

**T.C.**  
**GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ULAŞIM KAZASINDA ACİL DURUM YÖNETİMİ İÇİN**  
**CBS KULLANIMI: PENDİK ÖRNEĞİ**

**MELİKE KAYMAKÇIOĞLU**  
**YÜKSEK LİSANS TEZİ**  
**HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**  
**JEODEZİ VE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI**

**GEBZE**  
**2021**

**T.C.  
GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ULAŞIM KAZASINDA ACİL DURUM  
YÖNETİMİ İÇİN CBS KULLANIMI:  
PENDİK ÖRNEĞİ**

**MELİKE KAYMAKÇIOĞLU  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
HARİTA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
JEODEZİ VE COĞRAFİ BİLGİ TEKNOLOJİLERİ PROGRAMI**

**DANIŞMANI  
PROF. DR. ARIF ÇAĞDAŞ AYDINOĞLU**

**GEBZE  
2021**

**T.R.**  
**GEBZE TECHNICAL UNIVERSITY**  
**GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**

**USE OF GIS FOR EMERGENCY  
MANAGEMENT IN A TRANSPORT  
ACCIDENT: PENDİK CASE**

**MELİKE KAYMAKÇIOĞLU**  
**A THESIS SUBMITTED FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE**  
**DEPARTMENT OF GEOMATICS ENGINEERING**  
**GEODESY AND GEOGRAPHIC INFORMATION TECHNOLOGIES PROGRAM**

**THESIS SUPERVISOR**  
**PROF. DR. ARİF ÇAĞDAŞ AYDINOĞLU**

**GEBZE**

**2021**

<b>GEBZE TEKNİK ÜNİVERSİTESİ</b>	<b>YÜKSEK LİSANS JÜRİ ONAY FORMU</b>
----------------------------------	--------------------------------------

GTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 08/07/2021 tarih ve 2021/32 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından 30/07/2021 tarihinde tez savunma sınavı yapılan Melike KAYMAKÇIOĞLU'nun tez çalışması Harita Mühendisliği Anabilim Dalı Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri Programında YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

### **JÜRİ**

ÜYE

(TEZ DANIŞMANI) : Prof. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU

ÜYE

: Prof. Dr. Cemal Özer YIĞIT

ÜYE

: Doç. Dr. Turan ERDEN

### **ONAY**

Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun

.../.../..... tarih ve ...../..... sayılı kararı.

İMZA/MÜHÜR

## ÖZET

Ulaşım kazasında acil durumu yönetebilmek için insan hayatının kurtarılmasında yetkili olan tüm birimlerin ve ulaşımdan sorumlu olan birimlerin bir arada iyi bir biçimde organize olmuş şekilde görevini yerine getirmesi gerekmektedir. Özellikle günümüzde devamlı göç almada ivme kazanan şehirlerin değişken ve gelişen durumlarına ait bilgilerin bütünü Coğrafi Bilgi Sistemleri'nde (CBS) görüntülemek ve yenilemek mümkündür. Bu sebeple ulaşım, sağlık ve acil durumlarda sorumlu olan tüm birimlere ait verilerin bir arada görüntülemek, analiz etmek ve model akışıyla yönlendirmek için günümüz teknolojisiyle maksimum fayda alabilmek için CBS kullanılmıştır. Bu çalışmada uygulamalı bir örnek olarak İstanbul'un Pendik ilçesinde meydana gelebilecek bir acil durum yönetimi ele alınmıştır. Oluşabilecek acil durumun niteliği olarak ulaşım kazası seçilmiştir. Ulaşımda acil durum çözümleri için gerekli veriler araştırılmış ve veri ihtiyaçları listelenmiştir. Bu ihtiyaçlar doğrultusunda uygulama alanı olan İstanbul'un Pendik ilçesine ait coğrafi veri tabanı kurulmuştur. Yöntem olarak CBS'de ağ analizleri kullanılmıştır. Buna göre ulaşımda acil durum yönetimi CBS'de modellenmiştir ve coğrafi web servisleri de geliştirilmiştir. Bu geliştirilen sistemler sonucunda acil durum yönetimi için gerekli verilerin uygun standartlarda, birlikte çalışabilir ortak bir veri tabanı alanında toplanması ve analize hazır hale getirilmesiyle birlikte ulaşım kazalarında acil durum yönetimini daha etkili ve başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır. Acil durum yönetiminde CBS kullanımıyla tüm acil durumda görevli olan özellikle ulaşım kazalarında sorumlu kişi ve kurumların işlerini kolaylaştıracağı ve insan hayatının kurtarılmasında daha iyi sonuçlar alınacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS), Ağ Analizi, Acil Durum Yönetimi, Ulaşım Kazası, Web CBS.**

## SUMMARY

In this study, an emergency management that may occur in Pendik district of Istanbul is discussed as an applied example. Transportation accident is considered as the nature of the emergency occurring. In order to manage the emergency situation in a transportation accident, all units authorized in saving human life and units responsible for transportation should perform their duties in a well-organized manner. Especially, it is possible to view and renew all of the information about the changing and developing situations of cities that are gaining momentum in receiving immigration in Geographical Information Systems (GIS). In order to obtain maximum benefit with today's technology, GIS has been used to view, analyze and direct the data of all units responsible for transportation, health and emergency situations together. The data required for emergency solutions in transportation have been researched and the data needs are listed. In line with these needs, a geographical database has been established in Pendik district of Istanbul, which is the application area. Network analysis was used in GIS as a method. Accordingly, emergency management in transportation has been modeled and geographical web services have also been developed. As a result of these developed systems, it is aimed to collect the data required for emergency management in an interoperable common database area and make them ready for analysis, and it is aimed to carry out emergency management in transportation accidents more effectively and successfully. It is thought that, with the use of GIS in emergency management, it will facilitate the work of responsible persons and institutions, especially in transportation accidents, and that better results will be obtained in saving human life.

**Key Words: Geographic Information Systems (GIS), Network Analysis, Emergency Management, Transportation Accident, Web GIS.**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmalarım için yol açan değerli danışmanım Prof. Dr. Arif Çağdaş AYDINOĞLU'na desteklerinden dolayı teşekkür ederim. TÜBİTAK projesinde birlikte çalıştığım, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan ve bu sebeple tezime olan katkılarından dolayı Arş. Gör. Eren Can SEYREK ve Arş. Gör. Rabia BOVKIR'a teşekkür ederim.

Eğitim hayatıma her zaman desteklerinden dolayı annem Aysel KAYMAKÇIOĞLU ve babam Ali KAYMAKÇIOĞLU'na teşekkür ederim.

Bu çalışma Türkiye Bilimsel Araştırma ve Teknolojik Araştırma Kurulu (TÜBİTAK) tarafından 116Y204 numaralı Akıllı Kentler için Büyük Coğrafi Veri Yönetimi ve Analizinde Birlikte Çalışabilirliğin Sağlanması isimli proje kapsamında desteklenmiştir.

# İÇİNDEKİLER

	<b><u>Sayfa</u></b>
ÖZET	v
SUMMARY	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği	1
1.2. Metodoloji	2
1.3. Literatür	3
2. GENEL BİLGİLER	6
2.1. Afet ve Acil Durum Kavramları	6
2.2. Acil Durum Yönetimi	7
2.2.1. Ulaşımında Acil Durum	8
2.2.2. Afet Bilgi Sistemi	9
2.2.3. Bütünleşik Afet Yönetimi	9
2.2.4. Acil Durum Yönetiminin Temel Evreleri	10
2.2.4.1. Etki Analizi	10
2.2.4.1. Müdahale	10
2.2.4.2. İyileştirme	11
2.2.4.3. Yeniden Yapılanma	11
2.2.5. Ulaşımında Acil Durum-Afet Yönetiminde Temel Sorumlu Birimler	11
2.2.5.1. İtfaiye Ekipleri	11
2.2.5.2. Ambulans Ekipleri	12
2.2.5.3. Emniyet Ekipleri	13
2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)	13
2.3.1. Coğrafi Veri Tabanları	14
2.3.2. Coğrafi Veri Modellemesi	16
2.3.3. Tampon Analizi (Buffer Analizi)	17

2.3.4. Ağ Topolojisi	17
2.3.5. Ağ (Network) Analizleri	18
2.3.6. Rota Analizi (Optimum Güzergâh Belirleme)	21
2.3.7. Ulaşabilirlik Analizi (Servis Alanı, Hizmet Alanı Belirleme)	21
2.4. Web CBS	21
2.4.1. Web CBS Sunucu Veri Tabanı	22
2.4.2. Web CBS’de Sunucu Yazılımları	22
2.4.2.1. GeoServer	22
2.4.2.2. GeoNetwork	23
2.4.2.3. Geoexplorer	23
3. UYGULAMA	24
3.1. Çalışma Alanı	24
3.2. Veri Tabanı Oluşturulması ve Düzenlenmesi	26
3.2.1. Coğrafi Veri Setlerinin Hazırlanması ve Veri Tabanı Oluşturulması	31
3.2.1.1. Acil Durum Ekiplerinin Konumlarının Eklenmesi	32
3.2.1.2. Ulaşım Verisi ve Bilgisi	33
a) optimum güzergah b) ulaşımda nokta verisi engeli	36
c) ulaşımda çizgi verisi engeli d) ulaşımda poligon verisi engeli	36
3.2.1.3. Hastane Verisi	37
3.3. Ulaşım Verilerin Ağ Analizleri için Hazır Hale Getirilmesi ve Topoloji	37
3.3.1. Ulaşım Yollarına Ağ Kurulumu	39
3.3.2. Ulaşabilirlik Analizleri ve Modelleri	41
3.4. Ulaşım Acil Durum Yönetimi için Coğrafi Web Servisleri Geliştirilmesi	44
3.4.1. PostgreSQL Veri Tabanını Oluşturulması	44
3.4.2. Geoserver	45
3.4.3. Geonetwork	47
3.4.4. Geoexplorer	48
3.5. Ulaşım Acil Durum Yönetimi için Coğrafi Veri Modelleri Geliştirilmesi	49
3.5.1. Etki Alanının Belirlenmesi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi	51
3.5.2. Etki Analizi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi	53
3.5.3. Müdahale Planlama ve Analiz Aracının Geliştirilmesi	58
3.5.4. Müdahale Ekiplerinin Seçimi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi	62
3.5.5. Müdahale Ekiplerinin Yönlendirilmesi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi	65
3.5.6. Tahliye Planlama ve Analiz Aracının Geliştirilmesi	70

3.5.7. Yardım Planlama ve Analiz Aracının Geliştirilmesi	71
4. SONUÇLAR	72
KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ	79
EKLER	80

# SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

## Simgeler ve Açıklamalar

### Kısaltmalar

AFAD	:	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AKK	:	Açık Kaynak Kodlu
CBS	:	Coğrafi Bilgi Sistemleri
KKM	:	Komuta Kontrol Merkezi
WFS	:	Web Feature Service
WMS	:	Web Map Service
OGC	:	Open Geospatial Consortium
TÜİK	:	Türkiye İstatistik Kurumu

# ŞEKİLLER DİZİNİ

<b><u>Sekil No:</u></b>	<b><u>Sayfa</u></b>
2.1: Afetlerin sınıflandırılması.	7
2.2: Acil durum yönetimin temel evreleri.	10
2.3: Vektör verilerine ait grafiksel gösterim.	14
2.4: Raster verilerin hücresel olarak gösterilmesi.	15
2.5: ArcGIS’te model aracı.	16
2.6: Ağ topolojisi kuralları.	18
2.7: CBS’de ağ yapısı.	19
3.1: Çalışma alanı olarak seçilen İstanbul-Pendik.	25
3.2: Ulaşım acil durum veri modeli etki alanının ve müdahale bölgesinin tanımlanmasında kullanılacak detay sınıfları.	28
3.3: Ulaşım acil durum veri modeli zarar tespitinde kullanılacak detay sınıfları.	29
3.4: Ulaşım acil durum veri modeli müdahale birimlerinin yönlendirilmesi-1.	30
3.5: Ulaşım acil durum veri modeli müdahale birimlerinin yönlendirilmesi-2.	31
3.6: Ulaşım acil durum yönetimi için oluşturulan veri tabanının ArcCatalog’da görüntülenmesi.	32
3.7: Pendik’te bulunan emniyet, ambulans ve itfaiye konumları.	33
3.8: Acil durum ekip sayısının ve zamanın ayarlanması.	34
3.9: Acil durum ekiplerinin ulaşım kazası konuma yönlendirilmesi.	35
3.10: a) Optimum güzergah b) Ulaşım acil durum veri modeli nokta verisi engeli c) Ulaşım acil durum veri modeli çizgi verisi engeli d) Ulaşım acil durum veri modeli poligon verisi engeli.	36
3.11: Pendik’te bulunan hastanelerin veri tabında gösterimi.	37
3.12: Pendik’te bulunan ulaşım verisine ait öznetelik tablosu.	38
3.13: Pendik yol verisinde topolojinin kontrolü.	39
3.14: Pendik yol verisine ağ analizi kurulumu.	39
3.15: Pendik yol verisindeki nokta ve bağlantı hatları.	40
3.16: Ulaşım acil durum yönetimi için servis alanlarının belirlenmesi modeli.	41
3.17: Pendik’te bulunan ambulans istasyonlarının 6, 8, 10 dakika içerisinde ulaşılabilirliği.	42
3.18: QGIS’ de ulaşım acil durum yönetimi için servis alanlarının belirlenmesi analiz modeli.	43

3.19: Ulaşımında acil durum ekiplerinden emniyet biriminin 4000m de erişebildiği ulaşım yolları.	44
3.20: PostgreSQL veri tabanı oluşturulması.	45
3.21: GeoServer' da verilerin görüntülenmesi.	46
3.22: Pendik'te bulunan hastanelerin Geoserver'da görüntülenmesi.	46
3.23: Geonetwork'te verilerin görüntülenmesi.	47
3.24: Geonetwork'te WMS servislerine bağlanması.	48
3.25: Geoexplorer'da Pendik verilerinin görüntülenmesi.	48
3.26: Coğrafi web servisleriyle ArcGIS'te verilerin görüntülenmesi.	49
3.27: QGIS'te WMS bağlantısının sağlanması.	50
3.28: Coğrafi web servisleriyle QGIS'te verilerin görüntülenmesi.	50
3.29: Ulaşımında acil durum yönetimi için ArcGIS ve QGIS'te oluşturulan model toolbox ları.	51
3.30: Acil durum etki alanının belirlenmesi modeli.	52
3.31: Acil durum konumun seçim aracı.	52
3.32: Etki alanının belirlenmesi modelinin çıktı gösterimi.	53
3.33: ArcGIS' te ulaşımında acil durum yönetiminde etki analizinin modeli.	54
3.34: ArcGIS' te ulaşımında acil durumdan etkilenen bölgenin belirlenmesinin modelde ayarlanması.	55
3.35: Ulaşımında acil durum yönetiminde etki analiz modeli uygulamasının çıktısı.	56
3.36: Ulaşımında acil durum etki analizinde etkilenebilecek örnek yapıların gösterimi.	56
3.37: Ulaşımında acil durum yönetiminde etki analizinin QGIS modeli.	57
3.38: QGIS' te ulaşımında acil durum yönetiminde etki analiz modeli uygulamasının çıktısı.	58
3.39: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modeli.	59
3.40: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modelinin çıktı gösterimi.	60
3.41: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modeli.	61
3.42: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modelinin çıktı harita gösterimi.	62

3.43:	Ulaşımında acil durum noktasına en yakın acil durum yönetimi elemanın bulunması ve en kısa yol analizi uygulaması modeli.	63
3.44:	Ulaşımında acil durum noktasına en yakın acil durum yönetimi istasyonun sayısının ve dakikanın model içerisinde ayarlanması.	63
3.45:	Ulaşımında acil durum noktasına en yakın ambulans ekibinin bulunması ve en kısa yolun bulunması.	64
3.46:	Ulaşımında acil durum yönetiminin modellenmesi.	65
3.47:	Acil durum müdahale ekiplerinin seçimi ve en kısa yol analizi ile yönlendirilmesi.	66
3.48:	Ulaşımında acil durum müdahale ekipleri seçimi modelinde örnek ambulans istasyonun seçimi.	66
3.49:	Ulaşımındaki acil durum noktasına ambulans yönlendirme ve bu ambulansın hastaneye yönlendirilmesi modeli.	67
3.50:	Ulaşımında acil durum noktasına ambulans yönlendirme ve bu ambulansın hastaneye yönlendirilmesi.	68
3.51:	Ağ analizlerinde rota mesafesi hesaplaması.	68
3.52:	QGIS’te en kısa yol analiz modeli.	69
3.53:	QGIS’de müdahale ekiplerini yönlendirme analiz model çıktısı.	69
3.54:	Acil durum ekiplerinin tahliye bölgesine en kısa yol analizleri ile yönlendirilmesi modeli.	71

# TABLÖLAR DİZİNİ

**Tablo No:**

**Sayfa**

3.1: Veri Gereksinim Analizi.

27

# 1. GİRİŞ

Dünyanın her yerinde afetlerle karşı karşıya kalınmaktadır. Bazı afetler önceden tahmin edilebilirken bazıları ise anlık olarak gelişen olaylardır. Kimi afetler ise ikincil bir afeti tetiklemektedir. Temel olarak doğal, beşeri ve teknolojik nedenlerden meydana gelen afetlerden dünyanın var oluşundan itibaren insan ve doğa devamlı etkilenmektedir ve etkilenmeye de devam edecektir. Günümüzde teknolojinin gelişmesiyle erken önlemler almak ya da anlık olarak hızlı bir şekilde afet ve acil duruma müdahale etme konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Ülkemizde 112 Acil Çağrı Merkezi Projesi ile günümüzde tek bir numaradan acil durumlarda birden fazla gerekli olan ekiplerin de tek çağrıdan yönlendirilmesi amaçlanmıştır ve hala uygulanma aşamasında olan bir projedir. Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği'nde [1] Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama ile acil durum yönetiminin gerçekleştirilmesi konusunda, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından çalışmalar yapılacağından ve tüm kurum ve kuruluşların kendi çalışma alanları içerisinde kalan afet ve acil durumlar için gerekli olan verilerin başkanlığa göndermesi gerektiğinden bahsedilmektedir. CBS günümüzde güncel teknolojinin bir parçası olduğu için ve bünyesinde konuma ait tüm veriler ile pek çok analizler de yapılabildiği için bu çalışmada tercih edilmiştir.

CBS'de modellerin veri yönetimi ve konumsal analizler için pratiklik oluşturması ve tekrar kullanılabilmesi dolayısıyla faydalanılmaktadır. CBS'de ulaşım için kullanılan ağ analizleri ile ulaşımın ait verilerin analiz edilmesi ve modellerde kullanılması ulaşım kazalarında acil durum yönetimi için zaman ve hızlı karar verme açısından avantaj oluşturmaktadır. CBS ağ analiz modelleri sonuçlarının hem sözel hem de görsel olarak elde edilmesi de kullanıcılar için kolaylık sağlayan diğer bir olumlu özelliktir. Web CBS ise şehre ait güncel veri akışı sağlamaktadır.

## 1.1. Tezin Amacı, Katkısı ve İçeriği

Acil durum yönetimde CBS'nin kullanımı ile tüm acil durumda görevi olan kişi ve kurumların yapması gereken görevleri organize edip kolaylaştırması amaçlanmıştır. İtfaiye, ambulans ve emniyet konumları başta olmak üzere şehrin değişen dokusuna uygun acil durum ekip konumları CBS ile güncellemek mümkündür. Böylece devamlı

hareketliliğe sahip olan şehirler için veri alt yapısı oluşturulup anlık gelişen ulaşım kazalarında acil durum yönetilebilir. Acil durum yönetiminde gerekli olan tüm ihtiyaçlara ait verilerin tüm kullanıcılar tarafından birlikte çalışabilir ortak bir veri tabanından yönetilmesi ve uygun standartlarda analizlerle acil durum yönetim sürecinin kısaltılması ve daha etkin bir süreç sağlanması amaçlanmıştır.

Emniyet personelinin görev sahası içerisinde olan ulaşım kazalarında sağlık ekiplerine durumu iletme sorumluluğu vardır. Emniyet personeli ve ambulans personellerinin birbirlerinin konumlarını aynı sistemde görebilmeleri ulaşım kazası olgularına daha hızlı bir şekilde erişme başarısını getireceği düşünülmektedir. İtfaiye ekiplerinin de ulaşım kazalarında insan hayatını kurtarmada önemli görevleri vardır. Bu yüzden bütüncül yaklaşım önemli olduğu düşünülmüştür ve bu yönde literatür ve uygulamada olan eksiklere katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## 1.2. Metodoloji

Uygulama alanı olarak İstanbul'un Pendik ilçesi tercih edilmiştir. Bu çalışmada CBS yazılımlarından ArcGIS ve QGIS'te ağ (network) analizi araçları kullanılmıştır. Acil durum yönetiminde acil durum üzerinde etkili olan yol verisi ve bilgileri, ambulans, itfaiye ve emniyet olmak üzere acil durum ekip merkezlerinin konumları, acil sağlık hizmeti veren hastanelerin konum verisi ve bilgileri başta olmak üzere veri setleri hazırlanmıştır. Veri setleri TÜBİTAK 116Y204 projesi kapsamında çeşitli veri kaynaklarından temin edilen, İstanbul ilinin Pendik ilçesinde yer alan veri ve bilgilerini kapsamaktadır. Bahsi geçen veri katmanları ile coğrafi veri tabanı oluşturulmuştur. Oluşturulan veri tabanı üzerinde yol verisi ile ağ kurulumu yapılmıştır. Çizgi ve düğüm noktalarından oluşan bu ağ yapısının topoloji hataları giderilerek analizler için kullanılabilir duruma getirilmiştir. Acil duruma müdahale edilmesi gereken kritik dakikalar için Pendik'teki acil durum ekiplerinin ulaşılabilirliği analiz edilmiştir. CBS'de ağ analizleri kullanılarak acil durum yönetimi için en kısa yol, optimum güzergâh belirleme, acil durum ekip sayısı ve zamanın yönetilmesi gibi çeşitli analizler yapılmıştır. Daha hızlı ulaşılabilirlik ve ekiplerin birlikte yönetilebilmesi için modeller ArcGIS ve QGIS'te oluşturulmuştur.

Ulaşımında acil durum yönetimi için gerekli olan ulaşım hatları ile hastane, ambulans, emniyet ve itfaiye konumları PostgreSQL veri tabanından Web CBS

ortamına aktarılmıştır. Web CBS ortamında bütün kullanıcıların veri üzerinde değişiklik veya yenilik yapabileceği bir sistem kurulmuştur. Böylece şehrin dinamiklerinin acil durum yönetimi için güncel bir veri tabanından yönetilmesi amaçlanmıştır.

Web CBS ortamında verilerin acil durumda meydana gelebilecek tüm ihtiyaçların bir listesi kendi içinde gruplar oluşturularak düzenlenmiştir ve düzenlenen bu gruplar anlık ihtiyaçlara göre kullanıcılar tarafından güncellenebilir hale getirilmiştir. Web CBS’de verilerin yayınlanması ile masaüstü CBS yazılımları ile bağlantısı sağlanmıştır. Pendik’te bulunan Yenimahalle Zümrüt Caddesi’nde uygulamalı olarak örnek bir ulaşım kazasında acil durum yönetimi gerçekleştirilmiştir.

