım Lojistiği (Humanitarian Logistics) adı verilmektedir. İnsani Yardım Lojistiğinin; afet yönetiminin hazırlık, müdahale, iyileştirme ve yeniden kurma aşamaları ile paralellik göstererek uygulanması gerekmektedir. İnsani yardımı lojistiğinde önemli olan; doğru malzemeyi, doğru kişiye, doğru miktarda, doğru nitelikte, doğru zamanda ve doğru yerde ulaştırabilmektir. Lojistiğin yedi doğrusundan olan Doğru Maliyet terimi özellikle afet anında uygulanan insani yardım lojistiğinde söz konusu değildir.

2.2. Dünyada ve Türkiye’de Doğal Afetler

Dünya üzerinde bir çok farklı ülkede doğal afetler meydana gelmektedir. Doğal afetler ülke ekonomisine zararları olması nedeniyle ve dolayısıyla insanlar üzerinde de psikolojik ve sosyal açıdan olumsuz etkilere neden olmaktadır. Afetler bir toplumun karşı karşıya kaldığı olağanüstü durum ve haller arasında tahmin edilme güçlükleri, etki büyüklükleri, diğer tehlikeli olayları tetikleyebilme potansiyelleri ile coğrafyamızda oluşma sıklıkları gibi kriterler açısından değerlendirildiğinde en geniş kapsamlı, en uzun süreli ve en zarar verici olanlarıdır. Bu kapsamda dünyada meydana gelen afetlere genel bakıldığında afet türleri temelde (Çizelge 2.1’de [6’dan uyarlanmıştır]) 5 sınıfa ayrılmaktadır.

Çizelge 2.1. Afet türleri

Jeolojik Afetler	Klimatik Afetler	Biyolojik Afetler	Sosyal Afetler	Teknolojik Afetler
Deprem	Sıcak dalgası	Erozyon ve Çölleşme	Yangınlar	Maden kazaları
Heyelan, Çamur akıntısı ve Kaya düşmesi	Soğuk dalgası	Orman yangınları	Savaşlar	KBRN saldırıları ve kazaları
Volkanik patlama	Kuraklık	Salgınlar	Terör saldırıları	Sanayi kazaları
Toprak çökmesi	Dolu	Böcek istilasası	Göçerler	Ulaşım kazaları
Tsunami	Sis			
	Hortum, Fırtına			
	Sel-Su baskını			
	Çığ, Tipi, buzlanma			
	Hava kirliliği			

Dünya genelindeki doğal afetler analiz edildiğinde, doğal afetlerin çoğunluğunu iklimatik (meteorolojik) ve jeolojik afetlerin oluşturduğu görülür. 2015 yılında doğa kaynaklı afetlerde ölenlerin sayısı 2014 yılına nazaran (yaklaşık 10 bin kişi) ikiye katlanmıştır. Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO) Doğa Kaynaklı Afetler ve Afet Yönetimi Çalışma Grubu tarafından 2015 yılında hazırlanan raporda, dünyadaki tüm afet olaylarının kaynaklardan izlenmesi sonucu doğa kaynaklı afetlerde meydana gelen toplam kayıp Çizelge 2.2’de görüldüğü üzere 19241 olarak hesaplanmıştır.

Çizelge 2.2. 2015 yılı doğa kaynaklı afetlerdeki can kayıpları

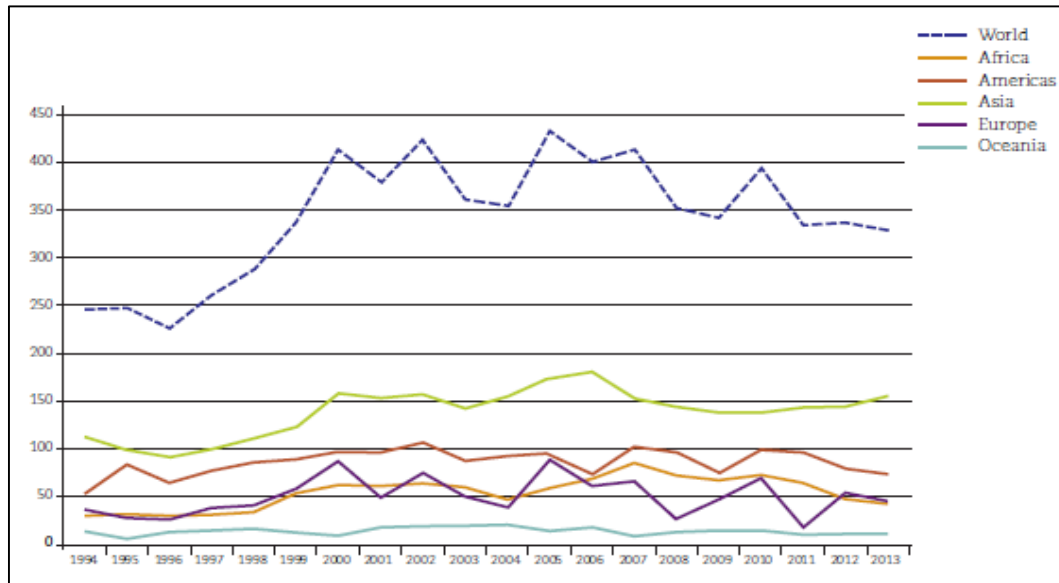
Afet türü	Can kaybı
Deprem	9640
Volkan	yok
Heyelan	1147
Çığ	341
Sel ve Su baskınları	1751
Şiddetli Kış Koşulları	38
Şiddetli Sıcaklık Dalgası	4704 >
Siklon, Tayfun, Kasırga	884
Hortum	549 >
Yıldırım	35
Toz Fırtınası	8
Çeken (Rip) akıntı*	~139
Meteor düşmesi	yok
Toplam Can Kaybı	19241

*TUIK’e göre denizdeki boğulmalarda her yaz 600’den fazla insan hayatını kaybetmektedir.

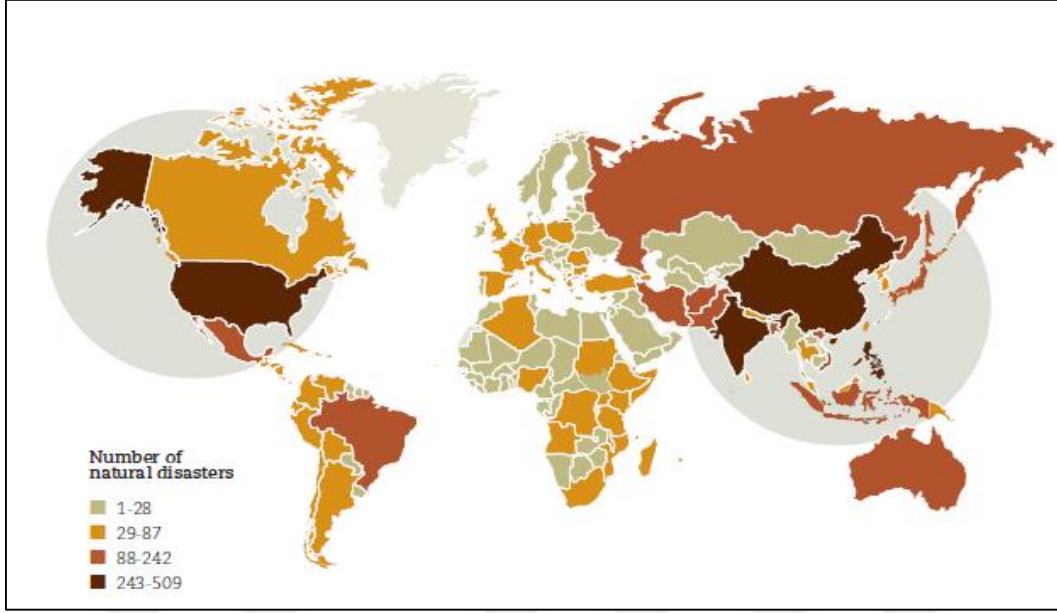
2015 yılında depremler can kayıpları açısından birinci sırada yer alırken, aşırı sıcaklık dalgasında ölenler ikinci sırada sel ve heyelanlar ise üçüncü sırada yer almaktadır. Çeken akıntıdan ölenlerin sayısı yaklaşık ve tahminidir [7].

EM-DAT (Uluslararası Afet Bilgi Bankası)'ın 2015 yılında yayınlamış olduğu doğa kaynaklı afetlerin insana maliyeti ve küresel bakış konulu raporda belirtilen bilgilere göre 1994 ve 2013 yılları arasında dünya çapında meydana gelen 6873 doğa afeti 1,35 milyon can kaybına neden olmuştur. Bu da yılda ortalama yaklaşık 68000 insanın öldüğünü göstermektedir. Buna ek olarak 20 yıllık dönemde doğal afetlerden 218 milyon insan etkilenmiştir [8].

Doğal felaketler 1994-2013 döneminde dünyanın her kıtasını vurmuştur. Asya kıtası doğal afetler sonucu etkileyecek yüksek risk taşıyan birden çok nehir havzası, taşkın ovası, dağlar, aktif sismik ve volkanik bölgelerin varlığı ve afete eğilimli bölgelerdeki nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu büyük ve değişken arazileri nedeniyle afetlerin sıklığı ve ölen ve etkilenen insan sayısı bakımından en fazla etkilenen bölge olmuştur (Şekil 2.1 ve 2.2) [8].

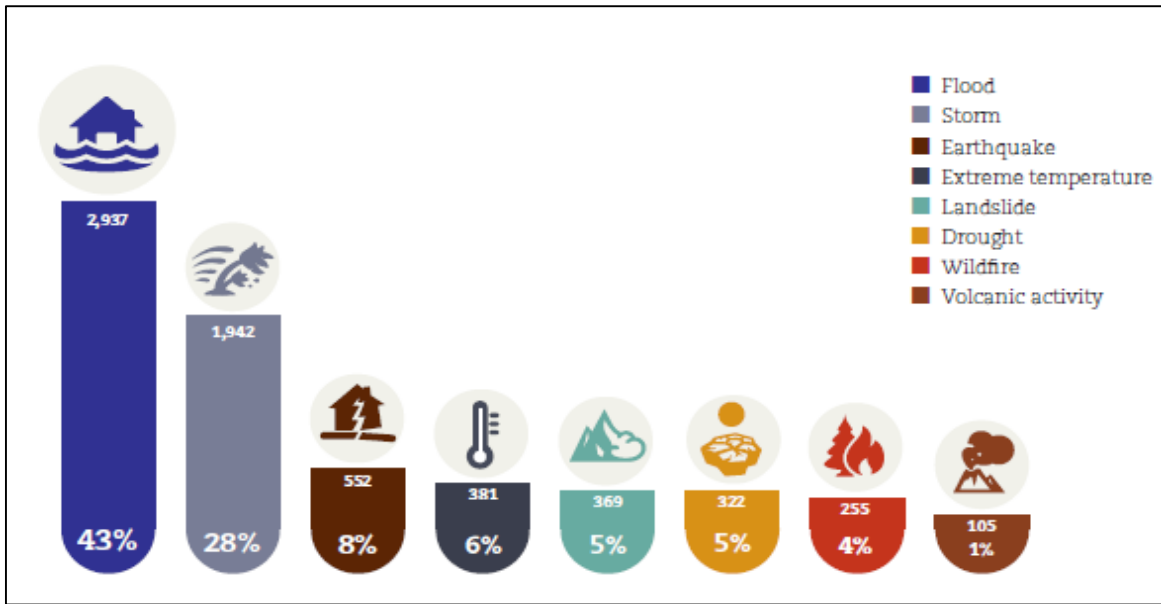


Şekil 2.1. 1994-2013 dönemi kıta ve dünya genelinde felaket sayısı



Şekil 2.2. Ülke başına felaket sayısı (1994-2013)

Afetlerden etkilenen insan sayısı felaketin türüne göre değişiklik göstermektedir. EM-DAT raporuna göre Şekil 2.3'te görüldüğü gibi 1994-2013 döneminde en sık görülen afet tüm olayların %43'ünü oluşturan su baskınları olmuştur. Aynı zamanda su baskınlarından etkilenen insanların oranı diğer afetlerden fazla olmuştur. Bu oran afetlerden etkilenen toplam yaklaşık 2,5 milyar kişinin %55'i olarak hesaplanmıştır [8].



Şekil 2.3. Doğal afetlerin afet tipine göre dağılımı (1994-2013)

İkinci sıradaki fırtınalar 244,000 den fazla insanın ölümüne, 936 milyon ABD doları zarara yol açmıştır. Bu tablo fırtınaların bu 20 yıllık dönemde çok maliyetli bir afet tipi olduğunu göstermektedir. Can kayıpları açısından da ikinci maliyetli afet tipidir.

Depremler, tsunamide dâhil, diğer tüm afet türlerinden çok daha ölümcül olmuşlardır. 20 yıllık dönemde bu oran diğer afetlerle sonuçlanan ölümlerin %55 'ini oluşturmuş ve hemen hemen 750,000 insan deprem ve tsunamiden dolayı hayatını kaybetmiştir.(48) Tsunamiler, depremin en ölümcül alt tipidir. Yerin hareketlerinden etkilenen her 1000 insandan 4'ü hayatını kaybederken, tsunamiden etkilenen her 1000 insanın ortalama 79'u hayatını kaybetmektedir. Bu da tsunamiyi yer hareketlerinden 20 kat daha ölümcül kılar [7].

Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Toplulukları Federasyonu (IFRC) 2015 dünya afet raporuna göre 2014 yılında ise doğal afetlerin yol açtığı ölümlerin sayısı çok az olup son on yılın en düşük seviyesinde olmuştur. Aynı zamanda teknolojik felaketlerden meydana gelen ölümlerin sayısı da en düşük seviyede gerçekleşmiştir.

2014 yılında meydana gelen doğal felaketler arasında, sel ve fırtınalar sonucu meydana gelen ölümlerin sayısı on yılın en düşük seviyesinde ve on yıllık ortalamanın çok altında olmuştur. Depremlerden ölümler on yılın ikinci en düşük seviyesinde yer almıştır. Bunun aksine, volkanik faaliyetlerden ölenler on yıl için ikinci en yüksek seviyede, heyelandan ölenlerin sayısı üçüncü en yüksek seviyede yer almıştır.

2014 yılında meydana gelen ölümcül doğal afetlerden biri Çin'de meydana gelen ve 731 kişinin ölümüyle sonuçlanan deprem felaketi ve Peru'da meydana gelen ve 505 kişinin ölümüyle sonuçlanan soğuk dalgalar felaketidir [9].

Ülkemizde ise en sık görülen iklimik kökenli doğal afetler olup, en şiddetlileri başta deprem olmak üzere jeolojik afetlerdir. Deprem; yıkım gücü, yaşanma sıklığı, diğer afetleri tetikleme özelliği, yurdumuz coğrafyasının %96'sının sismik olarak riskli kabul edilen ilk dört derece deprem bölgesi içerisinde olması ve nüfusumuzun %98'ini tehdit etmesi sebepleriyle önem arz etmektedir.

Türkiye’de yaşanan doğal afetlerin etkileri açısından, yüzde olarak sıralaması şöyledir: depremler % 61, Heyelan % 15, Sel % 14, Kaya düşmesi % 5, Yangın % 4, Çığ ve diğerleri %1 [10].

Gönüllülük esasına dayanan, 189 ülkeden oluşan ve dünyanın en büyük kuruluşu olan Uluslararası Kızılhaç ve Kızılay Toplulukları Federasyonu (IFRC) 2015 dünya afet raporuna göre Türkiye ile ilgili bazı bilgiler Çizelge 2.3’teki gibi belirtilmiştir [7].

Çizelge 2.3. IFRC dünya afet raporu Türkiye ile ilgili istatistikleri

1995-2004 yılları arasında kayıtlı ölen insan sayısı	20,098
1995-2004 yılları arasında kayıtlı etkilenen insan sayısı	5,588,392
2005-2014 yılları arasında kayıtlı ölen insan sayısı	2,041
2005-2014 yılları arasında kayıtlı etkilenen insan sayısı	155,680
2014 yılında kayıtlı ölen insan sayısı	410
2014 yılında kayıtlı etkilenen insan sayısı	462

1999-2014 yılları içerisindeki Türkiye’de meydana gelen bazı önemli doğal afetler aşağıdaki Çizelge 2.4’te özetlenmiştir [11].

Çizelge 2.4. Türkiye’de 1999-2014 yılları arasında fazla hasara yol açan doğal afetler

No	İli	İlçesi	Tarih	Afetin Türü	Açıklamalar
1	İzmit Körfezi		17.08.1999	Deprem	17.480 kişi öldü, 43.953 kişi yaralandı.
2	Düzce		12.10.1999	Deprem	763 kişi öldü, 4.948 kişi yaralandı.
3	Afyon	Sultandağı	03.02.2002	Deprem	42 kişi öldü, 327 kişi yaralandı.
4	Bingöl		01.05.2003	Deprem	177 kişi öldü, 520 kişi yaralandı.
5	İstanbul, Tekirdağ		09.09.2009	Sel	31 kişi öldü, çok sayıda evi su bastı.
6	Rize	Gündoğdu	27.08.2010	Sel, Heyelan	12 kişi öldü, 1 kişi kayboldu.
7	Van	Erciş	23.10.2011	Deprem	644 kişi öldü, 1966 kişi yaralandı.
8		Edremit	09.11.2011	Deprem	
9	Samsun		04.07.2012	Sel	9 kişi öldü, 1 kişi kayboldu.
10	Hatay	Dört Yol	20.07.2013	Sel	5 kişi öldü, 12 kişi yaralandı.
11	Manisa	Soma	13.05.2014	Maden Kazası (Yangın-Patlama)	301 işçi öldü, 486 işçi kurtarıldı.
12	Karaman	Ermenek	28.10.2014	Su Baskını	18 işçi öldü.

Türkiye'de her 9 ayda 1 hasar yapıcı deprem, yılda ortalama 25 önemli su baskını ve 50 heyelan görülmektedir. Doğal afetler içerisinde en çok etkileyen, sonuçları itibariyle en yıkıcı olan, şüphesiz depremlerdir. Son yüzyılda ülkede meydana gelen depremler incelendiğinde, depremsiz geçen yılların çok az olduğu gözlemlenmektedir. Yaklaşık on yılda bir yıkıcı deprem olmuştur. İstatistiklere göre 1999 Marmara depremi hariç, son 60 yılda Türkiye'de meydana gelen can ve mal kaybının % 65'ine depremler neden olmuştur [12].

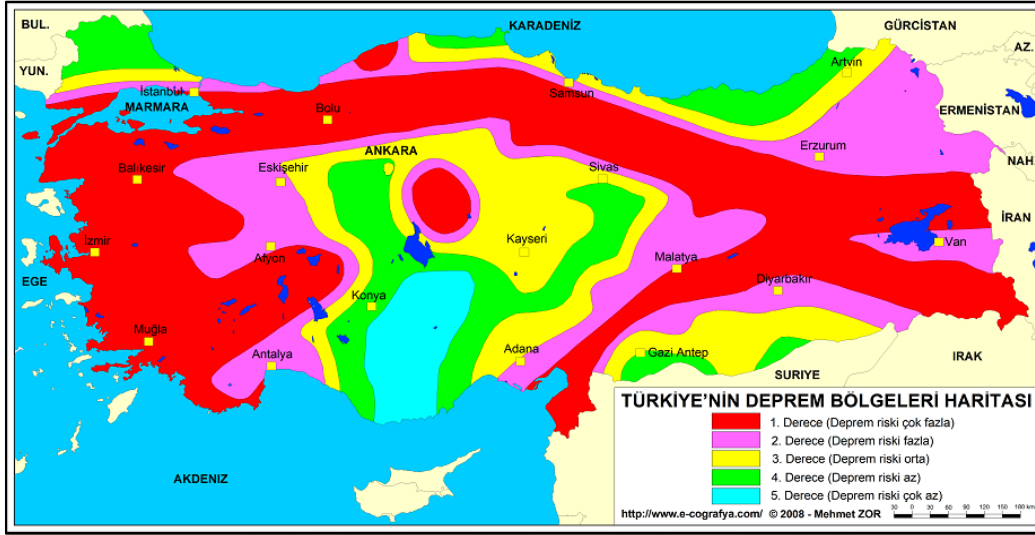
Bu bağlamda, Türkiye'de afet denilince akla genelde deprem gelmekte ve alınan önlemler bu kapsamda olmaktadır. Marmara bölgesinde Kocaeli ve Düzce'de meydana gelen şiddetli depremler, ülkenin 20. yüzyılda yaşadığı en büyük tabii afetler olmuş ve afet yönetimi açısından adeta yeni bir takvim başlangıcı teşkil etmişlerdir [1].

Türkiye, özellikle deprem konusunda çok acılar yaşamış bir ülkedir. 1939 yılında Erzincan'da meydana gelen 7,9 şiddetindeki depremde 32968 vatandaşımız hayatını yitirmiştir. Daha yakın tarihe baktığımızda ise 1999 da meydana gelen Ağustos ve Kasım depremlerinde neredeyse tüm marmara bölgesi etkilenmiş, çok sayıda insanımız hayatını kaybetmiş, evsiz kalmıştır.

Türkiye dünyanın en etkin deprem kuşaklarından biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağı üzerinde yer almaktadır. Türkiye'de deprem bölgelerinin dağılışı ile fay (kırık) hatlarının dağılışı arasında paralellik vardır. Bu fay hatlarının oluşmasında Anadolu Yarımadası'nın Avrasya, Arap ve Afrika levhaları arasında bulunması önemli bir etkidir. Ülkemizdeki ana fay hatlarının oluşmasında özellikle Arap levhasının Anadolu Yarımadası'nı sıkıştırması etkili olmuştur [3]. Türkiye'deki deprem kuşakları şunlardır:

- Kuzey Anadolu Deprem Kuşağı; Türkiye'nin kuzey kesiminde doğu-batı doğrultusunda uzanan kuzey Anadolu deprem kuşağı yaklaşık 1500 km uzunluğa sahiptir. Marmara Bölgesi'nde Saros Körfezinden başlar, Doğu Anadolu Bölgesi'ndeki Aras Vadisi'ne kadar uzanır.
- Güneydoğu Anadolu Deprem Kuşağı; İskenderun Körfezi'nden Van'ın doğusuna kadar bir yay çizerek uzanır.
- Batı Anadolu Deprem Kuşağı; Güney Marmara'dan başlayan Ege Bölgesi'ndeki çöküntü ovaları boyunca uzanan bazı diri fay hatları bulunmaktadır [13].

Türkiye deprem tehlikesine göre ise 5 bölgeye ayrılır (Şekil 2.4). Buna göre; 5. derece deprem bölgesi tehlikenin en az olduğu bölgeyken, en fazla deprem riski taşıyan bölgeler ise, 1. derece deprem bölgeleridir [12].



Şekil 2.4. Türkiye deprem bölgeleri haritası

Deprem Bölgeleri haritasına göre, Batı Anadolu'nun büyük kısmı, Karadeniz Bölgesi'nin orta ve batısı kesiminin çoğunluğu, Doğu Anadolu Bölgesi'nin orta bölümleri ile İç Anadolu Bölgesi'nin merkezi 1. derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Yalnız Karaman ili ve çevresi 5. derece deprem bölgesinde görünmektedir. Deprem bölgelerinin yüzölçümü dağılımına bakıldığında, ülke topraklarının %42'si 1. derece, %24'ü 2. derece, %18'i 3. derece, %12'si 4. ve % 4'ü 5. derece deprem bölgesinde bulunmaktadır. Bu çerçevede ülke nüfusunun yüzde 70'i 1. ve 2. derece deprem bölgesinde yaşamaktadır. Endüstri alanlarının %76'sı bu alanda yer almaktadır [3].

Ülkemizin bulunduğu deprem kuşakları incelendiğinde ve ülke topraklarının yüzölçümünün %42'sinin de birinci derece deprem kuşağı üzerinde olmasından Türkiye'nin büyük bir kısmı deprem tehlikesi altındadır. Deprem kendisi başlı başına bir felaket olması yanında birçok felaketi de (toprak kaymaları, barajların yıkılması, yapıların yıkılması, ulaşım hatlarındaki kazalar ve altyapı hasarları) beraberinde getirmektedir. Depremi neden olduğu bu zararlar sonucu ortaya çıkan ekonomik kayıplar da giderek artış göstermektedir. Afetlerdeki ekonomik kayıplar olduğu yerin sosyo ekonomik koşullarına göre değişir. Eğer afet nüfusun yoğun olduğu bir yerde ya da fakir bir ülkede meydana gelirse ekonomik kayıplar büyük olmaktadır. Türkiye'de, depremlerin 2011

yılında yol açtığı ekonomik zarar 1,744 milyar dolarıdır. 2006 ve 2009 yıllarında meydana gelen sel ve su baskınlarının yol açtığı ekonomik zarar 867.000 milyon dolarıdır. İstanbul'da ise 1999 yılı depremlerinden sonra geçen 14 yılda 1 milyar dolar para harcanmıştır [11].

2.3. İstanbul ve Deprem

İstanbul kültür, ekonomi ve sanayi merkezi olmasının yanında, coğrafi konumu, nüfusu, yerleşme alanlarının kullanımı, sosyal yapısı ve ülke ekonomisi içinde taşıdığı önem bakımından da ülkemizin en büyük metropolü olma özelliğini taşımaktadır.

İstanbul 2500–3000 yıllık geçmişi olan eski bir kent olmasına rağmen, özellikle son 50 yılda çok hızlı bir şekilde büyümüştür. Nüfusu 1950'lerde 1 milyon iken 2011 yılı itibariyle 13,6 milyona yükselmiştir. Türkiye'nin 2011 yılı toplam nüfusunun % 18,2'si (13.624.240 kişi) İstanbul'da ikamet etmektedir. Son beş yılda artan nüfusla birlikte bu oran 2016 yılında % 18,5 (14.804.116 kişi) olmuştur [14].

Önemli bir sosyal, ekonomik ve jeopolitik merkez olarak İstanbul kırsal alanlardan göç eden insanların hedefi olmuş, bunun sonucu olarak ta bina ve diğer altyapı hizmetlerine ihtiyaç hızla artmıştır. 2011 yılı itibariyle İstanbul'da yaklaşık 1.6000.000 bina bulunmakta olup bunun 300.000 adetinin riskli olduğu öngörülmektedir [3].

Öte yandan Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF)'na yakın konumu nedeni ile yüksek deprem riski taşıyan İstanbul'da yaşanabilecek bir depremin yüksek sayıda can kayıpları ve yaralanmalara, 50 milyar doların üzerinde ekonomik zarara, iletişim sistemleri hizmetlerinin kesintiye uğramasına, hastanelerdeki hizmetin ve eğitimin aksamasına, kültürel varlıkların zarar görmesine ve altyapı sistemlerinden kaynaklanabilecek ikincil risklerin oluşmasına sebep olabileceği; başka bir deyişle kentin sadece kendisini değil, ekonomik olarak bütün ülkeyi etkileyeceği, kent için hazırlanan afet planlarında yer almaktadır [15].

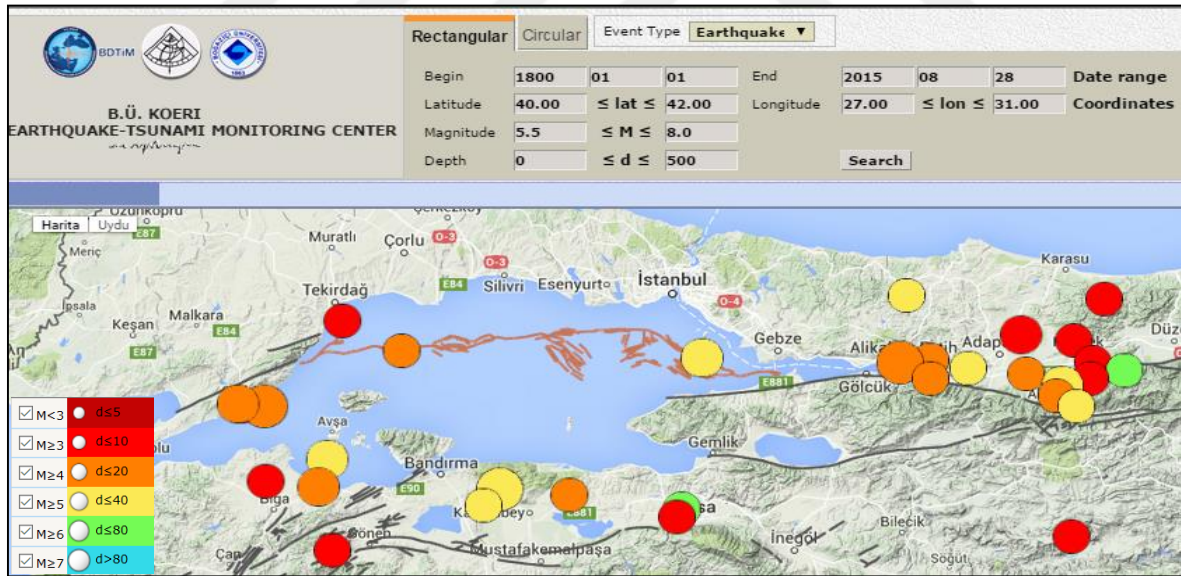
İstanbul Deprem Master Planı'na göre, İstanbul'da 30 yıl içinde büyük bir deprem olma olasılığı 62 ± 12 olarak tahmin edilmektedir. Jeolojik Tehlikeler Uluslararası Organizasyonu'nun (GeoHazards International - GHI), Birleşmiş Milletler (United Nations

- UN) desteğiyle yaptığı araştırmaya göre ise İstanbul, dünyada en yüksek deprem riskine sahip üç şehirden biri olarak değerlendirilmiştir.

Türkiye nüfusunun üçte birinin yaşadığı Marmara Bölgesinde meydana gelen 17 Ağustos 1999 depreminde 17.127 kişi yaşamını kaybetmiş yaklaşık 600.000 kişi depremden etkilenmiş, birçok ev ve ticari bina zarar görmüş ve altyapı oldukça hasar görmüştür [16].

7.4 M şiddetindeki deprem aynı zamanda İstanbul, Kocaeli ve Sakarya illerinde 3 ila 6,5 milyar \$ hasara neden olmuştur [17]. İstanbul veya çevresinde meydana gelen depremlere baktığımızda şiddeti 5,5 M den büyük 32 deprem kaydı bulunmaktadır. Bu depremlerin merkez üsleri Şekil 2.5’de görülmektedir [18].

Marmara denizi çevresinde, 5. yüzyıldan başlayarak 19. yüzyıla kadar tüm deprem katalog ve kayıtlarına göre 245 deprem kaydı derlenmiştir. Bu kayıtlardan sadece 38’i ciddi can kaybı ve yıkımla sonuçlanmıştır [19].



Şekil 2.5. İstanbul veya çevresinde meydana gelen depremlerin merkez üsleri

İstanbul’da etkilerine ve bölgelerine göre önemli depremler:

- 484, 824, 1083, 1354,1659 ve 1912 depremleri Saroz Körfezi ile Marmara denizi batısı arasında,
- 543, 797, 1063, 1343, 1569 ve 1766-Ağustos depremleri Batı Marmara kıyılarında,

- 542, 795, 1032, 1346, 1556, 1766-Mayıs depremleri orta Marmara kuzey sahilleri ve İstanbul'da,
- 478, 732, 1011, 1332, 1542, 1754 depremleri İstanbul'un batısı ve İstanbul sur içinde meydana gelmiştir.

İstanbul'da en çok hasara ve etki alanına sahip depremler 557, 989 ve 1509 yıllarındaki depremlerdir [20].

1999 Marmara Depremleri'nde yaşanan büyük kayıplar Türkiye için bir milat olmuş, İstanbul'da meydana gelecek bir afetin neden olabileceği zararları engellemenin önemini gözler önüne sermiştir.

İstanbul'un Marmara denizine kıyısı olan bölgeleri birinci derece deprem bölgesinde yer alırken, kuzeye Karadeniz'e doğru gidildikçe deprem riski azalmaktadır. İstanbul'da meydana gelebilecek bir deprem ile ilgili çok farklı araştırmalar yapılmakta, raporlar hazırlanmaktadır. İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından 2002 yılında Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı'na (JICA), "Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması" hazırlatılarak İstanbul şehrinin depreme karşı mevcut durumu ortaya konmuştur [21].

Depremlerle ilgili son zamanlarda yapılan çalışmalara göre Marmara Denizi'nden geçen Kuzey Anadolu Fay Hattında yerin 25 km altında yılda 19 mm'lik bir hareket söz konusudur. Yaltırak (2016)' da yapmış olduğu çalışmada 15 yüzyıl içinde gerçekleşen depremlerin tamamını gözden geçirmiş ve bu depremlerden Marmara Denizi icinden geçen fay segmentlerinin üzerinde hangi depremlerin olabileceğine dair yeni bir yaklaşım ortaya koymuştur. Buna göre Marmara bölgesinde kayda girmiş ve literatüre geçmiş kataloglardaki deprem sayısı 329 olup bunların %87'si kuzey, %8'i güney, %4'ü orta kolun geçtiği alanları etkileyen depremlerdir [22].

Bu kapsamda Yaltırak'a göre 1509 yılında meydana gelen deprem felaketinden önceki stresle Marmara'da şuan oluşan stres aynı olmakla birlikte KAF hattında meydana gelecek bir deprem Marmara Denizi'nde kıyısı olan yerlerde birden fazla merkezi yıkacak, nüfusun %10'u ve şehirlerin %30'unu yok edecektir [23].

Bilimsel araştırma gerçeklerine göre Marmara’da oluşacak bu deprem M7.5 ya da daha büyük (M7.7) olacaktır. Diğer bir deyişle Marmara’ da, M7.4 büyüklüğündeki Kocaeli depreminin enerji bakımından 1.4 ile 2.8 kat daha büyük ve yıkıcı bir deprem beklenmektedir. Beklenen depremin zararı Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) tarafından yapılan hesaplara göre 50.000 ila 60.000 ağır hasarlı bina, 500.000 ila 600.000 civarında evsiz aile, 70.000 ila 90.000 civarında ölü, 120.000 ila 130.000 ağır, 400.000 hafif yaralı, 40 milyar ABD doları civarında maddi kayıp olarak hesaplanmıştır. İstanbul’un günümüz itibarıyla nüfusu 14.5 milyon, bina sayısı 2 milyonun üzerinde, konut sayısı ise 4 milyon dolayındadır. Bu koşullardaki senaryoda daha kötü sonuçlarla karşılaşacağı aşikardır [7].

Tarihsel kayıtlar ve güncel araştırmalar, Marmara denizinde depremlerle birlikte yıkıcı tsunami dalgalarının da oluşabileceğini göstermektedir. Tsunami, Marmara denizi ile tüm Türkiye kıyılarının önemli bir tehlikesidir. Kapalı denizlerde de tsunami oluşabilir. Marmara Denizi içindeki Kuzey Anadolu Fayının kolu yanal olarak ötelendiğinden tsunami oluşturmayabilir, fakat depremlerle birlikte tetiklenebilecek denizaltı heyelanları önemli tsunami kaynaklarıdır [7]. Nitekim 21 Temmuz 2017 tarihinde Muğla Bodrum’da meydana gelen 6,3 şiddetindeki deprem yerin 10 km. altında gerçekleşmiş olup, Bodrum deniz seviyesi istasyonunda 10 cm. tsunami dalgası ölçülmüştür.

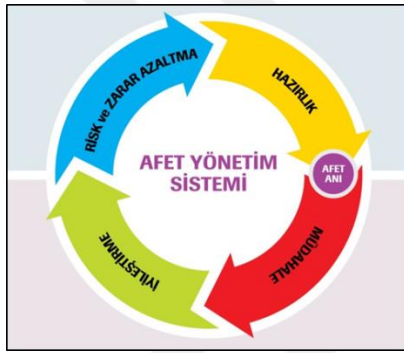
Sonuç olarak en kötü deprem senaryosuna göre Kuzey Anadolu Fay Hattında beklenen deprem M7.5 ya da M7.7 büyüklüğünde olacaktır. Bu deprem, enerji olarak 1999 depreminin 1.4 - 2.8 kat daha büyüktür. İstanbul giderek artan nüfusu, yapı stoku, 1. ve 2. derece deprem bölgesinde yer alması, jeolojik koşulları, denize kıyısının olması, denizel dolgu alanları, dere yataklarındaki taşkın düzlüklerinin yerleşime açılması, düzensiz yerleşimi, hızlı ve çarpık kentleşmesi, kentsel dönüşüm konusundaki sorunları nedeniyle deprem zararları konusunda büyük bir risk altındadır [7].

2.4. Afet Yönetim Sistemi

Afet yönetimi kavramı afet sonucunu doğurabilecek olayların önlenmesi veya zararlarının azaltılmasını amaçlamaktadır.

Afetlere hazırlık, afetlerden sonra müdahale etme ve iyileştirme gibi çalışmaların tümünde yapılması gereken faaliyetlerin, toplumun tüm kesimlerini kapsayacak şekilde planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi, gerekli mevzuat ve kurumsal yapılanmaların oluşturulması veya yeniden düzenlenmesi ve etkin ve verimli bir uygulamanın sağlanabilmesi için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla kaynaklarının, bu ortak amaçlar doğrultusunda yönetilmesi” şeklinde ifade edilmektedir [24].

Tanımdan da anlaşılacağı üzere, genel yönetim yaklaşımından çok da farklı olmayan ancak konu özelinde yeniden değerlendirilmiş temel ilke ve amaçlara sahip olan afet yönetimi kavramı, dört aşamadan oluşmaktadır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Afet yönetim sistemi

2.4.1. Risk ve zarar azaltma aşaması

Afet tehlikesinin ve riskinin belirlenmesi, mümkünse önlenmesi veya büyük kayıplar doğurmaması için gereken önlemlerin alınması, toplumun afet tehlikesi ve riski konusunda bilgilendirilmesi, bilinçlendirilmesi ve baş edebilme kapasitesinin geliştirilmesi, afet öncesi ve sonrasında uygulanan mevzuat ve kurumsal yapılanmanın geliştirilmesi, araştırma – geliştirme politika ve stratejilerinin belirlenmesi ve uygulanması gibi faaliyetlerin oluşturduğu safha olarak tanımlanmaktadır [24].

2.4.2. Hazırlık aşaması

Afet öncesinde beklenen tehlikelere karşı planlama, kaynak yönetimi, karşılıklı yardımlaşma, toplum bilgilendirmesi ve müdahale personelinin eğitilmesi gibi faaliyetleri kapsayan aşamaların oluşturduğu safhadır. Planlama safhası olarak da adlandırılmaktadır [24].