### **1.3. Literatür**

Literatür incelendiğinde genel olarak çalışmaların CBS’de acil durum ve afet yönetiminde görevli birimlerin konumlarının kapsama alanlarının analizi ve planlanması, en kısa yol analizleri ile acil durum konumuna erişimi ve ulaşım kazalarının CBS tabanında tutarak yoğun olan yerlerin belirlenmesi olarak yapıldığı görülmüştür.

Morova vd. [2] çalışmalarında Isparta ilinde ambulans istasyonlarının Voronoi poligonları ve tampon analizi ile 6 dakika içerisinde ulaşabileceği alanlar analiz edilmiştir. Konumsal etki alanlarını belirledikleri bu çalışmada ayrıca CBS’de ağ analizlerini kullanarak ambulans istasyonlarından olay yerine optimum güzergahın oluşturulmasını ele almışlardır. Ambulans istasyonlarının dağılımının Isparta’da düzenli olmadığı, bununla birlikte acil durum yönetiminde CBS kullanımıyla müdahale eden ekiplerin konumlandırılması ve yönetilmesi ile daha hızlı ve verimli bir süreç olacağı sonucuna varmışlardır.

Erkal ve Değerliyurt [3] CBS’de ağ analizlerini kullanarak Eskişehir’de ambulans ve itfaiye istasyonlarının acil durumlara 3, 5 ve 9 dakika içerisinde erişebilirliğini servis alanı analizi kullanarak incelemişlerdir. En kısa yol analizlerini kullanarak hastane yönlendirmesi yapılması ve yeni istasyon konumları oluşturulması için önerilerde bulunmuşlardır. Sonuç olarak Eskişehir’de ambulans ve itfaiye konumlarının şehir içinde dağılımının dengeli olmadığını ve 9 dakika içerisinde ulaşılmayan alanların olduğunu tespit etmişlerdir.

Michele ve Giuseppe [4] acil durum yönetimi için sahadan gelen verilerin gerçek zamanlı aktarımıyla afete dair bilgi ve fotoğraf gibi veriler ile konumsal verilerin masaüstü ve Web CBS’de tutulacağı açık kaynak kodlu (AKK) bir veri tabanı yönetim sistemi geliştirmişlerdir. Web CBS’de Geoserver’ı kullanmışlardır.

Barbieri ve Jorm [5] Avustralya’daki hastanelere seyahat süresi isimli çalışmalarında Avusturalya’daki eyaletler bazında nüfus ve hastanelere ulaşım sürelerini CBS kullanarak analiz etmişlerdir.

Geçen [6] yaptığı çalışmada CBS’de ağ analizlerini kullanarak Adana’nın Ceyhan ilçesindeki itfaiye konumlarını ele alarak acil durumlarda 30 dakika içinde nüfus ve alan erişilebilirliklerini incelemiştir. Ceyhan ilçesinin 3/4’üne itfaiye araçlarının 20 dakikadan daha az bir sürede erişim sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

Yağcı vd. [7] çalışmalarında Konya merkezinde bulunan ambulans istasyon merkezlerinin hizmet kapsayıcılığını ve 15 günlük meydana gelen acil durum verilerini CBS ortamına aktararak değerlendirmişlerdir. CBS’de ağ analizlerini kullanarak acil durum konumuna en kısa sürede nasıl gideceğini ele almışlardır, ambulans istasyon konumlarına 1000 ve 2000 metre olmak üzere iki farklı tampon analizi uygulamışlardır ve bu oluşturulan alan için ambulansların yetersiz kaldığı alanların olduğunu sonucuna ulaşmışlardır.

Şişman vd. [8] Samsun’da bir yıllık acil durum çağrı verisi ile CBS’de veri tabanı oluşturmuşlardır ve nüfusa göre yoğunluğu, çağrının türü gibi özelliklere göre analizler yapmışlardır. Ambulans istasyonlarının 6 ve 10 dakika içerisinde ulaşabildiği alanları ve çağrının geldiği yerlerin yoğunluk haritalarını CBS’de birleştirerek incelemiştir. Trafik kazalarının sahil şeridinde daha fazla meydana geldiği, bu kazaların yoğun olduğu yerlere ek ambulans hizmetlerinin yapılması gerektiği ve şehre 2 yeni ambulans istasyonu daha açılması gerektiği gibi sonuçlara ulaşmışlardır.

Ferudun [9] CBS’de network analizleri kullanarak Kırşehir’de acil durum yönetimindeki ambulans, itfaiye ve emniyet ekiplerinin acil durum konumuna en kısa sürede ulaşması için çalışma yapmıştır. Tampon analizi ile ambulans, itfaiye ve emniyetin ulaşabildiği alanlar analiz edilmiştir. 5 senelik trafik kazalarının meydana geldiği konumlar ile hastanelerin 3, 5 ve 9 dakika içerisinde ulaşabileceği alanlar harita üzerinde birleştirilmiştir. Yetersiz gelen sağlık hizmetleri analizler sonuçlarında belirlenmiştir.

Ölmez ve Geçen [10] Hatay’ın Antakya ilçesinde ambulans erişebilirliğini incelemiştir. CBS’de erişebilirlik analizi ile 25 dakika içerisinde ambulansların

şehrin kapsadığı alanları analiz etmişlerdir. Analizler sonucunda şehrin %65'ine 10 dakika içerisinde ulaşabileceği sonucuna varmışlardır. Yeni ambulans istasyonu açılması gerektiğini ve trafiğe kapalı olan yollara ait anlık verilerin görüntülediği bir sistemin geliştirilmesi gerekli olduğundan bahsetmişlerdir.

Hasnat vd. [11] yoğun nüfuslu yerlerde acil durum yönetimini CBS'de ele almışlardır. Dhaka şehri için değişen yol türlerine göre hız limitleri belirleyerek ve dönüş yerlerindeki bekleme sürelerini de ekleyerek ağ analizleri oluşturmuşlardır. Nüfus yoğunluğu, bir model yaparak ortalama hızı etkileyen faktörleri ağırlıklandırarak ağ analizlerinde maliyet hesaplamalarını bulmaya çalışmışlardır. Araç ile hastaneye ulaşım sürelerini harita üzerinde raster olarak göstermişlerdir.

CBS'de ağ analizleri kullanılarak ambulans ve itfaiyelerin acil durumlar için değerlendirilmesi çeşitli şehirler için farklı araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Ambulans ve itfaiyenin acil durum konumuna ulaşması için en kısa yol analizlerinin kullanılması, tampon analizleri ve servis alanlarını belirlenmesi temel olarak kullanılan araştırma yöntemleri olmuştur.

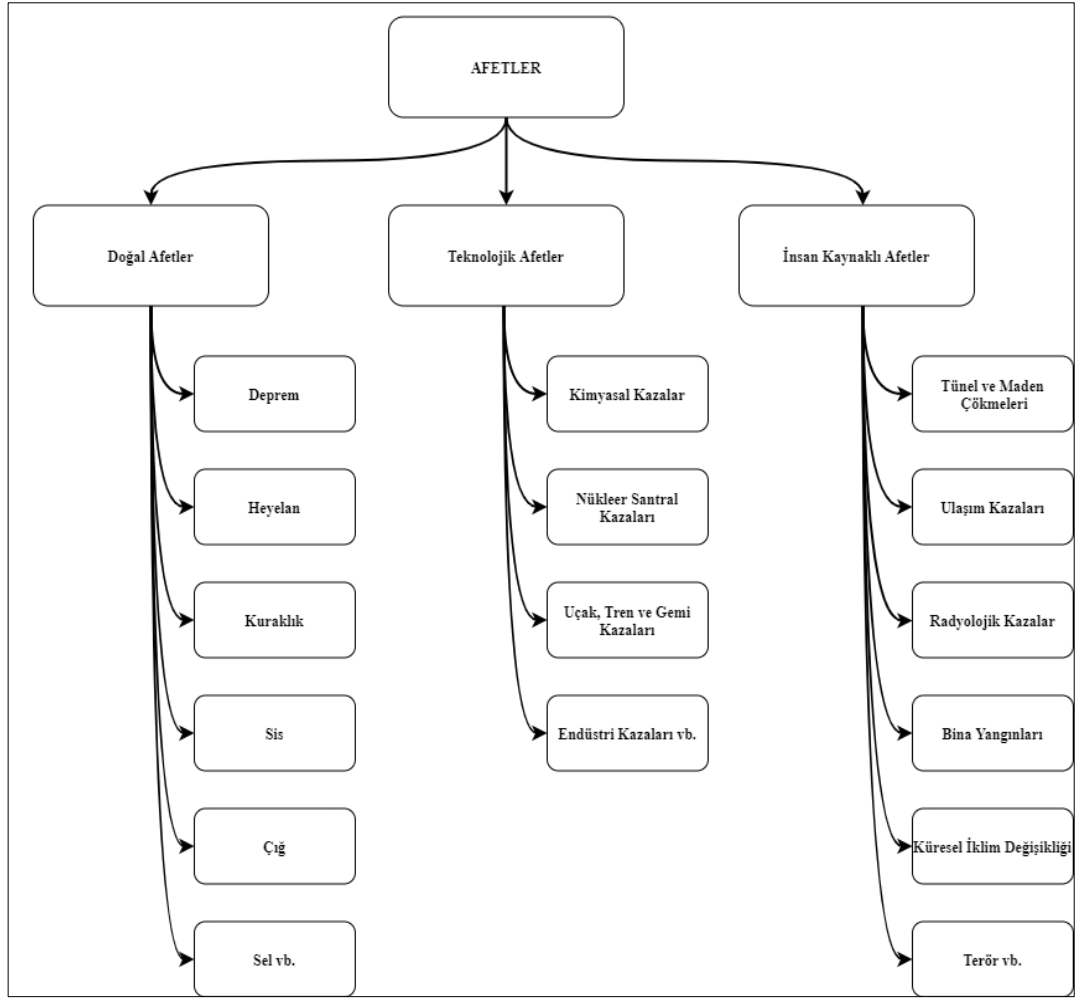
İncelenen çalışmalarda acil durum yönetimi için kapsamlı bir çalışma yapılmadığı görülmüştür. Bu çalışmayla birlikte bütünleşik afet yönetimindeki bu eksikliklerin giderilip ulaşımda acil durum yönetiminin kurumlar arası veri akışının en hızlı şekilde sağlanması amaçlanarak literatüre katkı sağlanacaktır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Afet ve Acil Durum Kavramları

Acil durum, toplumun bütününe veya bir kısmını etkileyen ve bu insanların gündelik hayatını sekteye uğratan veya durduran ve aynı zamanda acil müdahaleyi zorunlu kılan bir kriz halidir. Afet ise toplumun bütününe veya bir kısmını etkileyen ve bu insanların gündelik hayatını kesintiye uğratan veya durduran, ekonomik, fiziksel ve sosyal kayıplara uğratan, doğa, insan ya da teknolojik olaylardır [12]. Afet bir olayın kendisi değildir, yalnızca meydana getirdiği sonuçtur [13].

Afetler doğal, teknolojik ve insan kaynaklı olmak üzere genellikle üç başlıkta incelenir. Dünyada var olan doğa olayları insanların hayatlarını etkilediğinde doğal afet haline gelir. Doğal afetlere örnek olarak, deprem, heyelan, kuraklık, yağmur, sis, çığ, sel, fırtına gibi olaylar verilebilir. Teknolojik afetler, kendi başına oluşabileceği gibi insan ya da doğal bir afet etkiyle de oluşabilmektedir. Kimyasal kazalar, nükleer santral kazaları, uçak, demiryolu, gemi, ve endüstri kazaları bu gruba girmektedir. İnsan kaynaklı afetler ise toplumsal olaylar, insanların dikkatsizliği sonucu meydana gelen kazalar ve pilotaj kaynaklı meydana gelen kazaları içeren geniş kapsamlı bir afet türüdür. Bu afetlere örnek olarak tünel ve maden çökmeleri, dikkatsizlik sonucu insanlara bağlı ulaşım kazaları ve bina yangınları, radyolojik kazalar, küresel iklim değişikliği, siber saldırılar, terör gibi olaylar gösterilebilir. Afetin şiddeti can, ekonomik ve mal kayıplarıyla ölçülür. Afetler sebebiyle meydana gelen zararları en aza indirmek için belirli bir sistem içinde bilgi ve tecrübe paylaşımıyla doğru çözümler üretmek gereklidir. [14]. Şekil 2.1’de afetler üç ana başlık altında toplanmıştır ve türlerine göre örneklerle ifade edilmiştir.



Şekil 2.1: Afetlerin sınıflandırılması.

Afet henüz meydana gelmeden önce yapılan faaliyetler afet risk yönetimi olarak adlandırılır. Afet meydana geldikten sonra yapılan faaliyetler ise kriz yönetimi olarak adlandırılmaktadır [15].

## 2.2. Acil Durum Yönetimi

Acil durum-afet yönetimi, oluşabilecek afetlerin önlenmesi ve afete bağlı olarak meydana gelebilecek zararın en az seviyeye indirilmesi amacıyla afet öncesi hazır olma, afete müdahale etme ve iyileştirme çalışmalarını belirli bir plan dahilinde topluma ait kurum ve kuruluşlarla birlikte afet için ortak olarak hareket etmeyi gerektiren çok yönlü bir yönetim şeklidir [14]. Afet ve acil durum yönetiminin önemi tüm dünyada ve ülkemizde yaşanan acı tecrübelerle öğrenilen, önemi gün geçtikte

daha da artan, çok yönlü bir akademik çalışmayı gerektiren ve uygulama alanlarını kapsayan bir durumdur [16].

17 Haziran 2009 günü Resmi Gazete’de yayınlanan 5092 sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Teşkilatı ve Görevleri Hakkında Kanun incelendiğinde başbakanlığa bağlı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı’nın kurulması ve buna dair görevler ve detaylar ile afet ve acil durum meydana gelmeden önce hazırlık, zarar azaltma, olaya müdahale ve olay sonrasındaki aşamada iyileştirme çalışmaları için kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyon sağlanması ve acil durumlara ilgili politikaların yer aldığı görülmektedir. Yine bu kanunda Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Teşkilatı bir başkana bağlı olarak Planlama ve Zarar Azaltma Dairesi Başkanlığı, Müdahale Dairesi Başkanlığı, İyileştirme Dairesi Başkanlığı, Sivil Savunma Dairesi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı ve Yönetim Hizmetleri Dairesi Başkanlığı olarak alt gruplara ayrılmıştır [17].

### **2.2.1. Ulaşımında Acil Durum**

Ulaşımında acil durum çeşitli nedenlerden dolayı meydana gelebilmektedir. Aracın cansız nesneye çarpması veya canlılara çarpması durumunda olabileceği gibi bir aracın bir ya da birden fazla araç ile çarpışması nedeniyle de meydana gelebilmektedir. Ulaşımında acil durumun meydana gelebilme olasılığı nüfus ve trafik yoğunluğu, yolun sahip olduğu özellikler ve insan davranışları ile ilişkilidir [18].

AFAD’ın trafik kazası tanımına bakıldığında karayolunda meydana gelen bir veya birden fazla taşıtın dahil olduğu ve yaralanma, ölüm ve/veya zararlarla sonuçlanan durumdur [13]. Dünya Sağlık Örgütü tarafından yapılmış olan bir araştırmaya göre trafik kazalarında yaralı kişilere acil sağlık hizmetlerinin yeterli bir biçimde olmasıyla trafik kazalarında meydana gelen ölüm oranlarını %25 oranında azaltabilme başarısı potansiyel olarak bulunmaktadır. Başka uluslararası kuruluşlar tarafından yapılan diğer araştırmalar ele alındığında dünyadaki tüm ülkelerin yaklaşık %40’ında trafik kazalarında ciddi derecede yaralanan kazazedelerin yarısından daha az bir kısmı tam teşkilatlı bir ambulans ile hastaneye ulaştırılmakta olup, araştırılan ülkelerin dörtte birinde trafik kazalarında ciddi olarak yaralanan kazazedelerin yaklaşık %10’u tam teşkilatlı bir ambulans ile hastaneye erişimi sağlanmaktadır [19].

### **2.2.2. Afet Bilgi Sistemi**

Afetlerin her safhasında can kaybını ve ekonomik kayıpları en aza indirmek için konuyla ilgili veriler ve bilginin eşgüdüm içinde zamanında sağlandığı ve değişiminin sanal bir ağ ortamında kolaylıkla yapılabildiği bütünleşik ve teknolojik sistemler “afet bilgi sistemi” olarak adlandırılmaktadır. Bu sistemin ana unsurları, gerçek zamanlı veya arşivlenmiş veri ve bilgiler ile karar süreçlerini uygulayıcı ve kullanıcı insanlardır. Teknolojik altyapısı ise uydu haberleşme imkânları, CBS, karar destek sistem yazılımları, acil çağrı ve komuta kontrol merkezleri (KKM) yazılımları, personel ve stok yazılımları, uzaktan algılama, bilgisayar ağları ve internet erişimi de dahil her türlü iletişim sistemlerine dayanır [13]. Daha etkili bir afet yönetimi için örgütsel yapıların oluşturulması ve bu örgütsel yapıların sahip olduğu kapasiteler önemlidir.

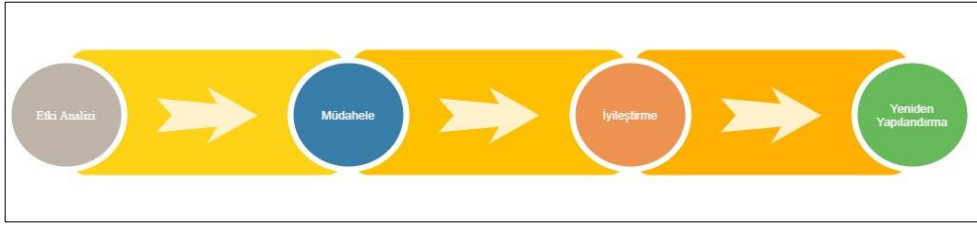
### **2.2.3. Bütünleşik Afet Yönetimi**

AFAD’ın açıklamalı afet yönetimi terimler sözlüğüne göre bütünleşik afet yönetimi, afetlere karşı güçlü olmak ve afetlerin üstesinden gelebilmek için afet yönetiminde bütün tehlikeleri göz önünde bulundurarak hazırlık, önleme, zarar azaltma, müdahale ve iyileştirme aşamalarında yapılması gerekli olan faaliyetler ve alınması gerekli önlemleri içerir. Bunun için topluma ait tüm yerel kaynakları ve gücü kullanarak gerçekleştirilen bir yönetim sürecidir [13].

İnsanlar, sosyal ya da ekonomik gibi durumları gözetilmeksizin acil bir sağlık sorunu yaşadığında bulunduğu konumda anında profesyonel ekiplerin bütün imkanlarından faydalanmak ister. Böyle bir hizmetin her konuma ve toplumun bütün bireyelerine anında götürülmesi için tek bir merkezden iyi bir şekilde organize olarak yürütülmesi gereklidir. Acil durum müdahalesi sadece ambulans hizmetleri olarak düşünmemeli; itfaiye, emniyet gibi yardımcı birimlerin de acil durum organizasyonuna katılması gerekmektedir [20], [21].

## 2.2.4. Acil Durum Yönetiminin Temel Evreleri

Acil durum yönetimi her türlü tehlike durumuna karşı hazırlıklı olma, zarar azaltma, müdahale etme ve iyileştirme amacı ile sahip olunan kaynakların organize ve analiz edilmesi, planlaması, karar alınması ve değerlendirme süreçlerinin bütünüdür [22]. İyi bir acil durum yönetimi için afet döngüsü içindeki evrelerin başarıyla gerçekleştirilmesi gereklidir [15]. Acil durum yönetiminin temel evreleri Şekil 2.2'de olduğu gibi etki analizi, müdahale, iyileştirme ve yeniden yapılandırma olarak ifade edilmektedir.



Şekil 2.2: Acil durum yönetimin temel evreleri.

### 2.2.4.1. Etki Analizi

Acil durum veya afete ait bilgilerin hızlı ve doğru bir biçimde toplanması, iletilmesi, işlenmesi ve analiz edilmesi acil durum yönetiminde etki analizi için olması gerekli unsurlardır. Bu sayede acil durum önlemi almak ve onarılması daha iyi bir biçimde yönetilebilir [23].

### 2.2.4.1. Müdahale

Müdahale, hazırlık durumunun genişletilmiş ve hareket halidir. Acil durum ya da afetlere müdahale etmek ve bunlardan kurtulma başarısı planlama, eğitim ve egzersiz yoluyla doğru orantılıdır. Özel sektör, sivil toplum kuruluşları ve gönüllü bireyler de bu aşamaya dahil olabilirler [24].

### **2.2.4.2. İyileştirme**

Afet ya da acil durum sonrası meydana gelmiş enkazın kaldırılması ve oluşan çevresel kirliliğin temizlenmesi iyileştirme evresinin temelini oluşturur. Ancak iyileştirme faaliyetleri bunlarla sınırlı değildir. İyileştirme evresi afete uğramış bir toplumun bireyleri için ulaşım, haberleşme, su, elektrik ve eğitim gibi olanaklarından faydalanma ayrıca geçici barınma imkanları ile sosyal ve ekonomik ihtiyaçların karşılanması için gerekli tüm çalışmaların yapılmasıdır [23].

### **2.2.4.3. Yeniden Yapılanma**

Afet sonrasında yapılan planlama çalışmaları afet yönetiminde yeniden yapılandırma kısmına girmektedir. Yeniden yapılandırma kapsamında yapılan bazı çalışmalar tekrar planlama çalışmaları, kalıcı konutların inşaatı, onarım ve güçlendirme çalışmaları, kentsel çevre planları ve normal hayata geçiş sürecini içerir. Afetler her ne kadar can ve mal kaybı sonuçlarını getirirse de yeniden yapılandırma çalışmaları ile yeniden ve daha iyi şartlarda yapılanmak için önemli bir fırsat tanır [14]. Aynı zamanda zarar azaltma kapsamında da değerlendirilebilir. Başka bir deyişle afet sonrası yeniden yapılanma zarar azaltma için bir fırsattır [25].

### **2.2.5. Ulaşımında Acil Durum-Afet Yönetiminde Temel Sorumlu Birimler**

Acil durum-afet yönetim sistemlerinin merkezlerinde amaç meydana gelen afet durumunda sahip olduğu bütün kaynaklarla en kısa sürede ve etkin bir şekilde ulaşmak olduğu için bütün sorumlu komuta birimlerin iyi bir şekilde organize olması gerekmektedir. Olağanüstü durumlarda uygulandığı için acil durum-afet yönetimindeki sorumlu birimler olağanüstü hazırlık, sorumluluk ve yetkilere sahip olması gerekmektedir [14].

#### **2.2.5.1. İtfaiye Ekipleri**

Resmi Gazete'nin 2006 yılı 26326 numaralı sayısında yayınlanan Belediye İtfaiye Yönetmeliği'nde yer alan görevler bölümünde itfaiye teşkilatının görevleri;

kamu ve özel itfaiye birimleri ile gönüllü itfaiye personellerine eğitimler vermek, halkı, kamu ve kurumları itfaiye hizmetlerine dair bilgilendirmeler yapmak, olağan üstü hallerde ve doğal afetlerde kurtarma işlemlerine katılmak, yangınlara müdahale etmek, kaza, patlama, mahsur kalma gibi teknik kurtarma gereken durumlarda olaylara müdahale etmek, ilk yardım hizmetlerinin yürütülmesini sağlamak ve yangınlara müdahale etmektir. Bu yönetmelikte itfaiye birimlerinin kurulması için beldenin fiziki ve coğrafi yapısının, nüfusunun ve o bölgenin yangın ve afetlere olan hassasiyetinin ve potansiyel gelişme olasılığının göz önüne alınması gerektiği aktarılmıştır. Aynı zamanda itfaiye teşkilatında bağlı olduğu beldenin nüfusuna göre en az olması gereken araç sayıları ve türleri belirtilmiştir [26].

Trafik kazalarında araç yangın söndürme ve sıkışmalı trafik kazalarında kurtarma hizmetleri itfaiye ekibi tarafınca yapılmaktadır. Genelde tüm illerde ve çoğu ilçe merkezinde itfaiye ekipleri bulunmasından dolayı bu tarz müdahaleler öncelikli olarak itfaiye ekipleri tarafından gerçekleştirilmektedir. AFAD'ın arama ve kurtarma ekipleri ise yalnızca il merkezlerinde görev yapmakta olup itfaiye ekiplerinin yeterli olmadığı zamanlarda olaylara müdahale edebilmektedir [19].

### **2.2.5.2. Ambulans Ekipleri**

Bir ambulansın acil durumlarda görev döngüsü acil durum çağrısı ile başlayan, çağrının değerlendirilip yönlendirilmesi, yönlendirilen birimin yanıt vermesi ve gerekli olarak değerlendirilen hastanın en uygun sağlık hizmeti alabileceği birime yönlendirilmesi ile biten sıralı işlemlerden oluşan bir bütündür [27].

T.C. Sağlık Bakanlığı Yönetim Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yönetim İzleme ve Değerlendirme Dairesi Başkanlığı'nca 2019'da yayınlanan il sağlık müdürlüklerinin performans göstergesi kartlarında sağlık hizmetlerinin hızlı ve etkin olması için hedefler belirlenmiştir. Bunlardan bazıları; KKM'ye acil çağrı geldiğinde ekibe 120 saniyenin altında olacak şekilde iletmek, şehir merkezlerinde gelişen acil durumlara 10 dakika içerisinde ulaşabilmek ve bunu %95'in üzerine taşımak, kırsal bölgelerdeki acil durumlara ise ulaşım süresini 30 dakikanın altına düşürmek ve bunun da %95'in üzerinde ulaşılmış olmasını sağlamaktır [28].

Acil Sağlık Hizmetleri Yönetmeliği madde 11'e göre ambulans istasyonlarını belirlemedeki kriterler: her 50 bin kişinin yaşadığı bir yerde en az bir ambulans

istasyonu konumlandırılması, ulaşım imkanlarının güç olması, trafik ya da iş kazalarının yoğun olduğu bölgeler ve acil yardım gerektiren olayların sıklığıdır [29].

### **2.2.5.3. Emniyet Ekipleri**

Emniyet hizmeti bünyesinde bulunan trafik başkanlığının, trafik akışında ve trafik kazalarında bazı görev ve sorumlulukları vardır. Bunlardan bazıları: trafik akışını düzenlemek, trafik kazası meydana geldiğinde sağlık birimiyle iletişim kurmak, kaza raporları ve istatistikleri toplamak, bu istatistiklerle birlikte kazaların önlenmesi amacıyla araştırmalar yapmak ve önerilerde bulunmak, ölümlü ya da hayati risk taşıyan kazalarda veya trafiği tamamen kapatan durumlarda trafiği en uygun hale getirmektir [30]. Trafik kazalarında oldukça öneme sahip olan emniyet birinin hava durumuna göre yaralının üstünü örtmesi, basit turnike yapması, ilk yardım bilmeyen kişilerin kazazedeye müdahale etmesini önlemek, aracın patlama veya yanma durumunu öngördüğünde çevredeki insanları uzaklaştırmak ve nükleer, biyolojik ve kimyasal madde müdahale ekiplerine haber vermek, böyle bir riskli durumda ilk yardım kurallarına uygun olarak kazazedeyi uygun bir alana taşımak, kaza konumuna gelecek tüm yardım birimlerinin ulaşması için trafiği düzenlemek gibi oldukça hayati sorumlulukları vardır [31]. Dolayısıyla emniyet ekibinin de kaza yerine en kısa sürede ulaşması insan hayatının kurtarılmasında ve buna yardımcı olan ekiplerin işlerini kolaylaştırmak ve hız kazandırması açısından oldukça önemlidir.

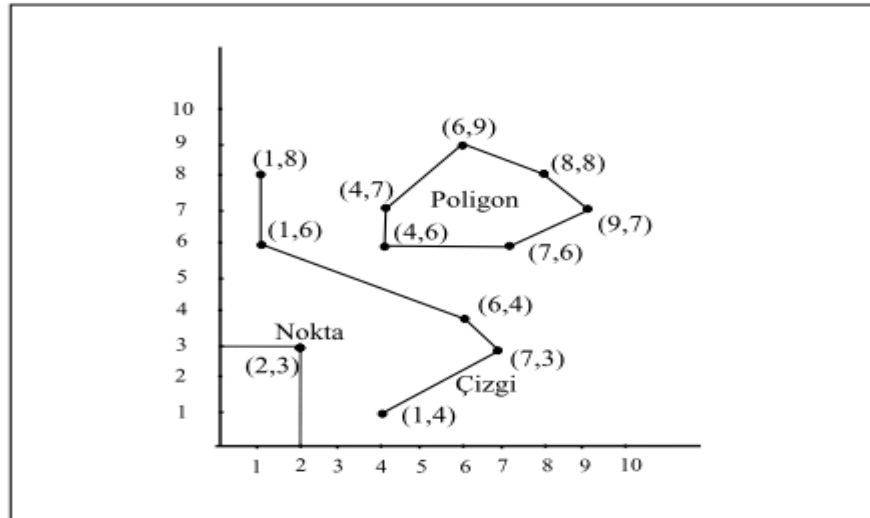
## **2.3. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)**

CBS, sınırları belirlenmiş bir alanda konuma dayalı gözlemlerin ve sözel ve/veya grafiksel verilerin elde edilip toplanması, bir sistemde saklanması, işlemlere tabi tutulması ve isteyen kullanıcılarla paylaşılmasıdır [32]. CBS 1950'lerde trafiğe dair verilerin sayısallaştırılması ile başlamış olup günümüze kadar hızlı gelişme gösterip bilimin pek çok alanında kullanılır hale gelmiştir. CBS'nin bu denli çeşitli alanlarda kullanılmasının sebebi sahip olduğu güçlü analiz kabiliyetidir. Disiplinlere göre çeşitlilik gösteren analizler farklı bilim insanları tarafından farklı kategorilere ayrılmıştır [6].

CBS altı temel bileşenden oluşmaktadır. Bunlar: veri, yöntem, donanım, yazılım, ağ ve insandır. Donanım, CBS yazılımının bulunduğu, mekânsal bilgilerin analiz edildiği, veri giriş ve çıkış ürünleri için kullanılan sayısallaştırıcı, yazıcı ve tarayıcı gibi bilgisayar ve teknoloji ürünleridir. Yazılım, konumsal verilerin toplanması, görüntülenmesi, analiz edilmesi ve depolanması için işlev görmektedir. Yöntem, verinin analiz edilmesi için bazı işlemlerden geçmesidir. İnsan birleşeni ise CBS'yi kullanan kişidir [33].

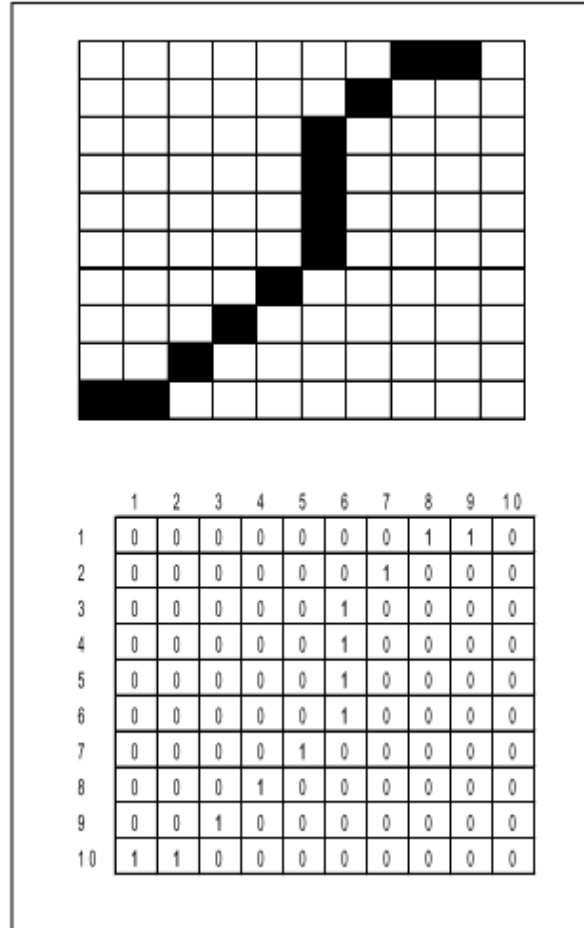
### 2.3.1. Coğrafi Veri Tabanları

CBS'de veri tabanları vektör ve raster veriler üzerine kurulmaktadır. Vektör veri tabanı, bilgisayar sistemlerinde tutulan, belirli koordinat sisteminde tanımlı olan, nokta, çizgi ve poligondan oluşan ayrıca bunlara ait özellik bilgilerinin de yer aldığı nesnelere. Nokta şeklinde olan vektör verilere örnek olarak elektrik direklerinin bulunduğu konumlar, banka konumları, okullar gibi nokta olarak ifade edilen olgular gösterilebilmektedir. Çizgisel veriler ise elektrik hatları, yollar, nehirler gibi art arda birçok noktanın birleşmesinden oluşan verilerdir. Poligon veriler alan olarak da adlandırılabilir ve her bir elektrik santralinin hizmet sağladığı bölgeler, ormanlar ve göller gibi noktaların bir yerden başlayıp tekrar aynı yerde bitmesiyle oluşan poligon şeklindeki verilerdir [34]. Şekil 2.3'te vektörel veriler olan nokta, çizgi ve poligon verileri grafiksel olarak gösterilmiştir.



Şekil 2.3: Vektör verilerine ait grafiksel gösterim.

Raster veri, görüntülerin küçük parçalara ayrılıp, her bir parçanın çeşitli değerler almasıdır. Raster veri tabanında ise bu parçalar grid olarak adlandırılan ızgara biçimindeki hücreler içerisinde saklanmasıdır. Her bir hücre yalnızca bir değer ile ifade edilmektedir. Örneğin, bir yola ait olan hücre içindeki değer yola ait birkaç metre ya da birkaç kilometre olabilir. Ne kadar olduğu burada çözünürlük denilen faktöre bağlı olarak değişebilmektedir. Çözünürlüğü yüksek olan raster verilerde daha fazla hücre vardır. Hava fotoğrafları raster verilere örnektir ve bu veriler CBS’de analiz edilmek için kullanılmaktadır [34]. Şekil 2.4’te raster verilerin hücreler içerisinde gösterilmesi ve buna karşılık aldıkları sayı değerleri gösterilmiştir.



Şekil 2.4: Raster verilerin hücresel olarak gösterilmesi.

### 2.3.2. Coğrafi Veri Modellemesi

CBS’de modelleme, iş akışları oluşturmak ve çalıştırmak için kullanılan görsel bir programlama dilidir. Bir dizi araçlar içerir ve kullanıcılar kendi modellerini oluşturabilmektedir [35]. CBS’de karışık olan bir dizi işlemleri içeren iş akışı içerisinde sadece belirli parametreleri değiştirerek otomatikleştirilmiş iş akışları CBS’de modeller ile yapılabilmektedir ve iş yükünün azaltılması veya bazı analizlerin daha kolay gerçekleştirilmesi açısından CBS’de modeller avantaj oluşturmaktadır. Oluşturulan modellerde bir aracın çıktısı diğer aracın girdisi olarak kullanılmaktadır ve bu şekilde birbirini besleyen işlemler yığılıdır. Ayrıca analizde girdi verilerini ve adımları değiştirmek de mümkündür. CBS’de modelleme aracı modeller oluşturulmak, düzenleme yapmak ve yönetmek için kullanılmaktadır. Modelleme aracı görsel bir programlama dili olarak da düşünülebilir. CBS’de modeller fonksiyonuna göre, veri tabanı tanımlayıcı, etki, değişim, süreç, öngörü ve kural modelleri olabilmektedir [36]. Kullanıcı tarafından oluşturulan model kaydedildikten sonra kişi ve kurumlarla paylaşımını yapabilmektedir. Modeller temel olarak girdi ögesi, coğrafi işlem aracı ve çıktı ya da sonuç verisinden oluşmaktadır. Şekil 2.5’te ArcGIS’te kullanılan sembol ve renkleriyle anlamlarına göre model araçları gösterilmiştir.



Şekil 2.5: ArcGIS’te model aracı.

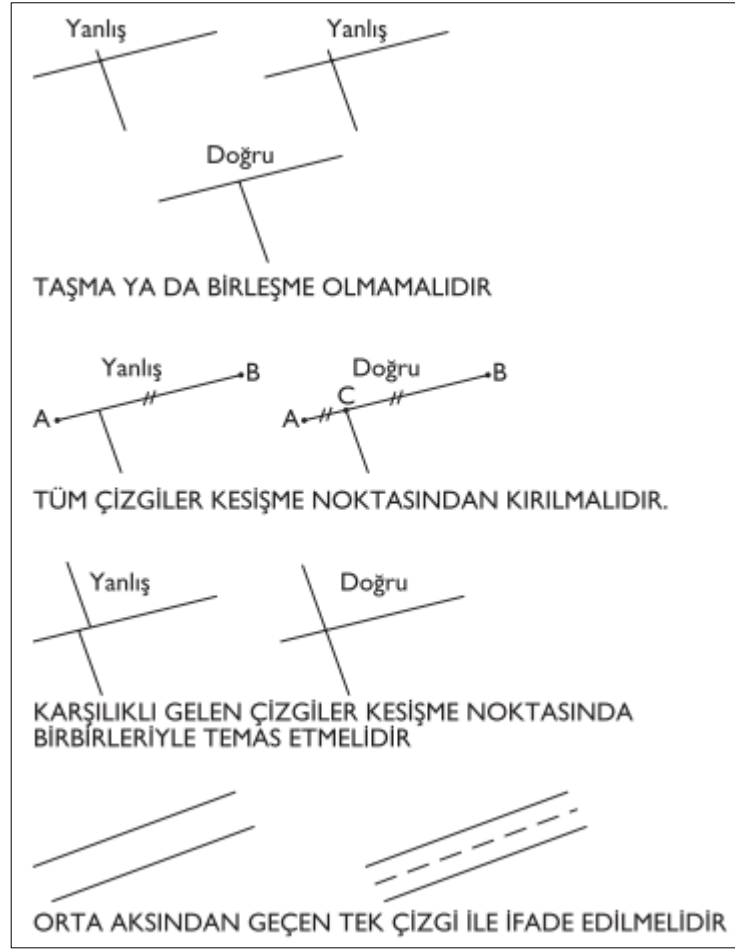
### 2.3.3. Tampon Analizi (Buffer Analizi)

CBS' de tampon, bir unsurun etrafında olan eşit aralıklı bir çizgiyi tanımlayan yakınlık fonksiyonudur. Bu unsur nokta, çizgi ya da poligon şeklinde olabilir fakat tampon analizi sonucu ortaya çıkan görüntü daima çokgendir. Bir verinin özellikleri etrafında tampon oluşturmak için mesafe değeri ya tek bir değerle tanımlanır ya da her bir özellik için nitelik tablosundaki ayrı bir özellikten türetilir [37].

### 2.3.4. Ağ Topolojisi

Topoloji, nesnelere arasındaki konumsal ilişkiye dayanmaktadır. Konumsal ilişki düğüm noktaları ile bağlanır ve bir parçanın diğer bir parça ile doğrudan bağlanması sonucu iki parça ortak bir düğüm noktasını kullanır. Doğrudan bağlantılı olmadığı durumlarda ise aralarına konulan diğer parçalar ile bağlantı sağlanır. Sayısallaştırılmış bir haritanın üzerinde düğüm ve çizgiden oluşan, topoloji olarak adlandırılan, bir sistem kurulur. Yapılan bu topolojiyle birlikte düğüm noktaları ve onları bağlayan çizgilerin öznelik bilgileri oluşturulur. Böylece haritada düğüm ve çizgi parçalarını özneliklerine göre sorgulama ve bulma işlemleri gerçekleştirilebilmektedir. Bir ağın bağlantılığını düğüm noktaları ile gösterilen topolojik ilişkiler belirler. Ağ sisteminde öznelik bilgisi olan bir noktayı bulma işlemine ise adres belirleme denilmektedir [38].

Çizgisel olarak oluşturulan yol, nehir, sulama, kanalizasyon ve elektrik hatları gibi ağlara belirli kurallar dahilinde ağ topolojisi uygulanmaktadır. Kesişen hatlar kesiştiği yerden kırılmalı, kesiştikleri yerin karşısında çizgiler uç uca olarak yer almalı, yol ve su kanalları gibi veriler tek çizgi şeklinde çizilmeli gibi birtakım kuralları vardır. Şekil 2.6'da kuralların yanlış ve doğru çizimleri gösterilmiştir [39].



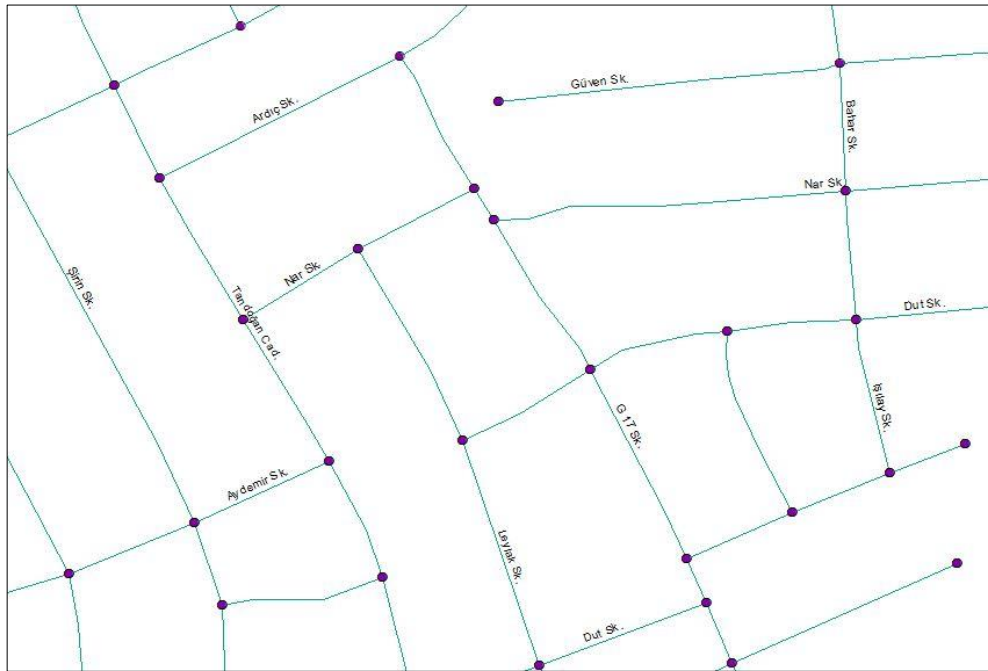
Şekil 2.6: Ağ topolojisi kuralları.

### 2.3.5. Ağ (Network) Analizleri

Ağ analizi, ulaşım çalışmalarının bir alt disiplini. Ağ analiziyle ilgili çalışmalar genelde ulaşım coğrafyası ve ekonomisinde, inşaat mühendisliğinde, endüstri mühendisliğinde ve kırsal alan planlanmasında kullanılmaktadır [38]. 1980'lerin sonunda ilk defa ulaşım CBS araştırmaları ve uygulamaları kullanılmaya başlanılmıştır. İlk zamanlarda taşımacılık uygulamalarında ve ulaşım özel gereksinimlerde kullanılırken, geç benimsenmesi sebebiyle CBS'nin ortaya çıkışından sonra biraz daha geç uygulama alanında yer edinmiştir [40]. Günümüzde ağ analizi ile modern CBS teknolojilerinden nakliye ve kurye şirketleri, market zincirleri, dağıtım servisleri, öğrenci taşıma hizmetleri, yangında itfaiyecilik hizmetleri ve acil durumda ambulans hizmetleri gibi sektörler faydalanmaktadır [38].

Ağ analizleri, çizgisel özellik taşıyan vektör verinin analiz yapılmasıyla coğrafik detaylara ait kararlar vermeye sağlayan CBS’de konumsal analizlerden biridir [32]. Çizgisel özellik taşıyan elektrik, doğalgaz, içme suyu, kanalizasyon, telefon hatları, enerji nakil hatları ile karayolları, demiryolları ve uçak yollarını içeren ulaşım hatları ağ hatlarını oluşturmaktadır [6], [34]. Bir ağ hattı başlangıç ve bitiş noktaları olan aynı zamanda koordinatları da belirli olan parçalardan oluşmaktadır. Ağın bağlantı yerleri düğüm noktaları ile temsili olarak gösterilir ve bir hat parçasında iki düğüm noktası bulunur. Bir ağ yapısında düzlemsel alanda bir hattı kesen diğer hattın kesişim yerinde bu düğüm noktası olmak zorundadır [38]. Örnek olarak hattın kenar kısımları olarak sokak, boru, iletim hatları iken, buna denk gelen düğüm noktaları olarak kavşak, musluk ve sigortalar gösterilebilir [39].

Şekil 2.7’de CBS’de örnek bir alan kesitinden sokaklara ait düğüm ve hatlardan oluşan ağ yapısı gösterilmiştir. Düğüm yerlerine karşılık gelen yerler nokta olarak gösterilmiştir. Sokak ve caddeler ise hat olarak çizgisel gösterilmiştir.



Şekil 2.7: CBS’de ağ yapısı.

Ağ analizinde temel amaç çizgi niteliğinde olan verinin konumsal analizidir. Haritada fiziksel ve sanal çizgisel özelliğinde olan iki hat türü vardır. Fiziksel hatlar dünya üzerine denk gelen veya hava fotoğrafları ile de görülebilen nehirler, yollar ve

kıyı çizgisi gibi hatlardır. Sanal hatlar ise soyut olan yönetim sınırları, coğrafi meridyen ve paraleller örnekleri ile açıklanmaktadır. Ağ analizlerinde sanal hatlar pek fazla kullanılmamaktadır [38].