2.4.3. Müdahale aşaması

Görece afet yönetiminin en önemli safhası olmakla birlikte, afet olayının vuku bulmasından hemen sonra başlayan ve arama – kurtarma çalışmaları, ilk yardım ve tıbbi müdahale, geçici barınma, iaşe gibi ihtiyaçların ivedilikle karşılandığı safhadır [24].

2.4.4. İyileştirme aşaması

Afetin etkisine maruz kalan bölgede güvenli bir yaşam ve normalleşmiş sosyo-ekonomik şartlara dönülmesi amacıyla yapılan faaliyetleri kapsamaktadır. Altyapı hizmetlerinin yeniden oluşturulması, eğitim, sağlık, ulaşım gibi hizmetlerin yeniden sağlanmaya çalışılması, küçük işletmelere kredi sağlanması gibi uzun dönemli sonuçların da hesaplandığı bir safhadır. Ayrıca bu safha afet yönetimi döngüsü içerisinde, bir zarar azaltma aşaması olarak da değerlendirilmektedir [24].

Günümüzde meydana gelen hayli karmaşık afetler ve bunların sonuçları ile birlikte, afet yönetiminin çok aktörlü, çok disiplinli ve birden fazla amaca ulaşmayı hedefleyen yapısı, afet yönetimi çalışmalarının sadece afet sırasında ve sonrasında yapılacak müdahaleler ile sınırlandırılmayacağını açık bir şekilde göstermektedir.

2.5. Afet Yönetim Organizasyonları

2.5.1. Devlet organizasyonları

Türkiye’de Marmara bölgesindeki 17 Ağustos ve 12 Kasım 1999’da yaşanan iki depremden sonra başbakanlıktan belediyelere kadar çeşitli seviyelerde birçok afet yönetim organizasyonu kurulmuştur. Bu organizasyonlardan merkezi yönetim seviyesinde Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi, Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Sivil Savunma, Türk Kızılay’ı, Doğal Afetler Arama Kurtarma Tabur Komutanlığı (DAK), Doğal Afetler Sigorta Kurumu (DASK), TUBİTAK ve Üniversiteler (BU-KOERİ, ODTÜ-DMC, MTA), il yönetimi kapsamında Valilik Afet Yönetim Merkezi, Büyükşehir Belediyesi Yönetimince Afet koordinasyon Merkezi (AKOM) ve İlçe Afet Yönetim Merkezi çalışmalarını sürdürmektedir.

Deprem kuşağında bulunan ülkemizde afet ve acil durumlar ile sivil savunmaya ilişkin hizmetleri yürütmek üzere, Başbakanlığa bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) 17/6/2009 Tarih ve 27261 Sayılı Resmi Gazetede yayınlanan 5902 sayılı kanun ile kurulmuştur.

AKOM (Afet Koordinasyon Merkezi) İstanbul İl Afet Ve Acil Durum Müdürlüğü'nün çalışmalarına paralel olarak her türlü afetin öncesinden bitimine kadar geçen sürede, afetin en az zararla atlatılmasını sağlamak amacıyla İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığına bağlı kurum ve kuruluşlar arasındaki koordinasyonun sağlanması amacıyla kurulmuştur. İBB Başkanı ve İl Kriz Merkezinden gelecek emirler doğrultusunda Büyükşehir Belediyesinin üzerine düşen görevlerini koordine etmek, belediyenin ilgili birimlerince arama kurtarma ekiplerinin kurulması, eğitimlerinin yaptırılması, göreve hazır halde tutulmasını sağlamak, dünyada, Türkiye'de ve Marmara'da sismik aktivite bilgilerinin sürekli takip edilerek haftalık, yıllık raporlar hazırlamak, İstanbul'u meteoroloji bölgelerine ayırarak yağış bilgilerinin sayısal ortama aktarmak, grafiklerini hazırlanmak ve belediyenin ilgili birimlerine bildirmek gibi temel görevleri vardır.

AFAD, olası deprem senaryolarına uygun olarak ülkemizin çeşitli bölgelerinde 26 lojistik destek merkezi kurmayı planlamış ve hâlihazırda 22 adedi kurulmuştur.

Lojistik Destek Merkezi'nin en temel görevi belli ölçeklerdeki afetlerde ilk müdahaleler sonrasında afet durumundan sağ olarak kurtulan insanlar için gerekli yaşam koşullarını oluşturmak olarak tanımlanabilir. İstanbul'da 2006 yılında 38.000 m² alan üzerine kurulan ve Avrupa'nın en büyüğü olan Lojistik Destek Merkezi, İBB Destek Hizmetleri Daire Başkanlığına bağlı olarak Küçükçekmece İlçesi Halkalı Yarımburgaz mevkiinde hizmet vermeye başlamış zamanla artan ihtiyaçlara daha hızlı çözüm üretilebilmesi ve ulaşım açısından merkezi bir konumda bulunması nedeniyle Eyüp ilçesine bağlı Alibeyköy'deki yeni yerleşkesine taşınmıştır. Kuruluşunda, dağınık halde yer alan destek birimlerinin tek bir çatı altında toplanması ve bu anlamda zaman ve kaynak tasarrufu hedeflenmiştir [5]. Lojistik Destek Merkezi temel olarak 3 farklı üst görevi üstlenmiş durumdadır. Bunlar;

- İstanbul'da olası afet ve acil durumlarda mobil araçlarla halka yemek, sağlık ve enerji dağıtım hizmetini yürütmek,

- İstanbul'daki 15 sosyal tesisin tüm ihtiyaçlarını tedarik etmek, (Gıda, Satın alma ve Bakım-Onarım faaliyetleri.)
- İBB bağlı tüm birimlerin temel ihtiyaçlarını karşılamaktır.

Ayrıca AFAD koordinatörlüğünde deprem sonrası insanların nerelerde toplanma eğilimi gösterdiklerine dair çalışmalar da yürütülmektedir.

2.5.2. Sivil organizasyonlar

Depremle mücadele eden sivil organizasyonlar kapsamında Arama Kurtarma Derneği (AKUT) ve Türkiye Deprem Vakfı gibi kuruluşlar çalışmalarına devam etmekle birlikte 17 Ağustos depremi sonrasında birçok yeni sivil toplum kuruluşları da kurulmuştur.

Devlet yâda sivil organizasyonların depreme yönelik hazırlıklarını hafife almamakla beraber yakın gelecekte yapılması gereken bir çok hazırlık vardır. Özellikle lojistik destek merkezi yerleri için uygun yer seçimi, yardım malzemesi taşıyan araçların en kısa sürede afet noktasına ulaşımı açısından çok önemlidir. Öte yandan depremlere hazırlıklı olmak için deprem bilincini artırmaya yönelik eğitim çalışmaları ve yardım ekiplerinin zamanında afet noktasına ulaşması için afet öncesi alınması gereken önlemler ve çalışmalar deprem sonrası can kayıplarını azaltmada önem arz etmektedir.[25]

3. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Tez çalışmasında deprem sonrası İstanbul yol şebekesinde meydana gelebilecek tüm olası durumları dikkate alan bir şebekenin tasarlanması ve böylece acil yardımların ulaştırılmasında, ölü ve yaralıların tahliyesinde kullanılacak uygun güzergâhlar tespit edilebilecektir. Bu nedenle konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalar incelenerek aşağıda verilmiştir.

Caunhye ve diğerleri tarafından 2007 yılına kadar yapılan [26] ve Özdamar ve Ertem tarafından 2013 yılına kadar yapılan [27] çalışmalara ilave olarak günümüze kadar yayımlanan çalışmalar; yazarlar, yayın yılı ve çalışmanın konusu dikkate alınarak Çizelge 3.1’de, çalışmalarda kullanılan model ve çözüm metodu sınıflandırmasıyla da Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.1. Konuya yönelik yayımlanan makaleler

S.Nu.	Yazarlar ve Yayın Yılı	Konusu/Uygulama Alanı
1	Chames vd. (1976)	Deniz çevre koruma programı
2	Chames vd. (1979)	Deniz kirliliği afetleri
3	Psarftis vd. (1985)	Petrol sızıntısı temizleme ekipmanları
4	Knott (1987)	Yardım malzemesi lojistiği
5	Ray (1987)	Batı Afrika'da gıda dağıtım planlaması
4	Brown vd. (1993)	Deniz araştırma lojistiği
6	Haghani vd. (1996)	Network ürün akış modeli
7	Srinivasa vd. (1997)	Petrol sızıntısı taktik müdahale
8	Wilhelm vd. (1997)	Petrol sızıntısı temizleme
9	Fiedrich vd. (2000)	Depremden sonra acil müdahale
10	Barbarosoğlu vd. (2002)	Helikopter lojistiği
11	Özdamar vd. (2004)	Acil lojistik planlama
12	Barbarosoğlu vd. (2004)	Taşıma planlaması
13	Sheu vd. (2005)	Hızlı müdahale
14	Pamuk vd. (2005)	Kocaeli, Tayvan ve Düzce’de meydana gelen son depremler sonunda köprü hasarlarının incelenmesi
15	Dessouky vd. (2006)	Tıbbi malzeme dağıtımı
16	Sheu (2007)	Acil lojistik dağıtım yaklaşımı
17	Tzeng vd. (2007)	Yardım dağıtım sistemi tasarımı
18	Gkonis vd. (2007)	Petrol sızıntısına müdahale
19	Yi vd. (2007)	Karınca kolonisi optimizasyonu
20	Yi vd. (2007)	Afet müdahale faaliyetleri, tahliye ve destek
21	Chang vd. (2007)	Öncelikli tesis yerleşimi, Taipei city
22	Muaafa vd. (2008)	Evrimsel Bir Yaklaşım
23	Erdik ve Durukal (2008)	İstanbul’da deprem riskinin analizi
24	Balçık ve Beamon (2008)	Envanter problemi, Ulusal Jeofizik Veri Merkezi

Çizelge 3.1. (devam) Konuya yönelik yayımlanan makaleler

S.Nu.	Yazarlar ve Yayın Yılı	Konusu/Uygulama Alanı
25	Kondaveti vd. (2009)	Afet yönetiminde kaynak dağılımı için karar destek sistemi
26	Marti vd. (2009)	Mobil triaj etiketi
27	Yan vd. (2009)	Acil yol tamir ve sonrasında yardım dağıtımı
28	Horner vd. (2010)	Kasırga felaketi sonrası malzeme dağıtımı
29	Vitoriano vd. (2010)	2010 Haiti depremi yardım dağıtım problemi
30	Arora vd. (2010)	Artan talep artışının azaltımı
31	Rawls vd. (2010)	Kasırgalar için acil müdahale öncesi konumlandırma
32	Chen vd. (2010)	İnşaat mühendisliği felaketi
33	Mete ve Zabinsky (2010)	Tesis yerleşimi (envanter kısıtlı)
34	Hick vd. (2011)	Acil medikal malzeme dağıtım planlaması
35	Gu (2011)	Afet Zararlarını En Aza İndirmeye Yönelik Yardım Malzemesi Dağıtım Optimizasyonu
36	Widener vd. (2011)	Kasırga sonrası yardım dağıtım problemi
37	Rawls vd. (2011)	Afet öncesi konumlandırma ve dinamik dağıtım planlaması
38	Günneç ve Slaman (2011)	Afet riski altında bir şebekenin güvenilirliğinin ve afet sonrası performansının hesaplanması
39	Gormez vd. (2011)	İstanbul'da afete karşı yardım ve müdahale tesislerinin yerleştirilmesi
40	Su vd. (2011)	Afete müdahale yolunun seçilmesi
41	Duran vd. (2011)	Sınırlı envanter altında tesis yeri belirleme
42	Zhang vd. (2012)	İkincil afetlerde birden fazla kaynak ve çoklu depo acil müdahale problemi
43	Altay (2012)	Etkili afet yönetimi için yeteneğe dayalı kaynak tahsisi
44	Holguín-Veras vd. (2012)	Katrina Kasırgası Sonrasında Gerekli Kaynak Gereksinimleri
45	Afshar ve Haghani (2012)	Tesis yerleşimi, numerical experiments
46	Hong vd. (2012)	Tesis yerleşimi (tesis sayısı ve talep kısıtlı)
47	Murali vd. (2012)	Tesis yerleşimi
48	Caro vd. (2013)	Nükleer Patlama Sonrası
49	Knebel vd. (2013)	Nükleer Patlama Sonrası
50	Chang vd. (2013)	Acil lojistik zamanlaması için çok amaçlı bir genetik algoritma - standart açgözlü algoritma
51	Wilson (2013)	Büyük olay tepkisinde kazazede için çok amaçlı bir kombinatoriyal modeli (combinatorial optimization approach - heuristic)
52	Bozorgi-Amiri vd. (2013)	Tesis yerleşimi, İran
53	Chen vd. (2013)	Tesis yerleşimi, finansal problem, Beijing China
54	Dekle vd. (2013)	Tesis yer seçimi problemi
55	Smyrnakis vd. (2014)	Merkezi olmayan tahsiste oyun teorisi
56	Wex vd. (2014)	Acil müdahale kurtarma birimleri tahsisi
57	Tirado vd. (2014)	Yardım operasyonları için sözcüksel dinamik akış modeli
58	Sheu (2014)	Afet sonrası kurtarma hizmeti ve lojistik dağıtımı
59	Liberatore vd. (2014)	İnsani lojistikte kurtarma operasyonlarının ve acil mal dağıtımının müştereken optimizasyonu
60	Abounacer vd. (2014)	Tesis yerleşimi, sayısal denemeler

Çizelge 3.1. (devam) Konuya yönelik yayımlanan makaleler

S.Nu.	Yazarlar ve Yayın Yılı	Konusu/Uygulama Alanı
61	Barzinpour ve Esmaili (2014)	Tesis yerleşimi (talep ve kaynak kısıtlı)
62	Salman ve Yücel (2015)	Etkili acil lojistik yardım merkezlerinin yerleştirilmesi
63	Huang vd. (2015)	Büyük ölçekli felakete acil müdahale konusunda birden fazla insani hedefin modellenmesi
64	Jin vd. (2015)	Çeşitli yaralanmalar ve hayatta kalma ihtimalleri olan felaket kurbanlarının taşınması için bir lojistik model
65	Camacho-Vallejo vd. (2015)	2010 yılı Şili depremi malzeme dağıtımı
66	Akgün vd. (2015)	Tesis yerleşimi
67	Moeini vd.(2015)	Tesis yerleşimi (ambulans sayısı, zaman kısıtlı)
68	Khayal vd. (2015)	Tesis yerleşimi (ürün akışı ve tedarikçi kısıtlı)
69	Kılıcı vd. (2015)	Tesis yerleşimi (kaynak atama ve talep tatmini kısıtlı)
70	Xiang vd. (2016)	Tıbbi kaynak tahsisi modeli
71	Pradhananga (2016)	Afet öncesi planlama için entegre bir kaynak tahsis ve dağıtım modeli
72	MacKenzie vd. (2016)	Deepwater Horizon petrol sızıntısı
73	Theeb vd. (2016)	Afet sonrası araç rotalama ve kaynak dağılımı
74	Manopiniwes ve Irohara (2016)	Tesis yerleşimi (araç sayısı, dağıtım merkezi sayısı ve uygun müdahale zamanı kısıtları altında)
75	Espíndola vd. (2017)	Sel felaketi
76	Zhang vd. (2017)	Acil Durum Yönetiminde Optimum Kaynak Dağılımı için Bir Multi-Ajansa Dayalı Alan Taşıma Yaklaşımı

Çizelge 3.2. Makalelerde kullanılan model ve çözüm metodu

S. Nu.	Yazarlar ve Yayın Yılı	Model Tipi	Çözüm Metodu
1	Haghani vd. (1996)	Dinamik Ağ Akışı	Lagrange Gevşemesi
2	Barbarosoğlu vd. (2002)	Klasik Araç Rotalama	Hiyerarşik planlama
3	Viswanath ve Peeta (2003)	Çok amaçlı şebeke tasarım modeli	--
4	Özdamar vd. (2004)	Dinamik Ağ Akışı	Lagrange Gevşemesi ve Değiştirilmiş En Kısa Yol
5	Barbarosoğlu ve Arda (2004)	Kapasitesiz Ağ Akışı	İki adımlı stokastik program
6	Kumar vd. (2005)	Grafik tabanlı arayüz	GIS tabanlı ATIS
7	Chandio vd. (2006)	Yolplanlaması için rota yardımcı sistem modülü	--
8	Umitsu ve Fushimi (2006)	--	En kısa yol algoritması
9	De Angelis vd. (2007)	Klasik Araç Rotalama	Tam çözüm
10	Tzeng vd. (2007)	Kapasitesiz Ağ Akışı	Tam çözüm
11	Yi vd. (2007) / Özdamar vd. (2008)	Dinamik Ağ Akışı	Tam/tur yapım / Karınca Koloni algoritması
12	Hsueh vd. (2008)	Klasik Araç Rotalama	Sezgisel güzergâh bulma
13	Balçık vd. (2008)	Yol Numaralandırması ve Dinamik	Tam çözüm
14	Yuan ve Wang (2009)	Çok amaçlı matematiksel model	--

Çizelge 3.2. (devam) Makalelerde kullanılan model ve çözüm metodu

S. Nu.	Yazarlar ve Yayın Yılı	Model Tipi	Çözüm Metodu
15	Shen vd. (2009)	1'inci adım: Stokastik Araç Rotalama, 2'nci adım Doğrusal Programlama	Tam çözüm ve Tabu arama
16	Vitoriano vd. (2009, 2011)	Klasik Araç Rotalama ve Hedef Programlama	Tam çözüm
17	Sheu (2010)	-	Sezgisel bulanık kümeleme
18	Raj ve Sasipraba (2010)	Afet yönetim sistem tasarımı	GIS ve AJAX
19	Yang ve Li (2010)	An enhanced routing method	Dijkstra algorithm and AHP
20	Nolz vd. (2011)	Klasik Araç Rotalama ve Zaman-Uzay Ağı kaplama	Memetik algoritma
21	Lin vd. (2011)	Yol Numaralandırması ve Dinamik	Ayrışma, Genetik Algoritma
22	Gormez vd. (2011)	Tam sayılı programlama modeli ve P-merkez tesis yerleşim modeli	GIS
23	Gu (2011)	Kapasitesiz Ağ Akışı (bulanık)	Tam çözüm
24	Özdamar (2011)	Statik Ağ Akışı	Tam çözüm
25	Zhan ve Liu (2011)	Dinamik Ağ Akışı	İki adımlı stokastik program
26	Su vd. (2011)	Markov karar süreci	Q-öğrenme algoritması
27	Shashikiran vd. (2011)	Dinamik araç navigasyon sistemi	Kruskal's algoritması
28	Afshar vd. (2012)	Dinamik Ağ Akışı	Tam çözüm
29	Özdamar ve Demir (2012)	Statik Ağ Akışı	Hiyerarşik Planlama ve Kümeleme
30	Zhang vd.(2012)	Kapasitesiz Ağ Akışı	Doğrusal Programlamaya dayalı sezgisel
31	Berkoune vd. (2012)	Klasik Araç Rotalama	Sezgisel numaralandırma ve Genetik Algoritma
32	Wohlgemuth vd. (2012)	Karma tam sayı modeli	--
33	Elalouf (2012)	Gerçek zamanlı acil müdahale sistemi	--
34	Najafi vd.(2013)	Dinamik Ağ Akışı ve Robust Optimization	Tam çözüm
35	Tirado vd. (2014)	Çok Ölçütlü Dinamik Akış Modelleri	-
36	Abounacer vd. (2014)	Ulaştırma problemi	Epsilon-kısıt yöntemi, Tam Pareto çözümü
37	Barzinpour and Esmaeili (2014)	Hedef programlama	Tam çözüm
38	Sheu (2014)	Ampirik Dağıtım Modeli	-
39	Zheng vd. (2014)	Evrimsel hesaplama metodu	Evrimsel algoritma
40	Wisetjindawata vd. (2014)	Çok araçlı araç rotalama problemi	-
41	Jin vd. (2015)	Tam Sayı Programlama Modeli	

Çizelge 3.2. (devam) Makalelerde kullanılan model ve çözüm metodu

S. Nu.	Yazarlar ve Yayın Yılı	Model Tipi	Çözüm Metodu
42	Talarico vd. (2015)	-	Metaheuristik yaklaşım
43	Salman ve Yücel (2015)	Stokastik tam sayılı programlama modeli	Tabu arama algoritması, Path-based yaklaşımı ve GIS
44	Akgün vd. (2015)	--	Tam çözüm
45	Khayal vd. (2015)	--	Tam çözüm
46	Moeini vd.(2015)	--	Tam çözüm
47	Kılıcı vd. (2015)	--	Tam çözüm
48	Manopiniwes ve Irohara (2016)	Hedef programlama	Tam çözüm
49	Duque vd. (2016)	Dinamik bir programlama modeli	Açgözlü-rasgele yapılandırılmış bir prosedür
50	Sebatli vd. (2016)	Simülasyon modeli	İki aşamalı tamsayı programı
51	Fancello vd. (2016)	Tamsayılı Programlama Modeli	-
52	Samani vd. (2017)	Çok amaçlı karışık tamsayılı doğrusal programlama modeli	İki aşamalı stokastik programlama
53	Cao vd. (2017)	Çok amaçlı karışık-tamsayılı doğrusal olmayan programlama modeli	Genetik Algoritma
54	Chowdhury vd. (2017)	Sürekli Yaklaşım modeli	İki aşamalı bir CA yaklaşımı
55	Mollah vd. (2017)	Maliyet optimizasyon modeli	Karışık-tamsayı programlama ve genetik algoritma

Literatürde bir çok makalede rota planlama afet anında acil yardım ekiplerinden yada lojistik depolardan talep noktalarına en kısa yolların bulunması şeklinde düşünülmüştür. En kısa yollar yolun uzunluğuna göre bulunmaktadır. Fakat acil bir durumda rota bulmada mesela itfaiyeciler için rota bulma durumunda temel sorun karmaşık acil durum koşulları altında bir yerden en kısa sürede kaza yerine nasıl gidileceğidir [28].

Zhao-Pin Su ve diğerleri afete müdahale yolunun seçilmesi probleminde en kısa ve en güvenli yolu bulmak için Q-öğrenme algoritmasına dayanan Markov karar süreci olan bir model önermişlerdir Çalışmada afetten etkilenen çevrenin hareketli ve kompleks olduğu düşünülmüş, iki boyutlu koordinat sisteminde ele alınmış ve üç alan tipinden oluştuğu düşünülmüştür. Bu koşullar altında kurtarma timinin ulaşamayan bölgelerde döngüye girmeden afet bölgesine nasıl güvenli ve hızlı gideceği araştırılmıştır. [29]

Felaketler sonrası zaman kriteri talep noktalarına giden uygun yolu bulmada ilk kriter olarak düşünülmelidir. Shashikiran ve diğerleri çalışmalarında trafik oranı, araçların hızı

veya mesafeye dayalı olarak kaynak ve talep noktası arasındaki rotaları bulmak için Kruskal's Algoritmasını kullanan, Trafik sorumlusu tarafından verilen güncel trafik bilgilerine dayalı olarak bir kısa yol tarif eden Dinamik Araç Navigasyon Sistemi tanımlamışlardır. [30]. Ancak afet sonrası yolun genişliği, yolun tipi, trafik sıklığı, yollarda meydana gelen hasar oranı gibi diğer önemli kriterleri yansıtmada başarısız kalmaktadır.

Umitsu ve Fushimi çalışmalarında depremden zarar gören yollar, binalar ve evleri de göz önünde bulundurarak yaralı insanları depremden zarar gören bu bölgelerden kaçınarak hastanelere en kısa sürede götürecek yolların bulunmasını amaçlamışlardır [31].

Yuan ve Wang Acil Lojistik Yönetiminde güzergah seçimi için felaket anında şebekedeki sadece toplam zamanı minimize eden tek amaç fonksiyonlu ve zamanı minimize etme yanında kaos, panik ve karışıklık gibi gerçek faktörleri de düşünerek güzergahtaki bu karmaşıklığı da minimize eden çok amaç fonksiyonlu olmak üzere iki matematiksel model önermişlerdir [32].

Yine Viswanath ve Peeta çalışmalarında deprem sonrasında kaynak ve varış noktaları arasındaki rotalardan en kısa zamanda daha fazla insana ulaşmayı sağlayan, kritik rotaları belirleyen çok amaçlı bir şebeke tasarım modeli önermişler [33].

Elalouf acil yardım araçlarının rotalarının belirlenmesinde gerçek zamanlı seyahat bilgilerini (trafik koşulları) de kullanarak gerçek zamanlı bir acil müdahale sistemi geliştirmeyi amaçlamıştır [34].

Son çalışmalarda GIS web servisleri ve AJAX (Asynchronous JavaScript and XML) yaklaşımı afet yönetim sisteminin tasarımı için kullanılmakta böylece mekânsal veriler kullanıcı tarayıcısına etkili şekilde yüklenerek zaman minimize edilebilmektedir [35].

Abdul Fattah Chandio ve diğerleri yol planlaması için rota yardımcı sistem modüler yapısını tanımlamışlardır [36].

Son zamanlarda geliştirilen GIS tabanlı gelişmiş traveler bilgi sistemleri (ATIS) de kolay kullanıma imkan veren bir grafik arayüze sahiptir [37].

Tez çalışmasında İstanbul ilinde meydana gelebilecek bir deprem dikkate alınacaktır. Bu nedenle İstanbul'da olası bir depremi konu alan çalışmalar incelenmiştir. Bu kapsamda;

- Gormez ve diğerlerinin yaptığı çalışmada [38]; AKOM ile koordineli çalışılarak, İstanbul'da afete karşı yardım ve müdahale tesislerinin yerleştirilmesi problemi ele alınmıştır. Çalışmalarında model ve yöntem olarak ise, iki aşamalı bir dağıtım sistemini dizayn etmek için matematiksel modeller geliştirilmiş, komşu bölgelerdeki mevcut halk tesisleri lokal yardımların dağıtımı için, yeni tesis edilecek yardım tesisleri ise bölgesel depolama ve dağıtım için düşünülmüştür. problemin çok çeşitli varyasyonları çözülmüş, ve talebi karşılamak için kat edilen ortalama seyahat mesafesi minimize edilmeye çalışılmıştır. Çalışmada problem iki aşamalı yaklaşım ile çözülmüştür. İlk aşamada tam sayılı programlama modeli kurularak çözüm getirilmiş ve geçici yardım tesisleri yerleştirilmiş, ikinci aşamada ise geçici noktalar talep noktaları gibi düşünülerek daimi yardım tesislerinin yerleri belirlenmiştir. Çalışmada talep noktası ile o talebi karşılayacak tesis arasındaki maksimum mesafeyi minimize etmek amaçlanmış ve bu maksatla p-merkez tesis yerleşim modeli kullanılmıştır.
- Salman ve Yücel'in 2015 yılında yapmış oldukları çalışmada [39]; Acil lojistik yardım merkezlerinin yerleşimi problemi felakete hazır olma stratejilerinin bir bölümü gibi düşünülmüş, afete hızlı yardım ulaştırmak amacıyla kullanılabilir şebekedeki talep noktasına yakın, etkili acil lojistik yardım merkezlerinin yerleştirilmesi ele alınmıştır. Yol bozuklukları nedeniyle her talep noktası için bu mümkün olmadığından uygun zamanda toplam talebin max oranda sağlayacak, bir felaket anında kullanılacak acil lojistik yardım merkezlerinin yerlerinin ve sayısının belirlenmesi üzerinde durulmuştur. Çalışmalarında model ve yöntem olarak ise acil lojistik yardım merkezlerinin yerinin belirlenmesi için tüm mümkün şebeke gerçekleştirmeleri üzerinde önceden belirlenmiş bir mesafe içerisinde beklenen toplam talebi max yapmayı amaçlayan bir stokastik tamsayı programlama modeli formüle edilmiştir. İlk aşamada bir felaket olmadan önce tesisler belirsizlik altında yerleştirilmiş ikinci adımda bir felaket sonrası kullanılabilir bir şebeke olma durumunda açık tesisler tarafından karşılanan toplam talep path-based yaklaşımı ile hesaplanmıştır. Bunun için her potansiyel tesis ve talep düğüm çifti arasındaki alternatif yolların bir kümesi önceden belirlenmiş böylece en kısa kullanılabilir yol yardım malzemesi dağıtımı için kullanılabilmiştir. Her yolun kendisine belli bir uzaklıktaki yollar tarafından negatif olarak etkilendiğini öne süren yeni bir

uzaklık tabanlı link bağımlılık modeli (DB-dependency) modeli oluşturulmuştur. Beklenen bir felaket senaryosu altında bölgenin risk seviyesine göre şebekenin her linki için kullanılabilir olma olasılığı atanmıştır. Tabu arama algoritması ile belirli bir mesafe içerisinde beklene talebi max yapacak tesis yerleri seçilmiştir.

- Pamuk vd. tarafından yapılan çalışmada [40]; Kocaeli, Tayvan ve Düzce’de meydana gelen son depremler sonunda köprülerde meydana gelen kopmalar ve hasarlar incelenerek yapısal ve mühendislik olarak ne tür tedbirlerin alınması gerektiği konusunda fikirler vermek amaçlanmıştır. Kocaeli, Düzce ve Chi-Chi (Tayvan) depremlerinden sonra köprülerde meydana gelen zararlar incelenmiştir. Bu incelemeler sonrasında elde edilen sonuçlar kullanılarak ulaşım altyapısında özellikle yüzeysel kopmaları önleyici nasıl iyileştirmelerin yapılması gerektiği önerilmiştir.
- Günneç ve Salman tarafından yapılan çalışmada [41]; Afet riski altında bir şebekenin güvenilirliğini ve afet sonrası performansını hesaplamak amaçlanmıştır, problemde afet öncesinde afetin şiddeti ve nerede meydana gelebileceği ve şebekenin yapısının afetten nasıl etkileneceği yönündeki belirsizlik üzerinde durulmuştur. Çalışmada, olası bir afet durumunda verilen bir ulaştırma şebekesinin işlevselliğini ortaya koymak için verilen birçok çıkış ve varış noktalarındaki beklenen seyahat zamanları ve şebekenin bağlılığı değerlendirilmiştir. Giriş verisi olarak afet senaryoları ve bu senaryolardaki şebekenin kapanması olasılıkları kullanılmıştır. Hesaplamalar için çeşitli algoritmalar geliştirilmiş ve çözümü çok zor olan durumlar için ise Monte Carlo Simülasyonu kullanılmıştır.
- Erdik ve Durukal [42] çalışmalarında; İstanbul’da deprem riskinin analizi ve depreme ait zararların hafifletilmesi üzerine çalışmışlardır. İstanbul un depreme karşı fiziksel ve sosyal hassasiyet ve kırılabilirlik incelenmiş ve olası bir deprem durumunda oluşabileceği değerlendirilen fiziksel, sosyal, ekonomik ve endüstriyel kayıplar ortaya konmuştur. Çalışmada; beklenen deprem kayıpları, deprem mastır planı, deprem zararlarının azaltılması için gerekli yasal düzenlemeler, afet risk yönetimi düzenlemeleri, İstanbul büyükşehir belediyesinin deprem zararları azaltma projeleri izah edilmiştir.

Bu kapsamda literatürdeki İstanbul ili ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında daha çok acil lojistik yardım merkezlerinin yerinin belirlenmesi, meydana gelen depremler sonrası oluşan zararların incelenerek yapısal ve mühendislik olarak ne tür tedbirlerin alınması

gerektiği, olası bir afet riski altında verilen bir ulaştırma şebekesinin güvenirliğini ve afet sonrası performansını hesaplayan ve İstanbul'da deprem riskinin analizi ve depreme ait zararların hafifletilmesini amaçlayan konularda çalışıldığı görülmüştür.

Yapılan incelemede farklı konuları içeren makale ve tez çalışmalarının olduğu, ancak İstanbul ilinde olası bir deprem sonrasında yol şebekesindeki ulaşım zamanını etkileyecek tüm kriterleri de dikkate alan uygun güzergâhların bulunduğu bir çalışmanın olmadığı görülmüştür.

Bu çalışmada da İstanbul'da meydana gelecek olası bir deprem neticesinde yol şebekesinde yardım malzemesi taşıyan araçların talep noktalarına ulaşım süresini etkileyebilecek tüm kriterlerin etkisi de dikkate alınarak uygun güzergâhlar belirlenecektir.

Ayrıca literatürde acil durum lojistiğinde rotalama problemlerinin çözümü için alternatif çözüm önerilerine rastlamak mümkündür ancak şebeke üzerinde bulunan bir güzergâhta hareket ederken meydana gelebilecek ani gelişen durumlar (köprülerin yıkılması, yolların kapanması vs.) söz konusu olduğunda anında alternatif güzergâhın bulunmasını sağlayan dinamik bir modele rastlanmamıştır. Tez çalışmasında tüm bu olası durumlar karşısında anında uygun güzergâhların bulunabilmesi sağlanacaktır.

Bu kapsamda çalışmada, kriterlerin Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) kullanılarak belirlenen ağrılıklarının Coğrafi Bilgi Sistemlerine (CBS) entegre edilerek CBS tabanlı bir şebekenin oluşturulması planlanacak ve CBS network analizi yapılarak yöneticilerin verecekleri kararlara yardımcı olmak üzere bir metodoloji sunulacaktır.



4. ÇALIŞMADA KULLANILACAK TEKNİKLER

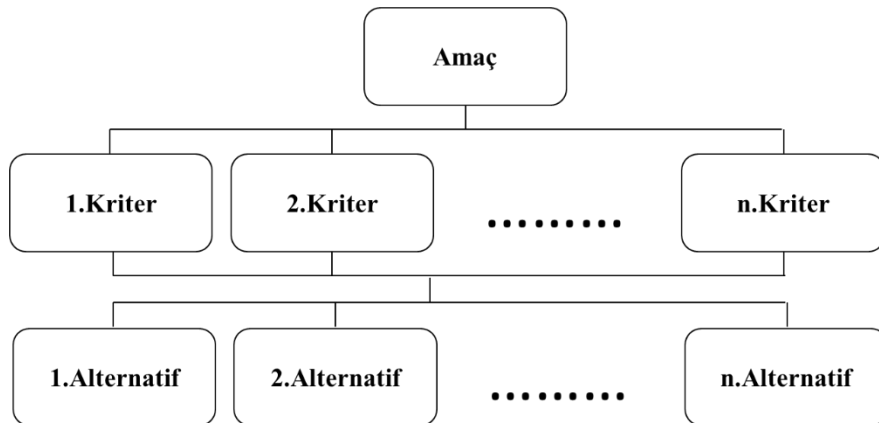
4.1. Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP)

Analitik Hiyerarşi süreci (AHP), literatürde çok kriterli karar verme (ÇKKV) problemlerinin çözümü için kullanılan klasik ya da bulanık mantık temelli yöntemler arasından en yaygın olarak kullanılan bir karar verme yöntemidir. Thomas L. Saaty (1980), tarafından geliştirilmiştir [43]. AHP tekniği birden fazla kalitatif ve/veya kantitatif kritere sahip karmaşık problemi çözmek için tasarlanmıştır. Bu yöntem problemin önceden tanımlanan kriterlerinin, karar verici (uzman) tarafından göreceli önemlerinin belirlenmesine ve daha sonra her bir kritere göre karar alternatifleri arasında seçim yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

Hesaplanabilirlik, anlaşılabilirlik açısından kolaylıklar sağlaması ve Excel programında çözüme imkan tanınması gibi avantajları nedeniyle AHP literatürde sık kullanılmaktadır [44]. AHP belirlilik veya belirsizlik altında çok sayıda alternatif arasından seçim yaparken, çok sayıda karar vericinin bulunduğu, çok kriterli karar verme durumunda kullanılır.

AHP tekniğinin uygulama aşamaları aşağıdaki gibi özetlenebilir [45].

İlk aşamada problemin hiyerarşik yapısı net bir şekilde tanımlanır, hedef, ana kriterler, alt kriterler ve alternatifler anlaşılır bir biçimde ifade edilir. AHP hiyerarşik yapısı Şekil 4.1'deki gibidir.



Şekil 4.1. AHP hiyerarşik yapısı

İkinci aşama olarak karar vericiler tarafından kriterler arası ikili karşılaştırmaların yapılması ve buna dayanarak kriter önceliklerinin belirlenmesi. İkili karşılaştırmalar kriterlerin birbirine göre önem derecelerini belirlemek için yapılır. İkili karşılaştırma yargıları bir kare matris şeklinde ifade edilir. Bu önem derecesini ifade etmek için kullanılan, AHP yöntemi için Saaty tarafından geliştirilmiş olan göreceli ölçek Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. İkili karşılaştırma ölçeği [43]

Önem Derecesi	Tanım
1	Eşit önem
3	Birinin diğerine göre orta derecede daha önemli olması
5	Kuvvetli düzeyde önem
7	Çok kuvvetli düzeyde önem
9	Aşırı düzeyde önem
2,4,6,8	Ortalama değerler

İkili karşılaştırmalardan elde edilen bilgilere göre AHP’de yargılar bir matrise dönüştürülür.

a_{ij} , i. özellik ile j. özelliğin ikili karşılaştırma değeri olarak gösterilecek olursa, genel olarak karşılaştırmalar matrisi aşağıdaki (Eş 4.1) şekilde ifade edilir.

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

a_{ji} ise j. özellik ile i. özelliğin karşılaştırma değeridir. Bu değer a_{ij} değeri verilmiş ise $a_{ji} = 1/a_{ij}$ eşitliğinden elde edilir. Bu özelliğe karşılık olma özelliği denir.

Üçüncü aşama ikili karşılaştırmaların çözümlenmesi sonucu kriter önceliklerinin belirlenmesi aşamasıdır. Kriter önceliklerinin belirlenmesi için (Eş 4.2) ‘de verilen geometrik ortalama metodu [46] ve (Eş 4.3) numaralı eşitlik kullanılmıştır.

$$r_i = \prod_{j=1}^n (a_{ij})^{\frac{1}{n}} \quad (4.2)$$

$$w_i = \frac{r_i}{\sum_j r_j} \quad (4.3)$$

Son aşama olarak kararların tutarlılığının kontrolü yapılır. Bu yüzden tutarlılık sorunu ile ilgili olarak AHP yönteminde karar vericinin karşılaştırma sonuçlarına paralel olarak bir “tutarlılık derecesi belirleme” yöntemi geliştirilmiştir. AHP yönteminde, ikili karşılaştırma matrisleri için “tutarlılık oranı” (TO ya da Consistency Ratio, C.R.) (Eş 4.4) ve (Eş 4.5) numaralı eşitlikler yardımıyla hesaplanır.

$$C.R. = \frac{C.I.}{R.I.} \quad (4.4)$$

$$C.I. = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1} \quad (4.5)$$

Burada λ_{max} karşılaştırma matrisinin en büyük özdeğeri olup, n kriter sayısı, R.I ise Çizelge 4.2.’de verilen rasgele index göstergesidir. Rasgele index rasgele olarak üretilmiş ikili karşılaştırmalar matrislerinin tutarlılık indekslerinin ortalamasından türetilmiştir.

Çizelge 4.2. Rasgele indeks (R.İ.) değerleri (i=1,...,6)

n	1	2	3	4	5	6
R.I.	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24

Eğer $C.R. \leq 0,1$ ise "kabul edilebilir ölçüde tutarsızlık vardır" denir. Eğer bu oran % 10 dan büyükse tutarsızlık kabul edilemez ve tutarlılık kriteri sağlanana kadar karşılaştırma matrisi yeniden oluşturulmalıdır.

4.2. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)

Çalışmada kullanılacak İstanbul iline ait yol ağı verisinde 297287 adet yol dilimi olup yardım ve talep noktaları arasındaki en iyi rotaları bulma problemi doğrusal model kurularak çözüm bulunması fazla zaman alabilecek bir problemdir.

Literatürde genellikle bu problemler için sezgisel yöntemlere başvurulmaktadır. Bu yüzden çalışmada en kısa yol problemlerinde verilen bir kaynak ve varış noktası arasındaki zaman yâda maliyet açısından minimum mesafeli yolu bulmada kullanılan Dijkstra [47]

algoritması tabanlı CBS programı kullanılacaktır. CBS coğrafi kaynaklı bilginin elde edilmesi, depolanması, analizi ve grafiksel olarak görüntülenmesine olanak sağlayan bilgisayar tabanlı bir sistemdir [48].

CBS felaketlerin önlenmesi, doğal kaynak yönetimi, simülasyon, doğal afetlerin tahmini ve afetlere acil müdahale sisteminin yanısıra tesis yönetimi gibi bir çok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır [49]. Jeoloji, Jeofizik, Madencilik, Coğrafya, Tarım, Lojistik, Ulaşım CBS'nin kullanıldığı disiplinlerden sadece birkaçıdır.

CBS acil durum lojistiğinde araçların talep noktasına en kısa yoldan ulaşmalarını sağlayacak rotaların belirlenmesinde kullanılan etkili bir yöntemdir [50].

CBS'nin sağladığı en temel avantajlar şunlardır:

- Veri tabanının genişletilebilmesi,
- Baska veri tabanları ile bağlantı kurabilmesi,
- Var olan verilerden yeni bilgi üretilebilmesi,
- Kısa sürede rapor, tablo ve harita üretilebilmesi,
- Eklenen yeni bilgilere göre yeniden analiz ve sorgulama yapabilmesi,
- Geleceğe yönelik senaryo ve simülasyonların yapılabilmesi,
- Görsel bilgi üretebilmesi,
- İlişkisel verilerin kullanılabilmesidir [51].

Bu çalışmada problemi çözmek için vektör ve raster kökenli coğrafi veri tabanlarından geometrik ve geometrik olmayan verinin sorgulanmasına olanak veren coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan ArcGIS tabanındaki, CBS'de konuma bağlı analiz türlerinden olan Network Analizi kullanılacaktır.

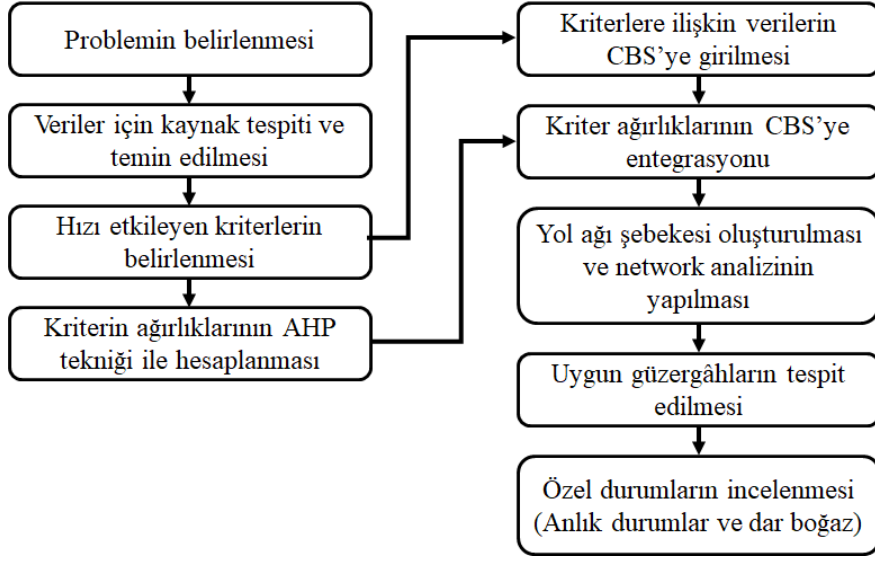
CBS kullanılarak kurulan şebekede tüm olası senaryolar oluşturulabilecek ve yardım ve talep noktaları arasındaki en uygun güzergâhlar bulunabilecektir. CBS sistemine tüm verilerin girilmesi ve şebeke dosyasının oluşturulmasından sonra oluşturulan bu karar destek aracı karar verici için deprem sonrasında simüle eden istenildiği kadar senaryolar oluşturup dinamik ve esnek çözümler üretebilmesini sağlayacaktır.

5. METODOLOJİ

Tez çalışmasında şebeke, deprem sonrası yollarda meydana gelecek tüm olası durumları değerlendirerek her yol dilimine ait kat edilecek zamanın en iyi şekilde ortaya konması şeklinde oluşturulacaktır. Böylece istenilen çıkış ve varış noktaları arasında en kısa zamanda ulaşımı sağlayacak güzergâhlar bulunabilecektir. Bu kapsamda;

- İlk olarak problemin konusu ortaya konulacak,
- Çalışmada kullanılacak verilerin kaynak tespiti yapılacak ve temin edilecek,
- Daha sonra deprem sonrası talep noktalarına ulaşım hızını etkileyen kriterler literatür araştırması ve uzman görüşüne dayanarak tespit edilecek,
- Her bir kriterin ağırlığı çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) tekniği ile hesaplanacak,
- Kriterlere ilişkin elde edilen yada hesaplanan veriler CBS'ye girilecek,
- AHP yöntemiyle bulunan kriter ağırlıklarının CBS programına entegrasyonu sonucu çalışmada kullanılacak yol ağı şebekesi oluşturulacak ve network analizi yapılacak,
- Lojistik Destek Merkezi ve ihtiyaç noktalarının tespiti sonrası geçmiş depremler ışığında oluşturulacak deprem senaryoları neticesinde, acil yardımların ulaştırılmasında, ölü ve yaralıların tahliyesinde kullanılabilecek uygun güzergâhlar tespit edilecek,
- İlave olarak deprem sonrası meydana gelecek anlık durumlar sonrası alternatif güzergâhlar bulunabilecek,
- Hangi aşamadan sonra (darboğaz noktası) güzergah bulmanın mümkün olmadığı durumlar belirlenebilecektir.

Bu kapsamda metodoloji akış şeması Şekil 5.1'de sunulmuştur.



Şekil 5.1. Metodoloji akış şeması

6. DEPREM SONRASI YARDIM-TALEP NOKTALARI ARASINDA DİNAMİK ROTALAMA UYGULAMASI

6.1. Araştırma Probleminin Tanımı

6.1.1. Araştırma probleminin konusu, amacı ve önemi

Afet sonrası afetzedelere zamanında müdahale ve yardımların ulaştırılması önemlidir. Bu kapsamda bu çalışma ile İstanbul'da meydana gelecek olası bir deprem sonrasında, depremin yollar üzerindeki olası tüm etkilerini de dikkate alan, yardım ve talep noktaları arasındaki uygun ve dinamik rotaların bulunması hedeflenmiştir.

İstanbul ilinin deprem sonrası yol durumlarını dikkate alarak oluşturulacak bir şebeke ile yardım noktalarına optimal sürede ulaşılması sayesinde afete müdahale anlamında İstanbul ilinin afet yönetim sistemi yaklaşımına da önemli bir katkı sağlanması amaçlanmaktadır.

Bu çalışmada, İstanbul'da deprem sonrası afet noktalarına yardım malzemesi taşıyacak araçlar için yollardaki ulaşım süresini etkileyecek kriterler tespit edilecek ve kriter etkilerinin de dikkate alınarak her yol dilimine ait kat edilecek zamanın en iyi şekilde ortaya konması ile İstanbul şehrinin deprem sonrası yol şebekesi ortaya konulacaktır. Böylece istenilen çıkış ve varış noktaları arasında en kısa zamanda ulaşımı sağlayacak güzergâhlar bulunabilecektir. Tez çalışmasında CBS tabanlı bir şebekenin oluşturulması planlanmaktadır. Tez çalışması sonunda elde edilecek şebekenin, yasal otoritelerin depreme yönelik hazırlıklarına önemli katkıda bulunabileceği değerlendirilmektedir.

6.1.2. Kuramsal çerçeve, kapsam ve sınırlılıklar

Tez çalışmasında İstanbul ilinde meydana gelebilecek bir deprem dikkate alındığından literatürde İstanbul'da olası bir depremi konu alan çalışmalar incelenmiştir. Lojistik depoların, acil yardım noktalarının, kurtarma timlerinin nerelerde konuşlandırılacağına dair birçok çalışma mevcuttur. Ancak deprem sonrası özellikle yardımları taşıyacak araçların güzergâhlarının nasıl belirleneceğine dair çalışmalara rastlamak çok mümkün değildir.

Olası bir deprem neticesinde İstanbul'daki otoyolların, karayolu ağının, köprülerin, tünel ve viyadüklerin ne derece etkileneceği, bu hasarın deprem yardımlarını talep noktalarına

taşımakta ne kadar gecikmeler meydana getireceği çok önemli bir husustur. Gerek hasarlar, gerek deprem sonrası yolların üstüne yıkılan binalar, gerek deprem sonrası meydana gelecek panik sonrası ortaya çıkan yollardaki yoğunluklar gibi birçok nedenle yardımların talep noktalarına götürülmesi sekteye uğrayacaktır.

Herhangi bir afet sonrası bölgeye yardım sağlanması, insanlara yardım edilmesi, yardım malzemelerinin ulaştırılması için kaza yerine en kısa sürede ulaşılması çok önemlidir. İki nokta arasındaki bir yolu bulmak için ya en az mesafeli en kısa yol yada en az seyahat süreli optimal yol seçilir. Fakat felaket durumlarında en kısa yol seyahat süresinde gecikmelere neden olan tüm faktörler nedeniyle süreyi minimize etmeyi garanti etmeyeceğinden az seyahat süreli optimal yol en kısa yola tercih edilecektir [52].

Afet Müdahale Yönetimi alanında, uygun kurtarma yolunun seçimi hayat kurtarma ve afetlerin zararlarını geciktirmede önemli bir yer edinmektedir [53].

Tez çalışmasında deprem sonrası yardım noktasına zaman ve güvenilirlik açısından ulaşmayı etkileyecek tüm kriterlerin belirlenmesi, depreme ait tüm etkileri içinde barındıran şebekenin kurulması ve bunun neticesinde deprem sonrası simüle eden istenildiği kadar senaryolar oluşturularak yardım-talep noktaları arasında uygun ve dinamik güzergâhların bulunması hedeflenmektedir. Tüm kriterleri dikkate alarak seçilen bir güzergâhın etkili bir acil lojistik yardım sürecinde kritik bir öneme sahip olduğu değerlendirilmektedir.

Tez çalışmasında İstanbul, deprem olma olasılığının yüksekliği ve olası bir depremin etkilerinin büyük olacağı değerlendirildiğinden uygulama alanı olarak seçilmiştir. İstanbul'un Avrupa Yakası Marmara kıyısına yakın ilçelerinden Avcılar, Zeytinburnu, Küçükçekmece, Bakırköy, Fatih, Bahçelievler, Esenler, Güngören, Bayrampaşa, Bağcılar, Eyüp ve Gaziosmanpaşa ilçeleri birinci derece deprem riski taşıyan bölgede olması ve gerek nüfus oranı gerekse 1999 Marmara depremi sonrası hasarlı bina oranının yüksek olması nedeniyle ihtiyaç (talep) bölgeleri olarak seçilmiştir.

Seçilen bölgede olası bir deprem sonrası acil yardımların ulaştırılması için kullanılabilecek depo olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Eyüp ilçesine bağlı Alibeyköy' de yer alan

Lojistik Destek Merkezi kullanılacaktır. Bu depodan ihtiyaç noktalarına yardım malzemelerinin götürülmesi planlanmıştır.

Çalışmada İstanbul iline ait yol ağı verilerinin elde edilmesi aşamasında karşılaşılan zorluklar nedeniyle uygulama alanı sınırlandırılmıştır. Uygulama alanına ilişkin bölgede yer alan bazı yerleşim yerleri (alanlar) talep bölgeleri olarak belirlenmiş ve kaynak noktası olarak bir depo seçilmiştir. İleriki çalışmalarda uygulama alanı genişletilerek yada birden fazla lojistik destek merkezinden talep noktalarına en kısa sürede ulaşmayı sağlayan güzergâhları bulmaya yönelik çalışmaların yapılması mümkün olmaktadır.

6.2. Tez Çalışması ile İlgili Veri ve Kriterlerin Tespiti

6.2.1. Verilerin tespiti

Çalışmada şebekenin oluşturulması ve müteakiben araçlar için uygun güzergâhların tespiti üzerinde durulacaktır. Güzergâhlar bulunurken zamanın minimize edilmesi söz konusu olacaktır. Bu kapsamda kullanılmak üzere;

- Öncelikle şebekenin oluşturulacağı İstanbul iline ait karayolları verisine,
- Zamanı minimize ederken ise yol dilimlerinin uzunlukları ve araçların hız verilerine,
- Öte yandan hız verisini tespit etmek için, karayollarındaki hız limitleri, yolun genişliği, şerit sayısı, yolun zemin yapısı, yoldaki trafik yoğunluğu ve deprem sonrası yollarda meydana gelebilecek hasar durumu verilerine ihtiyaç duyulacaktır.

Tez çalışmasında kullanılacak İstanbul iline ait en güncel yol şebekesi verileri Başarsoft navigasyon şirketinden alınarak kullanılmıştır. Ayrıca İstanbul Büyükşehir Belediyesi Harita Müdürlüğü'nden İstanbul ilinin Avcılar, Zeytinburnu, Küçükçekmece, Bakırköy, Fatih, Bahçelievler, Esenler, Güngören, Bayrampaşa, Bağcılar, Eyüp ve Gaziosmanpaşa ilçelerine ait ilçe ve mahalle sınır verileri elde edilmiştir.

Bu veriler mekansal (spatial) analiz yapabilmek için ARCGIS 10.2. programına aktarılmış ve çalışmada kullanılacak İstanbul ili karayolları “shape file” dosyası oluşturulmuştur (Çizelge 6.1).

Çizelge 6.1. İstanbul iline ait yol şebekesi verileri

yolorta_polyline						
FID	Shape	ADI	TIPI	Serit_Sayi	ID	arclength
0	Polyline ZM		Cadde	2	1	6,362453
1	Polyline ZM	Millet Cd.	Cadde	2	2	125,486289
2	Polyline ZM		Sokak	2	3	174,728467
3	Polyline ZM		Sokak	2	4	209,126113
4	Polyline ZM		Sokak	2	5	149,378145
5	Polyline ZM		Sokak	2	6	169,464844
6	Polyline ZM		Sokak	2	7	93,522679
7	Polyline ZM	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	8	43,959783
8	Polyline ZM		Sokak	2	9	178,957385
9	Polyline ZM	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	10	39,870749
10	Polyline ZM		Sokak	2	11	172,843440
11	Polyline ZM	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	12	39,299358
12	Polyline ZM		Cadde	2	13	38,384592
13	Polyline ZM		Cadde	2	14	41,328883
14	Polyline ZM		Cadde	2	15	39,931901
15	Polyline ZM		Cadde	2	16	38,438420
16	Polyline ZM		Sokak	2	17	118,030860
17	Polyline ZM		Sokak	2	18	199,408643
18	Polyline ZM	Hamamdere Cd.	Cadde	2	19	153,275212
19	Polyline ZM		Sokak	2	20	183,172424
20	Polyline ZM	O3 Kuzey Yanyolu Cd.	Cadde	2	21	412,689134
21	Polyline ZM	3. Cd.	Cadde	2	22	164,539379
22	Polyline ZM		Sokak	2	23	123,217181
23	Polyline ZM		Sokak	2	24	47,839521
24	Polyline ZM		Sokak	2	25	18,187469
25	Polyline ZM		Sokak	2	26	162,530013

Çizelge 6.1’de bir kısmı verilen İstanbul iline ait yol şebekesi verilerine ilişkin kısa açıklamalar aşağıdaki gibidir:

FID: (Field ID) Her yol dilimi için CBS tarafından o dilimi tanımlamak üzere bir ID numarası verilmiştir.

Adı: Yol dilimlerinin isimleri belirtilmektedir.

Tipi: İstanbul ili karayollarının sınıflandırıldığı sütundur. Yollar; ana arter, bulvar, cadde, devlet yolu, iç yol, il yolu, köy yolu, otoyol, otoyol bağlantısı ve sokak şeklinde sınıflara ayrılmıştır.

Şerit Sayısı: Her yol diliminde bulunan şerit sayısını göstermektedir.

Arclenght: Elde edilen veriler ışığında geometrik hesaplamalar yapılarak her yol dilimine ait bulunan mesafeleri metre cinsinden ifade etmektedir.

İstanbul'un ilçelerinden çalışma alanı içerisinde kalan ilçelere ait ilçe ve mahalle sınır verileri ise aşağıdaki gibidir (Çizelge 6.2).

Çizelge 6.2. İstanbul iline ait ilçe ve mahalle sınır verisi

mahalle_itrf96_20170130							
FID	Shape	İLCEKN	İLCE_ADI	KIMLIKNO	AD	SHAPE_Leng	SHAPE_Area
0	Polygon	1166	3	40201	ATAKÖY 3-4-11. KISIM	3541,0385	643770,8774
1	Polygon	2010	14	40501	HAZNEDAR	2822,0381	356465,0426
2	Polygon	2004	4	40166	KİRAZLI	4260,7887	941000,9545
3	Polygon	1327	12	40312	DEMİRTAŞ	1439,0013	84645,3340
4	Polygon	1327	12	40332	SARIDEMİR	2153,7210	106178,9380
5	Polygon	1823	18	40600	YENİ MAHALLE	3605,1236	457108,0523
6	Polygon	1739	26	40840	KAZLIÇEŞME	12508,2999	2137257,0775
7	Polygon	1166	3	40190	YENİMAHALLE	2488,2444	233245,6594
8	Polygon	1739	26	40842	MERKEZEFENDİ	5460,3551	1362500,4290
9	Polygon	1327	12	40325	MİMAR KEMALETİN	2368,7569	147363,6239
10	Polygon	1327	12	40318	KEMALPAŞA	1920,2562	180010,3619
11	Polygon	1327	12	99132	SİLİVRİKAPI	2630,4410	311078,2594
12	Polygon	1886	6	40204	ORTAMAHALLE	5625,0918	814712,5069
13	Polygon	1886	6	40203	CEVATPAŞA	3267,2716	589470,0163
14	Polygon	2016	27	40349	YAVUZ SELİM	2908,2215	241437,1871
15	Polygon	2003	2	40151	GÜMÜŞPALA	5565,7043	1148783,2703
16	Polygon	2016	27	40347	MENDERES	3005,1537	441780,2368
17	Polygon	1823	18	40595	SULTAN MURAT	2687,6769	258226,8389
18	Polygon	1823	18	40590	HALKALI MERKEZ	12771,9591	4413694,8974
19	Polygon	1739	26	40831	SÜMER	3926,7314	658244,6877
20	Polygon	1166	3	40195	YEŞİLYURT	5519,7405	689627,3245
21	Polygon	1327	12	99133	ŞEHREMİNİ	3256,6272	461891,3571
22	Polygon	1327	12	99145	BALAT	3689,1128	405480,6923
23	Polygon	1327	12	99141	ALİ KUŞÇU	2661,6123	310154,0551
24	Polygon	2004	4	40155	BAĞLAR	4463,6437	1372891,3825
25	Polygon	1166	3	40188	OSMANIYE	8075,8533	2391923,7323

İLCEKN: Her ilçe için kimlik numarasını göstermektedir.

İLCE_ADI: Her ilçenin ilçe kodunu göstermektedir.

KIMLIKNO: Her mahalle için mahalle kimlik numarasını göstermektedir.

SHAPE_Leng: Her mahalle için hesaplanan çevre uzunluk verisi.

SHAPE_Area: Her mahalle için hesaplanan yüzölçümü verisidir.

AD: Her mahallenin adı belirtilmektedir.

Çalışmada zamanı minimize eden güzergâhları bulmak için araçların hızına dolayısıyla da varış zamanlarına etki edecek kriterlerden bir tanesi yollarda oluşabilecek trafik yoğunluğudur. Yollardaki trafik yoğunluğunu belirlemek için İBB Trafik Kontrol Merkezinin Şekil 6.1'deki Trafik Yoğunluk Haritası hizmeti üzerinden anayollara ilişkin araçların bir haftalık hız verileri online olarak takip edilerek elde edilmiştir [54].



Şekil 6.1. Trafik yoğunluk haritası

Yol ağındaki Tali yollara ilişkin trafik yoğunluk verilerinin tespitinde kullanılabilecek diğer bir yöntem de nüfus yoğunluğu olarak düşünülmüş ve TUİK' ten mahalle bazında nüfus verisi elde edilmiş ve birim alana (ha) göre hesaplanan nüfus yoğunlukları Çizelge 6.3'de verilmiştir.

Çizelge 6.3. Mahallelere göre nüfus yoğunlukları [14]

İlçe Adı	Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)	Alan (Ha)	Nüfus Yoğunluğu (Kişi/ha)
Avcılar	Ambarlı	38642	182,158	212,13
	Cihangir	61320	381,279	160,83
	Denizköşkler	45601	168,369	270,84
	Firuzköy	22102	1249,563	17,69
	Gümüşpala	41279	114,878	359,33
	Merkez	31515	85,939	366,72
	Mustafa Kemalpaşa	46681	92,958	502,18
	Tahtakale	50695	1143,345	44,34
	Üniversite	21135	283,706	74,50
	Yeşilkent	71800	506,809	141,67

Çizelge 6.3. (devam) Mahallelere göre nüfus yoğunlukları

İlçe Adı	Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)	Alan (Ha)	Nüfus Yoğunluğu (Kişi/ha)
Bağcılar	100. Yıl	49848	131,587	378,82
	Bağlar	15241	137,289	111,01
	Barbaros	21995	43,829	501,84
	Çınar	36783	55,119	667,34
	Demirkapı	55978	107,459	520,92
	Evren	51288	189,333	270,89
	Fatih	45976	51,149	898,87
	Fevzi Çakmak	36001	52,919	680,30
	Göztepe	36300	162,812	222,96
	Güneşli	46053	122,707	375,31
	Hürriyet	25017	58,308	429,05
	İnönü	24755	49,939	495,70
	Kazım Karabekir	28662	49,972	573,56
	Kemalpaşa	34773	18,001	1931,72
	Kirazlı	43541	94,100	462,71
	Mahmutbey	24411	470,985	51,83
	Merkez	26225	85,788	305,70
	Sancaktepe	19742	39,624	498,24
	Yavuz Selim	29202	24,144	1209,51
	Yenigün	23448	27,244	860,68
Yenimahalle	35620	23,325	1527,15	
Yıldıztepe	40651	60,449	672,48	
Bahçelievler	Bahçelievler	62718	317,949	197,26
	Cumhuriyet	41893	132,465	316,26
	Çobançeşme	33378	126,930	262,96
	Fevzi Çakmak	26434	73,618	359,07
	Hürriyet	46755	57,254	816,62
	Kocasinan Merkez	72199	197,437	365,68
	Siyavuşpaşa	66117	81,213	814,12
	Soğanlı	71585	95,875	746,65
	Yenibosna Merkez	34522	444,673	77,63
	Zafer	85612	108,518	788,92
	Şirinevler	56884	109,234	520,75
Bakırköy	Ataköy 1. Kısım	1677	63,538	26,39
	Ataköy 2-5-6. Kısım	13528	122,878	110,09
	Ataköy 3-4-11. Kısım	8237	64,377	127,95
	Ataköy 7-8-9-10. Kısım	23889	204,697	116,70
	Basıncık	6113	155,558	39,30
	Cevizlik	5300	18,709	283,29
	Kartaltepe	38375	84,426	454,54
	Osmaniye	24233	239,192	101,31
	Sakızağacı	8166	38,244	213,53
	Şenlikköy	28292	300,285	94,22
	Yenimahalle	6982	77,616	89,96

Çizelge 6.3. (devam) Mahallelere göre nüfus yoğunlukları

İlçe Adı	Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)	Alan (Ha)	Nüfus Yoğunluğu (Kişi/ha)	
Bakırköy	Yeşilköy	24134	1325,800	18,20	
	Yeşilyurt	6923	68,963	100,39	
	Zeytinlik	5520	28,901	191,00	
	Zuhuratbaba	21068	184,350	114,28	
Bayrampaşa	Altıntepsi	27959	127,153	219,89	
	Cevatpaşa	19039	58,947	322,99	
	İsmet Paşa	14472	50,941	284,09	
	Kartaltepe	44363	84,108	527,45	
	Kocatepe	21318	173,057	123,18	
	Muratpaşa	34110	80,683	422,77	
	Ortamahalle	15050	81,471	184,73	
	Terazidere	15622	49,115	318,07	
	Vatan	10320	22,702	454,58	
	Yenidoğan	18665	15,606	1195,98	
	Yıldırım	52230	148,579	351,53	
	Esenler	Birlik	28331	61,039	464,14
		Çifte Havuzlar	2582	118,765	21,74
		Davutpaşa	16751	20,921	800,67
Fatih		46199	148,283	311,56	
Fevzi Çakmak		34166	48,741	700,97	
Havaalanı		33776	62,428	541,04	
Kazım Karabekir		36141	42,423	851,92	
Kemer		22245	75,776	293,56	
Menderes		33418	44,178	756,44	
Mimar Sinan		12996	17,335	749,71	
Namık Kemal		16393	23,528	696,74	
Nine Hatun		43561	50,083	869,77	
Oruçreis		45169	274,715	164,42	
Tuna		34069	72,274	471,39	
Turgut Reis		47529	58,801	808,31	
Yavuz Selim		3905	64,214	60,81	
Eyüp		Ağaçlı	626	1568,916	0,40
		Akpınar	1933	2745,476	0,70
	Akşemsettin	41599	141,128	294,76	
	Alibeyköy	9302	91,924	101,19	
	Çiftalan	151	1839,231	0,08	
	Defterdar	4769	94,045	50,71	
	Düğmeciler	18652	47,558	392,20	
	Emniyettepe	9559	73,739	129,63	
	Esentepe	19449	42,906	453,29	
	Göktürk Merkez	36612	2922,003	12,53	
	Güzeltepe	34263	951,043	36,03	
	Işıklar	573	1077,129	0,53	
	İhsaniye	158	496,171	0,32	
	İslambey	15121	54,058	279,72	
	Karadolap	26210	110,091	238,08	
	Mimar Sinan	4610	1655,091	2,79	
	Mithatpaşa	5246	4710,609	1,11	
	Nişancı	16589	65,858	251,89	

Çizelge 6.3. (devam) Mahallelere göre nüfus yoğunlukları

İlçe Adı	Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)	Alan (Ha)	Nüfus Yoğunluğu (Kişi/ha)
Eyüp	Odayeri	222	825,179	0,27
	Pirinççi	3600	2683,580	1,34
	Rami Cuma	14680	23,213	632,41
	Rami Yeni	13981	50,976	274,27
	Sakarya	10016	44,305	226,07
	Silahtarağa	9172	30,076	304,96
	Topçular	4580	165,726	27,64
	Çırçır	27208	104,573	260,18
	Merkez	10893	87,908	123,91
	Yeşilpınar	37876	127,985	295,94
	Fatih	Aksaray	10578	96,865
Akşemsettin		21732	43,954	494,43
Alemdar		400	13,978	28,62
Ali Kuşçu		11247	31,015	362,63
Atikali		14937	22,641	659,74
Ayvansaray		18055	62,145	290,53
Balabanağa		153	11,368	13,46
Balat		14221	40,548	350,72
Beyazıt		141	11,102	12,70
Binbirdirek		1705	15,837	107,66
Cankurtaran		1285	87,982	14,61
Cerrahpaşa		9231	83,220	110,92
Cibali		8220	27,509	298,81
Demirtaş		235	8,465	27,76
Derviş Ali		18942	36,480	519,25
Emin Sinan		1154	6,606	174,69
Hacı Kadın		382	10,240	37,31
Haseki Sultan		10239	29,199	350,66
Hırka-İ Şerif		24006	43,488	552,02
Hobyar		77	20,142	3,82
Hoca Gıyasettin		763	8,643	88,28
Hocapaşa		159	30,575	5,20
İskenderpaşa		13862	42,213	328,38
Kalenderhane		1458	13,286	109,74
Karagümrük		11333	35,586	318,47
Katip Kasım		2298	16,904	135,95
Kemalpaşa		465	56,828	8,18
Koca Mustafapaşa		21544	49,731	433,21
Küçük Ayasofya		2642	25,322	104,34
Mercan		41	8,263	4,96
Mesihpaşa		160	7,820	20,46
Mevlanakapı		20251	46,932	431,50
Mimar Hayrettin		728	10,984	66,28
Mimar Kemalettin		309	14,736	20,97
Molla Fenari		97	14,954	6,49
Molla Gürani		14983	44,503	336,67
Molla Hüsrev	1601	8,913	179,63	
Muhsine Hatun	2301	12,660	181,76	
Nişanca	5945	20,827	285,45	

Çizelge 6.3. (devam) Mahallelere göre nüfus yoğunlukları

İlçe Adı	Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)	Alan (Ha)	Nüfus Yoğunluğu (Kişi/ha)
Fatih	Rüstempaşa	40	10,333	3,87
	Saraç İshak	1245	6,705	185,68
	Sarıdemir	14	10,618	1,32
	Seyyid Ömer	26154	46,939	557,20
	Silivrikapı	16815	31,108	540,54
	Sultan Ahmet	773	20,371	37,95
	Sururi	30	6,295	4,77
	Süleymaniye	651	28,848	22,57
	Sümbül Efendi	17220	32,005	538,03
	Şehremini	22038	46,189	477,13
	Şehsuvar Bey	2485	15,169	163,82
	Tahtakale	24	4,708	5,10
	Taya Hatun	117	5,136	22,78
	Topkapı	11113	63,797	174,19
	Yavuz Sinan	256	5,087	50,33
	Yavuz Sultan Selim	18434	34,953	527,40
	Yedikule	17267	78,009	221,35
Zeyrek	14729	31,317	470,31	
Gaziosmanpaşa	Kazım Karabekir	47508	88,263	538,25
	Mevlana	23580	98,259	239,98
	Pazariçi	12694	29,193	434,82
	Şemsipaşa	24202	35,518	681,39
	Yenidoğan	8990	32,174	279,42
	Yeni Mahalle	37045	88,477	418,69
	Yıldıztabya	25999	69,959	371,63
	Bağlarbaşı	29718	64,250	462,54
	Barbaros Hayrettin Paşa	51003	92,322	552,45
	Fevzi Çakmak	22426	60,427	371,13
	Hürriyet	28710	46,462	617,93
	Karadeniz	72788	138,195	526,70
	Karayolları	41111	154,128	266,73
	Karlıtepe	19601	32,815	597,31
	Merkez	29419	85,192	345,33
Sarıgöl	24972	60,595	412,12	
Güngören	Abdurrahman Nafiz Gürman	22551	72,110	312,73
	Akıncılar	21162	25,601	826,61
	Gençosman	39461	125,678	313,99
	Güneştepe	52429	74,473	704,00
	Güven	18254	31,889	572,43
	Haznedar	21458	35,647	601,97
	Mareşal Çakmak	32126	36,508	879,97
	Mehmet Nesih Özmen	10252	96,762	105,95
	Merkez	47951	78,595	610,10
	Sanayi	13599	70,124	193,93
	Tozkoparan	19266	73,044	263,76
Küçükçekmece	Atakent	88956	851,562	104,46
	Atatürk	43086	161,988	265,98
	Beşyol	4373	29,630	147,59

Çizelge 6.3. (devam) Mahallelere göre nüfus yoğunlukları

İlçe Adı	Mahalle Adı	Nüfus (Kişi)	Alan (Ha)	Nüfus Yoğunluğu (Kişi/ha)
Küçükçekmece	Cennet	30594	86,537	353,54
	Cumhuriyet	50689	69,546	728,86
	Fatih	10987	66,168	166,05
	Fevzi Çakmak	25274	72,304	349,55
	Gültepe	30224	66,906	451,74
	Halkalı Merkez	76786	441,369	173,97
	İnönü	73091	187,962	388,86
	İstasyon	37194	307,593	120,92
	Kanarya	66986	141,575	473,15
	Kartaltepe	11972	133,686	89,55
	Kemalpaşa	14685	32,327	454,27
	Mehmet Akif	54493	110,950	491,15
	Söğütlü Çeşme	33755	98,039	344,30
	Sultan Murat	13572	25,823	525,58
	Tevfikbey	36729	146,628	250,49
	Yarımburgaz	10568	523,891	20,17
	Yeni Mahalle	19267	45,711	421,50
Yeşilova	33328	57,813	576,48	
Zeytinburnu	Beştelsiz	24412	57,861	421,91
	Çırpıcı	29259	38,366	762,63
	Gökalp	19928	28,698	694,41
	Kazlıçeşme	1898	213,726	8,88
	Maltepe	1634	321,462	5,08
	Merkezefendi	23834	136,250	174,93
	Nuripaşa	27386	34,359	797,05
	Seyitnizam	24017	124,347	193,15
	Sümer	37421	65,824	568,50
	Telsiz	37516	60,249	622,69
	Veliefendi	28137	40,212	699,72
	Yenidoğan	10844	83,708	129,55
	Yeşiltepe	21611	22,450	962,61

Yukarıdaki Çizelge 6.3’de gösterilen veriler yardımıyla sokak ve .iç yollara ilişkin trafik yoğunluk değerleri hesaplanacak ve her yol dilimine tek tek bu değerler girilecektir.

Tez çalışmasında araçların hızını etkileyecek son kriter, deprem sonrası yollarda oluşacak hasar durumlarına ait verilerdir. Bu konu ile ilgili Salman ve Yücel, İstanbul ilinde yaptıkları çalışmada yol dilimlerine ait hayatta kalabilme oranlarını hesaplamışlardır. Bu hesaplamalarda her yol diliminin ve köprülerin olası bir depreme yönelik mekansal yakınlık ve hassasiyetlerini dikkate alan hayatta kalma olasılıkları belirlenmiştir. Hayatta kalma olasılığından kasıt bir deprem senaryosuna göre yol altyapısının kullanılabilir olma oranıdır [39].

Her link (i,j) için hayatta kalma olasılığı p_{ij} üç kritere göre tanımlanmıştır: (i,j) yol diliminin nerede konuşlu olduğuna bağlı olan sismik bölge faktörü β_{ij} olarak sembolize edilmiştir, yol diliminin deprem merkezine olan uzaklığı (r_{ij}), ve depremin şiddeti μ .

Hayatta kalma olasılığı p_{ij} (Eş 6.1) numaralı eşitlik yardımıyla hesaplanır.

$$p_{ij} = 1 - (\beta_{ij} * PGA_{ij}) \quad (6.1)$$

Link (i,j) deki en büyük yer ivmesi olan PGA_{ij} Salman ve Yücel tarafından (Eş 6.2) numaralı eşitlikteki gibi formulize edilmiştir [39].

$$PGA_{ij} = (\alpha * e^{0.8\mu}) / (r_{ij} + 40)^2 \quad (6.2)$$

α hayatta kalma olasılıklarının aralığını tanımlamak için kullanılan bir parametredir.

JICA raporunda, İstanbul'da beklenen bir depremin sismik yoğunluk durumuna göre 4 bölgeye ayrılmıştır. Sismik bölge faktörleri $\beta_1 = 0.95$, $\beta_2 = 0.85$, $\beta_3 = 0.75$ ve $\beta_4 = 0.65$ olası bir deprem sonrası bölgenin hasar riskini temsil etmektedir (bölge 1 en riskli bölgedir) [21].

Salman ve Yücel'in yaptıkları çalışmada en kötü senaryo olan 7,4 şiddetindeki bir deprem sonrasında hayatta kalabilme olasılıklarının 0,7 ile 0,9 arasında dağılacağı belirlenmiş ve buna göre Karayolları Genel Müdürlüğündeki uzmanlara da danışılarak $\alpha=2$ olarak alınmıştır [39].

Yaptığımız tez çalışmasında da İstanbul ili uygulama alanı olarak belirlenmiştir. İstanbul ili karayolu şebekesinde yer alan yol dilimleri ve köprülerin olası bir deprem sonrası hayatta kalma olasılıkları yukarıda anlatılan çalışmaya paralel olarak hesaplanacaktır. Her yol diliminin hayatta kalma olasılığı (Eş 6.1) ve (Eş 6.2) numaralı eşitlikler kullanılarak bulunduktan sonra ArcMap'deki yol dilim verilerinin ilgili sütununa bu veriler girilecektir.

Araçların hızına etki edecek kriterlere ait veriler elde edilip her yol dilimine girildikten sonra yol dilimlerinin mesafeleri ve her yol dilimine ait hız değerleri kullanılarak zaman hesaplanacaktır. Son aşamada ise deprem sonrası binaların ya da köprülerin yıkılması gibi aniden ortaya çıkabilecek olası durumlar nedeniyle yolların kapanması durumunda yeni

alternatif güzergâhların bulunması hedeflenmektedir. Bunun için geçmiş depremlere ilişkin bilgiler ve JICA tarafından hazırlanan raporda [1] sunulan, senaryo depremler için tahmin edilen hasar verileri ışığında bina yıkılması sonucu yol kapanması olasılığının yüksek olduğu mahalle ve ilçeler tespit edilecek ve seçilen bazı yolların kapatılması neticesinde yeni güzergâhlar tespit edilecektir.