CBS'de ağ sistemleri ulaşım ağları ve servis ağları olmak üzere iki şekilde kullanılmaktadır. Ulaşım ağları, ağ hattı boyunca hareket eden aracın hızının, yönünün ve varış noktasının kullanıcı tarafından belirlenmesi ile oluşturulur ve diğer ismi yönsüz ağıdır. Kullanıcı tarafından ulaşım ağlarına tanımlanan U dönüşü ya da tek yön kısıtlamalarına göre ağ hattında hareket eden sürücünün hangi yöne döneceğine ve hangi noktalarda duracağına kullanıcı karar vermektedir. Servis ağları ise yönlü ağlar olarak adlandırılan bir diğer ağ türüdür. Örnek olarak elektrik ve su şebeke hatları gösterilebilir. Servis ağlarında ürünün izleyeceği yol ağ hatlarına tanımlanır [41].

CBS'de bir ağ sistemi oluşturularak ulaşımında bazı analizler yapılabilir. Bunlar, belirlenen iki ya da daha çok hedef noktalar arasındaki yol ağı elde edilebilir, yine belirlenen bu hedef noktalar arası en kısa yol mesafesi ya da optimum ağ güzergâhı bulunabilir, bulunan yol güzergahının yol tarifi alınabilir, araçların sürüş süresinin analizleri yapılabilir, ağlar üzerinden en yakın tesis alanı belirleme analizleri yapılabilir [42]. Ayrıca elektrik hatlarında kesinti meydana geldiğinde bu yerin bulunmasında ve bir suyun akış yönüne göre kirletici faktörün nereleri kirlettiğini göstermesi gibi alanlarda da ağ analizleri kullanılır [39].

Ağ sistemini kurmak için veri tabanındaki konumsal ve konumsal olmayan tüm veriler titizlikle toplanmalı, doğru ve güncel haliyle sistemde tutulması gereklidir. Ulaşım için ağ sistemi kurulması için gerekli konumsal veriler; yol segmentleri, bariyere ait nokta, çizgi ya da alansal veriler, sinyalizasyon yerleri iken, konumsal olmayan veriler ise: yol isimleri, kavşak ve sinyalizasyon noktalarındaki süreler, yol segmentlerine ait trafik akış yönü ve ortalama hızlar, yolun genişliği ve sınıfıdır. Ulaşımına ait konumsal ve konumsal olmayan veriler yetkili idarelerden alınmalıdır, eğer ki eksiklik ya da ulaşılamayan veri var ise mümkün olduğunca resmi ya da bilimsel kaynaklara dayanarak en doğru veri üretilmelidir [43].

### **2.3.6. Rota Analizi (Optimum Güzergâh Belirleme)**

İki ya da daha çok nokta arasındaki en kısa veya en hızlı yolu hesaplamak rota analizi ya da optimum güzergah belirleme olarak adlandırılır [44]. Rota analiz sonucu en kısa uzaklık olabileceği gibi bağlantı özelliklerine göre de değişkenlik gösterebilir [38]. Yolun hız limitleri ya da yoğunluğu da optimum güzergâh belirlemede etkilidir.

İki nokta arasında ek olarak kullanıcı tarafından durak noktaları eklenebilir. Aynı zamanda yine kullanıcı tarafından engeller, yasak dönüşler, tek yönlü yollar veya diğer engeller ağ analizine eklenebilir ve bu durum rota analiz sonuçlarını etkiler. Kullanıcı rota, dönüş yerleri ve uzaklık birimleriyle ne kadar gitmesi gerektiği gibi bazı bilgileri içeren yol tarifi alabilir [37]. Acil durumlarda araç yönlendirme, gezi planını rotalama ve araç içi navigasyon bu kapsamda kullanılabilir [40].

### **2.3.7. Ulaşılabilirlik Analizi (Servis Alanı, Hizmet Alanı Belirleme)**

Belirli bir konumdan çevreye ya da çevreden belirli bir konuma çeşitli ulaşım araçlarıyla hizmet veya mal ulaştırma imkanına ulaşılabilirlik veya erişebilirlik denir. Bu erişim ağ verisini meydana getiren coğrafi nesnelere üzerinden sağlanmaktadır. Erişim olanağı ağlar vasıtasıyla ve coğrafi nesnelere gösterilir [6].

Ulaşılabilirlik analizleri zaman, mesafe ve diğer niteliklere bağlı olarak gerçekleştirilebilir. Sadece bir servis alanı belirlenebileceği gibi iç içe geçmiş şekilde iki veya daha fazla servis alanları belirlenebilir [45]. Örneğin, bir şehirdeki sağlık ocağı, okul gibi kamu kurumlarının toplum için ne kadar erişebilir olduğunu analiz etmek için CBS’de ulaşılabilirlik analizi kullanılabilir. Analiz için yürüyüş zamanı olarak 5, 10 ve 15 dakika ayarlandığında çıktı olarak bu alanları gösteren alanlar elde edilmektedir.

## **2.4. Web CBS**

Web tabanlı olarak da kullanılan CBS, bulut(internet) teknolojileri ile CBS’nin birleşmesinden oluşmaktadır. CBS’nin alt dalı olan Web CBS, internet üzerinden diğer kullanıcılara konumsal bilgi ve harita servisleri ile veri aktarımı ve paylaşımını sağlamaktadır. Bulut tabanlı CBS olarak da adlandırılmaktadır. İnternet CBS ile

arasındaki fark, internet CBS’de bir sunucu üzerinden bilgisayarların birbirine bağlanması iken Web CBS’de kullanıcılar birbirine bağlanmaktadır. İnternet CBS büyük teknoloji laboratuvarlarda ve araştırma merkezlerinde ağ vasıtasıyla kullanılan CBS yazılımlarıdır.

Web CBS günümüzde internet hızının iyileşmesi ve akıllı araçlarının yaygınlaşması sebebiyle gittikçe daha çok kullanılır hale gelmiştir ve uygulamaları artmıştır. Bulut bilişimin kullanılmasıyla büyük boyutlardaki ya da farklı katmanlardaki verilerin tek bir bilgisayarda tutulması, güçlü yazılım ve donanıma ihtiyaç olması gibi durumları Web CBS’de ortadan kaldırmaktadır. Web CBS’nin tercih edilir hale gelmesinde internet üzerinden tüm dünyaya erişebilir harita servislerinin yapılabilmesi ve dolayısıyla çok fazla kişiye ulaşabilmesi, bilgisayara ücretli CBS yazılımları yerine internet üzerinde AKK yazılımlar ile verilerin paylaşılması imkanının olması, veri üretiminin ve paylaşımının kolay olması aynı zamanda kullanımın da basit olmasıdır [46].

#### **2.4.1. Web CBS Sunucu Veri Tabanı**

PostgreSQL, Berkeley Üniversitesi tarafından 1986 yılında geliştirilmeye başlanan, verileri depolayan, SQL dilini kullanan AKK nesne ilişkisel veri tabanı sistemidir [47]. PostGIS, PostgreSQL ilişkisel veri tabanına uzamsal bir destektir. Basit masaüstü ara yüzlerinden oluşan PostGIS, verilerin görselleştirilmesine ve düzenlenmesine izin vermektedir. Coğrafi AKK veri tabanı olan PostGIS, geniş topolojik yapıları(kapsama, ağ, yüzeysel vb) bünyesinde barındırmaktadır [48]. PostgreSQL ile veri tabanları oluşturulabilir ve Web CBS ile bağlantısı kurulabilmektedir. Böylece Web CBS’deki yayınlanan veriler buradan gelebilmektedir.

#### **2.4.2. Web CBS’de Sunucu Yazılımları**

##### **2.4.2.1. GeoServer**

GeoServer, coğrafi verilerin görüntülenmesi ve düzenlenmesine olanak sağlayan java tabanlı bir AKK sunucudur. Harita oluşturma, düzenleme ve bütün dünya ile

paylaşma seçeneği olan GeoServer ayrıca harita oluşturmak için kullanılan verilerin de tek tek paylaşılmasına imkan sağlamaktadır. OpenLayers ile entegre olan Geoserver’da harita oluşturmak oldukça kolaydır. GeoServer ayrıca Google Maps, Google Earth, Microsoft Bing Maps ve MapBox gibi popüler haritalama uygulamalarından herhangi birinde veri görüntüleyebilmektedir. Bunun yanı sıra GeoServer, ESRI ArcGIS gibi geleneksel CBS mimarilerine bağlanabilmektedir [49].

#### **2.4.2.2. GeoNetwork**

GeoNetwork konumsal gösterilen verilerin yönetilmesi için bir katalog uygulamasıdır. Güçlü bir meta veri düzenleme ve arama yapma fonksiyonunun yanı sıra interaktif bir web haritası görüntüleyicisidir. Günümüzde pek çok mekânsal veri altyapı girişiminde kullanılmaktadır. GeoNetwork kullanıcıya kolaylık sağlayan arama kataloglarına sahiptir. Anahtar kelime, organizasyonlar ve kaynak türleri gibi parametrelerle dünya üzerinde yayınlanan geniş kapsamlı verilere ulaşmak mümkün olmaktadır. OpenLayers tabanlı etkileşimli olan GeoNetwork OGC hizmetlerine(WMS, WMTS, vb) ve standartlarına(KML, OWS) erişim sağlamaktadır. GeoNetwork’te kullanıcılar haritalarına açıklama ekleyebilir, yazdırabilir ve başka kullanıcılarla paylaşabilir [50].

GeoNetwork AKK bir yazılımdır ve temel olarak organizasyonlar arasında konumsal verilere ait tematik bilgilerin kolay bir şekilde paylaşılmasını sağlamaktadır. Geonetwork’un amacı konumsal veri ve bilgiyi entegreli olarak kullanmak ve erişmek, kullanıcıların karar verme aşamasında destek olmak, multidisipliner yaklaşımları destekleyerek sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak ve coğrafi bilginin faydalarını yaygınlaştırmaktır [51].

#### **2.4.2.3. Geoexplorer**

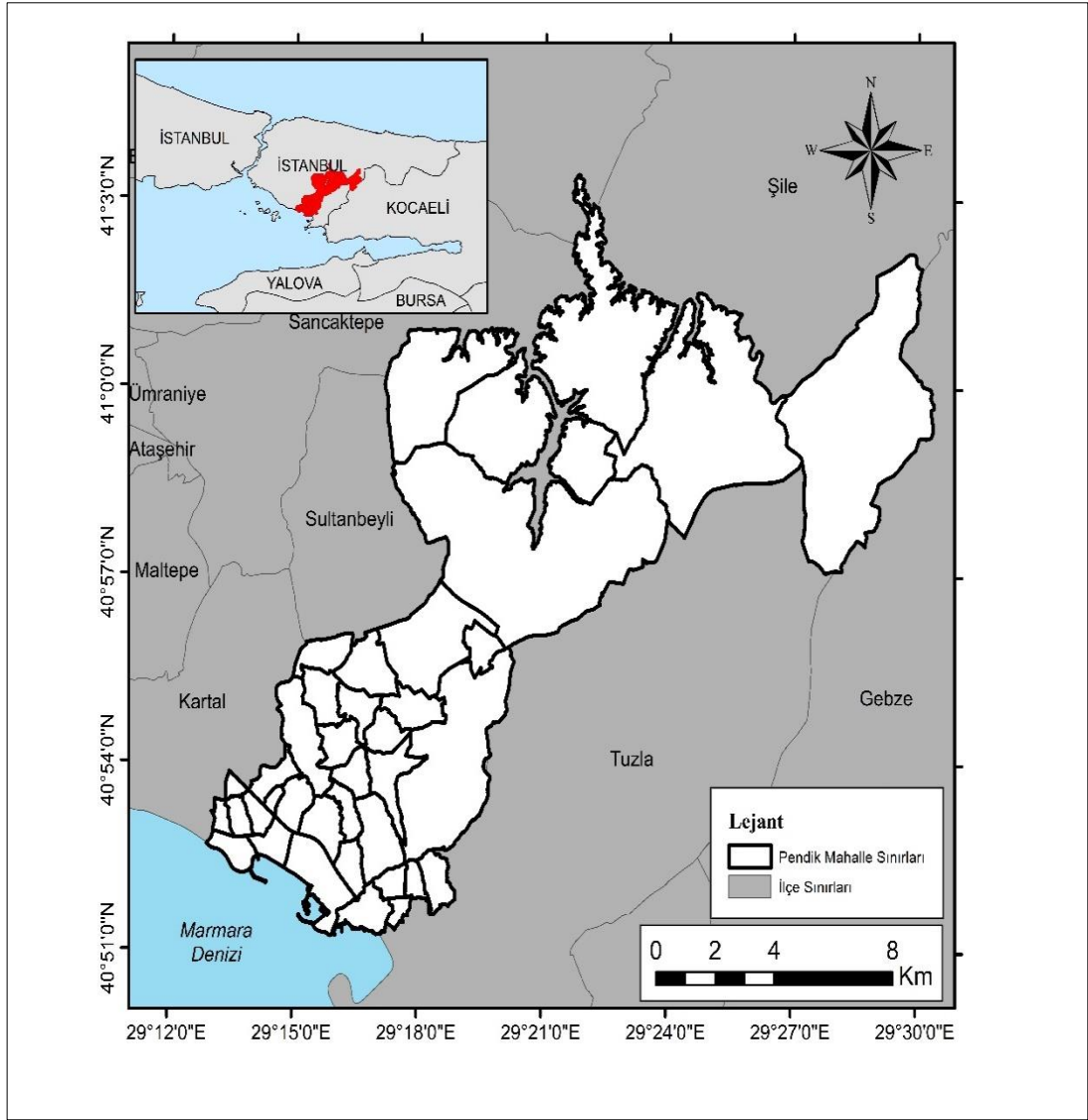
Geoexplorer harita oluşturmak veya yayınlamak için oluşturulmuş bir web uygulamasıdır. Herhangi bir OGC web harita sunucusundan WMS, WFS gibi hızlı bir şekilde harita oluşturabilmektedir ve Google Maps, OpenStreetMap gibi haritalarla entegre edilebilmektedir. Geoexplorer’da harita bilgileri düzenlenebilir ve çıktısı alınabilmektedir [52].

### 3. UYGULAMA

Uygulamanın amacı bilgi teknolojilerini ile şehre ait ulaşım yolları ve acil durum yönetim ekiplerinin coğrafi bilgilerini kullanarak ve analiz edilerek ulaşım kazalarında en hızlı ve verimli bir şekilde acil durum yönetimini gerçekleştirmektir. CBS masaüstü yazılımları ve coğrafi web servislerinin kullanıldığı bu çalışmada uygulama alanı olarak İstanbul'un Pendik ilçesi seçilmiştir.

#### 3.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak İstanbul'un Pendik ilçesi belirlenmiştir. Marmara Denizi'nin kuzey doğusunda yer alan Pendik'in İstanbul'a bağlı başka ilçelerle ve denize komşuluğu olan bir konumu vardır. Bunlar kuzeyde Şile ve Çekmeköy, batıda Kartal, Sancaktepe ve Sultanbeyli, doğuda Tuzla ve güneyde Marmara Denizi'dir. İstanbul'un önemli su kaynaklarından biri olan Ömerli Barajı'nın bir kısmı da Pendik sınırları içinde kalmaktadır (Şekil 3.1). Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre güncel olarak 711 bin 894 nüfusa sahiptir. Uluslararası havayolu, karayolu ve deniz yollarıyla Pendik ulaşım yönünden oldukça yoğundur. İlçeden geçen yüksek hızlı tren ile Anadolu şehirleri ve İstanbul arasında ulaşım sağlanmaktadır. Ayrıca İstanbul'da ulaşımında kullanılan metro ve Marmaray burada yer alan ve kullanılan diğer ulaşım yollarıdır. Uluslararası Sabiha Gökçen Havaalanı, marina ve deniz otobüsleri ile de ulaşımın her alanında günlük olarak yoğun olduğu bir şehirdir [53]. Ulaşım ağları Pendik'in güney kısmında yoğunlaşmıştır.



Şekil 3.1: Çalışma alanı olarak seçilen İstanbul-Pendik.

Trafik kazaları genel olarak incelendiğinde 2019 yılında Türkiye’de gerçekleşen toplam 1.168.114 trafik kazası meydana gelmiştir. Bunların 174.896 tanesi ölümlü veya yaralanmalı trafik kazası olarak geçmektedir. 2.524 kişi kaza yerinde olmak üzere 2.949 kişi ise sağlık kuruluşlarına sevk edildikten sonra 30 gün içinde olmak üzere toplam 5.473 kişi hayatını kaybetmiştir [54]. 2021 Ocak ayı İstanbul’da meydana gelmiş ölümlü ya da yaralanmalı trafik kazası sayısı 1.198, maddi hasarlı trafik kazası sayısı 2.343, 6 ölü ve 1.143 yaralı olmak üzere toplam 4.690 kişi trafik kazalarından etkilenmiştir [55].

### 3.2. Veri Tabanı Oluşturulması ve Düzenlenmesi

Çalışmada kullanılan veriler 116Y204 numaralı Akıllı Kentler için Büyük Coğrafi Veri Yönetimi ve Analizinde Birlikte Çalışabilirliğin Sağlanması isimli proje tarafından temin edilmiştir. Ulaşım kazalarında acil durum yönetimi için veri ihtiyacı öncelikle belirlenmiştir. Bu veri ihtiyacı belirlenirken acil durum yönetimi ilgili yönetmeliklere, kanunlara ve literatüre göre oluşturulmuştur. Buna göre ulaşımda acil durum yönetimi için 7 başlık halinde değerlendirilmiştir ve CBS veri tabanına entegre edilecek bilgiler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir (Tablo 3.1) [56]. Acil durum yönetimi uygulaması için gerekli olan Pendik’ e ait yol bilgisi, acil durum ekiplerinin konumları ve acil durum müdahale için ekiplerin sahip oldukları envanterler gibi sayısal ve sözel veriler ilk olarak PostgreSQL veri tabanında toplanmıştır. CBS yazılımlarından olan ArcGIS ve QGIS’e veriler PostgreSQL ve Web CBS’den aktarılmıştır.

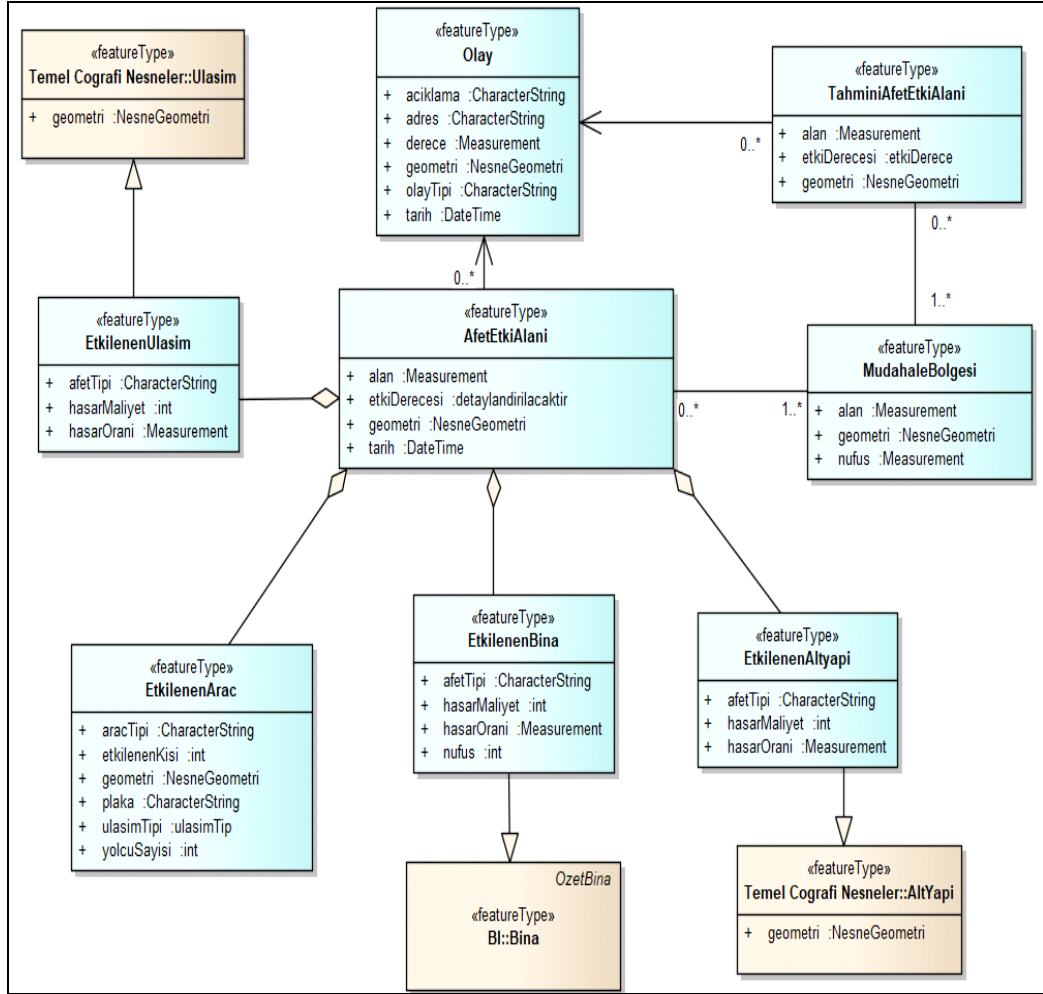
Tablo 3.1: Veri Gereksinim Analizi.