JICA raporda mahalle bazında bina hasarları Model A ve Model C deprem senaryoları baz alınarak hesaplanmıştır. Binalar ağır, orta ve az hasarlı binalar olarak sınıflandırılmış olup ağır hasarlı binalar çok hasar görecektir ya da yıkılacak olan binalardır. En kötü senaryo Depremi Model C, bina hasar görebilirlik analizlerinde kullanılmıştır. Model C; Marmara Denizindeki 170 km.uzunluğundaki KAF'nın aynı anda kırılacağını varsaymakta ve moment büyüklüğünün 7.7 olacağı tahmin edilmektedir. Bu kapsamda bu model en kötü durumu ifade etmektedir [21]. Mahallelere göre Bina Hasargörebilirliği ve Bina Hasar Durumları Çizelge 6.4'te verilmiştir.

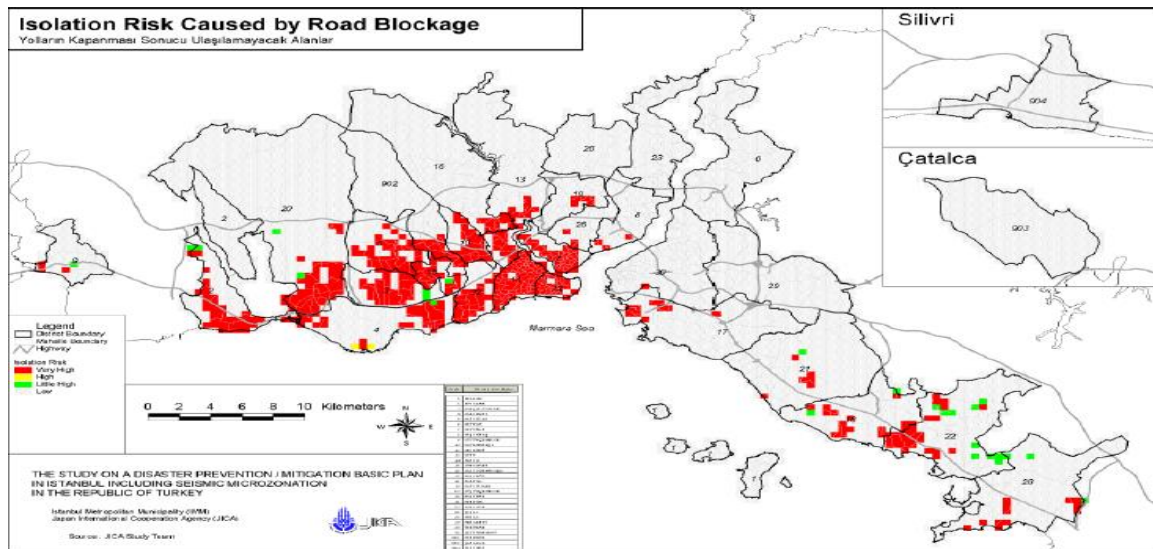
Çizelge 6.4. Mahallelere göre bina hasargörebilirliği ve bina hasar durumları

Alan	İlçe		Mahalle Sayısı							
	Kod	İsim	Felaket Hasarlı		Ağır Hasarlı		Orta Hasarlı		Hasar Görebilir Mahalle	
			Mahalle	%	Mahalle	%	Mahalle	%	Mahalle	%
Tarihi Yarımada	12	Eminönü	6	18	7	21	17	52	30	91
	14	Fatih	11	16	41	59	17	25	69	100
	7	Beyoğlu	6	13	8	18	30	67	44	98
	Ara-Toplam		23	16	56	38	64	44	143	97
Avrupa Yakası: Marmara Sahili	32	Zeytinburnu	8	62	3	23	2	15	13	100
	4	Bakırköy	10	67	4	27	1	7	15	100
	15	Güngören	0	0	8	73	3	27	11	100
	3	Bahçelievler	1	9	7	64	3	27	11	100
	2	Avcılar	4	44	3	33	1	11	8	89
	Ara-Toplam		23	39	25	42	10	17	58	98
Avrupa Yakası: Boğaz	8	Beşiktaş	0	0	1	4	9	39	10	43
	19	Kağıthane	0	0	0	0	10	53	10	53
	26	Şişli	0	0	0	0	11	39	11	39
	23	Sarıyer	0	0	0	0	1	4	1	4
	Ara-Toplam		0	0	1	1	31	33	32	34

Çizelge 6.4. (devam) Mahallelere göre bina hasargörebilirliği ve bina hasar durumları

Alan	İlçe		Mahalle Sayısı							
	Kod	İsim	Felaket Hasarlı		Ağır Hasarlı		Orta Hasarlı		Hasar Görebilir Mahalle	
			Mahalle	%	Mahalle	%	Mahalle	%	Mahalle	%
Avrupa Yakası: İç Kısımlar	13	Eyüp	0	0	1	5	14	70	15	75
	16	Gaziosmanpaşa	0	0	0	0	13	45	13	45
	10	Bayrampaşa	1	9	5	45	4	36	10	91
	902	Esenler	0	0	2	11	11	61	13	72
	5	Bağcılar	0	0	0	0	21	95	21	95
	20	Küçükçekmece	3	13	4	17	13	57	20	87
	Ara-Toplam		4	3	12	10	76	62	92	75
Avrupa Yakası toplam/Ortalama			50	12	94	22	181	43	325	77

Aynı zamanda bina yıkılması sonucu yolların kapanma durumu daha çok dar yollar için tehlike arz etmektedir. Çünkü Dar yolların kapanma yüzdesi diğer yollara göre daha yüksektir. Yine JICA rapora göre dar yollar (2-6 metre) genişliğindeki yollar için yol kapanma olasılığının %50 den yüksek olduğu alanlar Avrupa yakasının güneyi ve Asya yakasında yer almaktadır. Bu kapsamda ilçelere göre yol yoğunlukları da incelenmiş ve en yüksek dar yol yoğunluğuna sahip ilçelerin Fatih, Güngören ve Bağcılar olduğu gözlenmiştir. Yıkılan binalar sonucu kapanan yolların hesaplamalarından elde edilen sonuçlara dayandırılarak yol kapanması sonucu izole (ulaşılama) olacağı sanılan bölgeler Şekil 6.2’de verilmiştir.



Şekil 6.2. Yol kapanması sonucu izole olacak alan hesaplamaları [21]

Çizelge 6.4'ten çalışma alanında bulunan ilçelerden en fazla felaket hasarlı ve ağır hasarlı binaya sahip mahalle Fatih ilçesinde bulunmaktadır. Bunu Bakırköy ve Zeytinburnu takip etmektedir. Ayrıca Şekil 6.3'ten binaların yollara yıkılması sonucunda yolların kapanması neticesinde Avrupa yakasının güneyindeki bir çok alanın izole olacağı sanılmaktadır. Çalışma alanında yer alan ilçelerin Fatih, Zeytinburnu, Avcılar başta olmak üzere çoğunun İzolasyon riskinin yüksek olduğu gözlenmiştir. Bu bilgiler ışığında Fatih, Bakırköy, Zeytinburnu ve Avcılar ilçelerinde tespit edilecek bazı yol dilimlerinin kapatılması neticesinde yeni alternatif yollar belirlenecektir.

6.2.2. Kriterlerin tespiti

Bu aşamada deprem sonrası talep noktalarına ulaşım hızını etkileyen kriterler tespit edilmiştir. Ulaşım süresi üzerinde etkisi olan kriterlerin belirlenmesinde literatür araştırması ve uzman görüşüne başvurulmuştur.

Tez çalışmasında deprem sonrası ihtiyaç noktalarına kurtarma timlerinin, sağlık ekiplerinin ve yardımların ulaştırılması için kullanılacak araçlara ait en uygun güzergâhların belirlenmesi hedeflenmiştir. Uygun güzergâh bulunurken en önemli husus ihtiyaç noktalarına en kısa zamanda varılmasıdır. Normal bir günde hız ve mesafe bilgileri kullanılarak bir güzergâha ait zaman hesaplanabilmektedir. Ancak deprem meydana geldiğinde hızı yavaşlatacak dolayısıyla da ulaşım zamanlarını artıracak kriterler söz konusudur.

Olası bir deprem neticesinde otoyollar, karayolu ağı, köprüler, tünel ve viyadüklerde meydana gelebilecek hasarlar neticesinde, deprem yardımlarının talep noktalarına ulaştırılmasında meydana gelecek gecikmeler çok önemlidir. Bu yüzden deprem sonrası hızı dolayısıyla ulaşım süresini etkileyecek kriterler tespit edilmiştir.

Kriter tespitinde genel kural problemin durumuna göre hareket etmektir. Araştırmanın amacı kriter kümesini belirlemede rehber olmasına rağmen, evrensel bir teknik bulunmamaktadır. Belirli bir problem için kriter kümesi ilgili literatürün araştırılması, analitik çalışma ve fikirler yoluyla geliştirilebilmektedir [28].

Bu kapsamda deprem ile ilgili literatürde genel olarak kullanılan kriterler Çizelge 6.5’de ki gibi belirlenmiştir [25, 28, 30-32, 34, 52, 53, 55-64].

Çizelge 6.5. Deprem ile ilgili genel olarak kullanılan kriterler

S.Nu.	Kriter Adı	S.Nu.	Kriter Adı
1	Yolun tipi	13	Yolun şerit sayısı
2	Yolun genişliği	14	Yolun zemin yapısı
3	Yol diliminin pozisyonu	15	Yolda oluşan hasar durumu
4	Yol uzunluğu	16	Yol dilimlerinin kapanması
5	Yola ait hız limiti	17	Trafik yoğunluğu
6	Yol kesişim noktaları	18	Yol sistemi
7	Trafik sıklığı	19	Yolun pozisyonu
8	Yol bağlantı sayısı	20	Hava şartları
9	Dönüşler	21	Yolun alt yapı sistemi
10	Afet tipi	22	Yol kenarlarındaki bina yoğunluğu
11	Kaza oranı	23	Belirsiz trafik koşulları
12	Trafik oranı	24	Araç hızı

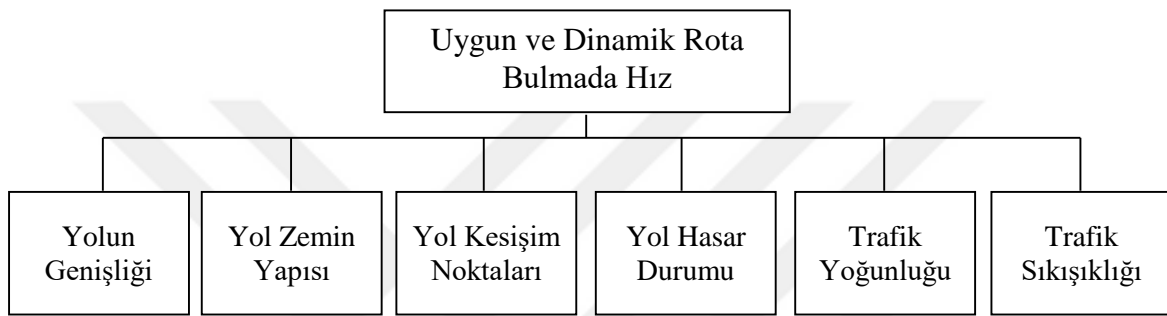
Belirlenen bu kriterler, Karayolları Genel Müdürlüğünden 5, İstanbul Afet Koordinasyon Merkezinden 4 ve Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığından 6 olmak üzere toplam 15 uzman personel ile yapılan görüşmeler neticesinde, deprem sonrası yardım noktalarından talep noktalarına yardım malzemesi taşıyacak araçların ulaşım hızı ve dolayısıyla ulaşım zamanı üzerinde etkisi olacağı değerlendirilen kriterler aşağıdaki gibi tespit edilmiştir.

- Yolun genişliği
- Yolun zemin yapısı
- Yol kesişim noktaları
- Yolda oluşan hasar durumu
- Trafik yoğunluğu
- Trafik sıklığı

Yolun genişliği, zemin yapısı ve yol kesişim noktalarında araçların yavaşlaması deprem olsa da olmasa da hıza etki eden kriterlerdir. Deprem sonrası yolda meydana gelebilecek hasarlar ve insanlar arasında yaşanan panik nedeniyle oluşabilecek trafik yoğunluğu ve bazı yerlerdeki trafik sıklıkları da hıza etki eden kriterler olarak düşünülmüştür. Bundan dolayı hız limiti tek başına bir kriter olarak düşünülmemiştir.

6.3. Kriterlerin Ağırlıklandırılması (AHP'nin Uygulanması)

Tüm kriterlerin yardımları taşıyacak araçların hızına eşit derecede etki etmeyeceği her kriterin farklı ağırlıkta hız üzerinde tesirli olacağı değerlendirildiğinden her bir kriterin ağırlığı çok kriterli karar verme tekniklerinden Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) tekniği ile hesaplanmıştır. Çalışmada literatür araştırması ve uzman görüşüne dayanılarak deprem sonrası hızı dolayısıyla ulaşım zamanını etkileyen kriterlerin ağırlıklarının bulunmasına ilişkin problemin AHP tekniğine göre hiyerarşik yapısı aşağıdaki (Şekil 6.3) gibidir.



Şekil 6.3. Problemin hiyerarşik yapısı

Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenebilmesi için konunun uzmanlarından oluşan bir gruba anket uygulaması yapılmış. Bu bilgiler matematiksel olarak kombine edilerek, ikili karşılaştırma matrislerinin elemanlarının geometrik ortalamasının alınması suretiyle gerçekleştirilmiştir [65].

Bu kapsamda Karayolları Genel Müdürlüğü, Afet Koordinasyon Merkezi ve AFAD uzmanlarına EK-2’de verilen anket çalışması düzenlenmiş ve kriterleri Çizelge 4.1’deki önem skalasına göre derecelendirmeleri istenmiştir.

Bu kapsamda yapılan anketlerden bir tanesine ilişkin ikili karşılaştırma matrisi Çizelge 6.6’da verilmiştir.

Çizelge 6.6. Bir ankete ait ikili karşılaştırma değerleri

	Yolun Genişliği	Yolun Zemin Yapısı	Yol Kesişim Noktaları	Yol Hasar Durumu	Trafik Yoğunluğu	Trafik Sıkışıklığı
Yolun Genişliği	1,00	0,33	7,00	0,20	3,00	5,00
Yolun Zemin Yapısı	3,00	1,00	7,00	0,33	5,00	3,00
Yol Kesişim Noktaları	0,14	0,14	1,00	0,11	0,33	0,20
Yolda Oluşan Hasar Durumu	5,00	3,00	9,00	1,00	7,00	5,00
Trafik Yoğunluğu	0,33	0,20	3,00	0,14	1,00	0,33
Trafik Sıkışıklığı	0,20	0,33	5,00	0,20	3,00	1,00

Uzman görüşüne dayanan her bir ankete ilişkin ikili karşılaştırma matrislerinin elemanlarının geometrik ortalamasının alınması suretiyle matematiksel olarak kombine edilerek ikili karşılaştırmalar matrisi Çizelge 6.7’deki gibi elde edilmiştir.

Çizelge 6.7. İkili karşılaştırmalar matrisi

	Yolun Genişliği	Yolun Zemin Yapısı	Yol Kesişim Noktaları	Yol Hasar Durumu	Trafik Yoğunluğu	Trafik Sıkışıklığı
Yolun Genişliği	1,00	0,37	1,25	0,24	0,80	1,00
Yolun Zemin Yapısı	2,71	1,00	3,56	0,86	2,14	2,14
Yol Kesişim Noktaları	0,80	0,28	1,00	0,15	0,21	0,22
Yolda Oluşan Hasar Durumu	4,14	1,16	6,77	1,00	4,43	3,62
Trafik Yoğunluğu	1,25	0,47	4,66	0,23	1,00	0,80
Trafik Sıkışıklığı	1,00	0,47	4,51	0,28	1,25	1,00

Her bir kriterin ağırlığını belirlemek için öncelikle (Eş 4.2) ‘deki geometrik ortalama yöntemi ve (Eş 4.3) ile kriterlere ilişkin ağırlıklar Çizelge 6.8’deki gibi elde edilmiştir.

Çizelge 6.8. Öncelik değerleri

Yolun Genişliği	Yolun Zemin Yapısı	Yol Kesişim Noktaları	Yolda Oluşan Hasar Durumu	Trafik Yoğunluğu	Trafik Sıkışıklığı
0,089	0,244	0,045	0,378	0,118	0,126

(Eş 4.4) ve (Eş 4.5) numaralı eşitlikler yardımıyla tutarlılık oranı Çizelge 6.9’daki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 6.9. Tutarlılık oranı değerleri

Kriter	ri	W		
Yolun Genişliği	0,66825	0,08888	λ	6,234
Yolun Zemin Yapısı	1,83371	0,24388		
Yol Kesişim Noktaları	0,34140	0,04541	CI	0,047
Yolda Oluşan Hasar Durumu	2,83950	0,37765		
Trafik Yoğunluğu	0,88824	0,11814	CR	0,038
Trafik Sıkışıklığı	0,94777	0,12605		

Çizelge 6.8'den deprem sonrası hızı, dolayısıyla ulaşım zamanını etkileyen en önemli kriterin yolda oluşan hasar durumu olduğu bunu sırasıyla yolun zemin yapısı, trafik sıkışıklığı, trafik yoğunluğu, yolun genişliği ve yol kesişim noktaları takip etmektedir. Yol kesişim noktaları ve yol genişliğinin hız üzerindeki etkisinin oldukça az olduğu görülmekte dolayısıyla deprem sonrası talep noktalarına yardım malzemesi taşıyacak araçlar için uygun güzergâhın bulunmasında hızı azaltacak çok fazla bir etkisi bulunmamaktadır.

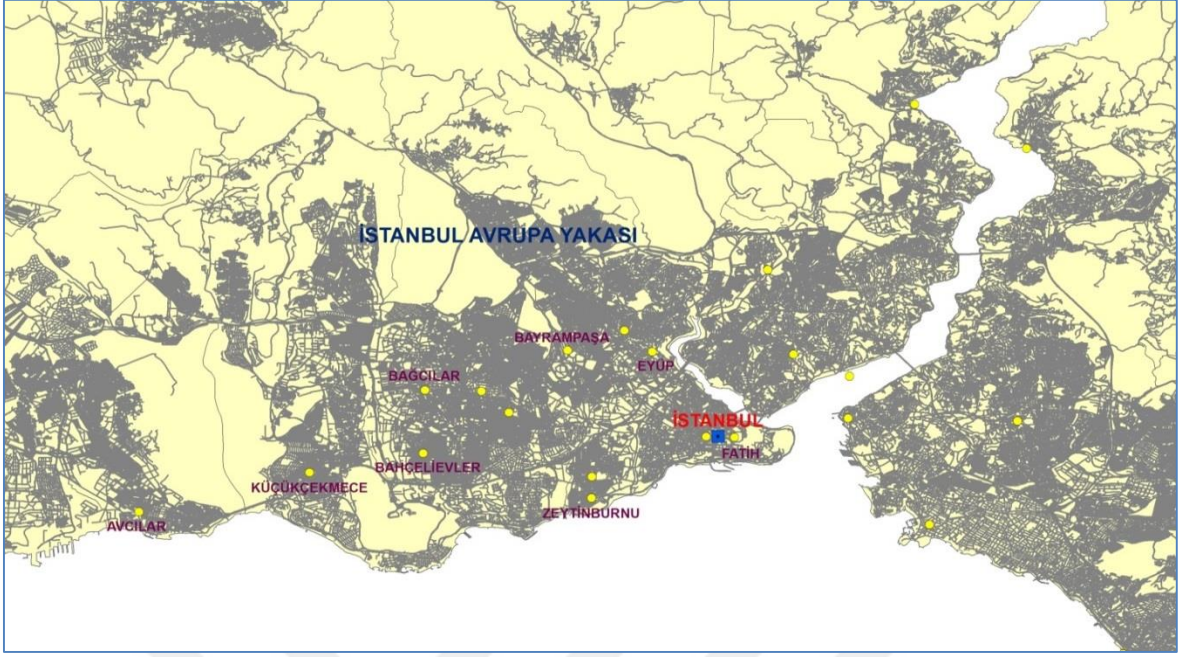
Karşılaştırma matrisinin tutarlılığını kontrol etmek için yapılan tutarlılık analizi sonucu tutarlılık oranı (CR) Çizelge 6.9'da görüldüğü üzere 0,038 olup 0,10'dan küçük olması nedeniyle kabul edilebilir bir tutarlılıktan söz edilmekte karar vericilerin yargılarında tutarlı davrandıkları söylenebilmektedir.

6.4. Kriterlere Ait Verilerin CBS'ye Aktarılması

6.4.1. Çalışma alanının belirlenmesi ve mesafe verisinin girilmesi

Veriler tespit edilip sisteme girildikten sonra bu verilerle tez çalışmasında şebeke analizinin yapılarak uygun güzergâhları belirlemek maksadıyla, 7,4 şiddetinde KAF hattında meydana gelebilecek bir deprem düşünülerek bir senaryo çalışması yapılmıştır.

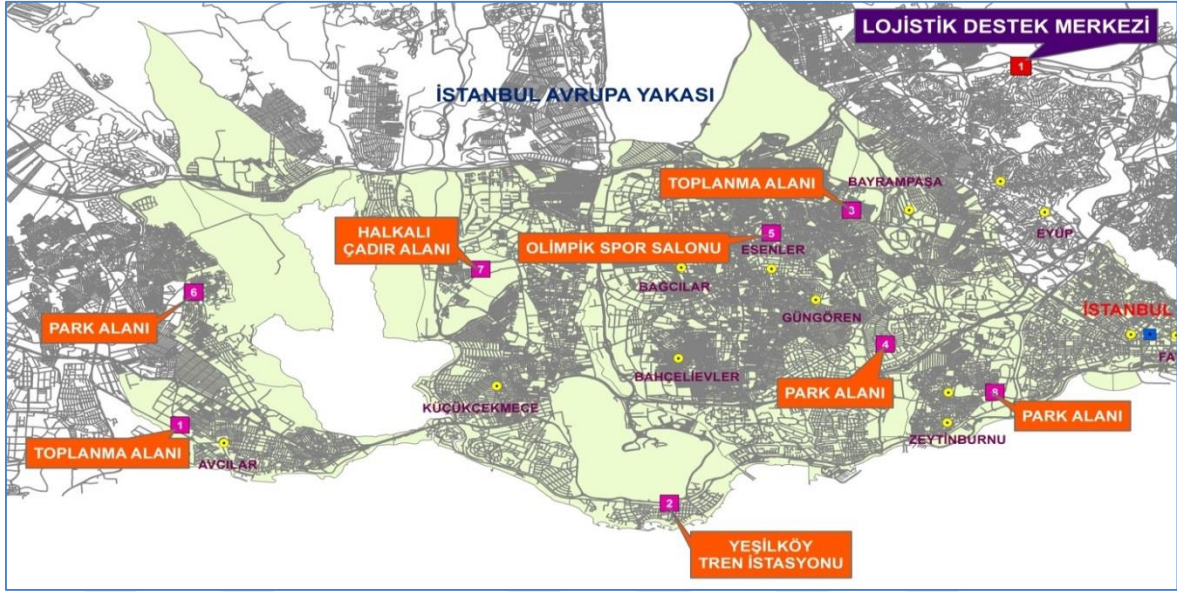
Tez çalışmasında İstanbul, deprem olma olasılığının yüksekliği ve olası bir depremin etkilerinin büyük olacağı değerlendirildiğinden uygulama alanı olarak seçilmiştir. İstanbul'un Avrupa Yakası Marmara kıyısına yakın ilçeleri birinci derece deprem riski taşıyan bölgede olması ve gerek nüfus oranı gerekse 1999 Marmara depremi sonrası hasarlı bina oranının yüksek olması nedeniyle ihtiyaç (talep) bölgeleri olarak seçilmiş ve Şekil 6.4'de gösterilmiştir.



Şekil 6.4. Uygulama alanı

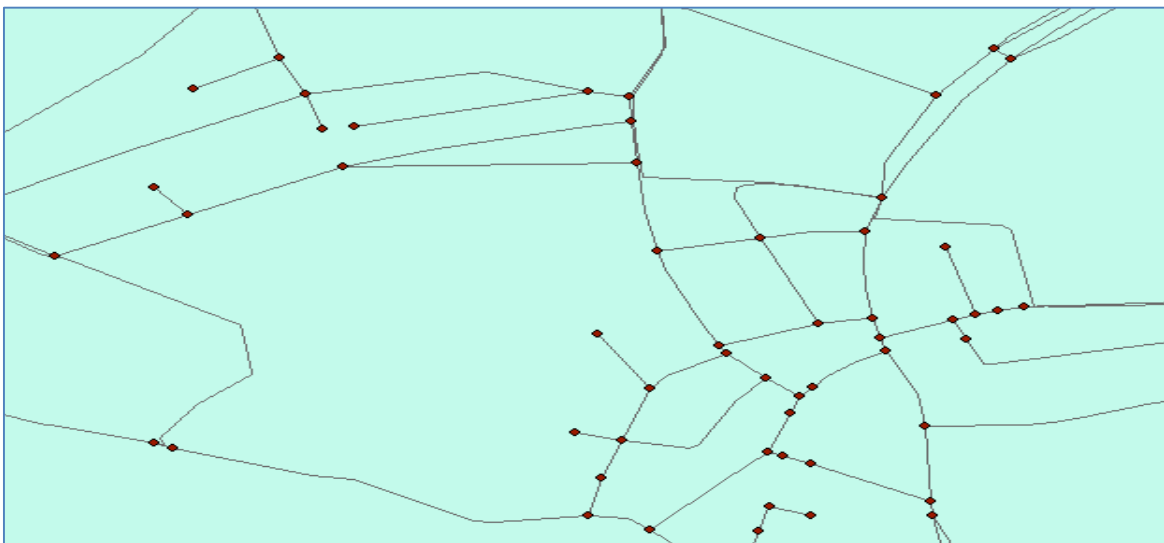
Seçilen bölgede olası bir deprem sonrası acil yardımların ulaştırılması için kullanılabilecek depo olarak İstanbul Büyükşehir Belediyesi'nin Eyüp ilçesine bağlı Alibeyköy' de yer alan Lojistik Destek Merkezi kullanılacaktır.

Bu depodan Şekil 6.5'de gösterilen ihtiyaç noktalarına yardım malzemelerinin götürülmesi planlanmıştır. Çalışmada gerçek İstanbul karayolları verisi ile çalışılmıştır. İstanbul karayolu verisi 297287 arctan meydana gelmekte olup uygulamada kullanılan şebeke üzerinde ise 72199 arc bulunmaktadır. Şebekedeki arclar bir yada birden fazla yol dilimine sahiptir. Şebekedeki yol dilimlerinin uzunlukları metre cinsinden Dijkstra algoritması tabanlı ArcGIS 10.2. programı aracılığıyla hesaplanmıştır. (Bkz.Çizelge 6.1).



Şekil 6.5. Uygulama alanındaki depo ve talep noktası yerleri

Çalışmanın ilk aşamasında literatür araştırması ve uzman görüşleri doğrultusunda dikkate alınan kriterler belirlenmiş ve ağırlıkları hesaplanmıştır. Ancak çalışmanın uygulama aşamasında; İstanbul yol ağı verisindeki çoğu yolların Şekil 6.6’da görüldüğü gibi çok kısa olması nedeniyle gerek kesişim noktalarının ulaşım süresi üzerindeki etki oranının belirlenememesi ve sisteme aktarılamaması gerekse kesişim noktalarının etkisinin yolun etki oranından çok fazla farklılık göstermeyecek olması ve yolların bölünemesinden dolayı yol kesişim noktaları kriteri dikkate alınmamıştır.



Şekil 6.6. İstanbul yol ağı verisi yol kesişim noktaları

Öte yandan AHP ile bulunan trafik yoğunluğu ve trafik sıkışıklığı kriterlerine ilişkin ağırlıkların aynı olması ve trafik sıkışıklığı kriterine ait verilerin elde edilememesi nedeniyle trafik yoğunluğu içerisinde ele alınmasının uygun olacağına karar verilmiştir. Bu kapsamda bu iki kriter birlikte ele alınmıştır.

Bu doğrultuda kriterler;

- Yolun genişliği,
- Yolun zemin yapısı,
- Yolda oluşan hasar durumu,
- Trafik yoğunluğu olarak dörde indirgenmiş ve AHP metodunun aşamaları tekrar uygulanmıştır.

Kriterlere ilişkin ağırlıklar Çizelge 6.10'daki gibi hesaplanmıştır.

Çizelge 6.10. Kriterlere ilişkin öncelik değerleri

Yolun Genişliği	Yolun Zemin Yapısı	Yolda Oluşan Hasar Durumu	Trafik Yoğunluğu
0,109	0,314	0,451	0,126

Çalışmanın uygulama aşamasında gerçek verilerle çalışılmış ve İstanbul ilinin Avrupa yakasına ait yol şebekesi CBS tabanında ArcGIS 10.2 programı kullanılarak oluşturulmuştur.

Deprem sonrası yardım malzemesi taşıyan araçların ulaşım süresini etkileyecek kriterlerden; yol genişliği, yolun zemin yapısı, trafik yoğunluğu ve deprem sonrası yollarda oluşan hasar durumunun ulaşım süresi üzerindeki etkileri her yol ağı için hesaplanmıştır.

Her yol dilimine ilişkin kriter etkisinin, AHP metoduyla bulunan kriter ağırlıklarıyla ilişkilendirilmesi sonucu hesaplanan deprem sonrası ulaşım süresi üzerindeki toplam etkisi gözönünde bulundurularak uygun güzergahlar bulunmuştur.

6.4.2. Yol dilimleri için yol genişliği kriterinin hız üzerindeki etkisi

Öncelikle şebekedeki yol dilimlerinin uzunlukları CBS ile hesaplanmıştır. Yol genişliği kriterinin deprem sonrası araçların hızı üzerindeki etkisini hesaplayabilmek için öncelikle

Türkiye Karayollarında uygulanan yasal hız limitleri incelenmiştir. Yasal hız limitleri Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından yolun tipi, aracın modeli ve aracın kullanım amacına göre belirlenmiştir.

Hız sınırlarının belirlenmesinde tek bir yöntem bulunmamaktadır. ABD Federal Karayolu İdaresi tarafından 2012 yılında yayınlanan ‘‘Hız Sınırı Belirleme Yöntemleri ve Uygulamaları’’ isimli yayında mühendislik yaklaşımı, uzman sistemi yaklaşımı, optimal hız sınırı yaklaşımı ve yaralı sayısını azaltma yada güvenli sistem yaklaşımı şeklinde dört farklı hız sınırı belirleme yaklaşımından bahsedilmektedir [66].

Hız sınırı belirlemede farklı ülkelerde çeşitli temel dayanaklara ve yolun fonksiyonel sınıflandırması, konumu, yolun tasarımsal özellikleri gibi çeşitli gerekli verilere dayalı olarak farklı yaklaşımlar kullanılmıştır. Türkiye’de ise yasal hız sınırları kamyonlar için yerleşim yerleri içinde 50 km/s, şehirlerarası çift yönlü karayollarında 80 km/s, bölünmüş yollarda 85 km/s ve otoyollarda saatte 90 km/s olarak belirlenmiştir [67].

Hız ile ilgili yapılan çalışmada aynı zamanda Kanada’nın yol sınıflaması ve arazi kullanımına göre belirlemiş olduğu temel hızlar da incelenmiş ve tüm yol sınıfları ve arazi sınıfına (kentsel ya da kırsal) göre tek şeritli yollardaki hız sınırının iki ya da daha fazla şeritli yollardaki hız sınırından sadece saatte 10 km daha az olduğu görülmüştür.

Bu bağlamda bu çalışmada da bu bilgiden yararlanılabileceği ve İstanbul yol verisindeki tek şeritli yollarda hız sınırının iki ya da daha fazla şeritli yollardaki yasal hız sınırından 10 km/s daha az alınarak oluşturulabileceği değerlendirilmiştir. Yol genişliği yollardaki şerit sayısı ile ilişkilendirilmiş ve yol genişliğinin hız üzerindeki etki oranını hesaplamak için bu bilgiden yararlanılmıştır.

Yasal hız sınırları sürücülerin yollarda azami yapacakları hızı göstermekle beraber hız sınırını aşmaları durumunda kaza yapma olasılıkları yüksek olacaktır.

Olası bir deprem sonrasında yardım malzemelerinin en kısa zamanda ihtiyaç noktalarına ulaştırılması önem arz ettiğinden yardım malzemesi taşıyacak araçların (kamyonların) hızının azami hız seviyesinde olacağı değerlendirilmektedir. Çalışmada kullanılan yol ağı

verisindeki yol tipleri ve yol tipleri üzerindeki yasal hız limitleri ve araçların yollarda bulunan şerit sayısına göre belirlenen ortalama hızları Çizelge 6.11’de verilmiştir.

Çizelge 6.11. Yol tipleri, yasal hız sınırları ve şerit sayılarına göre yardım malzemesi taşıyan araçların ortalama hızları

Yol Tipi	Yasal Hız Sınırları(km/sn)	Şerit sayısına göre araçların hızı(km/sn)					
		1	2	3	4	5	6
Ana Arter	85	75	85		85		
Bulvar	50	40	50	50	50		
Devlet Yolu	85	75		85	85		
Köy yolu	70	60		70	70		
Cadde	50	40	50	50	50		
Otoyol	90			90	90	90	90
Otoyol Bağlantısı	90	80		90	90		
Sokak	50	40		50	50		
İç Yol	80	70		80	80		
İl Yolu	80			80	80		

Yol genişliği şerit sayısı ile ilişkilendirilmiştir. Yol ağı verisinde ‘yasal hız’ değişkeni tanımlanarak her yol tipi için tablodaki yasal hızlar sisteme girilmiştir. Yol dilimlerine ait bu yasal hız verileri ve yol dilimlerinin mesafeleri dikkate alınarak şebekedeki her yol dilimine ait deprem öncesi ulaşım süresi hesaplanmıştır.

Deprem sonrası yol genişliklerinin hızı ne kadar etkileyeceğini (azaltacağını) ya da ulaşım süresini ne kadar artıracığını belirlemek için, 1 şeritli yolların hız verisinin 2 ve daha fazla şeritli yolların hız verisine yada yasal hız verisine göre değişim oranları kullanılmıştır.

Türkiye Karayolları yol sınıflamasına göre Otoyollar şehir dışı, anayol özelliğinde ve min 4 şeritli yollardır. Ana arterler ise 16 m’den geniş yollardır [68].

Bu kapsamda, Tek şeritli ana arter ve otoyol tipindeki yolların ve 2 ya da daha fazla şeritli tüm yolların deprem sonrası hızı dolayısıyla ulaşım süresini etkilemeyeceği değerlendirilmiş ve etkileme oranı ‘0’ (sıfır) olarak alınmış, tek şeritli diğer yol tiplerindeki yollara ilişkin hesaplanan deprem sonrası hız üzerinde meydana getireceği değişim oranları Çizelge 6.12’de verilmiştir.

Çizelge 6.12. Şerit sayısı ve yol tiplerine (yol genişliği) göre deprem sonrası ulaşım süresini etkileme oranları

Yol Tipi	Yasal Hız Sınırları	Şerit sayısına göre araçların hızı						
		1	Değişim Oranı 1-(Hız/Yasal Hız)	2	3	4	5	6
Ana Arter	85	75	0*	0		0		
Bulvar	50	40	0,20	0	0	0		
Devlet Yolu	85	75	0,12		0	0		
Köy yolu	70	60	0,14		0	0		
Cadde	50	40	0,20	0	0	0		
Otoyol	90	80	0		0	0	0	0
Otoyol Bağlantısı	90	80	0,11		0	0		
Sokak	50	40	0,20		0	0		
İç Yol	80	70	0,13		0	0		
İl Yolu	80	70	0,13		0	0		

* Bu yolların deprem sonrası ulaşım süresini etkilemeyeceği farz edilmiştir.

6.4.3. Yol dilimleri için zemin yapısı kriterinin hız üzerindeki etkisi

Deprem sonrası yollardaki ulaşım hızı üzerinde etkisi olan diğer bir kriter yolun zemin yapısıdır. Karayolu ağı sınıflandırılırken, yol üst yapıları (kaplamaları), şerit sayıları ve genişlikleri, hizmet seviyesi ve fonksiyonu gibi çeşitli kriterlere göre sınıflandırılmaktadır [69].

Ülkemizde ise 5539 sayılı Karayolları Genel Müdürlüğü'nün Kuruluş ve Görevleri Hakkında Kanununun 15. Maddesine göre Karayolları Genel Müdürlüğü'ne ait yollar aşağıdaki gibi üç sınıfa ayrılmıştır [68].

- Otoyollar
- Devlet Yolları
- İl Yolları

Çizelge 6.13'de Türkiye 1.Bölge Karayollarına ait asfalt betonu kaplamalı, sathi kaplamalı, parke kaplamalı ve kaplamasız yollar 01.01.2017 itibariyle uzunluk olarak verilmiştir.

Çizelge 6.13. Satih cinslerine göre yol ağı (km) [68]

Satih Cinslerine Göre Türkiye Yol Ağı (km)							
1.Bölge İstanbul	Asfalt Yollar		Parke	Stabilize	Toprak	Diğer Yollar	Şebeke Uzunl.
	Asfalt Betonlu	Sathi Kaplama					
Otoyol	2155	-	-	-	-	-	2155
Devlet Yolu	15576	15077	67	40	-	346	31106
İl Yolu	3070	27054	230	553	503	2103	33513
Toplam	20801	42131	297	593	503	2449	66774

İstanbul iline ait asfalt betonu kaplamalı, sathi kaplamalı, parke kaplamalı ve kaplamasız yollar ise 01.01.2017 itibariyle uzunluk olarak Çizelge 6.14’de verilmiştir.

Çizelge 6.14. Satih cinslerine göre İstanbul yol ağı (km) [68]

Satih Cinslerine Göre İstanbul Yol Ağı (Km)							
İstanbul	Asfalt yollar		Parke	Stabilize	Toprak	Diğer yollar	Şebeke Uzunl.
	Asfalt Betonlu	Sathi Kaplama					
Otoyol	451	-	-	-	-	-	451
Devlet Yolu	300	6	-	-	-	52	358
İl Yolu	64	-	-	-	-	49	113
Toplam	815	6	-	-	-	101	922

Çizelge 6.13 ve Çizelge 6.14’de verilen Satih cinslerine göre Türkiye Karayolları ve İstanbul Yol ağı bilgileri incelendiğinde Türkiye Karayollarındaki otoyol, devlet yolu ve il yolları tipindeki yolların çoğunun asfalt betonu kaplamalı olduğu ve İstanbul ilindeki otoyol, devlet yolu ve il yolu tipindeki yolların 6 km. uzunluğundaki sathi kaplamalı devlet yolu hariç tamamının asfalt betonu kaplamalı olduğu gözlenmektedir.

Bu bağlamda tez çalışmasındaki İstanbul yol ağına bulunan yol tipleri incelendiğinde otoyol, devlet yolu, il yolu, ana arter, bulvar, cadde ve iç yol tipindeki yollar asfalt betonu yada diğer satih cinsine sahip olup, köy yolu ve sokak tipindeki yolların ise stabilize yada toprak yol olduğu değerlendirilmiştir. Ülkelerin yasal hız sınırlarını belirlemede ortak kullandıkları tek bir yöntem bulunmamaktadır. Farklı değişkenlere dayalı farklı yaklaşımlar kullanmışlardır.

Türkiye’de de Karayolları Genel Müdürlüğü tarafından belirlenen yasal hızlar yolun tipi, aracın cinsi, aracın kullanım amacı ve yerleşim yeri gibi değişkenlere göre belirlenmektedir. Tez çalışmasında yasal hızlardaki değişkenliğin konu ile ilgili uzmanların

görüşleri doğrultusunda yolların kaplama cinsine göre değiştiği farzedilmiş ve yasal hızlarda farklılığa neden olan diğer değişkenler gözardı edilmiştir.

Böylece zemin yapısının ulaşım süresi üzerindeki etkisini hesaplamak için, köy yollarındaki ve sokak tipindeki yollardaki yasal hız sınırının diğer yol tiplerinin yasal hız sınırlarına göre ortalama değişim oranı hesaplanmış ve köy ve sokak tipindeki yolların ulaşım süresi üzerindeki etki oranları hesaplanmış ve bunların dışında kalan yol tiplerinin zemin yapısı açısından ulaşım süresini etkilemeyeceği düşünülmüş ve etki oranı '0' olarak alınmıştır. Çalışma alanında bulunan yol dilimlerine Çizelge 6.15'deki bu etki oranları girilmiştir.

Çizelge 6.15. Yol tiplerinin zemin yapısına göre deprem sonrası ulaşım süresini etkileme oranları

Yol Tipi	Yasal Hız Sınırları	Etki Oranı
Köy yolu	70	0,20
Sokak	50	0,40
Diğer Yollar		0*

* Diğer yolların deprem sonrası ulaşım süresini etkilemeyeceği farzedilmiştir.

6.4.4. Yol dilimleri için trafik yoğunluğu kriterinin hız üzerindeki etkisi

Trafik yoğunluğu deprem sonrası ulaşım süresini etkileyecek önemli bir kriterdir. Acil durum lojistiğinde belirsiz trafik koşulları altında etkili bir rotalama, ulaşım sistemlerinin performansını artırması nedeniyle gerçek zamanlı trafik bilgileri acil yardım araçlarının rotalarının belirlenmesinde dikkate alınan bir kriter olmuştur [34]. Bu kapsamda çalışmada deprem sonrası dinamik rotaların belirlenmesinde gerçek zamanlı trafik verileri dikkate alınmıştır.

Çalışmada trafik yoğunluğu ve trafik sıkışıklığı kriteri tek bir kriter olarak ele alınmıştır. Nitekim 17 Ağustos Marmara depremi sonrası gerek insanların panik nedeniyle sokaklarda meydana getirdikleri kalabalık gerekse deprem bölgesine akın eden insanların oluşturduğu yoğun araç trafiği nedeniyle TEM ve E5 kilitlenmiş, yardım malzemelerini taşıyan araçların deprem bölgesine gelmesi gecikmiştir.

Yollardaki trafik yoğunluğu verileri için İstanbul Büyükşehir Belediyesinin Online olarak hizmet verdiği Trafik Yoğunluk Haritası kullanılmıştır. İstanbul trafiğinin yoğun olduğu

saat dilimlerinden sabah 08.00-10.00 ile akşam 18.00-20.00 saatleri arasında bir hafta boyunca uygulama alanı içerisinde yer alan anayollar takip edilerek trafik hız değişim verileri elde edilmiştir.

Uygulama alanında yer alan ilçelerdeki, trafik yoğunluk haritasında gözlenmeye imkan veren yol tiplerine göre, araçların yollarda seyrettiği ortalama hızlar ve yasal hıza göre ortalama değişim oranları hesaplanmıştır.

Buna göre sabah 08.00-10.00 saatleri arası ve akşam 18.00-20.00 saatleri arasında gözlenen araçların ortalama hızları ve yasal hıza göre değişim oranları hesaplanmış ve trafik yoğunluğu etkisi oranları sırasıyla Çizelge 6.16 ve Çizelge 6.17’de verilmiştir.

Çizelge 6.16. İlçelerde sabah 08.00-10.00 saatleri arası yol tiplerine göre trafik yoğunluğu etki oranları

	Avcılar	K.çekmece	Bağcılar	Bahçelievler	Güngören	Esenler	Bayrampaşa	Zeytinburnu	Bakırköy	Fatih	GOP	Eyüp
Bulvar	0,35	0,28	0,53	0,7	0,45	0,37	0,54	0,35	0,04	0,34	0,75	0,51
Devlet Yolu	0,25	0,26	0,38	0,42	0,38	0,26	0,34	0,31	0,09	0,28	0,53	0,36
Köy yolu	0,37	0,39	0,56	0,63	0,56	0,46	0,51	0,37	0,14	0,41	0,79	0,53
Cadde	0,3	0,31	0,53	0,53	0,55	0,38	0,32	0,23	0,19	0,38	0,67	0,38
Otoyol	0,36	0,42	0,48	0,55	0,49	0,34	0,44	0,32	0,12	0,35	0,68	0,52
Otoyol Bağlantısı	0,34	0,41	0,51	0,54	0,6	0,26	0,6	0,39	0,15	0,43	0,84	0,56

Çizelge 6.17. İlçelerde akşam 18.00-20.00 saatleri arası yol tiplerine göre trafik yoğunluğu etki oranları

	Avcılar	K.çekmece	Bağcılar	Bahçelievler	Güngören	Esenler	Bayrampaşa	Zeytinburnu	Bakırköy	Fatih	GOP	Eyüp
Bulvar	0,4	0,5	0,67	0,74	0,47	0,42	0,35	0,49	0,36	0,5	0,66	0,46
Devlet Yolu	0,57	0,79	0,98	0,87	0,83	0,61	0,59	0,71	0,59	0,68	0,96	0,67
Köy yolu	0,29	0,4	0,5	0,44	0,42	0,36	0,3	0,36	0,3	0,35	0,48	0,34
Cadde	0,33	0,59	0,69	0,56	0,69	0,33	0,47	0,5	0,45	0,44	0,68	0,47
Otoyol	0,49	0,7	0,84	0,74	0,71	0,52	0,51	0,61	0,5	0,58	0,82	0,57
Otoyol Bağlantısı	0,53	0,63	0,79	0,6	0,66	0,51	0,46	0,57	0,47	0,55	0,77	0,54

Trafik yoğunluk haritasında izlenemeyen yol tiplerinden Ana arter ve il yolu tipindeki yollar yol ağı verisinde bulunmamakla birlikte trafik yoğunluk etkisi '0' olarak alınmıştır. Sokak ve İç yol tipindeki yolların etki oranlarını hesaplamak için farklı bir metodoloji uygulanmıştır.

Deprem sonrası sokaklarda ve iç yollarda meydana gelecek yoğunluğun, deprem sonrası insanların panik nedeniyle sokaklarda meydana getirdikleri kalabalık ve izdihamdan kaynaklanacağı bu kapsamda mahallelerdeki nüfus yoğunluğu oranına göre değişeceği değerlendirilmiştir.

Dolayısıyla nüfus yoğunluğunun fazla olduğu yerlerde trafik yoğunluğu daha fazla olacaktır. TÜİK 'in 2016 yılı mahalle bazında nüfus verisi kullanılarak her mahalledeki nüfus yoğunlukları hesaplanmış ve mahallelerdeki her yol dilimi için bu yoğunluk verileri sisteme girilmiştir. Nüfus yoğunluk verisi birim alan (ha) başına düşen kişi sayısı olup sayı olarak ifade edilmektedir.

Farklı ölçekleme sisteminde yer alan kriterlerin birbiri ile karşılaştırılabilmesi, ortak bir sisteme taşınması, tez çalışmasının amacı gereği birleştirilip ortak bir etki oluşturulabilmesi için kriterlere ait verilerin aynı birimde olmalarını sağlamak adına standartlaştırılması gerekmektedir. Bu kapsamda nüfus yoğunluğu verileri (Eş 6.3) numaralı eşitlikte verilen min-max normalleştirme tekniği ile normalleştirilmiştir.

$$X' = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (6.3)$$

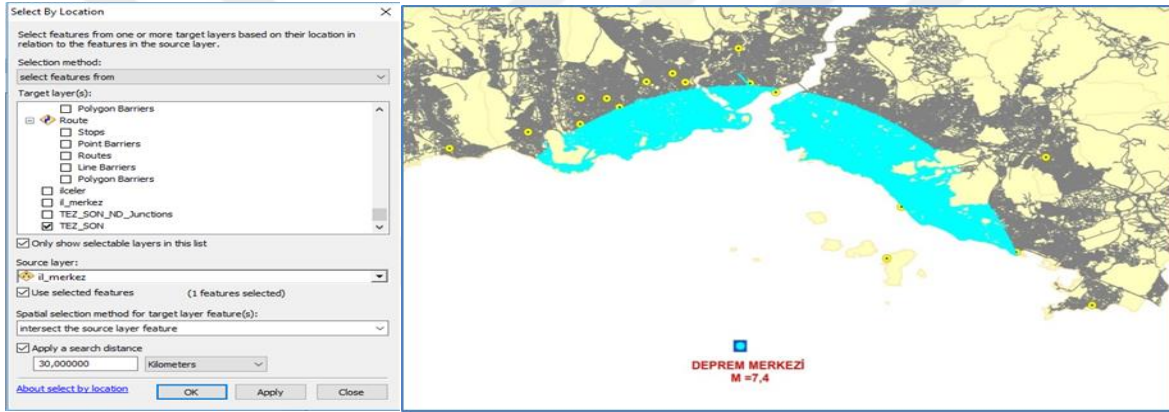
Nüfus yoğunluğunun en yüksek olduğu yollarda araçların hızının en az 0,50 oranında azalacağı değerlendirilmiş, normalleştirilmiş nüfus yoğunluklarının bu oran ile çarpılması ile sokak ve iç yollara ilişkin trafik yoğunluk etki oranları hesaplanmıştır. Hesaplanan etki oranları ArcMap veri tabanı dosyasına girilmiştir.

6.4.5. Yol dilimleri için yollarda oluşacak hasar durumu kriteri etkisinin hesaplanması

Deprem sonrası yollarda oluşacak hasar durumu da ulaşım süresini etkileyecek diğer bir kriterdir. Bu hasar durumunun etkisi yol ağı üzerindeki her yol dilimi için, yol diliminin nerede konuşlu olduğuna bağlı olan sismik bölge faktörü (β_{ij}), deprem merkezine olan

uzaklığı (r_{ij}) ve depremin şiddeti (μ)'ye bağlı olarak farklı olacaktır. Bunun için öncelikle yolun hasar görme oranı ya da hayatta kalma oranını etkileyen değişkenlerin hesaplanıp sisteme girilmesi gerekmektedir. Bunlardan ilki yolların deprem merkezine mesafesi olan r_j olup bu çalışmada KAF hattı üzerinde alınan bir noktasal deprem merkezine her 1 km arayla mesafede bulunan yollar ArcGIS programı aracılığıyla belirlenmiştir.

İstanbul yol ağı verisi incelendiğinde KAF hattı üzerinde seçilen deprem merkezine yolların en yakın 23 km mesafede, en uzak 130 km mesafede olduğu gözlenmiş ve Şekil 6.7'de deprem merkezine 30 km mesafede bulunan yollar ArcMap programının Select by Location seçeneği kullanılarak bulunmuştur.

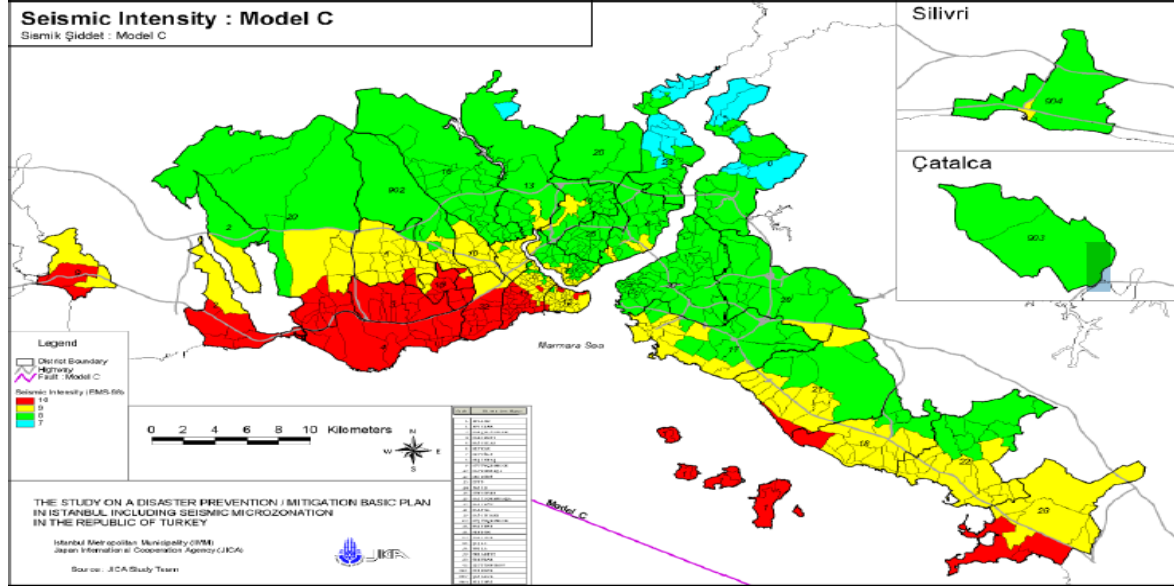


Şekil 6.7. Deprem merkezine 30 km mesafede bulunan yollar

Yolun hasar görme oranı ya da hayatta kalma oranını etkileyen değişkenlerden ikincisi en yüksek zemin ivmesi olarak tanımlanan PGA değeridir. Depremin ivmesi deprem anında zeminin ne kadar miktarda ve ne hızla sarsıldığının ölçüsüdür. Deprem tehlikesi belirlemesinde, en önemli dinamik parametreyi depremin ivmesi teşkil etmektedir. Bu ivme değerlerine dayanılarak depremin uzaklıkla ilgili olan azalım ilişkileri geliştirilmiştir. Herhangi bir yerde meydana gelen kaydedilmiş bir depremin, deprem merkezinden değişik uzaklıklardaki yollarda ve yerleşim merkezlerinde meydana getireceği beklenen hasar ve şiddet tahmini belirlenebilmiştir [15].

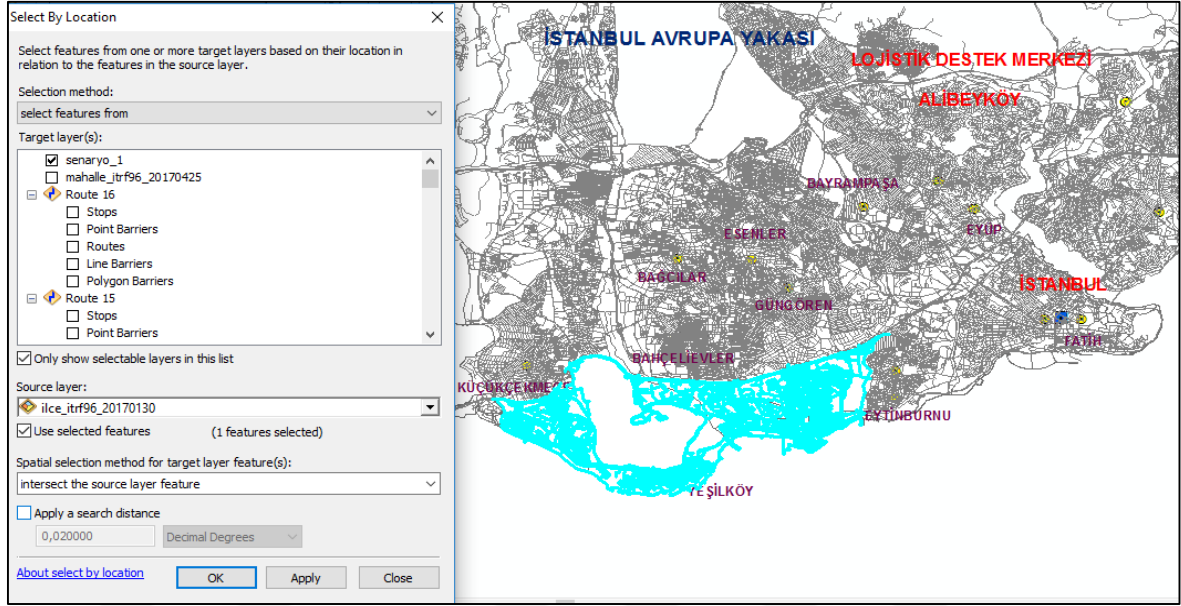
Bu çalışmada Salman ve Yücel tarafından kullanılan deprem azalım ilişkisi kullanılmıştır. (Eş 6.2) numaralı eşitlikte ifade edilen bu azalım ilişkisinde PGA, deprem merkezine olan uzaklığın azalan, deprem şiddetinin de artan bir fonksiyonu olarak tanımlanmıştır.

Üçüncüsü yol diliminin nerede konuşlu olduğuna bağlı olan sismik bölge faktörüdür. JICA raporunda İstanbul, en kötü senaryo Model C dikkate alındığında beklenen bir depremin sismik yoğunluk durumuna göre Şekil 6.8’de görüldüğü gibi dört bölgeye ayrılmıştır.



Şekil 6.8. JICA raporunda model C’ye göre istanbul için sismik bölge sınıflandırması

Her bölgeye ait sismik bölge faktörleri olan β_{ij} 'ler CBS’ye girilmiştir. Bu çalışmada kullanılan İstanbul yol ağında, sismik bölge faktörü 0.95 olan, 1.derece riskli deprem bölgelerindeki yollar ArcMap programının Şekil 6.9’da gösterilen Select by Location seçeneği kullanılarak seçilmiş ve ilgili yol dilimlerinin karşısına 0.95 değeri girilmiştir. Burada 1.derece riskli bölgede yer alan Bakırköy ilçesinde bulunan yollara ilişkin sismik bölge faktör değerinin girilmesi gösterilmiştir.



Şekil 6.9. Bakırköy ilçesinde bulunan yolların seçimi

Dört bölgeye ilişkin sismik bölge faktörleri aynı şekilde ilgili bölgelerde yer alan ilçeler ya da mahallelerdeki yollar seçilerek karşısına bulunduğu bölgenin sismik faktör değeri girilmiştir.

Deprem şiddeti $\mu=7,4$ olarak belirlenmiş ve hesaplamalarda $\alpha=2$ olarak alınmıştır. Son olarak hesaplanan bu değişkenler yardımıyla her yol diliminin hasar görme oranı hesaplanmıştır. Hasar görme oranlarının deprem öncesi ulaşım süresi üzerindeki etkisi hesaplanarak deprem sonrası her yol diliminin ne kadar sürede katedileceği hesaplanmıştır. Network Analizi yapmak için kullanacağımız İstanbul ili yol ağına ait veriler Çizelge 6.18'deki gibi düzenlenmiştir.

Çizelge 6.18. Network analizinde kullanılacak İstanbul ili yol şebekesi verileri

FID	ADI	TIPI	Serit_Sayi	arclength	distance	time	PGA	survival	beta	nufus	yasal hız	genislik	zemin	trafik_S	trafik_A	time_S	time_A
0		Cadde	2	6,3625	30	0,4581	0,1520	0,8556	0,95	0	50	0	0	0,39	0,50	0,6675	0,6929
1	Millet Cd.	Cadde	2	125,4863	37	9,0350	0,1256	0,8932	0,85	37194	50	0	0	0,31	0,59	12,1871	13,4621
2		Sokak	2	174,7285	43	12,5804	0,1081	0,9081	0,85	0	50	0	0,4	0,00	0,00	20,9866	20,9866
3		Sokak	2	209,1261	43	15,0571	0,1081	0,9081	0,85	0	50	0	0,4	0,00	0,00	25,1180	25,1180
4		Sokak	2	149,3781	43	10,7552	0,1081	0,9081	0,85	0	50	0	0,4	0,00	0,00	17,9417	17,9417
5		Sokak	2	169,4648	37	12,2015	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0,4	0,25	0,25	22,2324	22,2324
6		Sokak	2	93,5227	37	6,7336	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0,4	0,25	0,25	12,2694	12,2694
7	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	43,9598	37	3,1651	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0	0,31	0,59	4,2693	4,7160
8		Sokak	2	178,9574	37	12,8849	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0,4	0,25	0,25	23,4777	23,4777
9	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	39,8707	37	2,8707	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0	0,31	0,59	3,8722	4,2773
10		Sokak	2	172,8434	37	12,4447	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0,4	0,25	0,25	22,6756	22,6756
11	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	39,2994	37	2,8296	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0	0,31	0,59	3,8167	4,2160
12		Cadde	2	38,3846	37	2,7637	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0	0,31	0,59	3,7279	4,1179
13		Cadde	2	41,3289	37	2,9757	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0	0,31	0,59	4,0138	4,4337
14		Cadde	2	39,9319	37	2,8751	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0	0,31	0,59	3,8781	4,2839
15		Cadde	2	38,4384	37	2,7676	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0	0,31	0,59	3,7331	4,1237
16		Sokak	2	118,0309	37	8,4982	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0,4	0,25	0,25	15,4847	15,4847
17		Sokak	2	199,4086	37	14,3574	0,1256	0,8932	0,85	54493	50	0	0,4	0,25	0,25	26,1608	26,1608
18	Hamamdere Cd.	Cadde	2	153,2752	41	11,0358	0,1135	0,9035	0,85	0	50	0	0	0,39	0,50	15,1261	15,7379
19		Sokak	2	183,1724	38	13,1884	0,1224	0,8959	0,85	88956	50	0	0,4	0,05	0,05	22,6435	22,6435
20	O3 Kuzey Yanyolu Cd.	Cadde	2	412,6891	40	29,7136	0,1164	0,9011	0,85	0	50	0	0	0,39	0,50	40,8567	42,5040
21	3. Cd.	Cadde	2	164,5394	39	11,8468	0,1193	0,8986	0,85	88956	50	0	0	0,31	0,59	15,8658	17,5376
22		Sokak	2	123,2172	43	8,8716	0,1081	0,9081	0,85	0	50	0	0,4	0,00	0,00	14,7996	14,7996
23		Sokak	2	47,8395	43	3,4444	0,1081	0,9081	0,85	0	50	0	0,4	0,00	0,00	5,7460	5,7460
24		Sokak	2	18,1875	33	1,3095	0,1398	0,8812	0,85	30224	50	0	0,4	0,23	0,23	2,4019	2,4019
25		Sokak	2	162,5300	33	11,7022	0,1398	0,8812	0,85	30224	50	0	0,4	0,23	0,23	21,4640	21,4640
26		Sokak	2	172,5763	33	12,4255	0,1398	0,8812	0,85	30224	50	0	0,4	0,23	0,23	22,7907	22,7907
27		Sokak	2	36,2436	33	2,6095	0,1398	0,8812	0,85	14685	50	0	0,4	0,23	0,23	4,7870	4,7870
28	Sultan Murat Cd.	Cadde	2	36,4428	33	2,6239	0,1398	0,8812	0,85	25274	50	0	0	0,31	0,59	3,5962	3,9665
29	Sultan Murat Cd.	Cadde	2	19,4176	33	1,3981	0,1398	0,8812	0,85	14685	50	0	0	0,31	0,59	1,9161	2,1134
30	Sultan Murat Cd.	Cadde	2	15,9920	33	1,1514	0,1398	0,8812	0,85	25274	50	0	0	0,31	0,59	1,5781	1,7406
31		Sokak	2	29,4312	33	2,1190	0,1398	0,8812	0,85	14685	50	0	0,4	0,23	0,23	3,8873	3,8873

6.4.6. Kriterlere ilişkin verilerin standartlaştırılması

Farklı ölçekleme sisteminde yer alan kriterlerin birbiri ile karşılaştırılabilmesi, ortak bir sisteme taşınması, tez çalışmasının amacı gereği birleştirilip ortak bir etki oluşturulabilmesi için kriterlere ait verilerin aynı birimde olmalarını sağlamak adına standartlaştırılması gerekmektedir.

Tez çalışmasında kullanılan yol ağında bulunan sokak ve iç yollara ilişkin trafik yoğunluğu kriteri etki oranlarının belirlenmesinde dikkate alınan nüfus yoğunluk verisi birim alan (ha) başına düşen kişi sayısı olup sayı olarak ifade edilmektedir.

Bu kapsamda nüfus yoğunluğu verileri (Eş 6.3) numaralı eşitlikte verilen literatürde de sık kullanılan istatistiksel normalleştirme tekniklerinden min-max normalleştirme tekniği ile normalleştirilmiştir.

6.5. AHP Yöntemiyle Bulunan Kriter Ağırlıklarının CBS'ye Entegrasyonu

Tüm kriterlerin yardımları taşıyacak araçların hızına eşit derecede etki etmeyeceği her kriterin farklı ağırlıkta hız üzerinde tesirli olacağı değerlendirildiğinden her bir kriterin ağırlığı çok kriterli karar verme tekniklerinden AHP tekniği ile hesaplanmıştır. Bu kriter ağırlıklarının CBS'ye entegrasyonu aşamasında, yol ağı verisindeki tüm yolların tüm kriterlere göre almış olduğu etki oranlarının kriterlerin kendi içerisindeki önem dereceleri yada ağırlıkları ile çarpılıp toplanması suretiyle hız üzerindeki birleştirilmiş etki (total etki) oranları hesaplanmıştır.

Birleşik Etki = Yol genişliği x 0,109 + Yolun zemin yapısı x 0,314 + Yoldaki hasar durumu x 0,451 + Trafik yoğunluğu x 0,126

Kriter ağırlıklarına göre birleşik etki faktörünün bulunması neticesinde araçların yasal otorite tarafından belirlenmiş hız değerleri bu faktör oranında azaltılarak yol dilimlerine ait yeni hız bilgileri elde edilecek ve yol dilimlerinin mesafesi ve bu hız değerleri kullanılarak her yol dilimine ait araçların deprem sonrası seyahat zamanları hesaplanacaktır.

Diğer bir metodoloji ile, araçların deprem öncesi yol dilimlerine ait seyahat süreleri bu faktör oranında artırılarak, araçların deprem sonrası hızındaki değişim hesaplanabilecektir. Daha sonra oluşturulan şebeke üzerinde istenilen başlangıç ve bitiş noktaları için deprem sonrası hıza etki eden kriterlerin dikkate alındığı, zamanı minimize eden uygun güzergahlar bulunabilecektir.

Çalışmada araçların deprem öncesi yollardaki seyahat süresi birleşik etki faktörü oranında artırılarak deprem sonrası seyahat süresi hesaplanmış ve bu zamanı minimize eden uygun güzergahlar bulunmuştur (Çalışmada kullanılan verilerin bir bölümü EK 3'te verilmiştir).

6.6. Örnek Senaryo Çalışması

İstanbul'da meydana gelebilecek olası bir deprem sonrası İBB Lojistik Destek Merkezinden belirlenen talep noktalarına yardım malzemelerini taşıyacak araçların yolağı şebekesi üzerindeki ulaşım süresini minimize eden güzergahların tespit edilmesine yönelik farklı senaryolar oluşturularak uygulamalar yapılmıştır.

6.6.1. Örnek deprem senaryosu için şebekenin oluşturulması

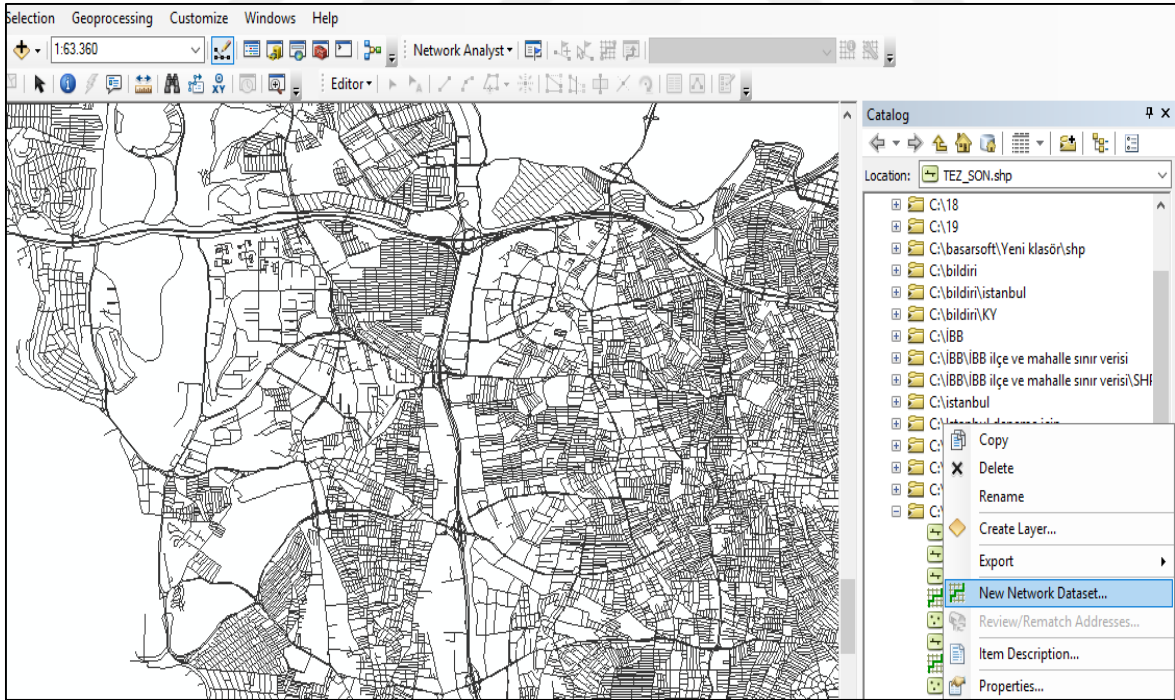
Deprem sonrası araçların hızına etki edecek tüm kriterlerin etkilerini de barındıran Çizelge 6.17’de bir kısmı verilen İstanbul ili yolağı verisi CBS’ye aktarılmak üzere excel ortamında hazırlanmıştır. Çizelgede;

- ‘FID’ yol dilim numaralarını,
- ‘arclength’ o yol dilimine ait mesafeyi metre cinsinden,
- ‘distance’ o yol diliminin seçilen senaryo deprem için seçilen deprem merkezine mesafesini metre cinsinden,
- ‘time’ depremden önce o yol dilimine ait mesafe ve hıza göre hesaplanan ulaşım süresini saniye cinsinden,
- ‘PGA’ o yol dilimi için en yüksek zemin ivmesini,
- ‘survival’ o yol dilimi için hayatta kalma olasılığını, (çalışmada 1’den çıkarılarak hasar görme olasılığı olarak kullanılmıştır.)
- ‘beta’ o yol diliminin konuşlu olduğu sismik bölge faktörünü,
- ‘nüfus’ o yol dilimini içeren mahalle nüfusunu,
- ‘yasal hız’ o yol diliminin bulunduğu yolun yasal hız sınırını,
- ‘genislik’ o yol dilimi için genişlik kriteri etki oranını,
- ‘zemin’ o yol dilimi için zemin kriteri etki oranını,
- ‘trafik_S’ o yol dilimi için sabah 08.00-10.00 saatleri arası (senaryo 1) trafik yoğunluk etki oranını,
- ‘trafik_A’ o yol dilimi için akşam 18.00-20.00 saatleri arası (senaryo 2) trafik yoğunluk etki oranını,
- ‘trafik_3’ o yol dilimi için gece meydana gelebilecek bir deprem sonrası trafik yoğunluk etki oranını,
- ‘tetki_S’ senaryo 1’e göre depremden sonra o yol dilimine ait, hızı etkileyecek birleşik etki oranını,
- ‘tetki_A’ senaryo 2’ye göre depremden sonra o yol dilimine ait, hızı etkileyecek birleşik etki oranını,
- ‘tetki_3’ senaryo 3’e göre depremden sonra o yol dilimine ait, hızı etkileyecek birleşik etki oranını,
- ‘time_S’ senaryo 1’e göre depremden sonra o yol dilimine ait mesafe ve birleşik etki oranında azaltılan hıza göre hesaplanan ulaşım süresini,

- 'time_A' senaryo 2'ye göre depremden sonra o yol dilimine ait mesafe ve birleşik etki oranında azaltılan hıza göre hesaplanan ulaşım süresini,
- 'time_3' senaryo 3'e göre depremden sonra o yol dilimine ait mesafe ve birleşik etki oranında azaltılan hıza göre hesaplanan ulaşım süresini göstermektedir.

Çizelge 6.18'deki verilerin yanısıra çizelgede gözükmeyen alan ve nüfus yoğunluğu verisi, trafik yoğunluğunun olmadığını dikkate alan senaryo 3'e göre trafik yoğunluk verisi ve AHP yöntemi ile bulunan kriter ağırlıkları ile entegre edilmiş birleşik etki oranına ilişkin (her senaryo için) veriler de CBS'ye aktarılmıştır.

Veri tablosunun CBS'ye aktarılmasını müteakiben CBS'de şebeke analizi yapmaya imkan sağlayacak dosya formatı olan network dataset dosyası haline dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu maksatla tez çalışmasında kullanılacak İstanbul yolağına ilişkin dosya Şekil 6.10'da gösterildiği gibi 'New Network Dataset' seçeneği kullanılarak Network Dataset (ND) dosyasına dönüştürülmüştür.



Şekil 6.10. İstanbul yolağı verisinin şebeke analizi yapabilmek için ND dosyasına dönüştürülmesi

Bu dönüştürme aşamasında İstanbul yolağında bulunan tüm veriler (arclength, time_S, time_A, time_3 gibi) CBS 'ye yeniden tanımlanmışlardır.

6.6.2. Deprem sonrası zamanı minimize eden uygun güzergahların bulunması

Çalışmada trafiğin farklı zaman dilimlerine göre değişen yoğunluk oranına göre üç farklı senaryo oluşturulmuş ve bu senaryolar için deprem öncesi ve deprem sonrası zamana ilişkin uygun güzergâhlar bulunmuştur.

Senaryo 1

Marmara Denizi KAF hattında 7,4 şiddetinde meydana gelebilecek ve İstanbul trafiğinin yoğun olduğu sabah 08.00-10.00 saatleri arasında bir dilimde gerçekleşebilecek bir deprem senaryosu oluşturulmuştur.

ArcGIS Programının Network Analiz aracı kullanılarak yardım malzemesi taşıyan araçların deprem öncesi ve deprem sonrası ulaşım sürelerine göre, yardım merkezinden ihtiyaç noktalarına ulaşmada takip edecekleri uygun güzergâhlar bulunmuştur.

Alibeyköy’de bulunan İBB Lojistik Destek Merkezi’nden İstanbul’un Marmara kıyısına yakın bulunan bazı ilçelerinde seçilen yardım noktalarına yardım götürecek araçların deprem öncesi ve deprem sonrası ulaşım süresine göre tespit edilen rotaları Şekil 6.11, 6.12 ve 6.12’deki gibi elde edilmiştir.

Güzergah 1: İBB lojistik destek merkezi-avcılar meşrutiyet caddesi toplanma alanı



Şekil 6.11. Birinci Senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar

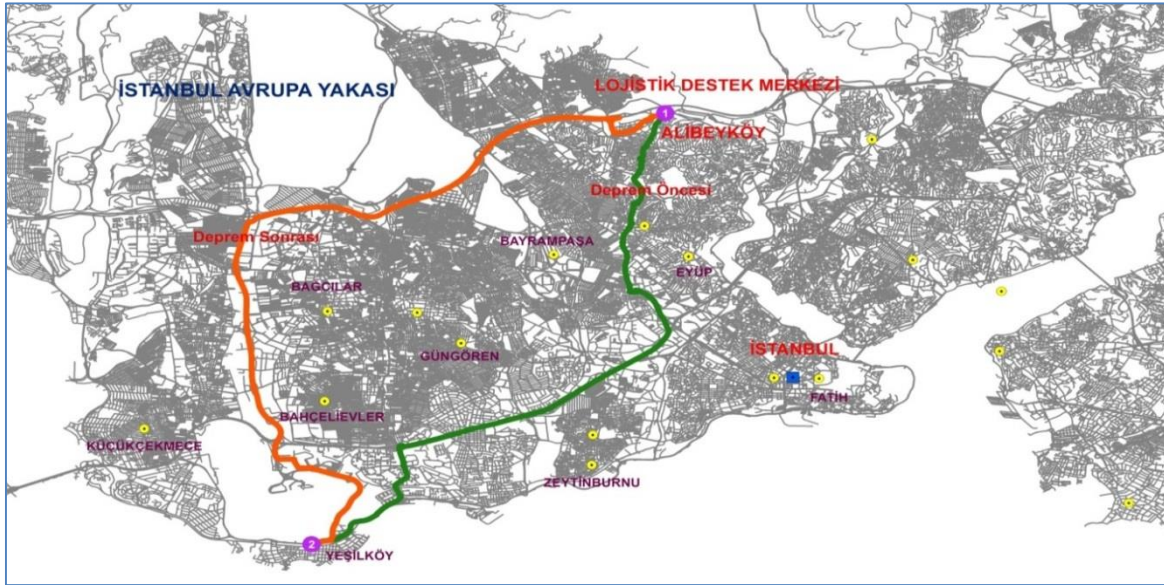
Şekil 6.11’de İBB Lojistik Destek Merkezinden Avcılar ilçesi Afet Toplanma Alanlarından, Meşrutiyet Caddesi afet toplanma alanına, yolların mesafesi, deprem öncesi ve deprem sonrası araçların yollardaki ulaşım süresine göre en uygun güzergahlar bulunmuştur.