ACİL DURUM YÖNETİMİNDE ULAŞIM VERİ GEREKSİNİM ANALİZİ			
<b>Aktivite No / Adı</b>	<b>MÜDAHALE 1. Etki Alanının Belirlenmesi</b>		
<b>Amaç / Kapsam</b>	Acil durumdan etkilenen ve muhtemel etkilenecek olan bölgelerin belirlenmesidir.		
	<b>İş Adı / Açıklaması</b>	<b>İlişkili Veri Katmanı</b>	<b>Öznitelik ve Değerleri</b>
	Acil Durum Konumunun Belirlenmesi	İdari Birimler	İl, İlçe, Mahalle, Köy, Yol
	Acil Durumun Modellenmesi	Olay Yeri	İl, İlçe, Mahalle, Köy, Yol
		Meteorolojik Haritalar	Sisli gün sayısı, yağışlı gün sayısı
		Topografya	Eğim
		Orto Görüntü	Türü (Uydu Görüntüsü, Hava Fotoğrafı)
		Acil Durum Etki Alanı	Nüfus, Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları
<b>Aktivite No / Adı</b>	<b>MÜDAHALE 2. Etki Analizi</b>		
<b>Amaç / Kapsam</b>	Acil durumdan etkilenen bölgenin altyapı, üstyapı, nüfus vb. özellikleri dikkate alınarak acil durum sonrası oluşan etkiyi analiz eder.		
	<b>İş Adı / Açıklaması</b>	<b>İlişkili Veri Katmanı</b>	<b>Öznitelik ve Değerleri</b>
	Acil Durum Etki Alanında Bulunan Canlıların Belirlenmesi	Acil Durum Etki Alanı	Nüfus
	Acil Durum Etki Alanında Bulunan Ulaşım Yollarının Belirlenmesi	Yol	Türü, Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölifi, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
		Acil Durum Etki Alanı	Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları
<b>Aktivite No / Adı</b>	<b>MÜDAHALE 3. Müdahale Planlama</b>		
<b>Amaç / Kapsam</b>	Acil Durum sonrası canlılara ve ulaşım yollarına yapılacak müdahalenin planlanmasıdır.		
	<b>İş Adı / Açıklaması</b>	<b>İlişkili Veri Katmanı</b>	<b>Öznitelik ve Değerleri</b>
	Canlılara Yapılacak Müdahalenin Belirlenmesi	Nüfus	Etkilenen kişi sayısı
	Ulaşım Yollarına Yapılacak Müdahalenin Belirlenmesi	Yol	Türü, Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölifi, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
<b>Aktivite No / Adı</b>	<b>MÜDAHALE 4. Müdahale Ekipleri Seçimi</b>		
<b>Amaç / Kapsam</b>	Acil duruma müdahale edecek ekip sayısı ve bu ekiplerin konumlarının belirlenmesidir.		
	<b>İş Adı / Açıklaması</b>	<b>İlişkili Veri Katmanı</b>	<b>Öznitelik ve Değerleri</b>
	İtfaiye Ekiplerinin Seçimi	İtfaiye Müdahale Ekibi	Birim Türü, İmdat Aracı, Çok Maksatlı Araç, Vinç (Var, Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi
		Acil Durum Etki Alanı	Nüfus (kaç kişiye müdahale edileceği)
	Emniyet Birimlerinin Seçimi	Emniyet Müdahale Ekibi	Birim Türü, Telsiz (Var, Yok), Araç Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Acil Durum Etki Alanı	Nüfus
	Sağlık Birimlerinin Seçimi	Sağlık Müdahale Ekibi	Birim Türü, İyelik (Kamu, Askeri), Ambulans Sayısı, İlk Yardım Doktor Sayısı, Yardımcı Personel Sayısı, Yatak Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Acil Durum Etki Alanı	Nüfus
		Sağlık Müdahale Ekibi	Birim Türü, Ambulans Sayısı, Genel Doktor Sayısı, Yatak Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.

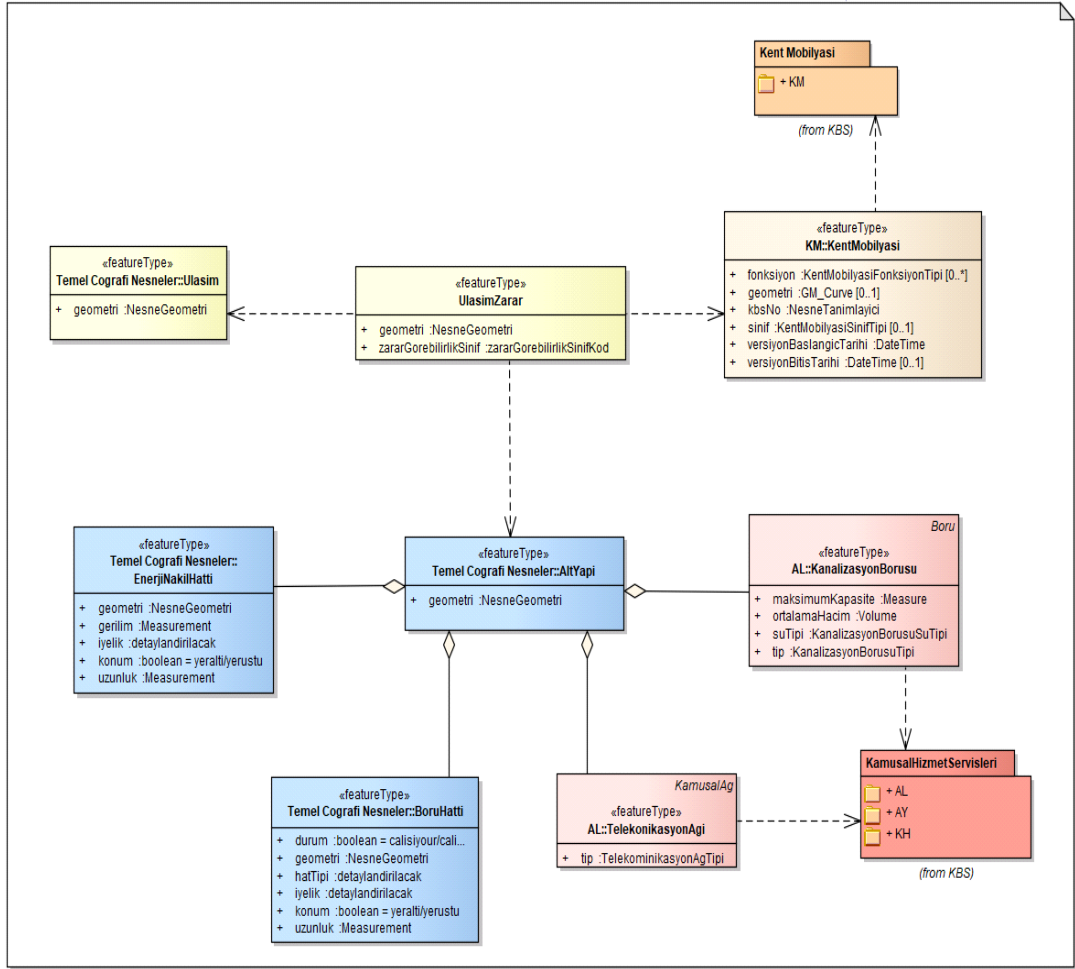
Tablo 3.1: Devam.

Aktivite No / Adı	MÜDAHALE 5. Müdahale Ekiplerini Yönlendirme		
Amaç / Kapsam	Acil durum müdahale ekiplerinin olay yerine yönlendirilmesidir.		
	İş Adı / Açıklaması	İlişkili Veri Katman	Öznitelik ve Değerleri
	İtfaiye Ekiplerinin Yönlendirilmesi	İtfaiye	Birim Türü, İmdat Aracı, Çok Maksatlı Araç, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi
		Yol	Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölüj, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski
		Acil Durum Etki Alanı	Nüfus, Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları
	Emniyet Birimlerinin Yönlendirilmesi	Emniyet	Birim Türü , Telsiz (Var,Yok), Deprem Güvenliği , Araç Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Yol	
		Acil Durum Etki Alanı	Nüfus, Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları
	Sağlık Birimlerinin Yönlendirilmesi	Sağlık	Birim Türü , İyelik (Kamu, Askeri), Ambulans Sayısı, Genel Doktor Sayısı, Yatak Sayısı, İlk Yardım Doktor Sayısı, Yardımcı Personel Sayısı, Jeneratör Sayısı, Jeneratör Güç Kapasitesi, Diğer Ekipmanlar , Acil Durum Kullanıcı Sayısı, Acil Durumda Özel Su Olanacağı (Var,Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Yol	Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölüj, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
		Acil Durum Etki Alanı	Nüfus, Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları
Aktivite No / Adı	MÜDAHALE 6. Tahliye Planlama		
Amaç / Kapsam	Acil durum etki alanında kalan ve müdahale ekiplerinin güvenliği sağlayamadığı bölgelerden güvenli bölgelere tahliye edilmesi işlemidir.		
	İş Adı / Açıklaması	İlişkili Veri Katman	Öznitelik ve Değerleri
	Tahliye Bölgelerinin Belirlenmesi	Acil Durum Etki Alanı	Nüfus, Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları
	Kabul Bölgelerinin Belirlenmesi	Tahliye Bölgesi	İl, İlçe, Mahalle, Köy, Alan
		Kabul Bölgesi	İl, İlçe, Mahalle, Köy, Alan
	Ekiplerin Tahliye Bölgelerine Yönlendirilmesi	Acil Durum Etki Alanı	Nüfus, Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları, ...
		Tahliye Bölgesi	İl, İlçe, Mahalle, Köy, Alan
		İtfaiye Ekibi	Birim Türü (A Tipi İstasyon, B Tipi İstasyon, Özel İtfaiye, Orman İşletmesi), İmdat Aracı, Çok Maksatlı Araç , Vinç (Var, Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi
		Emniyet Ekibi	Birim Türü , Telsiz (Var,Yok), Araç Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Ahtıyapı Ekipleri	Adı, Birim Türü, Araç Sayısı, Ürün, Telsiz (Var,Yok),Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Sağlık Ekibi	Birim Türü , İyelik (Kamu, Askeri), Ambulans Sayısı, Genel Doktor Sayısı, Yatak Sayısı, İlk Yardım Doktor Sayısı, Yardımcı Personel Sayısı, Jeneratör Sayısı, Jeneratör Güç Kapasitesi, Diğer Ekipmanlar , Acil Durum Kullanıcı Sayısı, Acil Durumda Özel Su Olanacağı (Var,Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Yol	Türü, Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölüj, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
	Tahliye Güzergahının Belirlenmesi	Yol	Türü, Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölüj, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
Aktivite No / Adı	MÜDAHALE 7. Yardım Planlama		
Amaç / Kapsam	Acil Durum sonrasında bölgeye yapılacak malzeme yardımının planlamasıdır.		
	İş Adı / Açıklaması	İlişkili Veri Katman	Öznitelik ve Değerleri
	Ekiplerin Malzeme Depolama Yönlendirilmesi	Malzeme Deposu	İl, İlçe, Mahalle, Köy, Yol
		Yol	Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölüj, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
		İtfaiye Ekibi	Birim Türü , İmdat Aracı, Çok Maksatlı Araç , Vinç (Var, Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi
		Emniyet Ekibi	Birim Türü , Telsiz (Var,Yok), Deprem Güvenliği , Araç Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Ahtıyapı Ekibi	Adı, Birim Türü , İyelik, Deprem Güvenliği , Araç Sayısı, Ürün, Telsiz (Var,Yok), Kamyon, Ekskavatör, Kompresör, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Sağlık Ekibi	Birim Türü , İyelik (Kamu, Askeri), Ambulans Sayısı, Genel Doktor Sayısı, Yatak Sayısı, İlk Yardım Doktor Sayısı, Yardımcı Personel Sayısı, Diğer Ekipmanlar , Acil Durum Kullanıcı Sayısı, Acil Durumda Özel Su Olanacağı (Var,Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Depo	Türü
	Ekiplerin Acil Durum Bölgesine Yönlendirilmesi	Acil Durum Etki Alanı	Nüfus, Altyapı, Patlayıcı Madde Depolama Alanları, ...
		Yol	Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölüj, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
		İtfaiye Ekibi	Birim Türü , İmdat Aracı, Çok Maksatlı Araç, Vinç (Var, Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi
		Emniyet Ekibi	Birim Türü , Telsiz (Var,Yok), Deprem Güvenliği , Araç Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Ahtıyapı Ekibi	Adı, Birim Türü , İyelik, Deprem Güvenliği , Araç Sayısı, Ürün, Telsiz (Var,Yok), Kamyon, Ekskavatör, Kompresör, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
		Sağlık Ekibi	Birim Türü , İyelik (Kamu, Askeri), Ambulans Sayısı, Genel Doktor Sayısı, Yatak Sayısı, İlk Yardım Doktor Sayısı, Yardımcı Personel Sayısı, Diğer Ekipmanlar , Acil Durum Kullanıcı Sayısı, Acil Durumda Özel Su Olanacağı (Var,Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
	Ekiplerin Kabul Bölgelerine Yönlendirilmesi	Kabul Bölgesi	İl, İlçe, Mahalle, Köy
		Yol	Durumu, İdari Sınıfı, Genişlik, Şerit Seyisi, Rölüj, Kaplama Cinsi, Buzlanma Riski.
		İtfaiye Ekibi	Birim Türü , İmdat Aracı, Çok Maksatlı Araç, Kamyon, Merdiven Aracı, Su İkmal Aracı.
		Emniyet Ekibi	Birim Türü , Telsiz (Var,Yok), Deprem Güvenliği , Araç Sayısı, Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.
	Sağlık Ekibi	Birim Türü , İyelik (Kamu, Askeri), Ambulans Sayısı, Genel Doktor Sayısı, Yatak Sayısı, İlk Yardım Doktor Sayısı, Yardımcı Personel Sayısı, Jeneratör Sayısı, Jeneratör Güç Kapasitesi, Diğer Ekipmanlar , Acil Durum Kullanıcı Sayısı, Acil Durumda Özel Su Olanacağı (Var,Yok), Adres, Telefon, Sorumlu Kişi.	

Sürdürülebilir ulaşım planlama kapsamında ulaşımda meydana gelen herhangi bir afet/kaza anında müdahale evresinde yapılması gereken ilk aktivite olay yerinin ve etki alanının belirlenmesidir. Daha sonra zarar gören başta ulaşım, altyapı ve telekomünikasyon hatları olmak üzere etkilenen tüm kent mobilyası, bina ve araçlar tespit edilerek gerekli müdahale planlamasının yapılmasıdır. Bu kapsamda Şekil 3.2 ve 3.3’de oluşturulan modelde kullanılacak detay sınıfları ve ilişkiler gösterilmektedir.

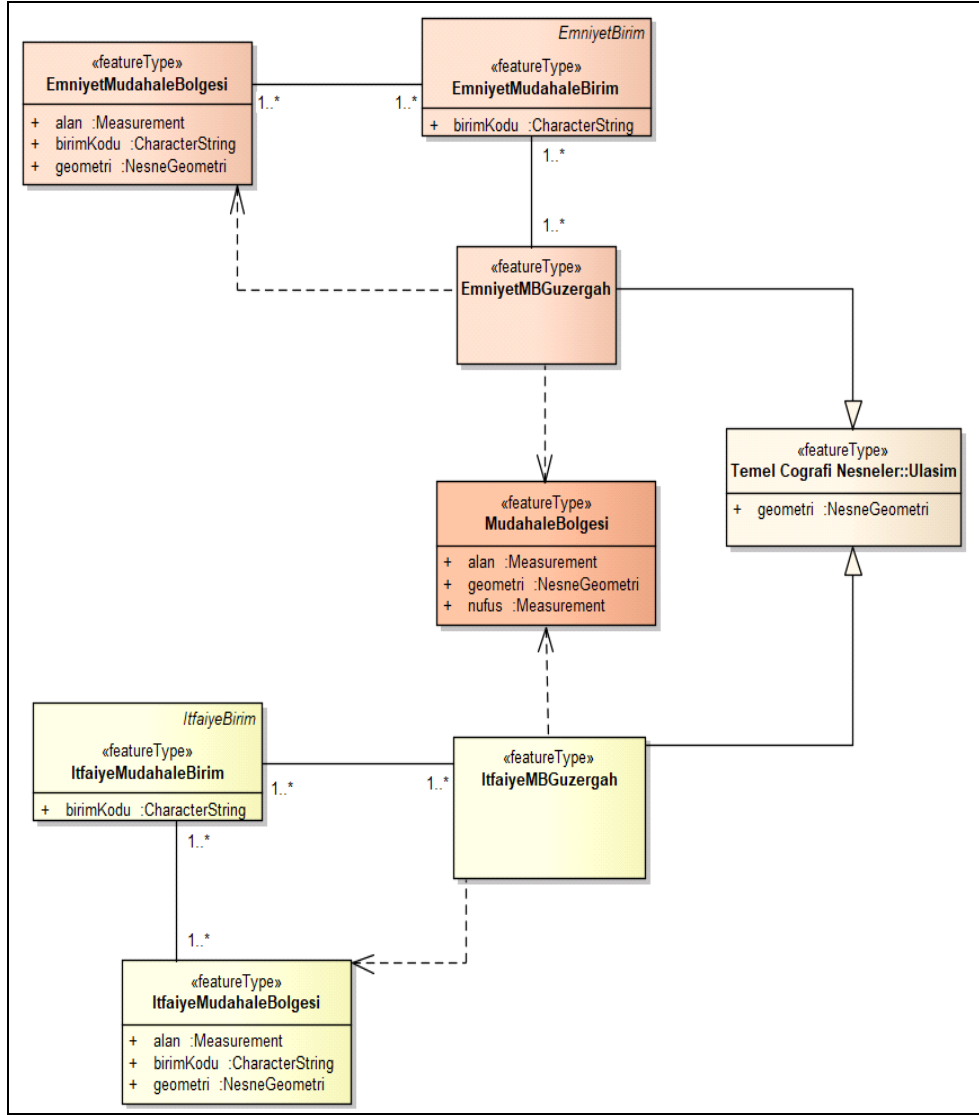


Şekil 3.2: Ulaşım acil durum veri modeli etki alanının ve müdahale bölgesinin tanımlanmasında kullanılacak detay sınıfları.

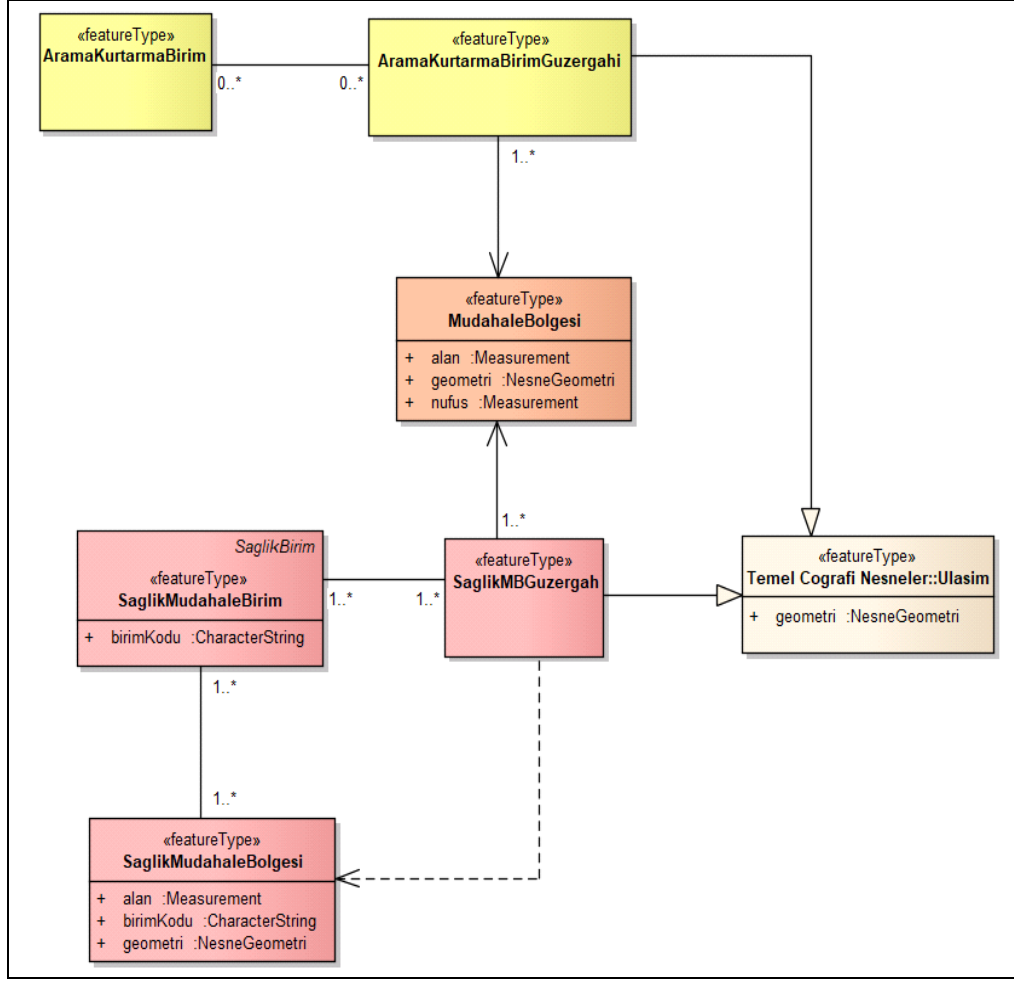


Şekil 3.3: Ulaşım acil durum veri modeli zarar tespitinde kullanılacak detay sınıfları.

Acil durum meydana geldikten sonra belirlenen etki alanı ve oluşan hasara göre müdahaleyi gerçekleştirecek ilgili birimlerin belirlenmesi ve yönlendirilmesinin yapılması gerekmektedir. Bu kapsamda Şekil 3.4 ve 3.5’de emniyet, itfaiye, ambulans, acil sağlık ekipleri gibi müdahale birimlerini bölgeye ulaştıracak en uygun güzergâhların belirlenmesi kapsamında belirlenen detay sınıfları ve ilişkileri gösterilmektedir. Afete müdahaleyi gerçekleştirecek farklı birimlerin farklı yerlerde bulunmasından dolayı her birimin kendine ait güzergâhını tanımlayan ayrı detay sınıfları mevcuttur. Bu detay sınıfları temel olarak ulaşım ile ilişkili olduğundan ulaşım detay sınıfı ile ilişkilendirilmiştir.



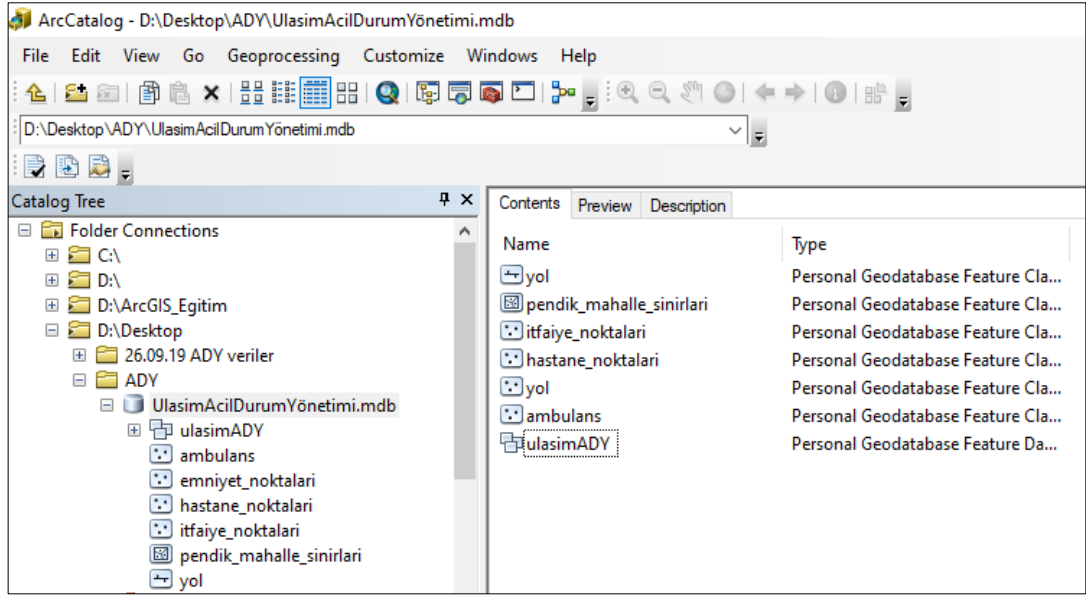
Şekil 3.4: Ulaşım acil durum veri modeli müdahale birimlerinin yönlendirilmesi-1.



Şekil 3.5: Ulaşım acil durum veri modeli müdahale birimlerinin yönlendirilmesi-2.