Analiz sonucu verilere bakıldığında deprem öncesi zamana göre bulunan en iyi güzergahta (yeşil renkli rota) araçların toplam ulaşım süresi 1471 sn dir. Aynı zamanda bu güzergahın deprem sonrası kullanılması durumunda da araçlar için ulaşım süresi 2125 sn olacaktır.

Deprem sonrası zamana göre bulunan en iyi güzergahta (turuncu renkli rota) ise araçların toplam ulaşım süresinin, depremin ulaşım süresi üzerinde meydana getirdiği % 42 lik bir artışla 2085 sn olduğu gözlenmiştir.

Deprem öncesi zamana göre bulunan güzergah mesafe açısından daha iyi olmakla beraber deprem sonrası araçların ulaşım sürelerini etkileyen kriterler dikkate alındığında bulunan güzergah en iyi güzergah olacaktır. Bu durumda araçların deprem sonrası bu güzergahı kullanmaları durumunda ihtiyaç noktasına optimal sürede ulaşabilecekleri söylenebilir.

Güzergah 2: İBB lojistik destek merkezi- bakırköy yeşilköy tren istasyonu



Şekil 6.12. Birinci senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar

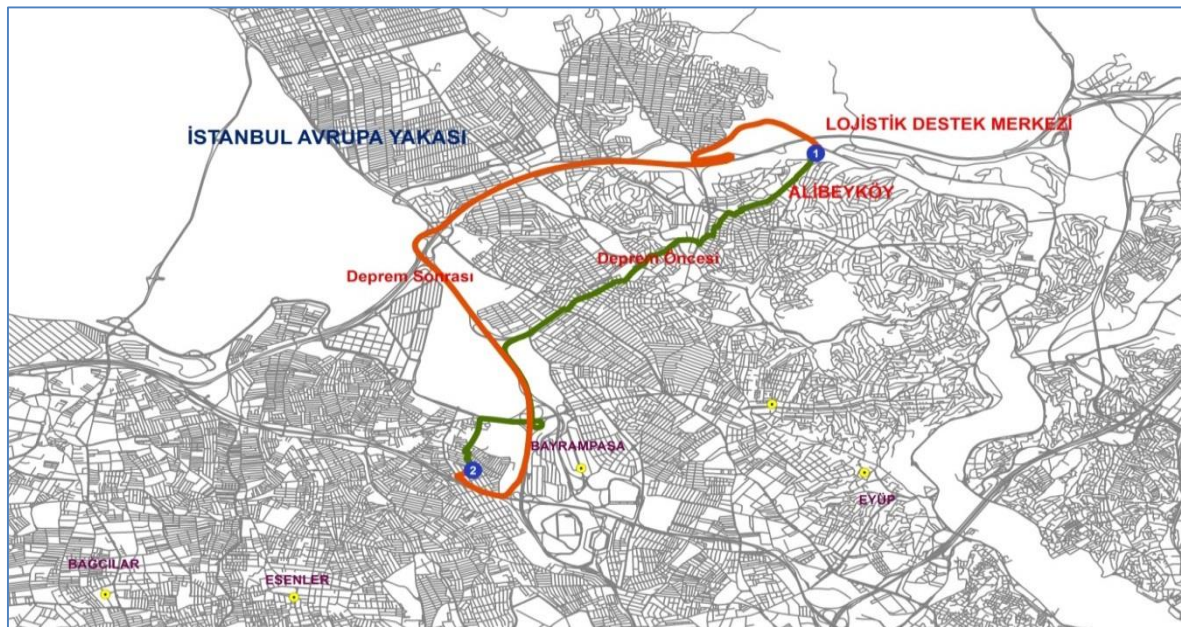
Şekil 6.12’de ise İBB Lojistik Destek Merkezinden Bakırköy ilçesinde bulunan Yeşilköy Tren İstasyonuna yardım araçlarının takip edeceği, yolların mesafesi, deprem öncesi ve deprem sonrası araçların yollardaki ulaşım süresine göre en uygun güzergâhlar bulunmuştur.

Analiz sonucu verilere bakıldığında deprem öncesi zamana göre bulunan en iyi güzergâhta araçların toplam ulaşım süresi 1231 sn dir. Aynı zamanda bu güzergâhın deprem sonrası kullanılması durumunda da araçlar için ulaşım süresi 1821 sn olacaktır.

Deprem sonrası zamana göre bulunan en iyi güzergâhta ise araçların toplam ulaşım süresinin, depremin ulaşım süresi üzerinde meydana getirdiği %45 lik bir artışla 1792 sn olduğu gözlenmiştir. Deprem sonrası zamana göre bulunan güzergâh ulaşım süresini etkileyecek kriterleri de dikkate alması nedeniyle deprem sonrası zaman açısından en iyi güzergâh olacaktır.

Bu durumda araçların deprem sonrası bu güzergâhı kullanmaları durumunda ihtiyaç noktasına optimal sürede ulaşabilecekleri söylenebilir.

Güzergâh 3: İBB lojistik destek merkezi – esenler birlik mahallesi toplanma alanı



Şekil 6.13. Birinci senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar

Şekil 6.13’de ise İBB Lojistik Destek Merkezinden uygulama alanı içerisinde yer alan başka bir talep noktası olarak seçilen Esenler ilçesi Birlik Mahallesi toplanma alanına yardım araçlarının takip edeceği, yolların mesafesi, deprem öncesi ve deprem sonrası araçların yollardaki ulaşım süresine göre en uygun güzergâhlar bulunmuştur.

Analiz sonucu verilere bakıldığında deprem öncesi zamana göre bulunan en iyi güzergâhta araçların toplam ulaşım süresi 525 sn iken bu güzergâhın deprem sonrası kullanılması durumunda da araçlar için ulaşım süresi 869 sn olacaktır.

Deprem sonrası zamana göre bulunan en iyi güzergâhta ise araçların toplam ulaşım süresinin depremin ulaşım süresi üzerinde meydana getirdiği % 42’lik bir artışla 748 sn olduğu gözlenmiştir. Yine deprem sonrası zamana göre bulunan güzergâh daha gerçeğe yakın olması nedeniyle deprem sonrası zaman açısından en iyi güzergâh olacaktır.

Bu durumda araçların deprem sonrası bu güzergâhı kullanmaları durumunda ihtiyaç noktasına optimal sürede ulaşabilecekleri söylenebilir.

Çalışmada KAF hattında 7,4 şiddetinde noktasal bir deprem senaryosu oluşturulmuş ve yardım malzemesi taşıyan araçların kaynak noktası olarak tespit edilen İBB Lojistik Destek Merkezi’nden yardımları ulaştıracakları 8 farklı ihtiyaç noktası tespit edilmiştir. İhtiyaç noktalarına ulaşım süresini en aza indireyecek güzergâhlar bulunmuştur.

Deprem öncesi, hız üzerindeki kriterlerin etkisinin dikkate alınmadığı, sadece yollardaki yasal hız ve mesafeye göre hesaplanan zamana göre bulunan en iyi rotalardaki ulaşım süreleri (ulaşım süresi (DÖ)) ve bu rotaların deprem sonrasında kullanılması durumundaki ulaşım süreleri (ulaşım süresi (DS)) Çizelge 6.19’da yeşil renkte gösterilmiştir.

Deprem sonrası, araçların hızına etki edecek kriterlerin etkilerinin de dikkate alındığı, deprem sonrası zamana göre bulunan en iyi rotalardaki ulaşım süresi ve bu rotaların deprem öncesinde kullanılması durumundaki ulaşım süreleri ise turuncu renkte gösterilmiştir.

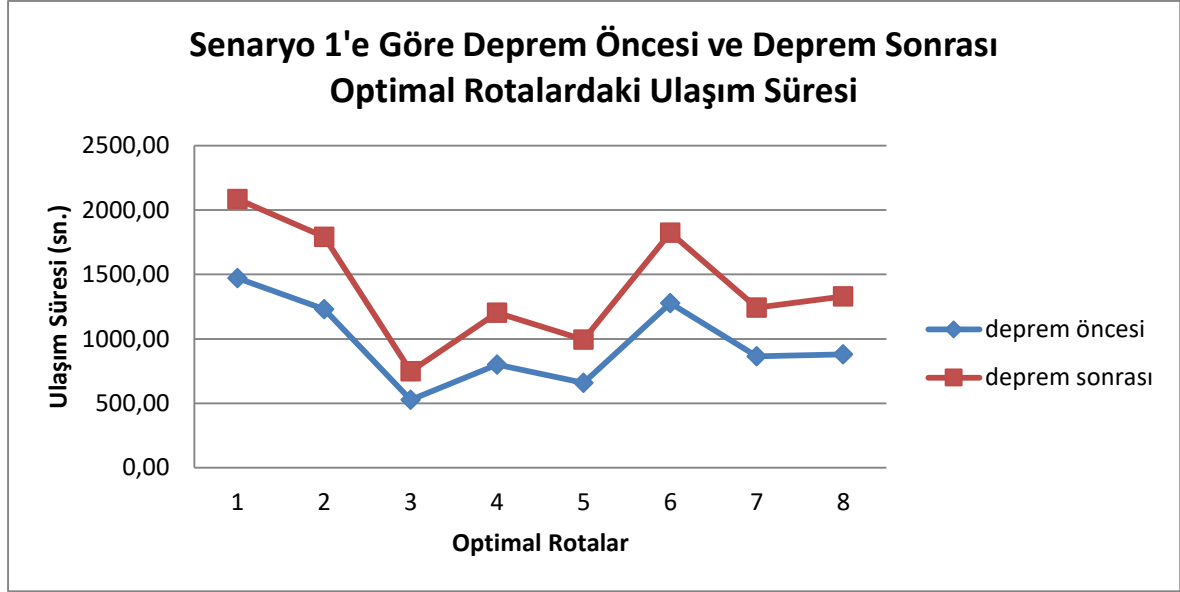
Çizelge 6.19. Deprem öncesi ve deprem sonrası zamana göre optimal rotalardaki ulaşım süreleri

Rota	Talep Noktaları	Yeşil Rotaya Ait Bilgiler			Turuncu Rotaya Ait Bilgiler		
		Ulaşım süresi (sn) (DÖ)	Ulaşım süresi (sn) (DS)	Rota uzunluğu (m)	Ulaşım süresi (sn) (DÖ)	Ulaşım süresi (sn) (DS)	Rota uzunluğu (m)
1	Avcılar- Toplanma Alanı	1471,89	2125,55	33004,49	1498,49	2085,33	34692,85
2	Bakırköy-Yeşiköy Tren İstasyonu	1231,45	1821,72	20840,88	1255,12	1792,78	26332,36
3	Esenler-Birlik Mahallesi Toplanma Alanı	525,94	869,83	7934,87	529,72	748,17	11385,64
4	Güngören -Park alanı	799,26	1248,30	12992,33	808,80	1202,19	15373,06
5	Bağcılar -Olimpik Spor Salonu	659,23	1037,52	11195,64	695,84	994,70	14237,48
6	Avcılar-Yeşilkent Mahallesi Park Alanı	1276,91	1840,82	27972,27	1291,21	1824,41	28640,93
7	Halkalı Merkez-Çadır Alanı	863,88	1274,20	17356,96	872,45	1243,61	17823,78
8	Zeytinburnu -Park Alanı	880,15	1353,21	14019,63	894,14	1328,79	12789,81

Çizelge 6.19’da İBB Lojistik Destek Merkezinden 8 ihtiyaç noktalarına deprem öncesi ve deprem sonrası güzergâhlardaki ulaşım süresinin değişimi incelendiğinde bu 8 güzergâh için senaryo 1 dikkate alındığında depremin yardım malzemesi taşıyacak araçların güzergâhtaki toplam ulaşım süresi üzerinde ortalama % 46 artışa neden olduğu gözlenmiştir.

Senaryo 1 için çalışmada kullanılan yol ağı verisinin tamamı (297287 arc) dikkate alındığında araçların deprem sonrası ulaşım sürelerinin deprem etkisiyle ortalama % 58 oranında arttığını söyleyebiliriz.

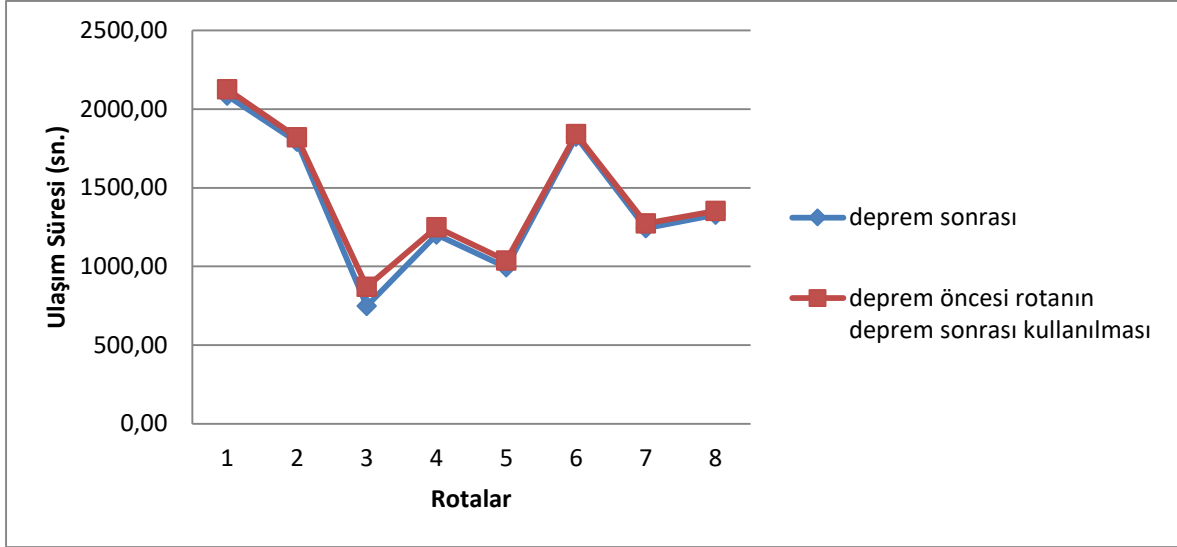
Deprem yollarda meydana getireceği etki neticesinde araçların 8 güzergah için optimal rotalardaki ulaşım süresi üzerindeki artışı incelenmiş ve Şekil 6.14’de verilmiştir.



Şekil 6.14. Birinci senaryoya göre deprem öncesi ve deprem sonrası optimal rotalardaki ulaşım süresi

Deprem sonrasında tüm kriterlere göre bulunan optimal rota yerine deprem öncesi zamana göre bulunan optimal rotanın deprem sonrasında da kullanılması mümkün olabilmektedir. Fakat zaman açısından deprem sonrası bulunan en iyi rotadaki ulaşım süresinden daha uzun bir sürede ulaşım noktasına varılacağı aşikârdır. Acil durumlar da deprem sonrasında aynı rotanın kullanılması tercih edilemeyecektir. Örnek olarak Avcılar-Toplanma Alanı arasındaki rotanın deprem sonrası kullanılması durumunda bu rotadaki ulaşım süresi 2125,55 sn. olacaktır. Hâlbuki aynı başlangıç ve varış noktası arasında deprem sonrasında takip edilecek en iyi rotanın ulaşım süresi ise 2085,33 sn.dir.

İBB Lojistik Destek Merkezinden bu 8 ihtiyaç noktası arasında deprem öncesi zamana göre bulunan optimal rotaların deprem sonrasında da kullanılması durumunda rotalardaki ulaşım süreleri ile aynı başlangıç ve varış noktaları arasında deprem sonrası zamana göre bulunan optimal rotalardaki ulaşım süreleri karşılaştırılmış ve Şekil 6.15'de verilmiştir.



Şekil 6.15. Deprem öncesi optimal rotaların deprem sonrasında da kullanılması sonucu rotalardaki ulaşım süreleri ve deprem sonrası optimal rotalardaki ulaşım sürelerinin karşılaştırılması

Bu 8 ihtiyaç noktası için deprem öncesi rotanın deprem sonrası kullanılması durumundaki rotalardaki ulaşım süreleri ile deprem sonrası optimal rotalardaki ulaşım süreleri arasında çok fazla farklılıklar bulunmamakla birlikte farklı yardım noktaları yada farklı lojistik merkezlerden yardım noktalarına ulaşmayı sağlayacak sayısız bulunacak rotalarda ulaşım sürelerinin daha fazla farklılık gösterebileceği değerlendirilmektedir.

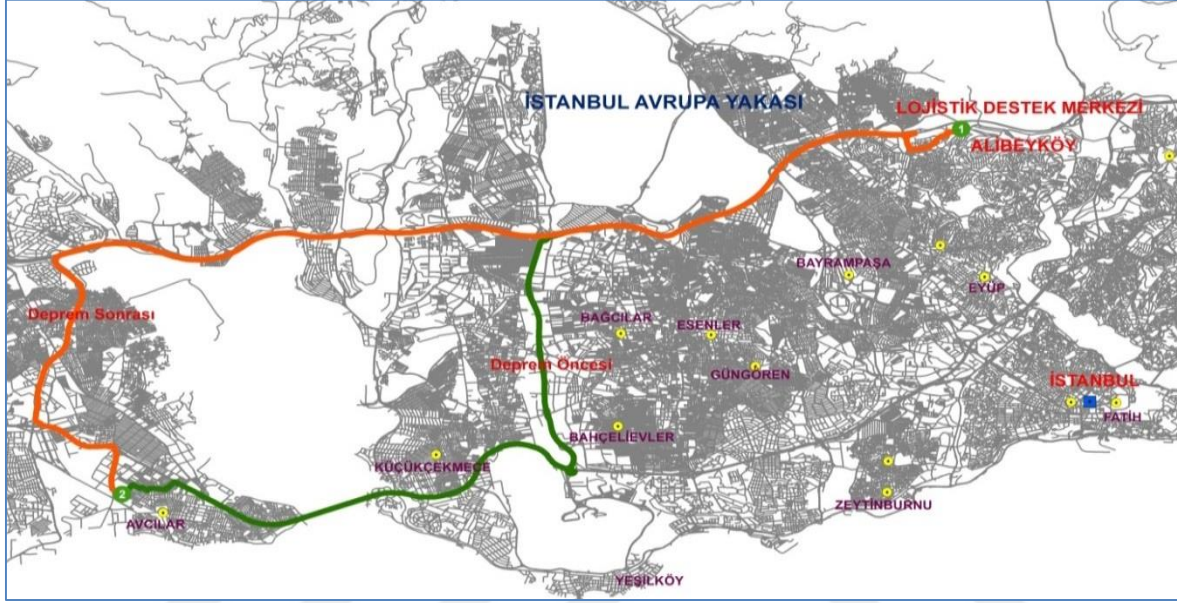
Senaryo 2

Depremi akşam saatlerinde de olabileceği değerlendirilip, Marmara Denizi KAF hattında 7,4 şiddetinde meydana gelebilecek ve İstanbul trafiğinin yoğun olduğu akşam 18.00-20.00 saatleri arasında bir dilimde gerçekleşebilecek bir deprem senaryosu oluşturulmuştur. Veri tabanı dosyası akşam 18.00-20.00 saatleri arasındaki veriler dikkate alınarak tekrar oluşturulmuş ve network analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Bu bağlamda aynı kaynak noktasından senaryo 1'deki talep noktalarına yardım malzemesi taşıyacak araçlar için depremden önce ve depremden sonraki en uygun güzergâhlar araştırılmıştır. Senaryo 1 den farklı olarak senaryo 2'de trafik verileri aralığı akşam 18.00 ile 20.00 saatleri arasında gözlenen hız verilerinden oluşmaktadır.

Alibeyköy’de bulunan İBB Lojistik Destek Merkezi’nden senaryo 1’deki Avcılar Meşrutiyet Caddesi toplanma alanına deprem öncesi ve deprem sonrası ulaşım süresine göre tespit edilen güzergâhlar Şekil 6.16’da verilmiştir.

Güzergah 1: İBB lojistik destek merkezi-avcılar meşrutiyet caddesi toplanma alanı



Şekil 6.16. İkinci senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar

Şekil 6.16’da İBB Lojistik Destek Merkezinden Avcılar ilçesi Afet Toplanma Alanlarından, Meşrutiyet Caddesi afet toplanma alanına, yolların mesafesi, deprem öncesi ve deprem sonrası araçların yollardaki ulaşım süresine göre en uygun güzergâhlar bulunmuştur.

Analiz sonucu verilere bakıldığında deprem öncesi zamana göre bulunan en iyi güzergâhta araçların toplam ulaşım süresi senaryo 1’dekiyle aynı olup 1471 sn olmakla birlikte bu rotanın deprem sonrası kullanılması durumunda da araçlar için ulaşım süresi 2296 sn olacaktır. Deprem sonrası zamana göre bulunan en iyi güzergâhta ise araçların toplam ulaşım süresinin depremin ulaşım süresi üzerinde meydana getirdiği % 50 lik bir artışla 2211 sn olduğu gözlenmiştir. Deprem öncesi zamana göre bulunan rota mesafe açısından daha iyi olmakla beraber deprem sonrası araçların ulaşım sürelerini etkileyen kriterler dikkate alınarak bulunan rota deprem sonrası en uygun rota olacaktır. Bu durumda araçların deprem sonrası bu güzergâhı kullanmaları durumunda ihtiyaç noktasına optimal sürede ulaşabilecekleri söylenebilir.

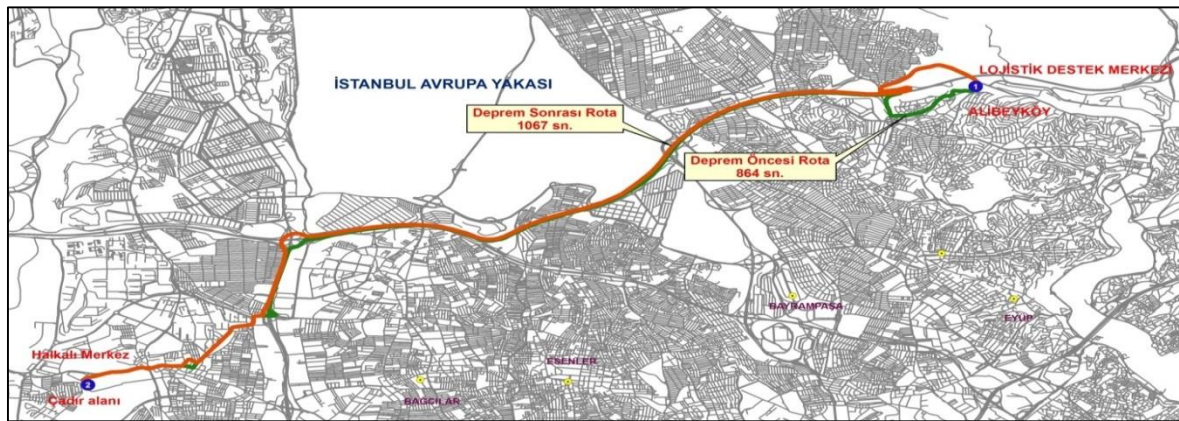
Deprem sonrası tüm kriterleri dikkate alarak oluşturulan rotalardaki ulaşım süreleri incelendiğinde senaryo 1'e göre yardım malzemesi taşıyan araçlar en uygun 2085 saniyede ihtiyaç noktasına ulaşırken Senaryo 2'ye göre ise aynı kaynak ve talep noktası arasında yardım malzemesi taşıyan araçlar akşam saatlerindeki trafik yoğunluğunun farklı olması nedeniyle en uygun 2211 saniyede ihtiyaç noktasına ulaşmaktadır.

Senaryo 3

Daha önceki depremler incelendiğinde daha çok gece saatlerinde meydana geldiği gözlenmiştir. Bu kapsamda depremin trafik yoğunluğunun olmadığı bir saat diliminde olacağı değerlendirilip sadece deprem sonrasında insanların panik nedeniyle sokaklarda oluşturabilecekleri kalabalık nedeniyle bölgedeki nüfus yoğunluğuna göre değişen yoğunluğun dikkate alındığı üçüncü bir senaryo oluşturulmuştur. Yine depremin Marmara Denizi KAF hattında 7,4 şiddetinde meydana geleceği farzedilmiştir. Veri tabanı dosyası otoyol ve ana caddelerdeki trafik yoğunluk kriteri dikkate alınmadan tekrar oluşturulmuş ve network analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Bu bağlamda yine aynı kaynak noktasından aynı talep noktalarına yardım malzemesi taşıyacak araçlar için depremden önce ve depremden sonraki en uygun güzergâhlar araştırılmıştır. Senaryo 3' göre, Alibeyköy'de bulunan İBB Lojistik Destek Merkezi'nden yedinci talep noktası olan Halkalı Merkez çadır alanına deprem öncesi ve deprem sonrası ulaşım süresine göre tespit edilen güzergâhlar Şekil 6.17'de verilmiştir.

Güzergâh 7: İBB lojistik destek merkezi-halkalı-merkez çadır alanı



Şekil 6.17. Üçüncü senaryoya göre deprem öncesi ve sonrası zamana göre optimal rotalar

Yine Şekil 6.17’de İBB Lojistik Destek Merkezinden Halkalı Merkez’de yer alan çadır alanına, yolların mesafesi, deprem öncesi ve deprem sonrası araçların yollardaki ulaşım süresine göre en uygun güzergâhlar bulunmuştur.

Analiz sonucu verilere bakıldığında deprem öncesi zamana göre bulunan en iyi güzergâhta araçların toplam ulaşım süresi senaryo 1’dekiyle aynı olup 864 sn.dir. Deprem sonrası zamana göre bulunan en iyi güzergâhta ise araçların toplam ulaşım süresinin, depremin yollarda dolayısıyla ulaşım süresi üzerinde meydana getirdiği % 24 lük bir artışla, 1067 sn. olduğu gözlenmiştir.

Yine aynı şekilde araçların deprem sonrası bu güzergahı kullanmaları durumunda ihtiyaç noktasına optimal sürede ulaşabilecekleri söylenebilir. Senaryo 1 ve Senaryo 2’ den farklı olarak Senaryo 3’de trafik verileri trafik yoğunluğunun olmadığı saat dilimine ait hız verilerinden oluşmaktadır.

Deprem sonrası tüm kriterleri dikkate alarak oluşturulan rotalardaki ulaşım süreleri incelendiğinde senaryo 1’e göre yardım malzemesi taşıyan araçlar en uygun 1244 saniyede ihtiyaç noktasına ulaşırken Senaryo 2’ye göre ise aynı kaynak ve talep noktası arasında yardım malzemesi taşıyan araçlar akşam saatlerindeki trafik yoğunluğunun farklı olması nedeniyle en uygun 1336 saniyede ihtiyaç noktasına ulaşmaktadır. Senaryo 3’e göre bulunan en iyi güzergâhta ise toplam ulaşım süresi 1067 sn. olarak hesaplanmıştır.

Senaryo 3 caddelerdeki trafik yoğunluğu kriterini dikkate almayan diğer bir deyişle depremin İstanbul trafiğinin akıcı olduğu bir saat diliminde meydana geleceğini farzeden bir senaryo olması nedeniyle, deprem sonrası bulunan zamanı en küçükleyen güzergâhta toplam ulaşım süresinin diğer senaryolara göre daha az olduğu gözlenmiştir.

Üçüncü senaryoda ulaşım süresi üzerinde trafik yoğunluğu dışındaki kriterler etkili olmuştur. Sadece sokaklar için insanların panik nedeniyle sokaklarda meydana getirebilecekleri yoğunluklar dikkate alınmıştır. Trafik yoğunluğunun olmaması deprem sonrası bu güzergâhtaki ulaşım süresini, birinci senaryoyla karşılaştırdığımızda %14, ikinci senaryoyla karşılaştırdığımızda ise %20 kısaltmış olduğu gözlenmiştir.

Bu üç senaryo için kaynak ve 8 talep noktası arasındaki güzergahlarda deprem sonrası rotalardaki ulaşım süreleri ve değişimi Çizelge 6.20’de incelenmiştir.

Çizelge 6.20. Üç senaryo için deprem sonrası zamana göre bulunan optimal rotalardaki ulaşım süreleri ve rota uzunlukları

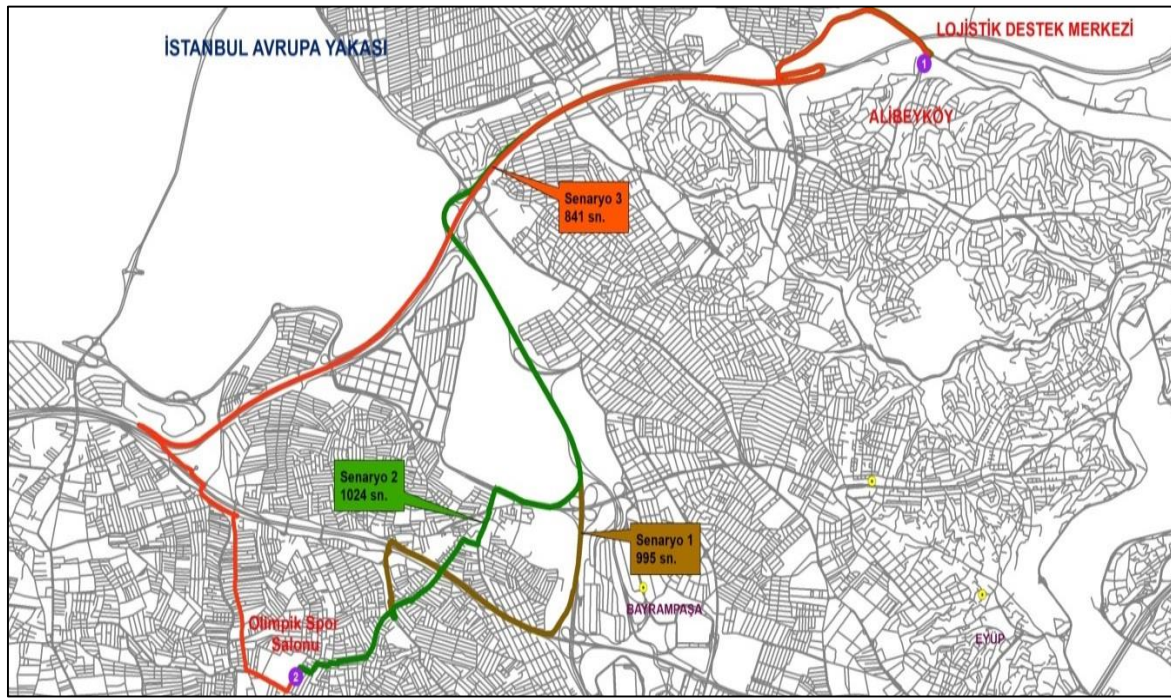
Güzergâh (İBB Lojistik Destek Merkezi - Talep Noktası)		Senaryo 1			Senaryo 2			Senaryo 3		
		Rota	Ulaşım Süresi (sn)	Rota Uzunluğu (m)	Rota	Ulaşım Süresi (sn)	Rota Uzunluğu (m)	Rota	Ulaşım Süresi (sn)	Rota Uzunluğu (m)
A	Avcılar- Toplanma Alanı	A1	2085,33	34692,85	A2	2211,34	33882,91	A3	1774,47	33402,29
B	Bakırköy- Yeşilköy Tren İstasyonu	B1	1792,78	26332,36	B2	1909,91	25434,80	B3	1545,72	25587,45
C	Esenler- Birlik Mahallesi Toplanma Alanı	C1	748,17	11385,64	C2	784,85	11341,54	C2	649,04	11341,54
D	Güngören Park alanı	D1	1202,19	15373,06	D2	1246,57	15328,96	D3	1040,77	15330,48
E	Bağcılar Olimpik Spor Salonu	E1	994,70	14237,48	E2	1024,40	12988,48	E3	841,48	13355,27
F	Avcılar- Yeşilkent Mahallesi Park Alanı	F1	1824,41	28640,93	F2	1933,94	28665,54	F3	1576,89	28439,63
G	Halkalı Merkez- Çadır Alanı	G1	1243,61	17823,78	G2	1336,31	17766,09	G3	1067,29	17779,68
H	Zeytinburnu -Park Alanı	H1	1328,79	12789,81	H2	1359,96	13190,20	H3	1168,83	13854,93

Çizelge 6.20’ye göre birinci senaryo ve ikinci senaryodaki, aynı kaynak ve talep noktaları arasındaki güzergâhlarda deprem sonrası meydana gelen ulaşım süreleri arasındaki fark az olmakla birlikte trafik yoğunluğunun daha da artması durumunda anlık hızlara göre ulaşım süresinin daha da etkileneceği aşikârdır. Yollardaki trafik yoğunluğunu dikkate almayan üçüncü senaryoda ise optimal rotalardaki ulaşım sürelerinin doğal olarak diğer senaryolara göre daha kısa olduğu gözlenmiştir.

Güzergahlar incelendiğinde Lojistik Destek Merkezinden talep noktalarına üç senaryo için deprem sonrası araçların takip edecekleri rotaların değişmesine rağmen Esenler Birlik Mahallesi toplanma alanı güzergahında ikinci ve üçüncü senaryoya göre deprem sonrası

bulunan optimal rotalardaki ulaşım süresinin trafik yoğunluğundaki azalışa bağlı olarak değişmesiyle birlikte rotada bir değişiklik olmadığı (C2) gözlenmiştir. Çizelge 6.19’da farklı rota isimleri rotaların değiştiğini ifade etmektedir. Oluşturulan üç senaryo için deprem sonrası ulaşım sürelerinin ve rotaların değişim durumu örnek olarak alınan Şekil 6.18’deki İBB Lojistik Destek Merkezi ve Bağcılar Olimpik Spor Salonu arasındaki beşinci güzergâhta izlenmiştir.

Güzergâh 5: İBB lojistik destek merkezi-bağcılar olimpik spor salonu



Şekil 6.18. Güzergâh 5’te senaryolara göre deprem sonrası rotalardaki ulaşım süreleri ve değişimi

Bu güzergâhta sabah 08.00 ile 10.00 arasındaki trafik yoğunluğunu dikkate alan senaryo 1’e göre Lojistik Destek Merkezinden talep noktasına araçlar deprem sonrası 995 saniyede ulaşmakta iken akşam 18.00 ile 20.00 saatleri arasındaki trafik yoğunluğunu dikkate alan senaryo 2’ye göre ise 1024 saniyede ulaşmaktadır. Depremin trafiğin akıcı olduğu bir saat diliminde meydana geleceğini farzedilen senaryo 3’e göre ise araçlar talep noktasına 841 saniyede ulaşmaktadır. Trafik yoğunluğunun olmamasının deprem sonrası araçların talep noktasına ulaşım süresini kısalttığı gözlenmekle birlikte yardım noktasından talep noktasına her senaryo için farklı rotalar takip etmişlerdir.

6.7. Diğer Uygulamalar

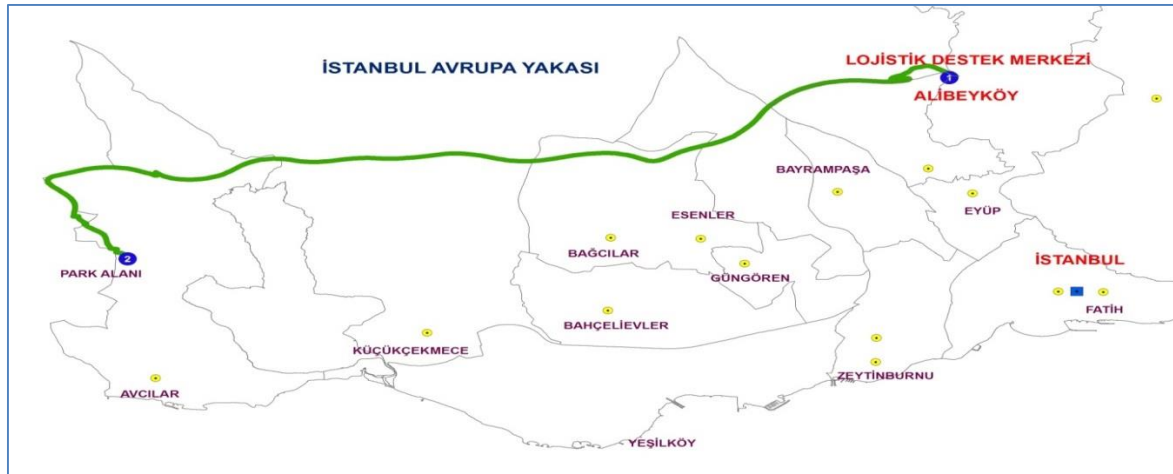
Olası bir deprem sonrası karayolu ağı üzerinde yardım malzemesi taşıyan araçların seyri esnasında anlık durumlar (bina yıkımı sonrası yolun kapanması gibi) meydana gelebilir. Bu anlık durumlar neticesinde alternatif güzergâhların belirlenmesi ile şebeke üzerinde yardım ve talep noktaları arasında güzergâh bulmanın mümkün olmadığı durumlar da (darboğaz noktası) belirlenebilmektedir.

6.7.1. Ani gelişen durumlar sonrası yeni güzergâhların bulunması

Tez çalışmasında depreme ait tüm etkileri içinde barındıran şebekenin kurulması ve bunun neticesinde deprem sonrası simüle eden istenildiği kadar senaryolar oluşturularak zamanca en uygun rotaların bulunabilmesi hedeflenmektedir. Depremi kendisi ve deprem sonrası yollarda meydana gelebilecek durumlar içinde dinamiklik barındıran bir olaydır.