### 3.2.1. Coğrafi Veri Setlerinin Hazırlanması ve Veri Tabanı Oluşturulması

Ulaşım acil durum yönetimi için acil durumda görevli olan itfaiye, ambulans ve emniyet merkezlerinin konumları ile hastane konumları CBS’de ağ analizleri oluşturulurken veriye bir kez eklenmiştir. Eklenen bu verilerle birlikte ulaşım kazalarında acil durum yönetimi için verilerin sürekli kullanılarak analizler yapılması için ortam sağlanmıştır. Şekil 3.6’ da veri tabanına eklenen Pendik’ e ait yol, ambulans, itfaiye, emniyet konumları ve mahalle sınırları ArcCatalog’da UlasimAcilDurumYonetimi.mdb içerisinde gösterilmiştir.



Şekil 3.6: Ulaşımında acil durum yönetimi için oluşturulan veri tabanının ArcCatalog'da görüntülenmesi.

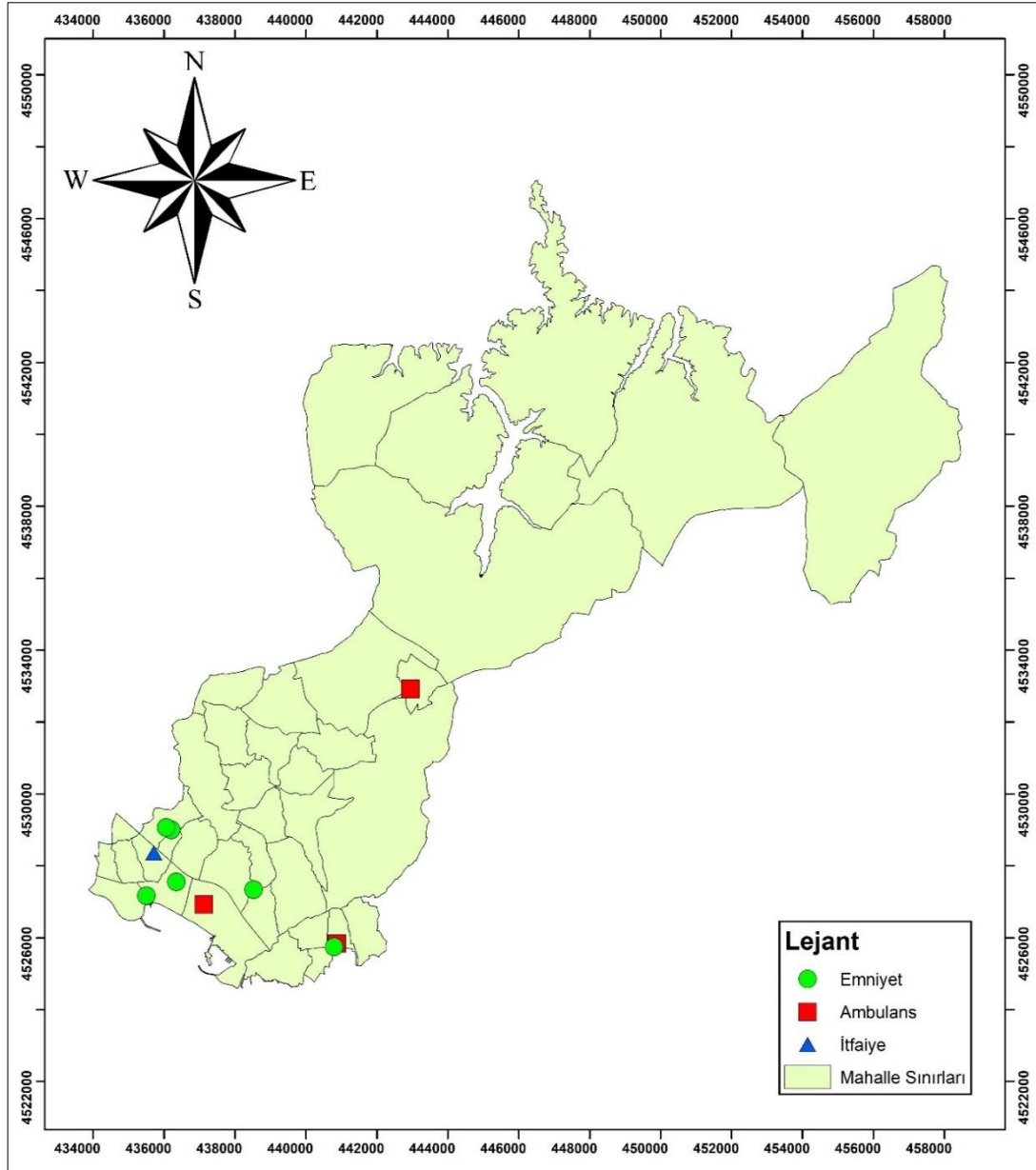
### 3.2.1.1. Acil Durum Ekiplerinin Konumlarının Eklenmesi

Ambulans Verisi: Ambulans bekleme istasyon noktası konumları şehrin bütünü için düşünüldüğünde acil duruma yetişebilmek için önem arz etmektedir. Uygun konumlar ile en kısa sürede acil duruma yetişebilmek mümkündür.

İtfaiye Verisi: İtfaiye ekibi acil durumlarda araçta yaralı sıkışma ya da araçta çıkan yangını söndürme gibi görevleri olduğu için itfaiye merkezinin konumu ve itfaiye ekibinin sahip olduğu envanterlerin bilgisi acil durumda oldukça önemlidir.

Emniyet Verisi: Acil durum yönetiminin bir diğer paydaşı olan emniyet birimleri, olay yerinin güvenliği sağlamak ve adli kayıtları tutmak gibi görevleri olduğu için emniyet birimlerinin yeri ve olay yerine ulaşabilirliği önemlidir.

Şekil 3.7'de harita üzerinde Pendik'te bulunan acil durum ekiplerinden olan emniyet, itfaiye ve ambulans ekiplerinin konumları mahalle sınırlarıyla birlikte gösterilmiştir. Pendik'te bulunan 1 itfaiye istasyonu, 3 ambulans bekleme istasyonu ve 6 emniyet merkez noktası veri tabanına eklenmiştir.

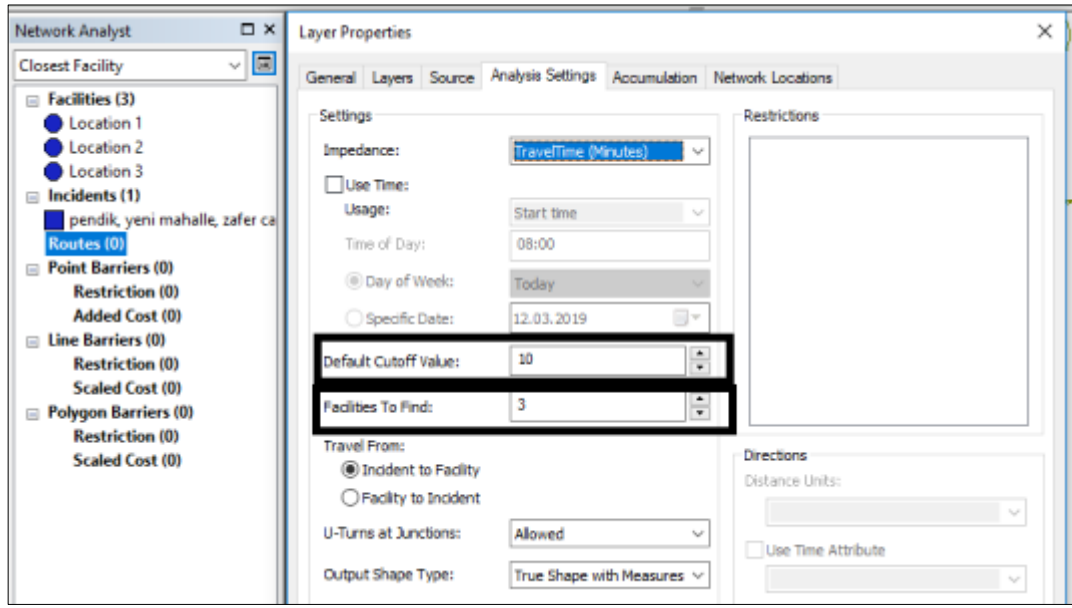


Şekil 3.7: Pendik’te bulunan emniyet, ambulans ve itfaiye konumları.

### 3.2.1.2. Ulaşım Verisi ve Bilgisi

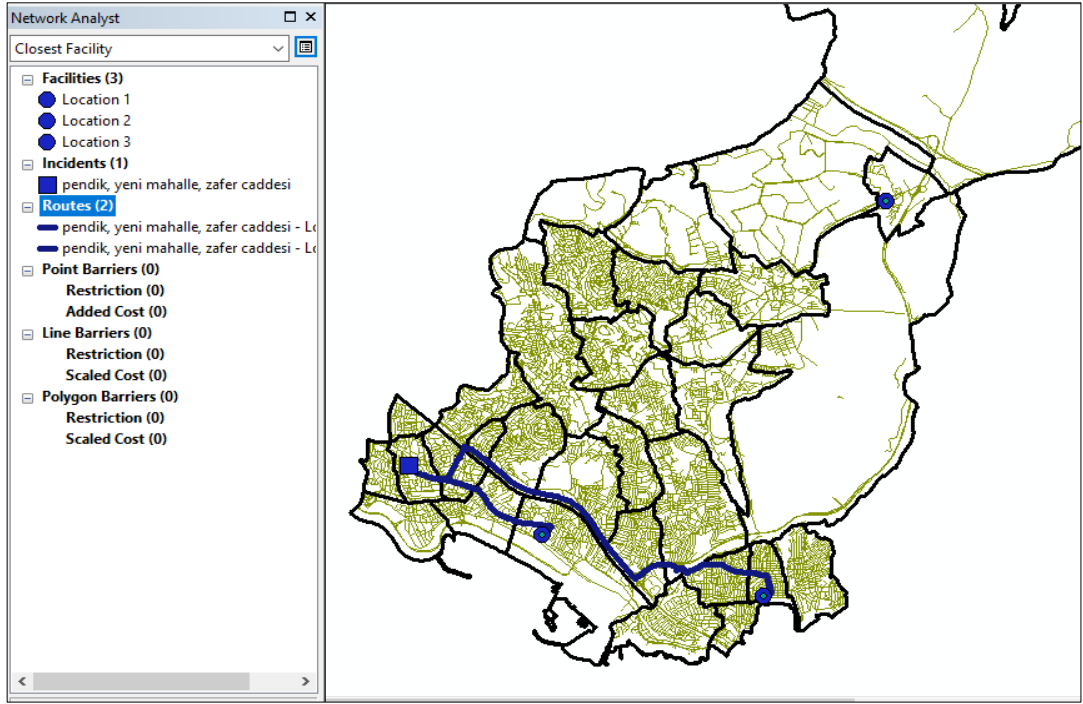
Ulaşım kazalarında acil durum yönetiminde ekiplerin kaza yerine karayolu ile olay yerine ulaşım sağlaması için yolların sahip olduğu bilgiler sayısal ve sözel olarak veri tabanına aktarılmıştır. Yollar türlerine göre ve maksimum hız limitlerine göre gruplandırılmıştır. Acil durum ekiplerine gelen olay yeri bilgilerine göre ne kadar ekibin ne kadar sürede gelmesi gerektiği yöneticiler tarafından belirlenmektedir. CBS’de ağ analizleri ile istenilen bilgilerin girilmesiyle otomatik navigasyon

yönlendirilmeleri yapılabilmektedir. İstenilen zaman aralığı ve istasyon sayısının sisteme girilmesiyle sonuç olarak istenilen yönlendirmeler yapılmaktadır ve bu aralık dışında kalan verileri hesaba katmamaktadır. Bu fonksiyon acil durum yöneticileri tarafından esnek olarak kullanılabilmesi sebebiyle kullanıcılar için kolaylık sağlayacağı düşünülmektedir. Bu sebeple ileri bölümde oluşturulan ulaşımda acil durum yönetimi modelleri içinde kullanılmıştır. Şekil 3.8’de örnek olarak Pendik Yenimahalle’de bulunan Zafer Caddesi’nde meydana gelen ulaşım kazasına 10 dakika içerisinde 3 ambulans istasyon konumundan gelebilecek olan ambulansların yönlendirilme ayarı ağ analizlerinde yapılmıştır.



Şekil 3.8: Acil durum ekip sayısının ve zamanın ayarlanması.

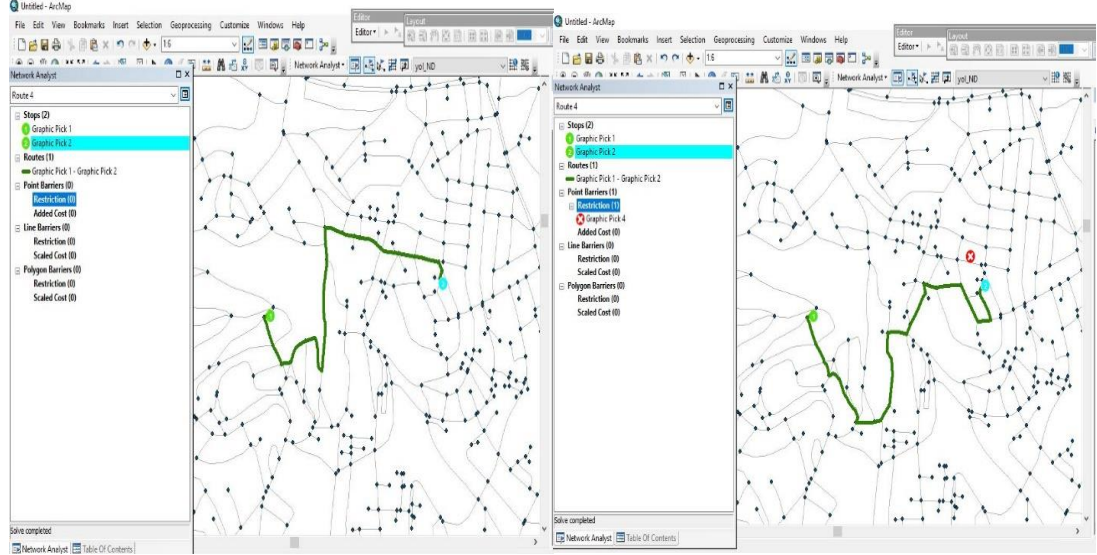
Şekil 3.9’da ambulans yönlendirme isteğinin sonucu olarak 2 ambulans istasyonunun yönlendirildiği görülmektedir. Yani 3. istasyon 10 dakikada olay yerine ulaşamadığı için ağ analizlerinin bu fonksiyonu 3. ambulans istasyonunu otomatik olarak devre dışı bırakmıştır.



Şekil 3.9: Acil durum ekiplerinin ulaşım kazası konuma yönlendirilmesi.

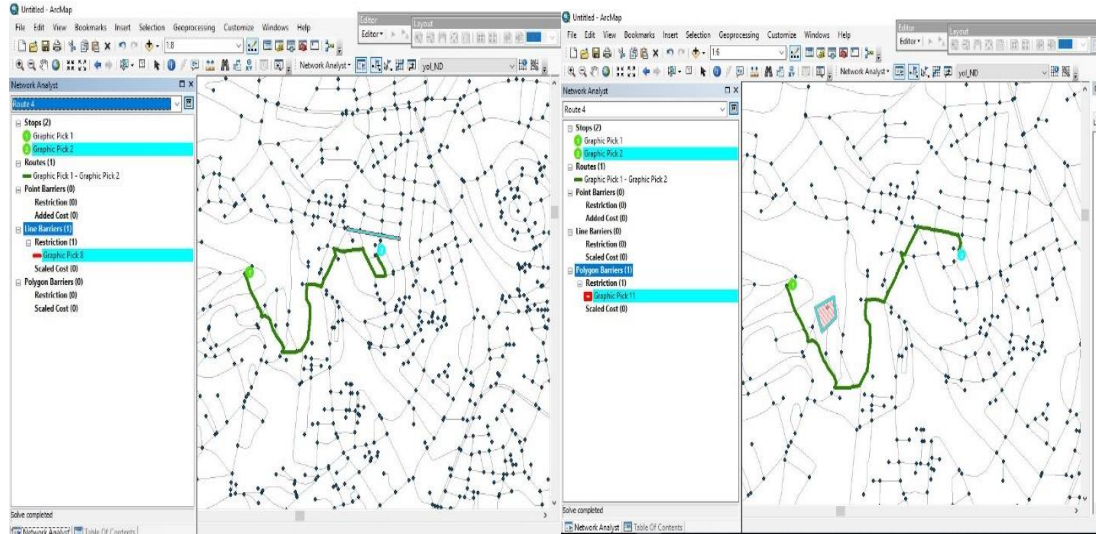
Ulaşımında iki ya da daha fazla konum noktası arasında ulaşımın değerlendirilmesi ve analiz edilmesi CBS’de ağ analizlerinde yapılmaktadır. Ulaşımında acil durum yönetiminde ise acil durum ekipleri (ambulans, itfaiye, emniyet, altyapı vb) ile olay yeri, ambulans ile hastane arası olan ulaşım CBS’de ağ analizlerinde incelenmiştir. Ulaşımında meydana gelebilecek aksaklıklar her zaman mümkün olmakla birlikte CBS’de ulaşımına dair anlık güncellemeler yapmak da mümkündür. Bu sebeple ulaşım kazalarında acil durum yönetiminde kaza yerine ulaşmak için daha hızlı sonuçlar alabilmek için CBS tercih edilmiştir. Ulaşımında meydana gelen aksaklıklar anlık veya dönemsel olabilmektedir. Örneğin; yol onarım ve bakım işlemleri, olumsuz hava şartları, heyelan vb. olarak ulaşımı etkileyebilmektedir. CBS’de ağ analizlerinde ulaşımı etkileyen bu tür durumlar veri tabanına eklenebilmektedir ve en kısa yol analiz aracı ile güncel analizler yapılabilir. Yeni oluşturulan alternatif ulaşım yönlendirilmesi ile acil durum konumuna erişebilmede daha hızlı olunabileceği düşünülmektedir. Şekil 3.10’da ulaşımında meydana gelebilecek aksaklıklar örnek olarak veriye eklenmiştir. Ulaşım aksaklıklarını büyüklüklerine ya da niteliğine göre nokta, çizgi ya da poligon olarak veriye eklemek mümkündür. Şekil 3.10.a)’da ulaşımında aksaklık olmazken iki konum arasındaki optimum güzergah ağ analizleri ile

belirlenmiştir. Şekil 3.10.b), 3.10.c) ve 3.10.d)'de ise ulaşım aksamaları veriye sırasıyla nokta, çizgi ve poligon olarak eklenmiştir ve optimum güzergahın değiştiği görülmüştür.



a) optimum güzergah

b) ulaşımında nokta verisi engeli



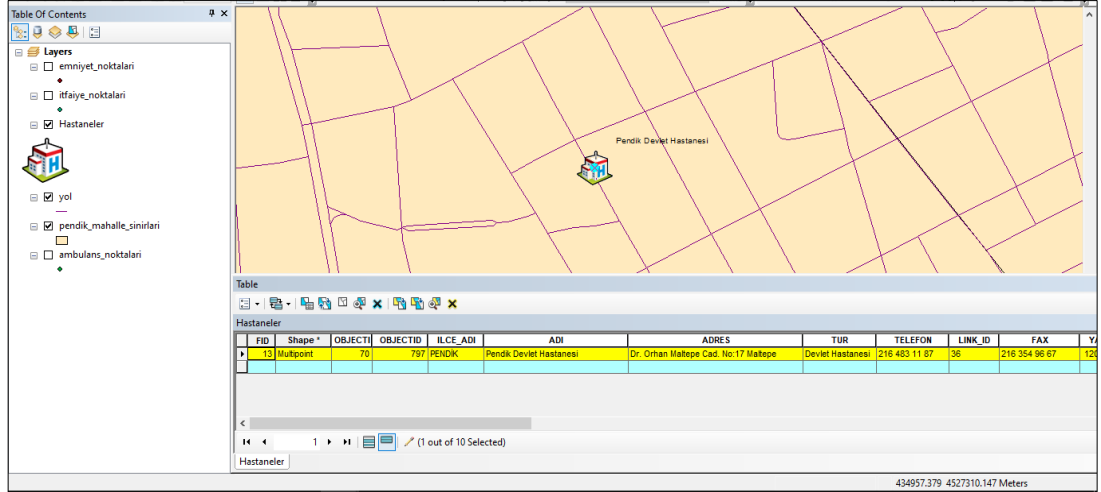
c) ulaşımında çizgi verisi engeli

d) ulaşımında poligon verisi engeli

Şekil 3.10: a) Optimum güzergah b) Ulaşımında nokta verisi engeli c) Ulaşımında çizgi verisi engeli d) Ulaşımında poligon verisi engeli.

### 3.2.1.3. Hastane Verisi

Acil durum ekiplerinden biri olan ambulans ekibinin ulaşım kazasında hastayı hastaneye götürmesi ve tekrar bağlı olduğu istasyon konumuna dönmesi için hastane verisi veri tabanına eklenmiştir. Coğrafi web servisleriyle de anlık olarak güncellenip hastanedeki acil servis yatak kapasitesi ve yoğun bağımluluk oranı gibi kazazedenin ihtiyacına cevap verecek hastanelerin görüntülenmesi aynı zamanda amaçlanmıştır. Ambulans ekibinin karar alma ve hareket etme konusunda hız kazanması hedeflenmiştir. Şekil 3.11’de veri tabanına aktarılan hastaneler ve örnek olarak harita üzerinde sayısal ve sözel olarak Pendik Devlet Hastanesi’ne dair bilgiler yer almaktadır.



FID	Shape	OBJECT	OBJECTID	ILCE ADI	ADI	ADRES	TUR	TELEFON	LINK_ID	FAX	Y
13	Multipoint	70	707	PENDIK	Pendik Devlet Hastanesi	Dr. Orman Maltepe Cad. No:17 Maltepe	Devlet Hastanesi	216 483 11 87	36	216 354 96 67	12

Şekil 3.11: Pendik’te bulunan hastanelerin veri tabında gösterimi.

## 3.3. Ulaşım Verilerin Ağ Analizleri için Hazır Hale Getirilmesi ve Topoloji

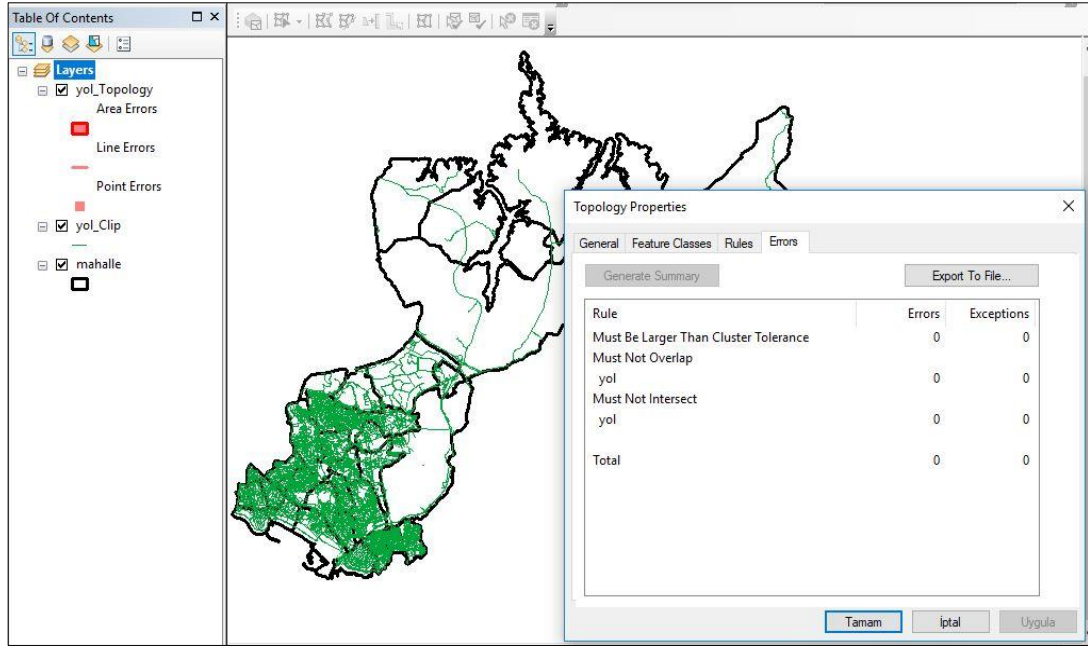
Ağ analizleri için ağ hatları kurulum aşamasına geçmeden önce verinin hazırlık aşamasında mevcut veriler incelenmiştir ve kontrol edilmiştir. Pendik’e ait olan 13.975 adet yol orta hattının sayısallaştırılmış haline ağ analizlerinin doğru sonuçlar vermesi için topoloji kurularak kontrol edilip gerekli düzenlenmeler yapılmıştır. Tamamen hatasız hale getirilen bu yollar Şekil 3.12’de gösterilmiştir. Ağ analizleri için gerekli

olan yola ait öznitelik bilgileri toplanmıştır ve kontrol edildikten sonra veri tabanına aktarımı gerçekleştirilmiştir. Ağ analizleri için ağ hattı oluşturma aşamasında hazır hale getirilen yollara ait öznitelik bilgilerinden bazıları şöyledir; yol adı ve ID'si, yolun bağlı olduğu mahallenin ID'si ve adı, yolun şerit sayısı, yolların tek yönlü ya da çift yönlü olma durumu, yolun parçalarının uzunlukları, yolun nitelikleri ve buna göre ortalama araç hızları, yol parçaları arasında ortalama araç gidiş süreleridir. Bunlar tablo şeklinde hazır hale getirilmiştir ve veri tabanına aktarılmıştır.

OBJECTID	Shape*	ILCE ADI	OBJECTID	YOL ID	PARCA ID	ADI	TUR	SERIT	SPEED	ONEWAY	DAKIKA	SANIYE	UZUNLUK	Shape_Lengp	TEKYON	MAHALLE AD
9780	Polyline	PENDIK	130038	61145	56235	Seçkin Sk.	İpe	2c	25		0.085	5.09	35.353	35.352849	çift yön	KAVAKPINAR
9711	Polyline	PENDIK	128623	60121	62576	Abdi İpekçi Cad.	anaarter	4c	45		0.019	1.12	13.974	13.973911	çift yön	KAVAKPINAR
9789	Polyline	PENDIK	128614	60121	61689	Abdi İpekçi Cad.	anaarter	4c	45		0.057	3.42	42.774	42.774296	çift yön	KAVAKPINAR
9770	Polyline	PENDIK	128615	60121	61711	Abdi İpekçi Cad.	anaarter	4c	45		0.022	1.34	16.689	16.689311	çift yön	KAVAKPINAR
9771	Polyline	PENDIK	128616	60121	61835	Abdi İpekçi Cad.	anaarter	4c	45		0.065	3.87	48.436	48.435779	çift yön	KAVAKPINAR
9772	Polyline	PENDIK	128617	60121	61977	Abdi İpekçi Cad.	anaarter	4c	45		0.086	5.15	64.318	64.31817	çift yön	KAVAKPINAR
9773	Polyline	PENDIK	128217	60022	50749	Sanayi Sileri Yolu	İpe	2c	25		0.81	48.58	337.353	337.352442	çift yön	SANAYİ
9409	Polyline	PENDIK	134563	62522	62837	Platin Sk.	İpe	2c	25		0.15	8.97	62.305	62.305161	çift yön	KAYNARCA
9775	Polyline	PENDIK	122679	58995	45790	G40. Sk.	İpe	2c	25		0.264	15.85	110.05	110.049892	çift yön	SEYHLİ
9776	Polyline	PENDIK	122680	58995	45964	G40. Sk.	İpe	2c	25		0.101	6.04	41.926	41.925549	çift yön	SEYHLİ
9777	Polyline	PENDIK	122681	58995	46112	G40. Sk.	İpe	2c	25		0.093	5.59	38.848	38.847941	çift yön	SEYHLİ
9787	Polyline	PENDIK	128612	60121	61811	Abdi İpekçi Cad.	anaarter	4c	45		0.025	1.5	18.802	18.801696	çift yön	KAVAKPINAR
9779	Polyline	PENDIK	122692	59001	45818	Safak Sk.	İpe	2c	25		0.163	9.76	67.812	67.811822	çift yön	SEYHLİ
9786	Polyline	PENDIK	128611	60121	61601	Abdi İpekçi Cad.	anaarter	4c	45		0.02	1.18	14.795	14.794527	çift yön	KAVAKPINAR
9781	Polyline	PENDIK	130039	61145	56473	Seçkin Sk.	İpe	2c	25		0.189	11.29	78.408	78.408467	çift yön	KAVAKPINAR
9782	Polyline	PENDIK	130745	61345	58547	G 159 Sk.	İpe	2c	25		0.195	11.69	81.211	81.210613	çift yön	KAVAKPINAR
9783	Polyline	PENDIK	130746	61345	58615	G 159 Sk.	İpe	2c	25		0.081	4.85	33.707	33.706794	çift yön	KAVAKPINAR
9784	Polyline	PENDIK	131051	61467	57162	Ulubatlı Sk.	İpe	2c	25		0.26	15.83	108.509	108.509191	çift yön	KAVAKPINAR
9785	Polyline	PENDIK	131052	61467	57215	Ulubatlı Sk.	İpe	2c	25		0.217	13.02	90.427	90.427439	çift yön	KAVAKPINAR
9786	Polyline	PENDIK	131059	61471	57182	G 100 Sk.	İpe	2c	25		0.059	3.55	24.621	24.620715	çift yön	KAVAKPINAR
9787	Polyline	PENDIK	131342	61542	57472	Papyon Sk.	İpe	2c	25		0.101	6.08	42.222	42.221677	çift yön	KAVAKPINAR
9788	Polyline	PENDIK	131349	61545	57485	Yıldız Sk.	İpe	2c	25		0.101	6.08	42.233	42.233066	çift yön	KAVAKPINAR
9789	Polyline	PENDIK	131350	61545	57499	Yıldız Sk.	İpe	2c	25		0.315	18.93	131.443	131.442726	çift yön	KAVAKPINAR
9790	Polyline	PENDIK	131378	61554	57516	Unsur Sk.	İpe	2c	25		0.248	14.86	103.185	103.184534	çift yön	KAVAKPINAR
9791	Polyline	PENDIK	131469	61568	57803	Postahane Sk.	İpe	2c	25		0.101	6.05	42.004	42.00405	çift yön	KAVAKPINAR

Şekil 3.12: Pendik'te bulunan ulaşım verisine ait öznitelik tablosu.

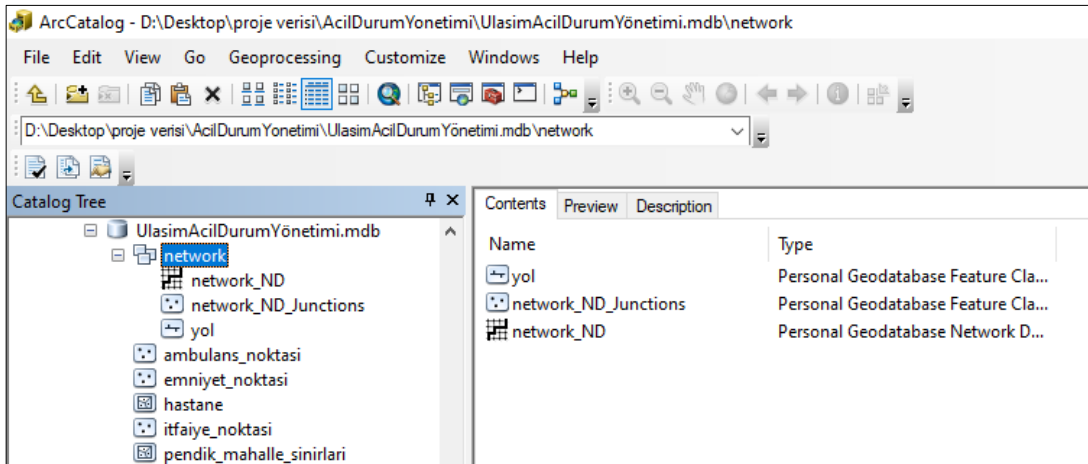
Pendik'e ait yollar sayısal ve sözel olarak CBS'de veri tabanına aktarıldıktan sonra vektörel yol verilerinin birbiriyle olan ilişkileri topolojik kurallar dahilinde kontrol edilmiştir. Topolojik kurallardan olan ve Şekil 3.13'de gösterilen yollar için üst üste çakışma ve üst üste çizilme kuralları yol verisine uygulanarak yol verisinin doğruluğu test edilmiştir. Yolların topolojik olarak hatasız bir şekilde veri tabanına aktarılması tamamlanmıştır.



Şekil 3.13: Pendik yol verisinde topolojinin kontrolü.

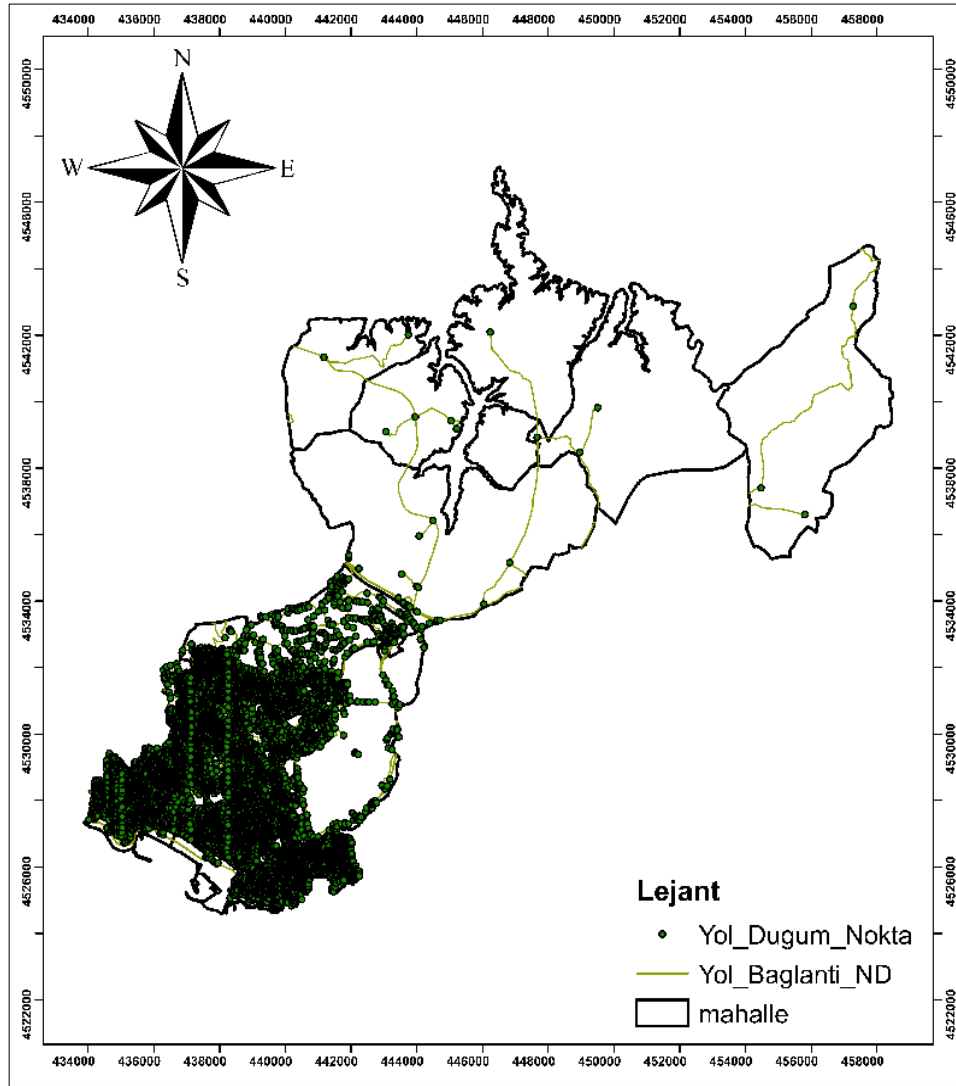
### 3.3.1. Ulaşım Yollarına Ağ Kurulumu

Pendik'e ait yol verisine yol ağı oluşumu yapıldıktan sonra 10.002 adet düğüm noktası ve 13.795 adet bağlantı hattı oluşturulmuştur. Ağı oluşturan çizgi hatları ve düğüm noktaları Şekil 3.14'de gösterilmiştir. Yolların yoğunluğuna bağlı olarak düğüm noktaları da yoğunluk göstermiştir.



Şekil 3.14: Pendik yol verisine ağ analizi kurulumu.

Şekil 3.15’de Pendik’ten alınan örnek kesitte görüldüğü üzere çalışma kapsamında Pendik ilçesinde bulunan tüm karayollarını CBS’ de acil durum yönetimi için kullanabilmek, analizler yapmak ve yönetebilmek için ağ kurulumu ArcGIS’te yapılmıştır. Düğüm ve çizgiden oluşan ulaşım ağlarının çokluğu ulaşım hatlarının yoğun olması sebebiyle haritaya yansımıştır.

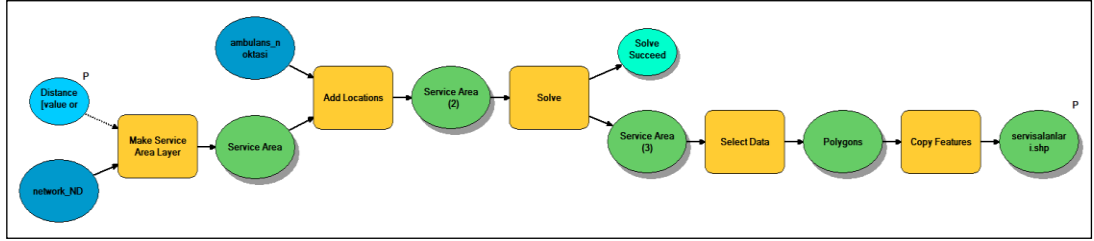


Şekil 3.15: Pendik yol verisindeki nokta ve bağlantı hatları.

### 3.3.2. Ulaşabilirlik Analizleri ve Modelleri

Ağ analizleri içerisinde yer alan ulaşabilirlik (erişebilirlik) analizleri ile çeşitli birimlerin hizmet alanları harita üzerinde gösterilmektedir. Zaman ya da uzaklık mesafesine göre yapıldığı bu analizde acil durum yönetim ekipleri için olay yerine ne kadar sürede ulaşabileceğini analiz etmek için uygulanmıştır. Kapalı poligonlar şeklinde oluşan ulaşabilirlik analiz sonucu elde edilmiştir. Böylece belirlenen süre ya da mesafe içerisinde acil durumlarda söz konusu sorumlu ekiplerin şehrin ne kadarına erişebildiği hakkında fikir sahibi olunmuştur.

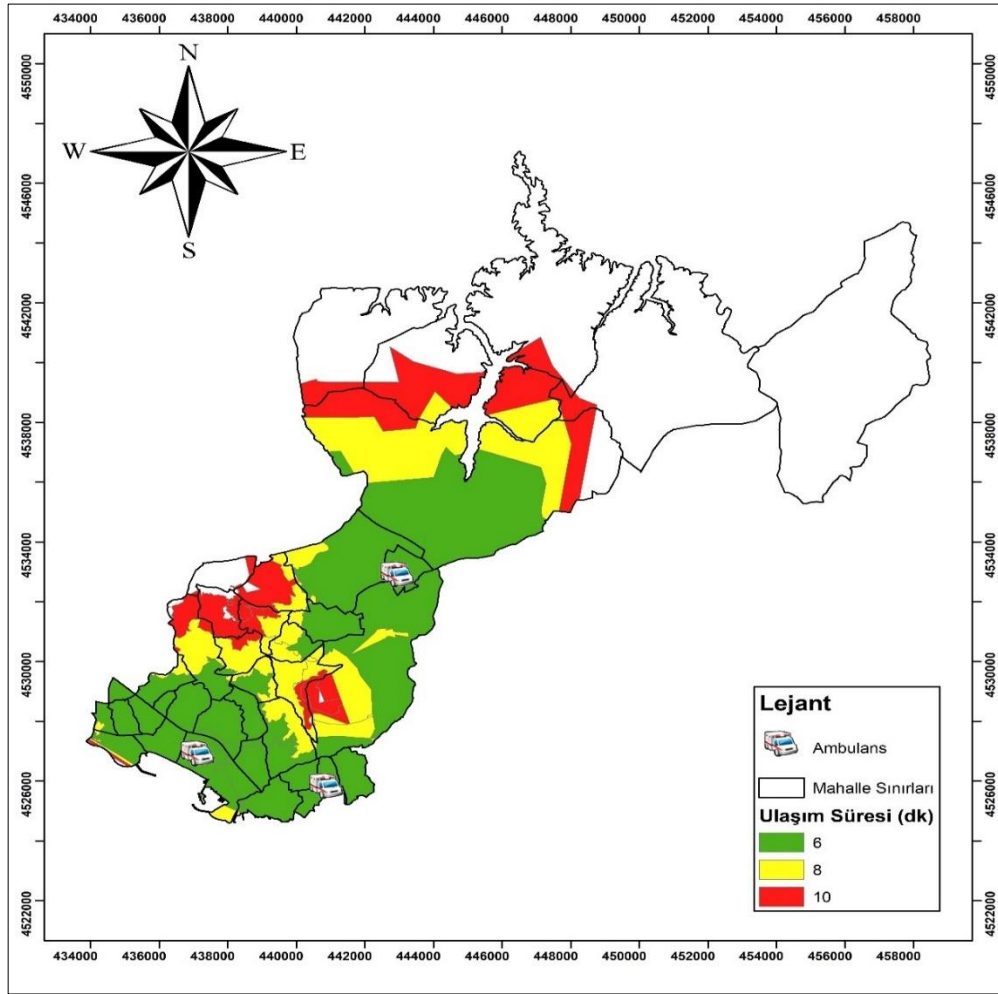
Ulaşımında acil durum yönetimde en önemli ekiplerden olan ambulans hizmetinin Pendik ilçesinde istasyon konumlarından 6, 8 ve 10 dakika içerisinde ne kadar alana erişebildiğinin analizi oluşturulan hız sınırlarına göre CBS’de model oluşturularak ağ analizlerinde bulunan servis alanı belirleme aracı ile yapılmıştır (Şekil 3.16).



Şekil 3.16: Ulaşımında acil durum yönetimi için servis alanlarının belirlenmesi modeli.

Oluşturulan ulaşımında acil durum yönetimi için servis alanlarının belirlenmesi modeli sonucu Şekil 3.17’de Pendik haritasında gösterilmiştir. Yapılan analiz sonucu incelendiğinde ambulans istasyonları çevresindeki mahallelerin çoğuna 6 dakika içinde erişebildiği sonucuna varılmıştır. Velibaba, Yayalar ve Ramazanoğlu mahallelerine ambulansların 8 dakikada içerisinde erişebildiği, Ertuğrul Gazi ve Çamlık mahallelerine ise 10 dakika içerisinde erişebildiği analiz sonucunda görülmüştür. Orman mahallesine ise ambulans ulaşım süresinin 10 dakikanın üzerinde olduğu görülmektedir. 6, 8 ve 10 dakika içerisinde Pendik’te ambulansların ulaşabileceği alanlar şehrin güney kesiminde toplanmıştır. 10 dakikanın üzerine çıkan erişim süresi kuzeyde yoğunluk göstermektedir ve bazı güney kısımlarda da yer yer erişilemeyen alanlar mevcuttur. Harmandere Mahallesi’nde bulunan ambulans istasyonundan, ilçenin kuzeyindeki kırsal mahallelerin bir kısmına 10 dakikanın

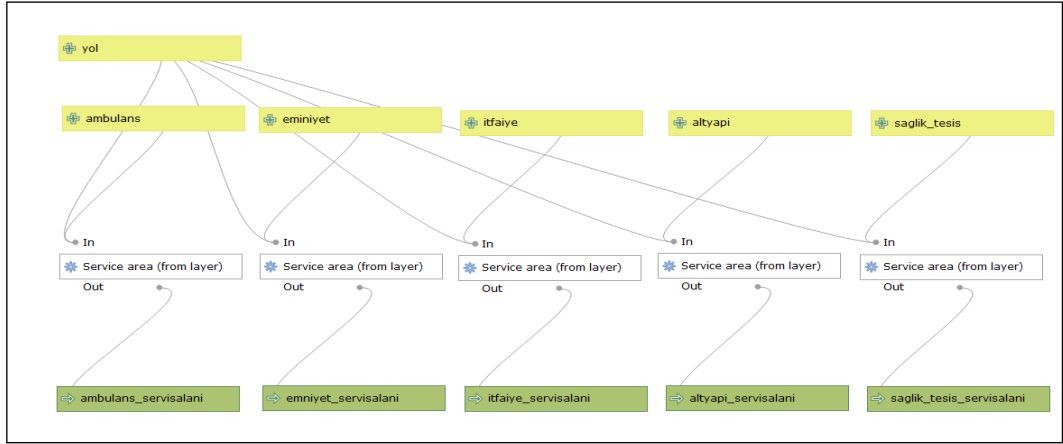
altında erişim sağladığı gibi en kuzeydeki kısma ise 10 dakikadan uzun sürede erişim sağlanabildiği görülmektedir. Acil durumun niteliği ne olursa olsun insan hayatına müdahale etmek için zaman kriteri çok önemli olduğu için ambulansların erişim süresinin esas alındığı bu analiz sonucuna göre ambulans konumlarının planlama yapılması önerilmektedir.



Şekil 3.17: Pendik'te bulunan ambulans istasyonlarının 6, 8, 10 dakika içerisinde ulaşılabilirliği.