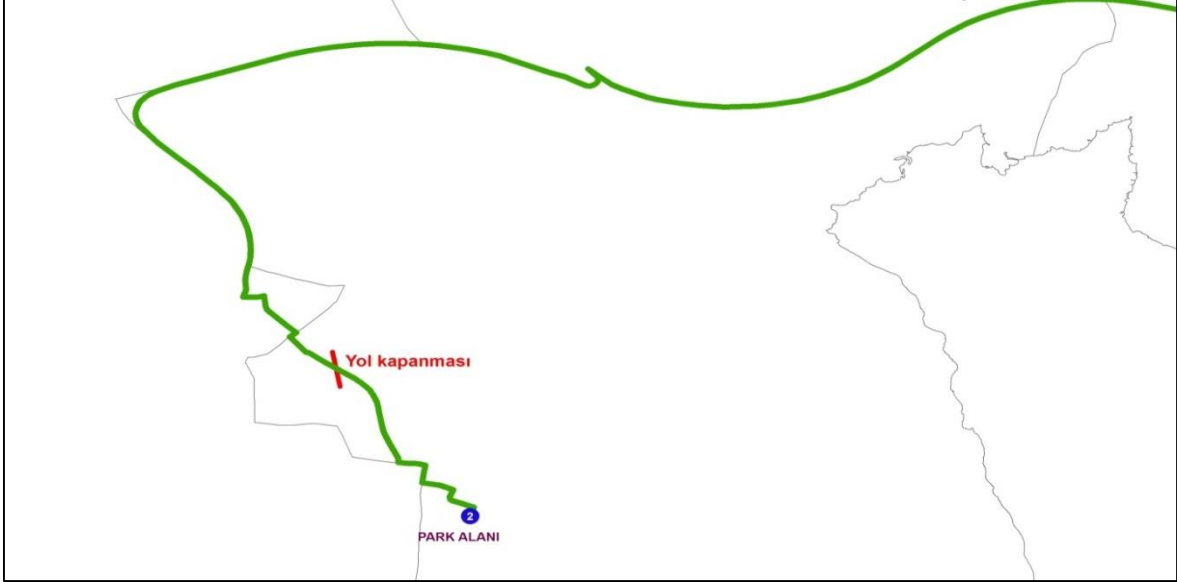
Deprem sonrasında meydana gelebilecek, köprülerin yıkılması ya da bina enkazlarına bağlı olarak yolların tamamen kapanması gibi ani gelişen durumlar karşısında alternatif güzergâhların bulunmasını sağlayan bir karar destek aracı sayesinde esnek ve hızlı çözümler bulunması acil durum lojistiğinde önem arz etmektedir.

Senaryo 1'e göre İBB Lojistik Destek Merkezinden Avcılar park alanı arasında deprem sonrası araçların yollardaki ulaşım süresine göre bulunan en uygun güzergâhta (Şekil 6.19) bir araç yola çıkmıştır.



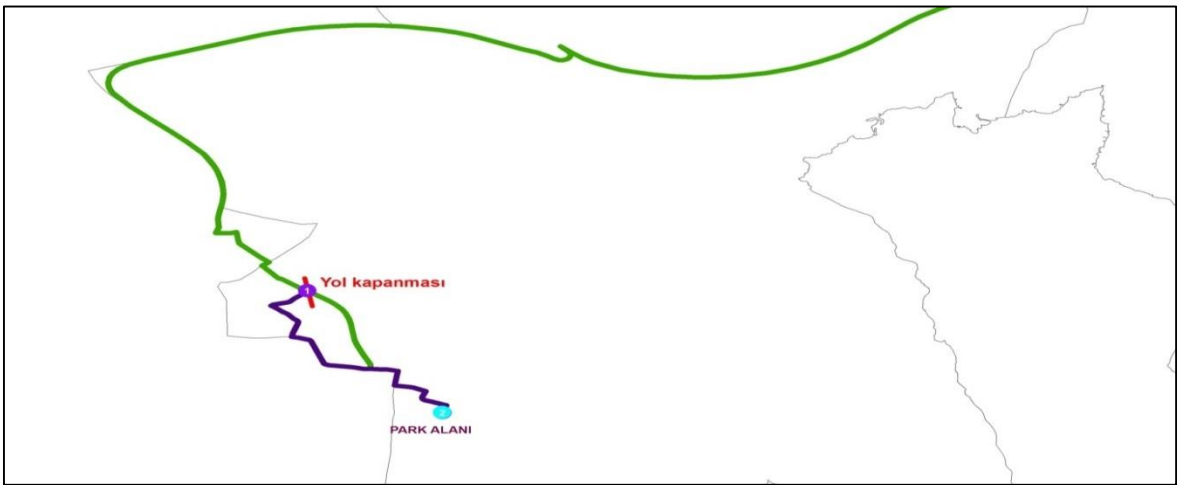
Şekil 6.19. Senaryo 1'e göre İBB Lojistik Destek Merkezi-Avcılar park alanı arası deprem sonrası en uygun güzergâh

Araç Avcılar ilçesinde binaların yıkılması sonucu yolların izole olması olasılığının yüksek olduğu mahallelerden biri olan Yeşilkent mahallesine ulaştığında güzergâh üzerinde bulunan bir caddenin bir bölümünün yıkılan binalardan ötürü kapandığına rastlanılmıştır (Şekil 6.20).



Şekil 6.20. Avcılar Yeşilkent Mahaltesinde kapanan yol dilimi

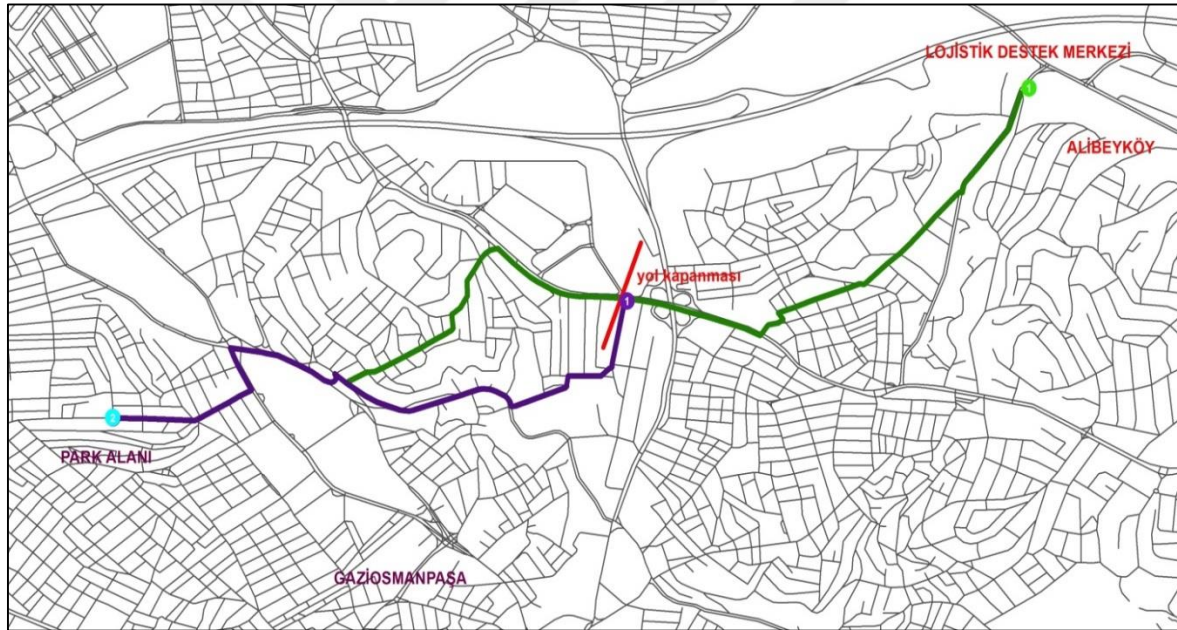
Başlangıç noktamız aracın o anda bulunduğu yol ve bitiş noktamız yine Avcılar Yeşilkent Mahaltesindeki Park alanı şeklinde alınarak araç için en uygun anlık yeni güzergâh (mavi renkteki güzergâh) CBS ile bulunarak Şekil 6.21’de gösterilmiştir.



Şekil 6.21. Deprem sonrası en uygun güzergahta yolun kapanması durumu

Şekil 6.19’da araçların takip edeceği en uygun rotanın ulaşım süresi 1824 saniye olup rota uzunluğu 28640 metredir. Yol kapanması sonucu araçların gideceği rota 363 metre daha uzamakla birlikte yolun kapanması ulaşım süresini de 51 saniye daha artırmıştır.

Yine deprem sonrası güzergâhta seyrederken yolların yıkılan ve hasar gören köprüler nedeniyle kapanması da sözkonusu olabilmektedir. Şekil 6.22’de Lojistik Destek Merkezi başlangıç ve Gaziosmanpaşa ilçesinde bulunan bir park alanı bitiş noktalı bir güzergâhta bulunduğunu farz ettiğimiz bir köprünün hasar görerek kullanılamaz hale geldiğini düşünerek CBS sayesinde anında yeni güzergâhın bulunması sağlanabilmiştir. Yeşil renkteki rota deprem sonrası zamana göre bulunan en uygun güzergâhtır. Mavi renkli rota ise yolun kapanma noktasından aynı bitiş noktasına araçların takip edeceği anlık bulunan en iyi güzergâhtır.



Şekil 6.22. Senaryo 1’e göre deprem sonrası en uygun güzergâhta köprü yıkılması sonucu yolun kapanması durumu

Senaryo 1’e göre deprem sonrası araçların takip edeceği en uygun rotanın ulaşım süresi 480 saniye olup rota uzunluğu 4163 metredir. Köprünün yıkılması sonucu araçların gideceği rota 18 metre daha uzamakla birlikte yolun kapanması ulaşım süresini de 10 saniye daha artırmıştır.

6.7.2. Darboğazların belirlenmesi

Deprem sonrası uygun güzergâhların tespitinde araçların ulaşım zamanı üzerine etki edecek tüm kriterlerin etkileri birleştirilerek oluşturulan birleşik etki dikkate alınmıştır. Her kriter zaman üzerinde farklı gecikmelere neden olur. Ancak deprem sonrası araçların varış noktalarına toplam ulaşım süresi, şebekedeki zaman üzerinde en fazla gecikmeye neden olan kriterin etkisinden daha fazla etkilenir.

Bu kapsamda şebekedeki yollar üzerinde en büyük etki oranını en küçükleyecek ve hangi durumdan itibaren (darboğaz noktası) başlangıç ve bitiş noktaları arasında güzergâh tespitinin imkansız olduğu durumları [70] belirleyecek bir karar destek aracı, karar verici için alternatif çözüm önerileri sunma aşamasında önem arz etmektedir.

Bu kapsamda tez çalışmasında hazırlanan şebeke ile kriterlerin etki oranlarına ilişkin darboğaz (sıkışma) değerlerinin bulunması da sağlanabilmektedir. Daha şiddetli depremler sözkonusu olduğunda depremin yollarda meydana getireceği hasarların artması ve bina enkazlarıyla alternatif olabilecek yolların tamamen kapanması durumunda yardım malzemelerinin talep noktalarına karayolu ile ulaştırılması sekteye uğrayacaktır. Bu durumda acil yardım malzemelerinin ulaştırılmasında alternatif taşıma modlarından denizyolu yâda havayolu taşımacılığının kullanılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu kapsamda; çalışmada trafik yoğunluğu kriteri ulaşım süresi üzerinde fazlasıyla etkili bir kriterdir. Trafik yoğunluğu, belli bir trafik yoğunluğu oranının üzerinde bulunan yollar, başlangıç ve bitiş noktaları arasında güzergâh tespitinde kullanılmaması için kapatılarak varış ve bitiş noktaları arasında güzergâh araması yapılmış ve trafik yoğunluğu için darboğaz değeri tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar aşağıda açıklanmıştır.

İBB Lojistik Destek Merkezinin başlangıç noktası ve Gaziosmanpaşa ilçesinde yer alan Fetih parkının bitiş noktası olarak seçildiği ve birinci senaryoya göre bulunan Şekil 6.23'deki güzergâh örnek olarak alınmıştır.



Şekil 6.23. Senaryo 1'e göre deprem sonrası bulunan en uygun güzergah

Şekil 6.23'deki senaryo 1'e göre deprem sonrası araçların takip edecekleri en uygun güzergâhtaki ulaşım süresi 169 saniye olup rota uzunluğu ise 1443 metredir.

Trafik yoğunluğu kriterine ilişkin değerler uygulama alanında bulunan her yol dilimi için uygulamanın başlangıcında CBS programına girilmiştir. Öncelikle trafik yoğunluk oranı %75 ve üzerinde olan yollar ArcMap yardımıyla seçilmiş ve bu yol dilimleri kapatılarak deprem sonrası bu yolların kullanılmayacağı değerlendirilmiştir. Kapatılan bu yollar neticesinde araçların mevcut güzergâhında değişiklik olmamıştır. Bu durum Şekil 6.24'de gösterilmiş olup kırmızı çizgiler %75 ve üzeri yoğunluğa sahip yolları göstermekte kırmızı kesik çizgiler ise bu yolların araçlar tarafından kullanılmayacağını göstermektedir.



Şekil 6.24. %75 ve üzeri trafik yoğunluğu olan yollar yasaklandığında Senaryo 1'e göre deprem sonrası bulunan en uygun güzergâh

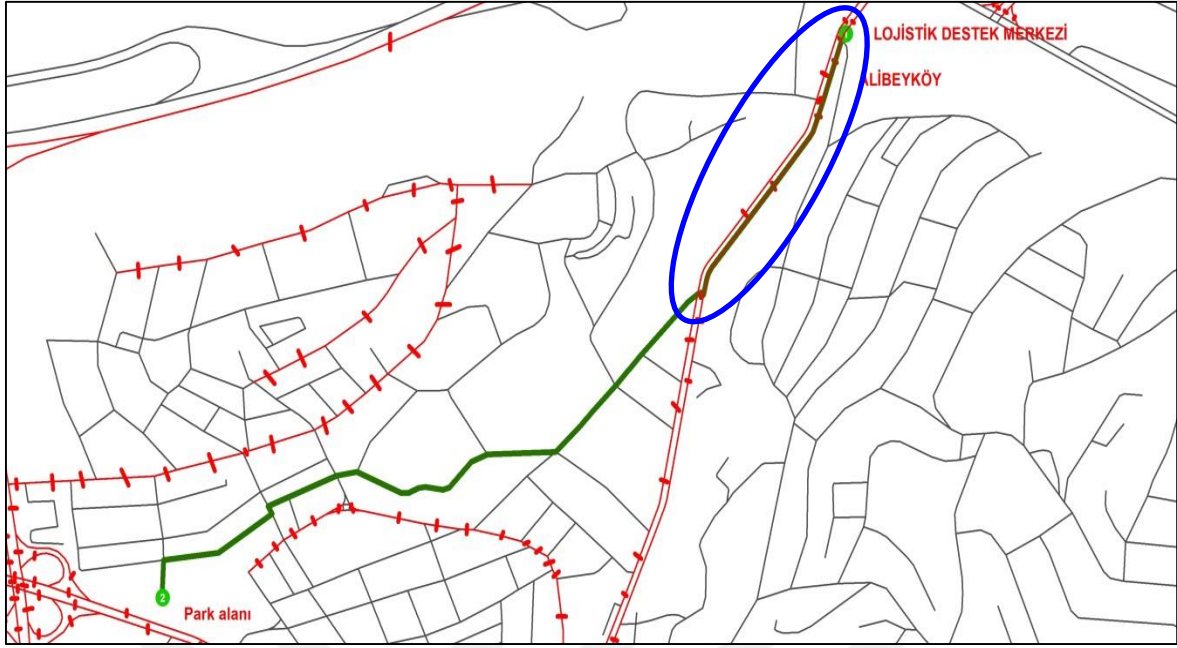
İkinci aşama olarak trafik yoğunluğunun % 65 ve üzerinde olduğu yollar seçilmiş ve bu yollar araçlar tarafından kullanılmamıştır. Şekil 6.25’de bu durum gösterilmiş olup kırmızı çizgiler % 65 ve üzeri yoğunluğa sahip yolları göstermekte olup kırmızı kesik çizgiler bu yolları araçların kullanmayacağını göstermektedir.



Şekil 6.25. %65 ve üzeri trafik yoğunluğu olan yollar kapatıldığında Senaryo 1'e göre deprem sonrası zamanı en küçükleyen güzergâh

Trafik yoğunluğunun %65 ve üzerinde olduğu yolların kapanması sonucu, yeni durum için aynı başlangıç ve varış noktaları arasındaki optimal güzergâh CBS aracılığıyla yeniden buldurulmuştur. Mevcut güzergâh değişmiş olup, yeni bulunan optimal güzergâhta araçların ulaşım süresinde fazla bir değişiklik gözlenmemekle birlikte Lojistik Destek Merkezi ve farklı talep noktaları arasındaki optimal rotalarda aynı işlemlerin tekrar edilmesi neticesinde ulaşım sürelerinin çok daha fazla değişeceği yeni optimal rotalar bulmak mümkün olacaktır. Yeni bulunan güzergâh Şekil 6.25’de yeşil renk ile gösterilmiştir.

Trafik yoğunluğunun %50 ve üzeri olduğu yollar seçilmiş ve bu yolların araçlar tarafından kullanılması istenmemiştir. Şekil 6.26’da daire içinde gösterilen bu yollar da trafiğe kapandığında başlangıç noktasından varış noktasına güzergâh bulunamamıştır.



Şekil 6.26. %50 ve üzeri trafik yoğunluğu olan yolların kapatılması durumu

Yani karar verici %50 ve üzerinde trafik yoğunluğuna sahip yolları kullanmazsa varış noktasına ulaşamamaktadır. Bu durumda trafik yoğunluğu kriteri için şebekedeki darboğaz değerinin %50 olduğunu söyleyebiliriz. Yani karar vericinin trafik yoğunluğunun %50 ve üzerinde olduğu yolları kullanamaması durumunda karayolu ile yardım malzemelerinin taşınması sekteye uğrayacaktır. Böyle durumlarda alternatif taşıma modlarının (deniz yolu yâda hava yolu gibi) kullanılması devreye girmelidir.

Trafik yoğunluğu kriterinde olduğu gibi karar destek aracının girdisi olan diğer kriterler için de darboğaz değerlerinin tespit edilmesi mümkün olmakta ve böylece karar vericinin karar aşamasında istediği sınırlamaları getirerek alternatif güzergâhları bulması söz konusu olabilmektedir.



7. SONUÇ VE ÖNERİLER

7.1. Sonuç

Doğal afetler bir toplumun karşı karşıya kaldığı olağanüstü durum ve haller arasında önemli bir yer edinmektedir. Özellikle de depremler büyük ölçüde can ve mal kaybına neden olması bakımından birinci sırada yer almaktadır. Türkiye Deprem Bölgeleri haritası'na göre yurdumuzun %92'si, nüfusumuzun %95'i, büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ü deprem bölgesinde bulunmaktadır.

Afetleri önlemek mümkün değildir ama etkili afet yönetim sistemleri ile etkilerini en aza indirmek mümkündür. Afetlerde en kısa zamanda müdahale hayati önem taşımaktadır. Herhangi bir afet sonrası bölgeye yardım sağlanması, insanlara yardım edilmesi, yardım malzemelerinin ulaştırılması için kaza yerine en kısa sürede ulaşılması birinci önceliktir.

İstanbul, dünyada en yüksek deprem riskine sahip üç şehirden biridir. Kuzey Anadolu Fay Hattı'na yakın konumu nedeni ile birinci derece deprem bölgesinde yer alması ve yüksek deprem riski taşıması, İstanbul'da yaşanabilecek bir depremin kentin sadece kendisini değil, ekonomik olarak bütün ülkeyi etkileyeceği kent için hazırlanan afet planlarında belirtilmiştir. İstanbul Deprem Master Planı'na göre ise İstanbul'da 30 yıl içinde büyük bir deprem olma olasılığı 62 ± 12 olarak tahmin edilmektedir.

Bu bağlamda tez çalışmasında İstanbul'da meydana gelebilecek olası bir deprem düşünülmüş ve Afet Yönetim Sistemine özellikle Afete müdahale anlamında oluşturulacak deprem sonrası yol durumlarını dikkate alan şebeke sayesinde önemli bir katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Literatürde acil durum lojistiği konusunda yapılmış sayısız çalışma mevcuttur. Ancak deprem sonrası özellikle yardımları taşıyacak araçların güzergâhlarının nasıl belirleneceğine dair çalışmalara çok az rastlanmaktadır. İstanbul ili ile ilgili yapılan çalışmalara bakıldığında ise bu konuda hazırlanmış daha az çalışmaya rastlanmıştır. Yapılan incelemede farklı konuları içeren makale ve tez çalışmalarının olduğu, ancak İstanbul ilinde olası bir deprem sonrasında yol şebekesindeki ulaşım zamanını etkileyecek

tüm kriterleri dikkate alarak uygun güzergâhların bulunduğu bir çalışmanın hemen hemen olmadığı görülmüştür.

Tez çalışmasında olası bir deprem neticesinde ihtiyaç noktalarına belirli yardım noktalarından ulaşılması maksadıyla en uygun güzergâhların tespiti amaçlanmıştır. Bu güzergâh belirlenirken deprem sonrası ihtiyaçların acilen karşılanabilmesi maksadıyla zamanın minimize edileceği güzergâhların tespit edilmesi öngörülmüştür. Zaman mesafe ve hıza bağlı bir değişkendir. İstanbul ilinin yol dilimlerinin uzunlukları CBS vasıtasıyla hesaplanmıştır.

Ancak deprem meydana geldiğinde hızı yavaşlatacak dolayısıyla da ulaşım zamanlarını artıracak kriterler söz konusudur. Bu maksatla İstanbul'da deprem sonrası yolların durumları tespit edilerek şehrin deprem sonrası yol şebekesi ortaya konulmuştur. Şebeke, deprem sonrası yollarda meydana gelecek tüm olası durumları değerlendirerek her yol dilimine ait kat edilecek zamanın en iyi şekilde ortaya konması şeklinde oluşturulmuştur.

Tüm verilerin CBS ortamına aktarılması suretiyle yol şebekesi oluşturulmuş ve kriter ağırlıklarına göre birleşik etki faktörünün bulunması neticesinde araçların yasal otorite tarafından belirlenmiş hız değerleri bu faktör oranında azaltılarak yol dilimlerine ait yeni hız bilgileri elde edilmiş ve yol dilimlerinin mesafesi ve bu hız değerleri kullanılarak her yol dilimine ait araçların deprem sonrası seyahat zamanları hesaplanmıştır. Böylece CBS tabanlı oluşturulan şebeke ile istenilen çıkış ve varış noktaları arasında en kısa zamanda ulaşımı sağlayacak güzergâhlar bulunmuştur.

Önerilen CBS temelli yaklaşım; bulunan en uygun güzergâhta araçların seyri esnasında deprem sonrası meydana gelebilecek köprülerin yıkılması ya da bina enkazlarına bağlı olarak yolların tamamen kapanması gibi ani gelişen durumlar karşısında alternatif güzergâhların bulunabilmesini sağlayan bir karar destek aracı olacaktır.

Öte yandan önerilen yaklaşım ile belirlenecek yardım ve talep noktaları arasında kriterlere ait darboğaz değerleri bulunarak hangi noktadan sonra karayolu ile yardım malzemelerinin taşınmadığı durumlar tespit edilebilecektir. Bu durum afete müdahale ve acil yardım malzemelerinin taşınmasında alternatif taşıma yöntemlerinin kullanımını da ön plana çıkaracaktır.

Önerilen bu metodoloji; sadece deprem afeti sonrası uygun ve dinamik rotalama için değil aynı zamanda karayolu ağı ile ilişkili olan olası diğer afet türleri ve olağan zamanlarda meydana gelebilecek her türlü ani gelişen olaylarda dinamik rotalamada uygulanabilecek esnekliktedir.

CBS sistemine tüm verilerin girilmesi ve şebeke dosyasının oluşturulmasından sonra oluşturulan bu karar destek aracı karar verici için deprem sonrası simüle eden istenildiği kadar senaryolar oluşturup dinamik ve esnek çözümler üretebilecektir. Ayrıca ArcMap programının kullanıcı bireylere verilecek eğitimle herkes tarafından kolaylıkla kullanılması sağlanabilecektir.

Çalışmada kullanılan veriler Arcmap programından bir excel dosyasına aktarılmış ve şebekedeki sabit veriler dışında kalan verilerde değişiklik yapılması ile şebekenin yeniden güncellenmesine olanak sağlayacak şekilde düzenlenmiştir. Böylece karar verici istediği verilerde değişiklik yaptığında şebeke yeniden güncellenebilecektir. Sonrasında güncel veriler kullanılarak CBS programı ile yeniden şebeke analizi yapılabilir.

7.2. Öneriler

Bu çalışmada önerilen metodoloji; yardım malzemelerini, lojistik destek merkezinden talep noktalarına taşıyacak araçlar için, ulaşım süresi üzerinde etkili olan kriterler de (trafik yoğunluğu, yol genişliği, yolun hasar durumu ve yolun zemin yapısı) dikkate alınarak uygun ve dinamik rotaların belirlenmesi maksatlı AHP uygulamasına dayalı CBS tabanlı bir yaklaşımdır. Önerilen bu metodoloji ile;

- Yasal otoritelerin (AFAD, AKOM gibi) depreme yönelik yapılan hazırlıklarına önemli katkıda bulunabileceği,
- Rotalama problemini çözmek için CBS Network analizi kullanılmakla beraber hızlı etkileyen nicel olarak ölçülemeyen nitel kriterlerin varlığı söz konusu olduğunda sezgisel yöntemlerin de kullanılabilirliği,
- Mevcut lojistik destek merkezleri ile ilk yardım birimlerinin durumları değerlendirilerek kabul edilebilir bir zaman diliminde ulaşılamayacak bölgeler için daha kısa zamanda hizmet vermeyi amaçlayan ilave lojistik destek merkezlerinin yerlerinin tespiti için çalışmalar yapılabilirliği,

- Birden fazla lojistik yardım merkezleri seçilip tek veya çoklu talep noktaları arasındaki optimal güzergahlar arasından en kısa sürede yardıma imkan veren yardım merkezinin belirlenmesine yönelik çalışmaların yapılabileceği,
- Müteakip çalışmalarda karayolunun tamamen kullanılmadığı durumlar için alternatif taşıma modlarının kullanılmasını sağlayan bir şebekenin oluşturulabileceği değerlendirilmektedir.



KAYNAKLAR

1. Japan International Cooperation Agency. (2004). Türkiye’de doğal afetler konulu ülke strateji raporu; Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı Türkiye Bürosu Raporu, *Ankara*, 1-163.
2. Başbakanlık. (2011). *Olağandışı durumlarda yaşamı sürdürme*. İstanbul: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı.
3. İnternet: Tanyaş, M., Günalay, Y., Aksoy, L. and Küçük B. (2013), *İstanbul ili afet lojistik planı kılavuzu*, İstanbul. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.istka.org.tr%2Fmedia%2F24626%2F%25C4%25B0istanbul-%25C4%25B0li-afet-lojistik-plan%25C4%25B1-k%25C4%25B1lavuzu.pdf&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
4. Kadioğlu, M. (2011). *Afet yönetimi beklenilmeyeni beklemek, en kötüsünü yönetmek*. İstanbul: T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, 40-43.
5. Pektaş, T. (2012). *İlçe bazında afet lojistiği: başakşehir uygulaması*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
6. İnternet: T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, 2012 URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.afad.gov.tr%2Ftr%2F2311%2FGenelge&date=2018-01-03>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
7. Ersoy Ş. (2015). 2015 yılının doğa kaynaklı afetleri ‘Dünya ve Türkiye’. *Yıldız Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi, 2015 Afet Raporu*, 1-267.
8. İnternet: EM-DAT. The human cost of natural disasters 2015: A global perspective. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.emdat.be%2Fpublications%3Fpage%3D1&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
9. İnternet: World Disasters Report. (2015). *Focus on local actors, the key to humanitarian effectiveness*. The International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.ifrc.org&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
10. İnternet: Fidancı, E. N. (2011). Doğal afetler ve korunma yolları, 2011 s.1-7. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2F80.251.40.59%2Fveterinary.ankara.edu.tr%2Ffidanci%2FENF%2FDogal_Afetler_ve_Korunma.pdf&date=2018-01-03, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
11. Koçkan, Ç. (2015). *Doğal afet risk yönetimi*, Uluslararası Burdur Deprem ve Çevre Sempozyumunda sunuldu, Burdur.
12. Tanyaş, M., Günalay, Y., Aksoy, L. and Küçük, B. (2013). İstanbul ili afet lojistik planı kılavuzu; İstanbul Kalkınma Ajansı DFD-39 Raporu, *İstanbul*, 1-181.
13. İnternet: İçişleri Bakanlığı. *Ülkemizin deprem riski haritası*. <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.icisleriafad.gov.tr%2Filkemizin-deprem-riski-haritasi&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 17.08.2017.

14. İnternet: TÜİK, *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.tuik.gov.tr.+&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
15. İnternet: İstanbul İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü. *Projeler*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.istanbulafad.gov.tr%2Ficerik%2Fprojeler%2F+&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
16. Kılıcı, F. (2012). *A decision support system for shelter site selection with GIS integration: case for Turkey*, Master Thesis, Bilkent University Graduate School Of Engineering and Science, Ankara.
17. Parsons, T. (2004). Recalculated probability of $M \geq 7$ earthquakes beneath the Sea of Marmara, Turkey. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 109(5), 5304.
18. İnternet: Koeri. (2015). *Latest eartquakes map*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.koeri.boun.+edu.tr%2Fsisimo%2F2%2Flatest-earthquakes%2Fmap%2F+&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
19. Yalıtırak, C. (2007). *Marmara bölgesinin tarihsel depremleri (MS:443-1912)*, İstanbul'un Jeolojisi Sempozyumunda sunuldu, İstanbul.
20. Yalıtırak, C., Erturaç, M. K., Tüysüz, O. and Saki-Yalıtırak, K. (2003). *Marmara denizinde tarihsel depremler: Yerleri, büyüklükleri, etki alanları ve güncel kırılma olasılıkları*. İstanbul Teknik Üniversitesi Avrasya Yerbilimleri Enstitüsü Kuvaterner IV Çalıştayında sunuldu, İstanbul.
21. Japan International Cooperation Agency ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2002). *Türkiye Cumhuriyeti, İstanbul ili sismik mikro-bölgeleme dahil afet önleme/azaltma temel planı çalışması*. İstanbul, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=https%3A%2F%2Fwww.jica.go.jp%2Fturkey%2Fturkish%2Factivities%2F04.html%2F302&date=2018-01-03>, Son Erişim Tarihi: 25.08.2017.
22. Yalıtırak, C. (2015). Marmara denizi ve çevresinde tarihsel depremlerin yerleri ve anlamı, *İstanbul Teknik Üniversitesi Vakfı Dergisi*, 51-58. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.itu.edu.tr%2Fdocs%2Fdefault-source%2FDuyuru-Ekleri%2F%25C4%25B1tu-vakfi-dergisi-sayi_67.pdf%3Fsfvrsn%3D2&date=2018-01-03, Son Erişim Tarihi: 25.08.2017.
23. İnternet: Hürriyet. *Marmara için korkutan deprem tahmini*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.hurriyet.com.tr%2Fmarmara-icin-korkutan-deprem-tahmini&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 09.11.2016.
24. İnternet: Medikal Arama ve Kurtarma Derneği. (2015). *Afet Yönetim Sistemi*, URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.medak.org.tr%2Ffaydali-bilgiler%2Ffaydali-bilgiler%2F&date=2018-02-07>, Son Erişim Tarihi: 25.08.2017.

25. Altuntaş, F., Yılmaz, Z. and Altuntaş, A. (2015). *Evaluating the preparations for a possible earthquake in Istanbul and proposals for the future works*. Paper presented at the XIII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.
26. Caunhye, A.M., Nie, X. and Pokharel, S. (2012). Optimization models in emergency logistics: A literature review. *Socio-Economic Planning Sciences*, 46(1), 4-13.
27. Özdamar, L., Ertem, M. A. (2015). Models, solutions and enabling technologies in humanitarian logistics. *European Journal of Operational Research*, 244(1), 55-65.
28. Yang, S., Li, C. (2010). *An enhanced routing method with Dijkstra algorithm and AHP analysis in GIS-based emergency plan*. Paper presented at the 18th International Conference on Geoinformatics, Beijing, China.
29. Su, Z.P., Jiang, J.G., Liang, C.Y. and Zhang, G.F. (2011). Path selection in disaster response management based on Q-learning. *International Journal of Automation and Computing*, 8(1), 100-106.
30. Shashikiran, V., Kumar, T.S., Kumar, N.S., Venkateswaran, V. and Balaji, S. (2011). *Dynamic road traffic management based on krushkal's algorithm*. Paper presented at the Recent Trends in Information Technology, 2011 International Conference, Chennai, India.
31. Umitsu, R., Fushimi, M. (2006). Shortest path problems for ambulances in case of severe earthquakes. Paper presented at the The Sixth International Symposium on Operations Research and Its Applications, Xinjiang, China.
32. Yuan, Y., Wang, D. (2009). Path selection model and algorithm for emergency logistics management. *Computers & Industrial Engineering*, 56(3), 1081-1094.
33. Viswanath, K., Peeta, S. (2003). Multicommodity maximal covering network design problem for planning critical routes for earthquake response. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1857(1), 1-10.
34. Elalouf, A. (2012). Efficient routing of emergency vehicles under uncertain urban traffic conditions. *Journal of Service Science and Management*, 5(03), 241.
35. Raj, R.J.R., Sasipraba, T. (2010). *Disaster management system based on GIS web services*. Paper presented at the Recent Advances in Space Technology Services and Climate Change (RSTSCC), Chennai, India.
36. Chandio, A., Shu, L. Y., Memon, N. M. and Khawaja, A. (2006). *GIS based route guiding system for optimal path planning in disaster/crisis management*. Paper presented at the Multitopic Conference, Islamabad, Pakistan.
37. Kumar, P., Singh, V. and Reddy, D. (2005). Advanced traveler information system for Hyderabad City. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 6(1), 26-37.
38. Görmez, N., Köksalan, M. and Salman, F. S. (2011). Locating disaster response facilities in Istanbul. *Journal of the Operational Research Society*, 62(7), 1239-1252.

39. Salman, F.S., Yücel, E. (2015). Emergency facility location under random network damage: Insights from the Istanbul case. *Computers and Operations Research*, 62, 266-281.
40. Pamuk, A., Kalkan, E. and Ling, H. I. (2005). Structural and geotechnical impacts of surface rupture on highway structures during recent earthquakes in Turkey. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 25(7), 581-589.
41. Günneç, D. ve Salman, F. S. (2011). Assessing the reliability and the expected performance of a network under disaster risk. *OR Spectrum*, 33(3), 499-523.
42. Erdik, M., Durukal, E. (2008). Earthquake risk and its mitigation in Istanbul. *Natural Hazards*, 44(2), 181-197.
43. Saaty, T.L. (1980). *The analytic hierarchy process*. New York: McGraw-Hill.
44. Uludağ, A.S., Doğan, H. (2016). Çok kriterli karar verme yöntemlerinin karşılaştırılmasına odaklı bir hizmet kalitesi uygulaması, *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(2), 17-47.
45. Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83-98.
46. Buckley, J. J. (1985). Fuzzy hierarchical analysis. *Fuzzy Sets and Systems*, 17(3), 233-247.
47. Dijkstra, E.W. (1959). A note on two problems in connexion with graphs. *Numerische Mathematik*, 1(1), 269-271.
48. Abbas, S. H., Srivastava, R. K., Tiwari, R. P. and Bala Ramudu, P. (2009). GIS-based disaster management: A case study for Allahabad Sadar sub-district (India). *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 20(1), 33-51.
49. Selcuk-Kestel, A.S., Duzgun, H.S. and Oduncuoglu, L. (2012). A GIS-based software for lifeline reliability analysis under seismic hazard. *Computers and Geosciences*, 42, 37-46.
50. Alivand, M., Alesheikh, A.A. and Malek, M.R. (2008). New method for finding optimal path in dynamic networks. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 25-33.
51. Berberoğlu, A. (2009). *Coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak deprem verilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
52. Mali, V., Rao, M. and Mantha, S.S. (2012, January). *Enhanced routing in disaster management based on GIS*. Paper presented at the International Conference on Intuitive Systems & Solutions, Mumbai, India.
53. Su, Z. P., Jiang, J. G., Liang, C. Y. and Zhang, G. F. (2011). Path selection in disaster response management based on Q-learning. *International Journal of Automation and Computing*, 8(1), 100-106.

54. İnternet: Trafik Kontrol Merkezi. (2017). Harita. URL: http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Ftkm.ibt.gov.tr%2FYHarita%2FHarita_tr.aspx&date=2018-02-07, Son Erişim Tarihi: 25.08.2017.
55. Altuntaş, F., Yılmaz, Z. and Erol, S. (2015). *Defining and weighting the criteria which causes delays in travel time of the vehicles carrying disaster relief items after an Earthquake*. Paper presented at the XIII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.
56. Aizhu, R. and Wujian, L. (2000). Decision-making for urban fire fighting dispatching during earthquakes. *Journal-Tsinghua University*, 40(11), 85-88.
57. Ling, F. (2007). GIS's Best Path Analysis of Emergency Decision System Based on Improved AHP [J]. *Computing Technology and Automation*, 2, 81-84.
58. Liu, J., Deng, Y.F. and Song, C. Y. (2006). Selection of optimal dispatch path in emergency response based on GIS. *China Safety Science Journal*, 16(4), 9-12.
59. Panahi, S. and Delavar, M. R. (2008). A GIS-based dynamic shortest path determination in emergency vehicles. *World Applied Sciences Journal*, 3(1), 88-94.
60. Pankaja, M.N. ve Rama, A.V., (2012), Evaluation of emergency services to road accident victims using GIS in Jayanagar, Bangalore. *International Journal of Advanced Engineering Technology*, 3(4), 93-96.
61. Altuntaş, F., Yılmaz, Z. and Altuntaş, A. ve Erol, S. (2015). *Deprem sonrası acil yardımların ulaştırılmasında coğrafi bilgi sistemleri (CBS) temelli uygun güzergahların belirlenmesi: İstanbul ili için bir uygulama*. YAEM 35'inci Ulusal Kongresinde sunuldu, Ankara.
62. Altuntaş, F., Erol, S. (2017, Temmuz). *Deprem sonrası yardım ve talep noktaları arasındaki ulaşım süresini etkileyen yollardaki hasar riskinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) temelli uygun rotanın seçilmesi: İstanbul ili uygulaması*. YAEM 37'nci Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresinde sunuldu, İstanbul.
63. Altuntaş, F., Yılmaz, Z. (2014). *A GIS based model for defining where to locate international logistic bases/centers in Turkey*, Paper presented at the XII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.
64. Yılmaz, Z., Altuntaş, F. (2014). *Preparation intermodal transport – an analysis of Turkey*. Paper presented at the XII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.
65. Saaty, T.L. (1986). Axiomatic foundation of the analytic hierarchy process. *Management Science*, 32(7), 841-855.
66. Forbes, G. (2012). Methods and practices for setting speed limits: An informational report; Federal Highway Administration Reports, *Washington*, 1-133.

67. İnternet: Karayolları Genel Müdürlüğü. *Hız sınırları*. URL: <http://www.webcitation.org/query?url=http%3A%2F%2Fwww.kgm.gov.tr%2FSayfalar%2FKGM%2FSiteTr%2FTrafik%2FHizSinirlari.aspx&date=2018-01-02>, Son Erişim Tarihi: 22.07.2017.
68. Karayolları Genel Müdürlüğü. (2005). *Karayolu tasarım el kitabı*. Ankara: Karayolları Genel Müdürlüğü.
69. Yoldaş, M.A. (2008). Karayollarında yol sınıflandırması ve tip enkesitlerin incelenmesi: Eminönü-Fatih örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
70. Yılmaz, Z. (2015). *Tehlikeli madde taşımacılığında riski de dikkate alan CBS temelli dinamik güzergâh belirleme*, Doktora Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.





EKLER

EK-1. Tez akış şeması

Tez Akış Şeması	
Konu	Yöntem
Problemin Belirlenmesi	
Literatür Taramasının Yapılması	Veri Tabanları
Verilerin Tespiti	Harita Gn.K.lığı Emniyet Genel Müd. (EGM) Karayolları Genel Müd. (KGM) Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM) Türkiye İstatistik Kurumu (TUİK) AFAD, İBB Harita Müdürlüğü, İBB Trafik Müdürlüğü
Kriterlerin Tespiti	Literatür Taraması, Uzman Görüşü
Kriterlerin Ağırlıklandırılması	Çok Kriterli Karar Verme (AHP)
Kriterlerin Standartlaştırılması	Normalizasyon Yöntemleri
Deprem Senaryolarının Oluşturulması	Geçmiş Depremler Literatür JICA Raporu
Lojistik Destek Merkezi Yerlerinin Tespiti	AFAD, AKOM
İhtiyaç Noktalarının Tespiti	Literatür JICA Raporu Veri Analizi
İstanbul Yol Şebekesinin Oluşturulması (Tüm verilerin bu verilere ait tespit edilecek kriter ağırlıklarını da yansıtabilecek şekilde sisteme girilmesi neticesinde)	Coğrafi Bilgi Sistemleri
Uygun Güzergâhların Bulunması	Şebeke Analizi
Anlık Durumlara Göre Dinamik Güzergâh Tespiti	Şebeke Analizi
Özel Durumların (Darboğaz vb.) Tespiti	Şebeke Analizi

EK-2. Hıza ait kriter ağırlıklarının belirlenmesine yönelik anket çalışması

Hıza Ait Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesine Yönelik Anket Çalışması										
Adı Soyadı (yazma zorunluluğu bulunmamaktadır)										
Ünvanı										
Kurumu										
Tahsili										
Uzmanlık Alanı										
<p>Çalışmamızda deprem sonrası ihtiyaç noktalarına kurtarma timlerinin, sağlık ekiplerinin ve yardımların en kısa zamanda ulaştırılması için kullanılacak araçlara ait en uygun güzergâhların belirlenmesi hedeflenmiştir. Deprem meydana geldiğinde hızı yavaşlatacak dolayısıyla da ulaşım zamanlarını artıracak, hızı etkileyeceği düşünülen kriterler aşağıdaki tabloda verilmiştir. Yolun genişliği, zeminin yapısı ve yol kesişim noktalarında araçların yavaşlaması deprem olsa da olmasa da hızı etki eden kriterlerdir. Deprem sonrası yolda meydana gelebilecek hasarlar, panik yapan halkın araçlara binip biryerlere ulaşmaya çalışmasından dolayı oluşabilecek trafik yoğunluğu ve bazı yerlerdeki trafik sıkışıklıkları da hızı etki eden diğer kriterler olarak düşünülmüştür.</p>										
Hız										
Yolun Genişliği	Yolun Zemin Yapısı	Yol Kesişim Noktaları	Yolda Oluşan Hasar Durumu	Trafik Yoğunluğu	Trafik Sıkışıklığı					
<p>Hız kriterine etki eden yukarıdaki 6 kriterin, deprem sonrası yardımları taşıyacak araçların hızına eşit derecede etki etmeyeceği, her kriterin farklı ağırlıkta hız üzerinde tesirli olacağı düşünülmektedir. Anketteki amacımız bu kriterlerin birbirlerine göre ağırlıklarını tespit etmektir. Aşağıdaki tabloda birbiriyle karşılaştırılacak kriterler tablonun ilk ve son sütunlarında "Kriterler" başlığı altında verilmiştir. Örnek olarak ilk satırda yer alan "Yolun Genişliği" kriterinin "Yolun Zemin Yapısı" kriterinden Kuvvetli Derecede Önemli olduğunu farz edilerek, ikinci satırda ise "Yol Kesişim Noktaları" kriterinin "Yolun Genişliği" kriterinden Çok Kuvvetli Derecede Önemli olduğu farz edilerek kutucuklar kırmızı dolgu ile işaretlenmiştir. Hangi Kriter daha önemli ise onun olduğu taraftaki seçenekler işaretlenmelidir.</p>										
Örnek Anket Doldurma Şekli										
Kriterler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede	Kesin Önemli	Kriterler
Yolun Genişliği										Yolun Zemin Yapısı
Yolun Genişliği										Yol Kesişim Noktaları
<p>Sizden istediğimiz aşağıdaki anketi yukarıdaki örnekte belirtildiği şekilde ve kriterlerin sizin görüşünüze göre birbirine önemini yansıtacak şekilde doldurmanızdır. Lütfen anketi doldururken işaretlemenizin tutarlı olmasına özen gösteriniz. Tutarlı olmaktan kasıt, yukarıdaki örnekte ilk satırda yer alan "Yolun Genişliği" kriterinin "Yolun Zemin Yapısı" kriterinden Kuvvetli Derecede Önemli olduğunu, ikinci satırda ise "Yol Kesişim Noktaları" kriterinin "Yolun Genişliği" kriterinden Çok Kuvvetli Derecede Önemli olduğu görülmektedir. Bu durumda, "Yol Kesişim Noktaları" kriterinin "Yolun Zemin Yapısı" kriterinden daha önemli olacağı aşikardır. Yukarıdaki örnek işaretleme sadece anketi dolduracak personele konuyu izah etmek için yapılmış olup, herhangi bir uzman kişinin görüşünü yansıtmamaktadır. Anketi doldurduğunuz için çok teşekkür ediyoruz.</p>										

EK-2. (devamı) Hıza ait kriter ağırlıklarının belirlenmesine yönelik anket çalışması

Kriterlerin Ağırlıklarının Belirlenmesi Anketi										
Kriterler	Kesin Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Orta Derecede Önemli	Eşit Önemli	Orta Derecede Önemli	Kuvvetli Derecede Önemli	Çok Kuvvetli Derecede Önemli	Kesin Önemli	Kriterler
Yolun Genişliği										Yolun Zemin Yapısı
Yolun Genişliği										Yol Kesişim Noktaları
Yolun Genişliği										Yolda Oluşan Hasar Durumu
Yolun Genişliği										Trafik Yoğunluğu
Yolun Genişliği										Trafik Sıkışıklığı
Yolun Zemin Yapısı										Yol Kesişim Noktaları
Yolun Zemin Yapısı										Yolda Oluşan Hasar Durumu
Yolun Zemin Yapısı										Trafik Yoğunluğu
Yolun Zemin Yapısı										Trafik Sıkışıklığı
Yol Kesişim Noktaları										Yolda Oluşan Hasar Durumu
Yol Kesişim Noktaları										Trafik Yoğunluğu
Yol Kesişim Noktaları										Trafik Sıkışıklığı
Yolda Oluşan Hasar Durumu										Trafik Yoğunluğu
Yolda Oluşan Hasar Durumu										Trafik Sıkışıklığı
Trafik Yoğunluğu										Trafik Sıkışıklığı

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	Arclength	Distance (r)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genislik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time S (Senaryo1)	Time A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
1	Millet Cd.	Cadde	2	125,4863	37	9,0350	0,1256	0,8932	0,85	37194	307	121,1531	0,1233	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	12,1871	13,4621	10,7754
5		Sokak	2	169,4648	37	12,2015	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0,4	0,25	0,25	0,25	0,8221	0,8221	0,8221	22,2324	22,2324	22,2324
6		Sokak	2	93,5227	37	6,7336	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0,4	0,25	0,25	0,25	0,8221	0,8221	0,8221	12,2694	12,2694	12,2694
7	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	43,9598	37	3,1651	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	4,2693	4,7160	3,7748
8		Sokak	2	178,9574	37	12,8849	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0,4	0,25	0,25	0,25	0,8221	0,8221	0,8221	23,4777	23,4777	23,4777
9	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	39,8707	37	2,8707	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	3,8722	4,2773	3,4237
10		Sokak	2	172,8434	37	12,4447	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0,4	0,25	0,25	0,25	0,8221	0,8221	0,8221	22,6756	22,6756	22,6756
11	Aşık Veysel Cd.	Cadde	2	39,2994	37	2,8296	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	3,8167	4,2160	3,3746
12		Cadde	2	38,3846	37	2,7637	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	3,7279	4,1179	3,2961
13		Cadde	2	41,3289	37	2,9757	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	4,0138	4,4337	3,5489
14		Cadde	2	39,9319	37	2,8751	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	3,8781	4,2839	3,4289
15		Cadde	2	38,4384	37	2,7676	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3489	0,4900	0,1926	3,7331	4,1237	3,3007
16		Sokak	2	118,0309	37	8,4982	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0,4	0,25	0,25	0,25	0,8221	0,8221	0,8221	15,4847	15,4847	15,4847
17		Sokak	2	199,4086	37	14,3574	0,1256	0,8932	0,85	54493	110	495,3909	0,5043	50	0	0,4	0,25	0,25	0,25	0,8221	0,8221	0,8221	26,1608	26,1608	26,1608
19		Sokak	2	183,1724	38	13,1884	0,1224	0,8959	0,85	88956	851	104,5311	0,1063	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7169	0,7169	0,7169	22,6435	22,6435	22,6435
21	3. Cd.	Cadde	2	164,5394	39	11,8468	0,1193	0,8986	0,85	88956	851	104,5311	0,1063	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3392	0,4804	0,1830	15,8658	17,5376	14,0148
24		Sokak	2	18,1875	33	1,3095	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	2,4019	2,4019	2,4019
25		Sokak	2	162,5300	33	11,7022	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	21,4640	21,4640	21,4640
26		Sokak	2	172,5763	33	12,4255	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	22,7907	22,7907	22,7907
27		Sokak	2	36,2436	33	2,6095	0,1398	0,8812	0,85	14685	32	458,9063	0,4671	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8344	0,8344	0,8344	4,7870	4,7870	4,7870

EK-3. Çalışmada kullanılan veriler

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	Arclength	Distance (r)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genislik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time_S (Senaryo1)	Time_A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
28	Sultan Murat Cd.	Cadde	2	36,4428	33	2,6239	0,1398	0,8812	0,85	25274	72	351,0278	0,3573	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	3,5962	3,9665	3,1862
29	Sultan Murat Cd.	Cadde	2	19,4176	33	1,3981	0,1398	0,8812	0,85	14685	32	458,9063	0,4671	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	1,9161	2,1134	1,6977
30	Sultan Murat Cd.	Cadde	2	15,9920	33	1,1514	0,1398	0,8812	0,85	25274	72	351,0278	0,3573	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	1,5781	1,7406	1,3982
31		Sokak	2	29,4312	33	2,1190	0,1398	0,8812	0,85	14685	32	458,9063	0,4671	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8344	0,8344	0,8344	3,8873	3,8873	3,8873
32		Sokak	2	35,7251	33	2,5722	0,1398	0,8812	0,85	14685	32	458,9063	0,4671	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8344	0,8344	0,8344	4,7185	4,7185	4,7185
33		Sokak	2	37,9205	33	2,7303	0,1398	0,8812	0,85	14685	32	458,9063	0,4671	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8344	0,8344	0,8344	5,0085	5,0085	5,0085
34	Sultan Murat Cd.	Cadde	2	31,3764	33	2,2591	0,1398	0,8812	0,85	25274	72	351,0278	0,3573	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	3,0962	3,4150	2,7433
35	Bağlar Cd.	Cadde	2	24,6253	33	1,7730	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	2,4300	2,6802	2,1530
36		Sokak	2	172,6024	33	12,4274	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	22,7941	22,7941	22,7941
37		Sokak	2	70,2181	33	5,0557	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	9,2731	9,2731	9,2731
38		Sokak	2	5,4242	33	0,3905	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	0,7163	0,7163	0,7163
39		Sokak	2	38,3909	34	2,7641	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8095	0,8095	0,8095	5,0016	5,0016	5,0016
40		Sokak	2	12,6939	34	0,9140	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8095	0,8095	0,8095	1,6538	1,6538	1,6538
41		Sokak	2	65,5625	34	4,7205	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8095	0,8095	0,8095	8,5416	8,5416	8,5416
42		Sokak	2	38,8736	34	2,7989	0,1360	0,8844	0,85	19267	45	428,1556	0,4358	50	0	0,4	0,22	0,22	0,22	0,8208	0,8208	0,8208	5,0962	5,0962	5,0962
43	İnönü Cd.	Cadde	3	26,2176	34	1,8877	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3648	0,5059	0,2086	2,5763	2,8427	2,2814
44		Sokak	2	35,3163	34	2,5428	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8095	0,8095	0,8095	4,6011	4,6011	4,6011
45	İnönü Cd.	Cadde	3	26,7040	34	1,9227	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3648	0,5059	0,2086	2,6241	2,8954	2,3237
46	Barbaros Cd.	Cadde	2	30,3052	32	2,1820	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	3,0036	3,3115	2,6627
47		Sokak	2	41,7225	32	3,0040	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0,4	0,30	0,30	0,30	0,8727	0,8727	0,8727	5,6256	5,6256	5,6256
48	Barbaros Cd.	Cadde	2	31,6746	32	2,2806	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	3,1393	3,4612	2,7830
49		Sokak	2	84,0148	32	6,0491	0,1437	0,8779	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8402	0,8402	0,8402	11,1314	11,1314	11,1314

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	Arclength	Distance (f)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genişlik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time_S (Senaryo1)	Time_A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
50		Sokak	2	24,1573	32	1,7393	0,1437	0,8779	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8402	0,8402	0,8402	3,2007	3,2007	3,2007
51		Sokak	2	187,4133	32	13,4938	0,1437	0,8779	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8402	0,8402	0,8402	24,8310	24,8310	24,8310
52	İnönü Cd.	Cadde	2	41,7535	32	3,0063	0,1437	0,8779	0,85	4373	29	150,7931	0,1534	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	4,1383	4,5625	3,6686
53		Cadde	2	32,3681	27	2,3305	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	3,2164	3,5218	2,9932
54		Cadde	2	16,8245	27	1,2114	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	1,6718	1,8306	1,5558
55	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	210,8144	29	15,1786	0,1564	0,8514	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	20,7017	22,6907	19,2482
56	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	116,5849	29	8,3941	0,1564	0,8514	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	11,4485	12,5485	10,6447
57	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	115,6894	29	8,3296	0,1564	0,8514	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	11,3606	12,4521	10,5629
58	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	223,6466	29	16,1026	0,1564	0,8514	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	21,9618	24,0719	20,4198
59		Cadde	2	14,3669	28	1,0344	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3718	0,5029	0,2761	1,4190	1,5546	1,3200
60	Yeşilköy Halkalı Cd.	Cadde	4	199,5255	28	14,3658	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3718	0,5029	0,2761	19,7073	21,5898	18,3316
61	Yeşilköy Halkalı Cd.	Cadde	4	283,3590	28	20,4018	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3718	0,5029	0,2761	27,9876	30,6610	26,0339
62		Cadde	2	140,5905	28	10,1225	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3718	0,5029	0,2761	13,8862	15,2127	12,9169
63		Sokak	2	115,0665	28	8,2848	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7831	0,7831	0,7831	14,7727	14,7727	14,7727
64		Sokak	2	9,2022	28	0,6626	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7831	0,7831	0,7831	1,1814	1,1814	1,1814
65		Sokak	2	137,4635	28	9,8974	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7831	0,7831	0,7831	17,6481	17,6481	17,6481
66		Sokak	2	47,2839	28	3,4044	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7831	0,7831	0,7831	6,0705	6,0705	6,0705
67		Sokak	2	17,3496	28	1,2492	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7831	0,7831	0,7831	2,2274	2,2274	2,2274
68		Sokak	2	114,5459	27	8,2473	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	14,7743	14,7743	14,7743
69	Gazi Evrenos Cd.	Cadde	3	71,3739	27	5,1389	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	7,0923	7,7657	6,6002
70		Sokak	2	76,5344	27	5,5105	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	9,8715	9,8715	9,8715
71		Sokak	2	229,9760	28	16,5583	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7831	0,7831	0,7831	29,5252	29,5252	29,5252

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	ArcLength	Distance (r)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genislik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time S (Senaryo1)	Time A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
72		Sokak	2	36,0487	34	2,5955	0,1360	0,8844	0,85	25274	72	351,0278	0,3573	50	0	0,4	0,18	0,18	0,18	0,8010	0,8010	0,8010	4,6745	4,6745	4,6745
73		Sokak	2	218,5341	34	15,7345	0,1360	0,8844	0,85	25274	72	351,0278	0,3573	50	0	0,4	0,18	0,18	0,18	0,8010	0,8010	0,8010	28,3378	28,3378	28,3378
74		Cadde	2	218,5448	32	15,7352	0,1437	0,8779	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	21,6604	23,8810	19,2019
75		Sokak	2	49,5913	33	3,5706	0,1398	0,8812	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0,4	0,18	0,18	0,18	0,8080	0,8080	0,8080	6,4555	6,4555	6,4555
76		Sokak	2	92,1201	33	6,6326	0,1398	0,8812	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0,4	0,18	0,18	0,18	0,8080	0,8080	0,8080	11,9916	11,9916	11,9916
77	Alparslan Cd.	Cadde	2	146,8351	33	10,5721	0,1398	0,8812	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	14,4897	15,9817	12,8379
78	Alparslan Cd.	Cadde	2	32,9124	33	2,3697	0,1398	0,8812	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	3,2478	3,5822	2,8776
79		Sokak	2	67,8203	32	4,8831	0,1437	0,8779	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0,4	0,18	0,18	0,18	0,8140	0,8140	0,8140	8,8577	8,8577	8,8577
80		Sokak	2	63,1192	32	4,5446	0,1437	0,8779	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0,4	0,18	0,18	0,18	0,8140	0,8140	0,8140	8,2437	8,2437	8,2437
81	Kahramanlar Cd.	Cadde	2	48,9896	33	3,5272	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	4,8343	5,3321	4,2832
82	Mevlana Cd.	Cadde	2	59,3809	33	4,2754	0,1398	0,8812	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	5,8597	6,4631	5,1917
83		Sokak	2	142,5090	33	10,2606	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0,4	0,30	0,30	0,30	0,8667	0,8667	0,8667	19,1536	19,1536	19,1536
84	Kahramanlar Cd.	Cadde	2	56,7999	33	4,0896	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	5,6050	6,1822	4,9661
85	Mevlana Cd.	Cadde	2	33,8052	33	2,4340	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	3,3359	3,6794	2,9556
86	Yavuz Selim Cd.	Cadde	2	49,1848	32	3,5413	0,1437	0,8779	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	4,8748	5,3746	4,3215
87	Kahramanlar Cd.	Cadde	2	40,9434	33	2,9479	0,1398	0,8812	0,85	30594	86	355,7442	0,3621	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	4,0403	4,4563	3,5797
88		Sokak	2	104,3273	27	7,5116	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	13,4563	13,4563	13,4563
89	Serbesti Cd.	Cadde	3	71,5896	27	5,1544	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	7,1137	7,7892	6,6202
90		Sokak	2	103,8903	27	7,4801	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	13,3999	13,3999	13,3999
91	Serbesti Cd.	Cadde	3	72,9135	27	5,2498	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	7,2453	7,9332	6,7426
92		Sokak	2	74,2033	26	5,3426	0,1710	0,8376	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,8001	0,8001	0,8001	9,6172	9,6172	9,6172
93	Serbesti Cd.	Cadde	3	72,5038	27	5,2203	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	7,2046	7,8886	6,7047

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	ArcLength	Distance (r)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genişlik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time_S (Senaryo1)	Time_A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
94	Serbesti Cd.	Cadde	3	77,5464	26	5,5833	0,1710	0,8376	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3888	0,5198	0,2930	7,7541	8,4858	7,2195
95		Sokak	2	105,5779	31	7,6016	0,1478	0,8744	0,85	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7531	0,7531	0,7531	13,3267	13,3267	13,3267
96		Sokak	2	207,6611	31	14,9516	0,1478	0,8744	0,85	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7531	0,7531	0,7531	26,2122	26,2122	26,2122
97		Sokak	2	64,5030	31	4,6442	0,1478	0,8744	0,85	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7531	0,7531	0,7531	8,1420	8,1420	8,1420
98		Sokak	2	60,0799	31	4,3258	0,1478	0,8744	0,85	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7531	0,7531	0,7531	7,5836	7,5836	7,5836
99	Yeşilyurt Cd.	Cadde	2	56,1878	31	4,0455	0,1478	0,8744	0,85	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3223	0,4534	0,2266	5,3495	5,8796	4,9621
100		Sokak	2	69,4446	31	5,0000	0,1478	0,8744	0,85	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7531	0,7531	0,7531	8,7657	8,7657	8,7657
101	Leylek Cd.	Cadde	2	94,9063	34	6,8333	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3648	0,5059	0,2086	9,3261	10,2904	8,2584
102		Sokak	2	40,2883	34	2,9008	0,1360	0,8844	0,85	50689	132	384,0076	0,3909	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8095	0,8095	0,8095	5,2488	5,2488	5,2488
103	Tansel Cd.	Cadde	2	34,4402	33	2,4797	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	3,3986	3,7485	3,0111
104		Cadde	2	51,1057	33	3,6796	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	5,0431	5,5624	4,4682
105		Sokak	2	112,6786	33	8,1129	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0,4	0,30	0,30	0,30	0,8667	0,8667	0,8667	15,1443	15,1443	15,1443
106		Cadde	2	31,6345	33	2,2777	0,1398	0,8812	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	3,1217	3,4431	2,7658
107		Sokak	2	123,9472	32	8,9242	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0,4	0,30	0,30	0,30	0,8727	0,8727	0,8727	16,7124	16,7124	16,7124
108		Sokak	2	120,0599	32	8,6443	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0,4	0,30	0,30	0,30	0,8727	0,8727	0,8727	16,1882	16,1882	16,1882
109		Sokak	2	98,8340	32	7,1161	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0,4	0,30	0,30	0,30	0,8727	0,8727	0,8727	13,3263	13,3263	13,3263
110	Barbaros Cd.	Cadde	2	37,4010	32	2,6929	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	3,7069	4,0869	3,2861
111	Barbaros Cd.	Cadde	2	20,5342	32	1,4785	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	2,0352	2,2438	1,8042
112	Barbaros Cd.	Cadde	2	26,8380	32	1,9323	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	2,6600	2,9327	2,3581
113		Sokak	2	61,0484	32	4,3955	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0,4	0,30	0,30	0,30	0,8727	0,8727	0,8727	8,2314	8,2314	8,2314
114	Barbaros Cd.	Cadde	2	102,2194	32	7,3598	0,1437	0,8779	0,85	33328	57	584,7018	0,5952	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	10,1312	11,1698	8,9813
115		Sokak	2	68,3414	33	4,9206	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	9,0253	9,0253	9,0253

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	Arclength	Distance (r)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genislik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time_S (Senaryo 1)	Time_A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
116		Sokak	2	39,0820	33	2,8139	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8342	0,8342	0,8342	5,1612	5,1612	5,1612
117		Sokak	2	132,3403	32	9,5285	0,1437	0,8779	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0,4	0,23	0,23	0,23	0,8402	0,8402	0,8402	17,5342	17,5342	17,5342
118	Cengiz Topel Cd.	Cadde	2	63,3795	33	4,5633	0,1398	0,8812	0,85	30224	66	457,9394	0,4661	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	6,2543	6,8983	5,5413
119		Sokak	2	63,5915	27	4,5786	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	8,2021	8,2021	8,2021
120		Sokak	2	65,2847	27	4,7005	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	8,4205	8,4205	8,4205
121	Gazi Evrenos Cd.	Cadde	3	60,1900	27	4,3337	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	5,9810	6,5489	5,5660
122	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	85,7851	29	6,1765	0,1564	0,8514	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	8,4240	9,2334	7,8325
123	Demiryolu Altgeçidi	Cadde	2	32,8033	29	2,3618	0,1564	0,8514	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	3,2212	3,5307	2,9951
124		Sokak	2	117,5282	29	8,4620	0,1564	0,8514	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7947	0,7947	0,7947	15,1867	15,1867	15,1867
125		Cadde	2	7,5662	29	0,5448	0,1564	0,8514	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	0,7430	0,8144	0,6908
126		Sokak	2	68,0780	30	4,9016	0,1520	0,8556	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7871	0,7871	0,7871	8,7596	8,7596	8,7596
127		Sokak	2	148,7988	30	10,7135	0,1520	0,8556	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7871	0,7871	0,7871	19,1459	19,1459	19,1459
128		Sokak	2	118,7244	30	8,5482	0,1520	0,8556	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7871	0,7871	0,7871	15,2762	15,2762	15,2762
129		Sokak	2	213,2709	30	15,3555	0,1520	0,8556	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7871	0,7871	0,7871	27,4415	27,4415	27,4415
130	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	320,1761	30	23,0527	0,1520	0,8556	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3563	0,4873	0,2605	31,2656	34,2864	29,0580
131	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	308,0742	30	22,1813	0,1520	0,8556	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3563	0,4873	0,2605	30,0838	32,9904	27,9597
132		Cadde	2	11,0733	30	0,7973	0,1520	0,8556	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3563	0,4873	0,2605	1,0813	1,1858	1,0050
133	Yeşilköy Cd.	Cadde	2	100,3562	29	7,2256	0,1564	0,8514	0,95	28292	300	94,3067	0,0959	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3639	0,4949	0,2681	9,8549	10,8017	9,1629
134		İç Yol	2	227,5532	28	10,2399	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	80	0	0	0,01	0,01	0,01	0,2807	0,2807	0,2807	13,1143	13,1143	13,1143
135		Sokak	2	116,0390	27	8,3548	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	14,9669	14,9669	14,9669
136	Demiryolu Cd.	Cadde	2	77,1605	27	5,5556	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	7,6673	8,3953	7,1353
137		Sokak	2	72,7499	27	5,2380	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	9,3834	9,3834	9,3834

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	Arclength	Distance (r)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genislik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time_S (Senaryo1)	Time_A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
138	Yeşilköy İstanbul Cd.	Cadde	3	43,0088	26	3,0966	0,1710	0,8376	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3888	0,5198	0,2930	4,3006	4,7064	4,0041
139	Yeşilköy İstanbul Cd.	Cadde	3	53,2480	27	3,8339	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	5,2912	5,7936	4,9240
140	Yeşilköy İstanbul Cd.	Cadde	3	21,1802	27	1,5250	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	2,1046	2,3045	1,9586
141		Sokak	2	114,8198	27	8,2670	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	14,8096	14,8096	14,8096
142		Cadde	2	83,2591	27	5,9947	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	8,2733	9,0589	7,6993
143	İstasyon Cd.	Cadde	2	58,7445	27	4,2296	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	5,8373	6,3916	5,4323
144	Gazi Evrenos Cd.	Cadde	3	60,6663	27	4,3680	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	6,0283	6,6007	5,6100
145	Gazi Evrenos Cd.	Cadde	3	65,4605	27	4,7132	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	6,5047	7,1223	6,0534
146	Gazi Evrenos Cd.	Cadde	3	41,3842	27	2,9797	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	4,1123	4,5027	3,8270
147	Gazi Evrenos Cd.	Cadde	3	20,1397	27	1,4501	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	2,0012	2,1913	1,8624
148		Sokak	2	113,5594	27	8,1763	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7914	0,7914	0,7914	14,6471	14,6471	14,6471
149	Demiryolu Cd.	Cadde	2	179,6864	27	12,9374	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	17,8551	19,5505	16,6163
150		Cadde	2	59,3183	27	4,2709	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	5,8944	6,4540	5,4854
151		Sokak	2	38,1359	36	2,7458	0,1290	0,8904	0,85	76786	441	174,1179	0,1772	50	0	0,4	0,09	0,09	0,09	0,7448	0,7448	0,7448	4,7908	4,7908	4,7908
152		Sokak	2	104,0451	34	7,4912	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	13,5683	13,5683	13,5683
153	Maslak Çeşme Cd.	Cadde	3	42,7974	34	3,0814	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3648	0,5059	0,2086	4,2055	4,6404	3,7241
154	Maslak Çeşme Cd.	Cadde	3	35,5369	34	2,5587	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3648	0,5059	0,2086	3,4921	3,8531	3,0923
155	Maslak Çeşme Cd.	Cadde	3	18,8799	34	1,3594	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3648	0,5059	0,2086	1,8553	2,0471	1,6429
156		Sokak	2	82,0820	34	5,9099	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	10,7042	10,7042	10,7042
157		Sokak	2	93,6978	34	6,7462	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	12,2189	12,2189	12,2189
158		Sokak	2	35,3310	34	2,5438	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	4,6075	4,6075	4,6075
159	Sami Paşa Cd.	Cadde	1	41,9103	34	3,0175	0,1360	0,8844	0,85	36729	146	251,5685	0,2560	50	0,2	0	0,31	0,59	0,00	0,4520	0,5931	0,2958	4,3815	4,8073	3,9100

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	Arclength	Distance (tr)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Gemşilik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Etki_S	Toplam Etki_A	Toplam Etki_3	Time_S (Senaryo1)	Time_A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
160		Sokak	2	64,8838	34	4,6716	0,1360	0,8844	0,85	36729	146	251,5685	0,2560	50	0	0,4	0,13	0,13	0,13	0,7755	0,7755	0,7755	8,2944	8,2944	8,2944
161		Sokak	2	65,0936	34	4,6867	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	8,4887	8,4887	8,4887
162		Sokak	2	55,2330	34	3,9768	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	7,2028	7,2028	7,2028
163		Sokak	2	40,7990	34	2,9375	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	5,3205	5,3205	5,3205
164		Sokak	2	9,0665	34	0,6528	0,1360	0,8844	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0,4	0,20	0,20	0,20	0,8112	0,8112	0,8112	1,1823	1,1823	1,1823
165		Sokak	2	59,9111	37	4,3136	0,1256	0,8932	0,85	88956	851	104,5311	0,1063	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7218	0,7218	0,7218	7,4273	7,4273	7,4273
166		Sokak	2	70,1674	37	5,0520	0,1256	0,8932	0,85	88956	851	104,5311	0,1063	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7218	0,7218	0,7218	8,6988	8,6988	8,6988
167		Sokak	2	41,9202	37	3,0183	0,1256	0,8932	0,85	88956	851	104,5311	0,1063	50	0	0,4	0,05	0,05	0,05	0,7218	0,7218	0,7218	5,1969	5,1969	5,1969
168	Çekmece Cd.	Cadde	3	17,8457	28	1,2849	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3718	0,5029	0,2761	1,7626	1,9310	1,6396
169		Sokak	2	36,8281	28	2,6516	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7831	0,7831	0,7831	4,7281	4,7281	4,7281
170	Eski Havaalanı Cd.	Cadde	2	132,5555	28	9,5440	0,1611	0,8470	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3718	0,5029	0,2761	13,0926	14,3432	12,1787
171	Dünya Ticaret Merkezi	Sokak	4	199,0320	29	14,3303	0,1564	0,8514	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0,4	0,01	0,01	0,01	0,7752	0,7752	0,7752	25,4386	25,4386	25,4386
172	Havuzlu Kavşağı	Bulvar	3	41,5694	27	2,9930	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,04	0,36	0,00	0,3045	0,4658	0,2844	3,9044	4,3871	3,8441
173	Havuzlu Kavşağı	Bulvar	3	32,4052	27	2,3332	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,04	0,36	0,00	0,3045	0,4658	0,2844	3,0437	3,4200	2,9966
174	Havuzlu Kavşağı	Bulvar	3	33,7135	27	2,4274	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,04	0,36	0,00	0,3045	0,4658	0,2844	3,1666	3,5580	3,1176
175	Yeşilyurt İstasyon Cd.	Cadde	4	100,8778	27	7,2632	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	10,0241	10,9758	9,3285
176		Cadde	2	118,2872	26	8,5167	0,1710	0,8376	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3888	0,5198	0,2930	11,8280	12,9440	11,0124
177	Yeşilyurt İstasyon Cd.	Cadde	4	38,4113	27	2,7656	0,1659	0,8424	0,95	24134	1325	18,2143	0,0185	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3801	0,5112	0,2844	3,8169	4,1793	3,5520
178		Cadde	2	81,6083	26	5,8758	0,1710	0,8376	0,95	6923	68	101,8088	0,1036	50	0	0	0,19	0,45	0,00	0,3888	0,5198	0,2930	8,1603	8,9303	7,5976
179	20 Temmuz Cd.	Cadde	4	77,1264	33	5,5531	0,1398	0,8812	0,85	36729	146	251,5685	0,2560	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3706	0,5117	0,2143	7,6109	8,3945	6,7432
180	Malazgirt Cd.	Cadde	3	42,6856	32	3,0734	0,1437	0,8779	0,85	36729	146	251,5685	0,2560	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3766	0,5177	0,2203	4,2307	4,6644	3,7505

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

Fid	Adı	Tipi	Şerit Sayısı	Arclength	Distance (r)	Time	PGA	Survival	Beta	Nüfus	Alan	Nüfus Yoğunluğu	Nüfus_Norm	Yasal Hız	Genislik Kriteri	Zemin Kriteri	Trafik_S	Trafik_A	Trafik_3	Toplam Eki_S	Toplam Eki_A	Toplam Eki_3	Time_S (Senaryo1)	Time_A Senaryo2	Time_3 Senaryo3
181	Ataköy Blv.	Bulvar	4	25,8975	28	1,8646	0,1611	0,8470	0,95	21068	184	114,5000	0,1165	50	0	0	0,04	0,36	0,00	0,2962	0,4575	0,2761	2,4169	2,7177	2,3794
182	Uğur Mumeu Blv.	Bulvar	4	265,1895	28	19,0936	0,1611	0,8470	0,95	23889	204	117,1029	0,1191	50	0	0	0,04	0,36	0,00	0,2962	0,4575	0,2761	24,7495	27,8289	24,3645
183		Sokak	2	42,4163	35	3,0540	0,1324	0,8874	0,85	76786	441	174,1179	0,1772	50	0	0,4	0,09	0,09	0,09	0,7501	0,7501	0,7501	5,3447	5,3447	5,3447
184		Sokak	2	33,1976	35	2,3902	0,1324	0,8874	0,85	76786	441	174,1179	0,1772	50	0	0,4	0,09	0,09	0,09	0,7501	0,7501	0,7501	4,1831	4,1831	4,1831
185		Sokak	2	24,5841	35	1,7701	0,1324	0,8874	0,85	76786	441	174,1179	0,1772	50	0	0,4	0,09	0,09	0,09	0,7501	0,7501	0,7501	3,0978	3,0978	3,0978
186		Sokak	2	134,9750	35	9,7182	0,1324	0,8874	0,85	76786	441	174,1179	0,1772	50	0	0,4	0,09	0,09	0,09	0,7501	0,7501	0,7501	17,0078	17,0078	17,0078
187		Sokak	2	15,9511	35	1,1485	0,1324	0,8874	0,85	76786	441	174,1179	0,1772	50	0	0,4	0,09	0,09	0,09	0,7501	0,7501	0,7501	2,0099	2,0099	2,0099
188	Cihan Cd.	Cadde	2	45,8803	35	3,3034	0,1324	0,8874	0,85	73091	187	390,8610	0,3978	50	0	0	0,31	0,59	0,00	0,3593	0,5004	0,2030	4,4902	4,9564	3,9741
189	İnönü Cd.	Cadde	2	39,7440	43	2,8616	0,1081	0,9081	0,85	71800	506	141,8972	0,1444	50	0	0	0,30	0,33	0,00	0,3170	0,3321	0,1658	3,7687	3,8119	3,3360
190		Sokak	2	55,3963	43	3,9885	0,1081	0,9081	0,85	71800	506	141,8972	0,1444	50	0	0,4	0,07	0,07	0,07	0,7046	0,7046	0,7046	6,7987	6,7987	6,7987

EK-3. (devamı) Çalışmada kullanılan veriler

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : ALTUNTAŞ, Feyza
 Uyuğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 02.03.1976, Malatya
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0-505-5156440
 e-posta : faltuntas_2003@yahoo.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Ens. İstatistik	2000
Lisans	Gazi Üniversitesi/İstatistik	1997
Lise	Dr.Şerafettin Tombuloğlu Lisesi-Ankara	1993

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2000-Halen	MSB	Devlet Memuru

Yayınlar

Ulusal

Altuntaş, F., Yılmaz, Z. and Altuntaş, A. ve Erol, S. (2015, Eylül). *Deprem sonrası acil yardımların ulaştırılmasında coğrafi bilgi sistemleri (CBS) temelli uygun güzergahların belirlenmesi: İstanbul ili için bir uygulama*. YAEM 35'inci Ulusal Kongresinde sunuldu, Ankara.

Altuntaş, F., Erol, S. (2017, Temmuz). *Deprem sonrası yardım ve talep noktaları arasındaki ulaşım süresini etkileyen yollardaki hasar riskinin belirlenmesi ve coğrafi bilgi sistemleri (CBS) temelli uygun rotanın seçilmesi: İstanbul ili uygulaması*. YAEM 37'nci Yöneylem Araştırması ve Endüstri Mühendisliği Ulusal Kongresinde sunuldu, İstanbul.

Uluslararası

Altuntaş, F., Yılmaz, Z. (2014, October). *A GIS based model for defining where to locate international logistic bases/centers in Turkey*, XII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.

Yılmaz, Z., Altuntaş, F. (2014, October). *Preparation intermodal transport – an analysis of Turkey*. XII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.

Altuntaş, F., Yılmaz, Z. and Erol, S. (2015, October). *Defining and weighting the criteria which causes delays in travel time of the vehicles carrying disaster relief items after an Earthquake*. XIII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.

Altuntaş, F., Yılmaz, Z. and Altuntaş, A. (2015, October). *Evaluating the preparations for a possible earthquake in Istanbul and proposals for the future works*. XIII. Logistics and Supply Chain Congress, Ankara, Türkiye.

Yabancı Dili

İngilizce

Hobiler

Kayak, Gezi



GAZİ GELECEKTİR..