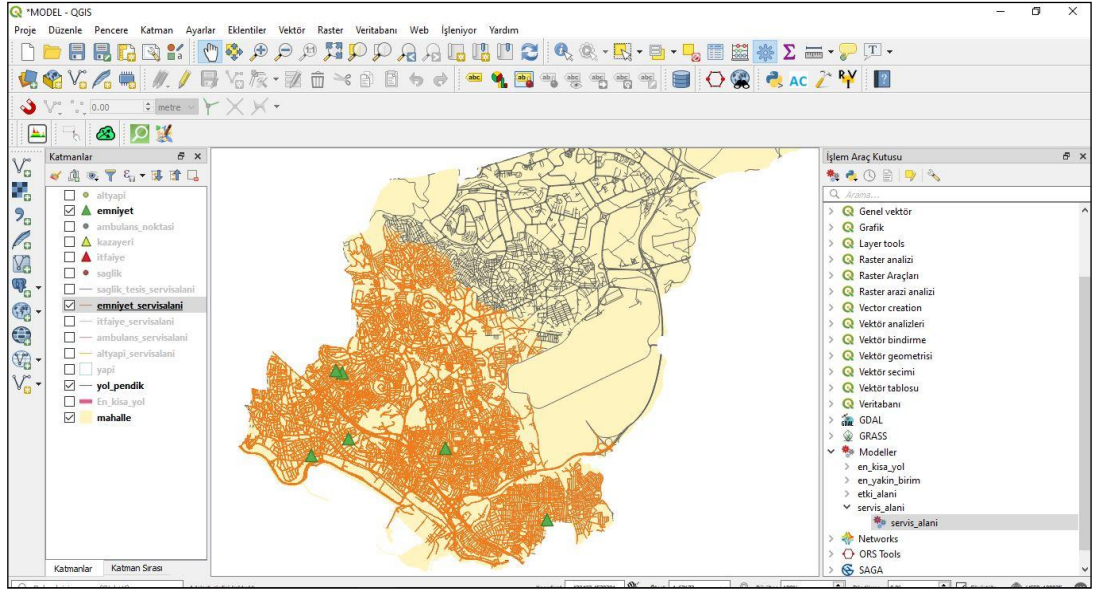
Ulaşılabilirlik analizleri için QGIS'te de ağ analizlerinde olan servis alanlarının belirlenmesi ile ilgili model ulaşımda acil durum yönetimi için geliştirilmiştir (Şekil 3.18). Bu modelde ulaşım verisinin üzerinden acil durum yönetiminde görevli birimlerinin konumundan belirlenen mesafe aralığı için ulaşılabilirlik analizi yapılmıştır Her acil durum yönetim birimi için oluşturulan servis alanları ayrı ayrı analiz yapılabileceği gibi toplu ya da istenilen birimler için model içinde

ayarlanabilmektedir. Bunun için oluşturulan girdilerdeki servis alanı kısmının aktifliğini kapatarak kullanmak mümkündür.



Şekil 3.18: QGIS’ de ulaşım da acil durum yönetimi için servis alanlarının belirlenmesi analiz modeli.

Servis alanı belirlemede QGIS özelliklerini kullanarak model içerisinde ayarlama yapılmaktadır. Modelin uygulaması için tüm acil durum müdahale ekipleri için 4000m de erişebildiği ulaşım yollarını gösterilmesini isteyen ayar yapılmıştır (Şekil 3.19). Oluşturulan analiz aracının uygulanması sonucu Şekil 3.19’da sonuç elde edilmiştir. Solda görülmekte olan emniyet\_servisalanlari, itfaiye\_servisalanlari, ambulans\_servisalanlari, itfaiye\_servisalanlari, saglik\_tesis\_servisalanlari 4000m de bu acil durum ekiplerinin ulaşabildiği alanlardır. Örnek olarak yalnızca emniyet için 4000m de ulaşabildiği alanlar katmanı görüntülenmek için seçili hale getirilmiştir.

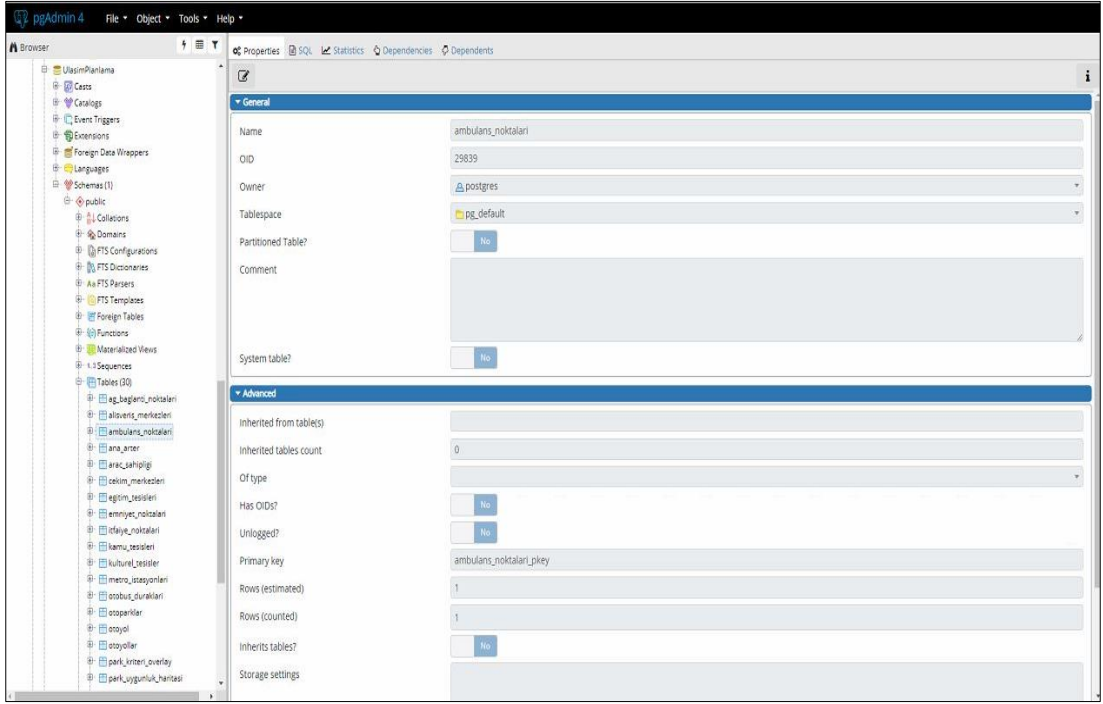


Şekil 3.19: Ulaşımda acil durum ekiplerinden emniyet biriminin 4000m de erişebildiği ulaşım yolları.

### 3.4. Ulaşımda Acil Durum Yönetimi için Coğrafi Web Servisleri Geliştirilmesi

#### 3.4.1. PostgreSQL Veri Tabanını Oluşturulması

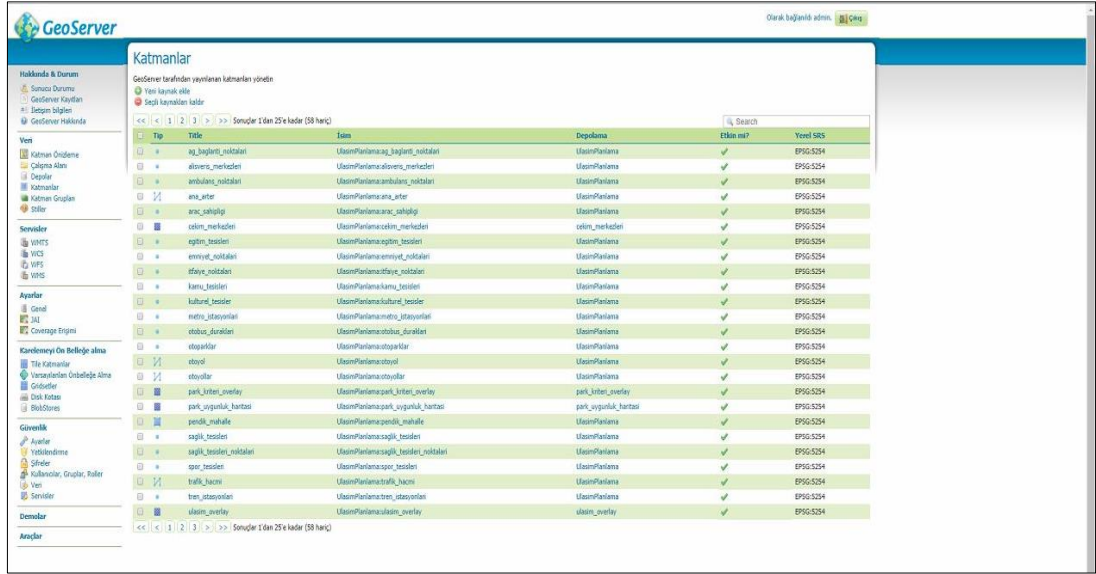
Bu çalışma kapsamında çalışma alanına ait veriler AKK bir yazılım olan PostgreSQL veri tabanına aktarılmıştır. Pendik'e ait ulaşım ve acil durum yönetiminde görevli olan tüm birimlerin vektörel verisi UlasimPlanlama isimli veri tabanı oluşturularak aktarılmıştır (Şekil 3.20). Bu veri tabanında kullanıcılar tarafından istenildiği zaman veri güncellemeleri yapmak mümkündür.



Şekil 3.20: PostgreSQL veri tabanı oluşturulması.

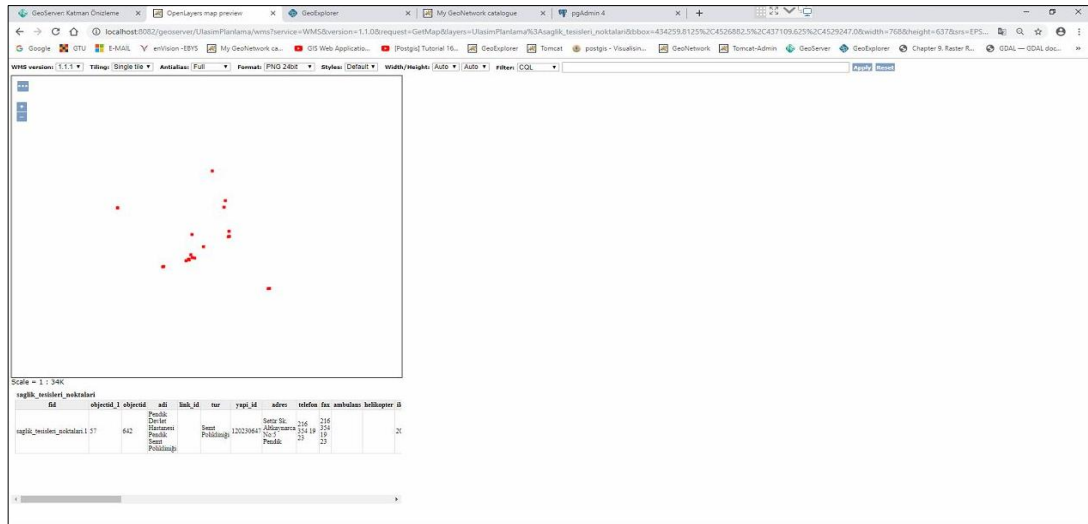
### 3.4.2. Geoserver

PostgreSQL veri tabanına eklenen çalışmaya ait veriler AKK Web CBS servisi olan Geoserver'da görüntülenmiştir. Bu veriler sistemin bütün kullanıcılarının görebileceği şekilde yayınlanmıştır. Geoserver'da da UlasimPlanlama klasöründe verilere erişmek mümkün olmuştur (Şekil 3.21).



Şekil 3.21: GeoServer’ da verilerin görüntülenmesi.

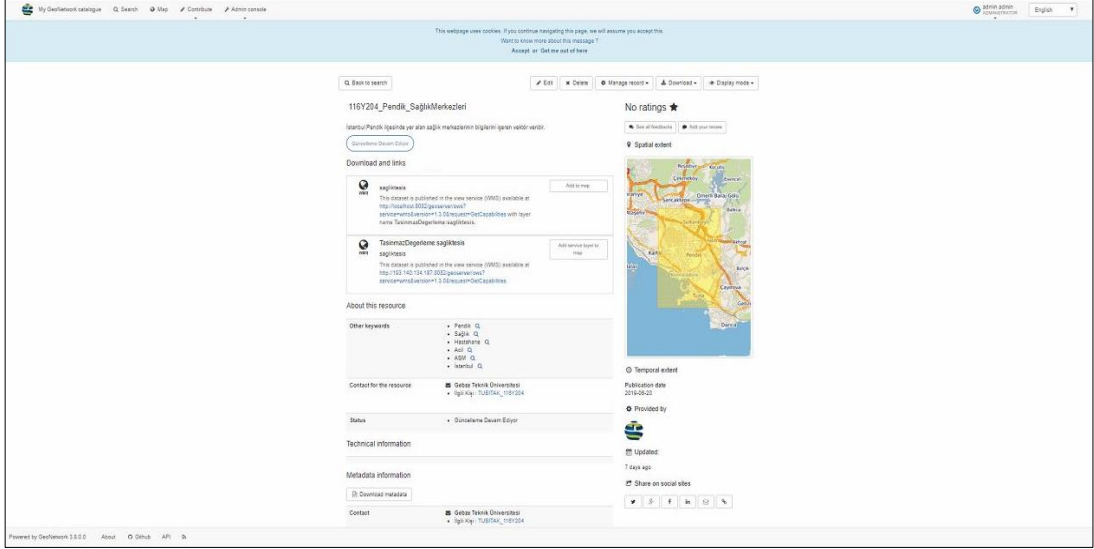
Aktarılan veriler tek tek shp, jpeg gibi çeşitli farklı formatlarda görüntülenebilir. Örnek olarak Şekil 3.22’de Pendik’te bulunan hastaneler OpenLayers’da görüntülenmiştir. Ayrıca nokta formatında olarak gösterilen hastanelere ait öznitelik bilgilerine de erişim sağlanmıştır. Pendik Devlet Hastane’sine ait bilgiler Şekil 3.22’de görüntülenmiştir.



Şekil 3.22: Pendik’te bulunan hastanelerin Geoserver’da görüntülenmesi.

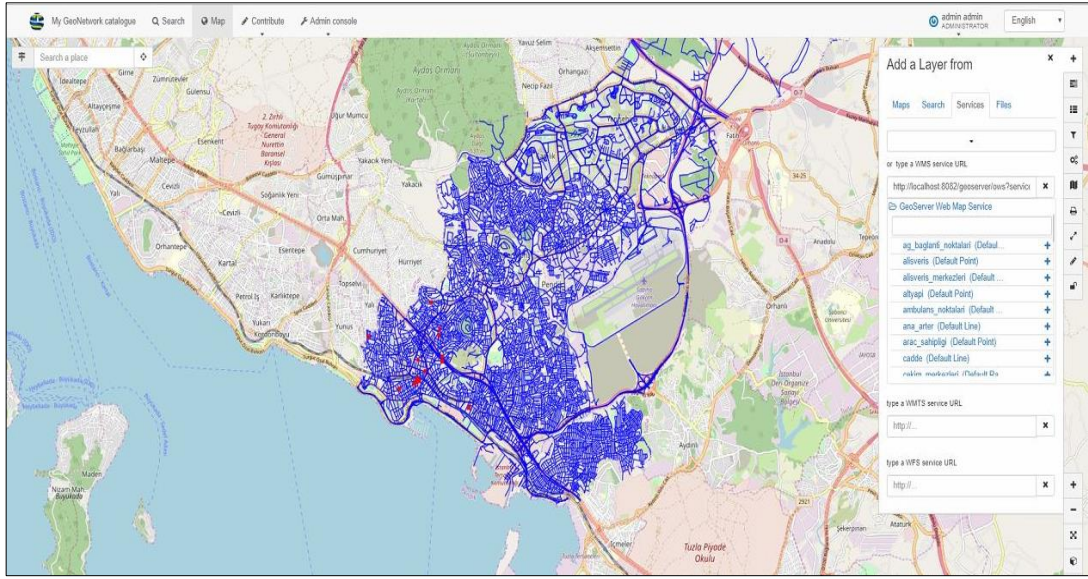
### 3.4.3. Geonetwork

Bir diğ er AKK Web CBS servisi olan Geonetwork'te, yapılan çalışmaların her bir katmanın metadatası oluşturulmuştur. Şekil 3.23'de 116Y204\_PendikSağlıkMerkezleri isimli sağlık tesislerine ait ö rnek metadata görü ntü lenmiştir.



Şekil 3.23: Geonetwork'te verilerin görü ntü lenmesi.

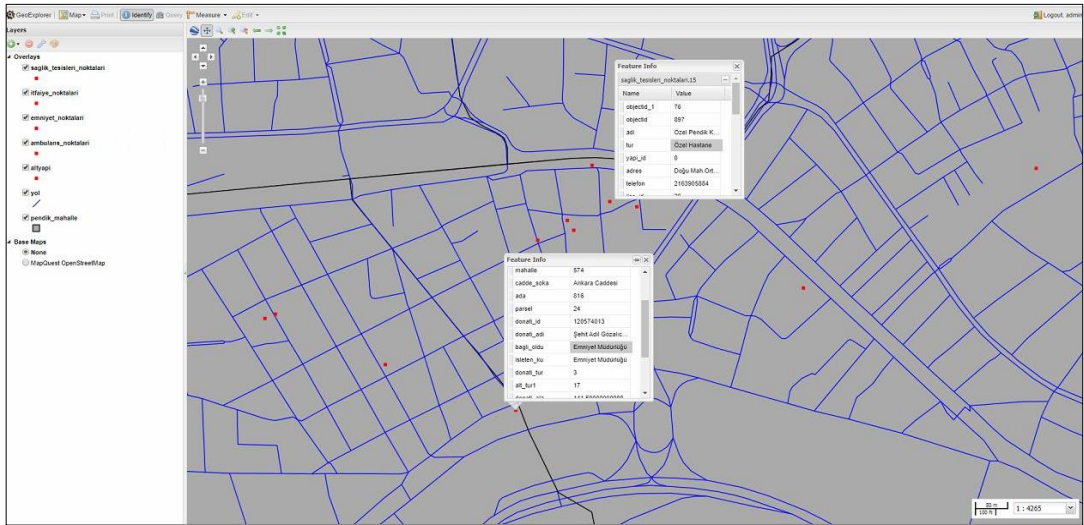
Harita servislerine bağlanarak verilere erişim sağ lamak mümkü ndür. Şekil 3.24'de Geonetwork'te WMS servisi kullanılarak Geoserver'da WMS olarak yayımlanan verilere erişim sağ lanmıştır ve görü ntü lenmiştir.



Şekil 3.24: Geonetwork'te WMS servislerine bağlanması.

### 3.4.4. Geoexplorer

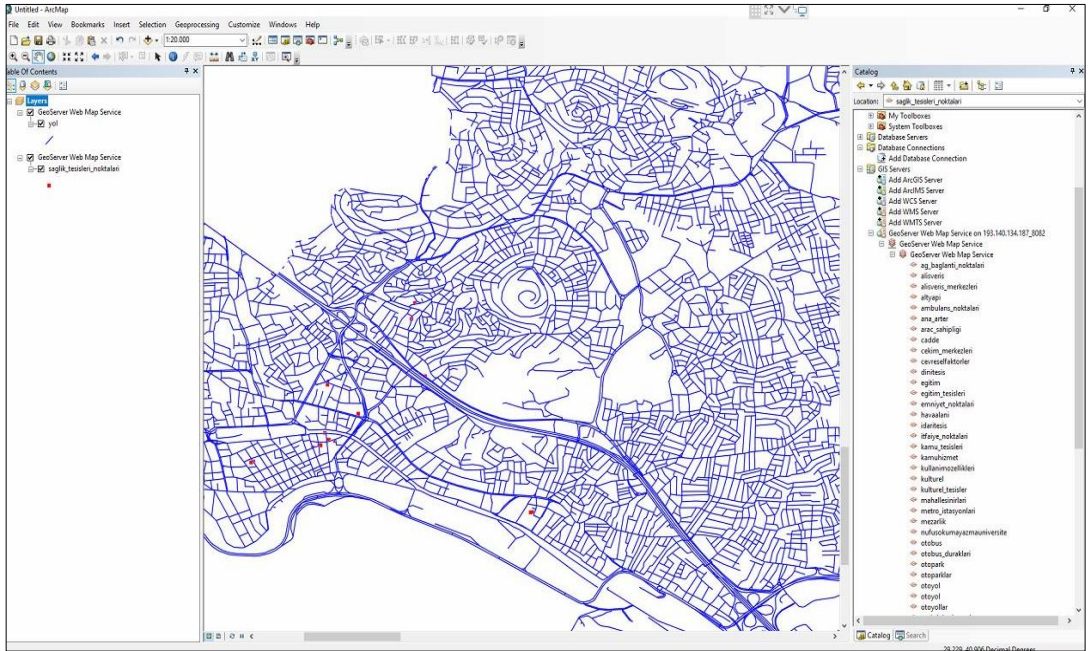
Geonetwork'de olduğu gibi servis edilen verilere Geoexplorer'da da erişim sağlanmıştır (Şekil 3.25). Bu görüntüleme sonucu verilere ait katmanlar ve sunulan bilgiler görülmektedir. Geoexplorer da AKK Web CBS servisleri arasında yer almaktadır.



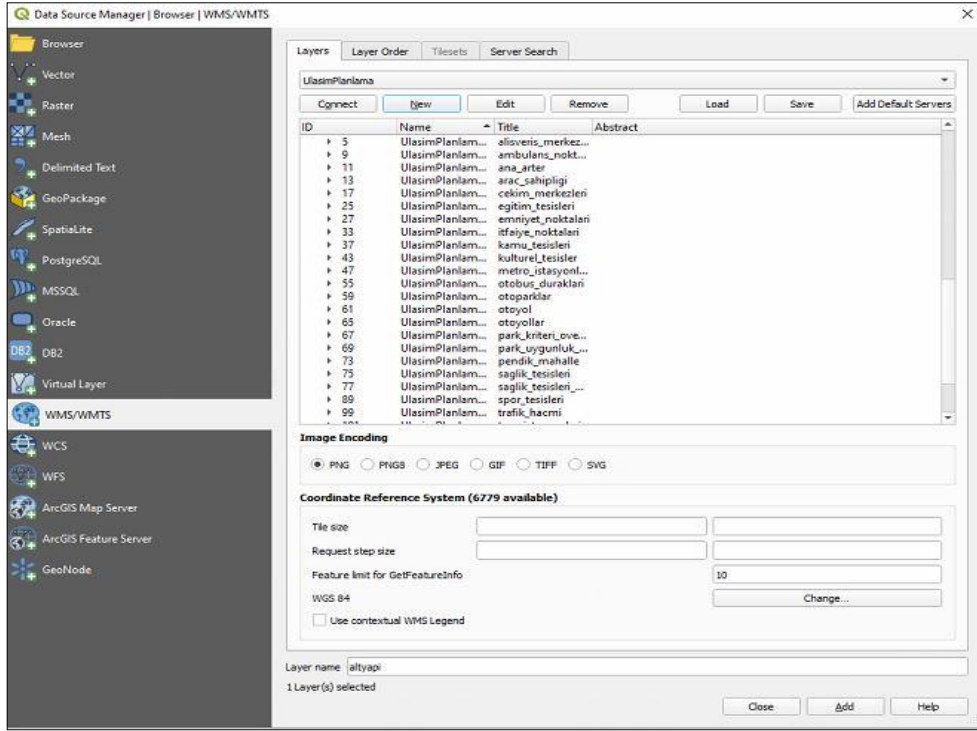
Şekil 3.25: Geoexplorer'da Pendik verilerinin görüntülenmesi.

### 3.5. Ulaşım da Acil Durum Yönetimi için Coğrafi Veri Modelleri Geliştirilmesi

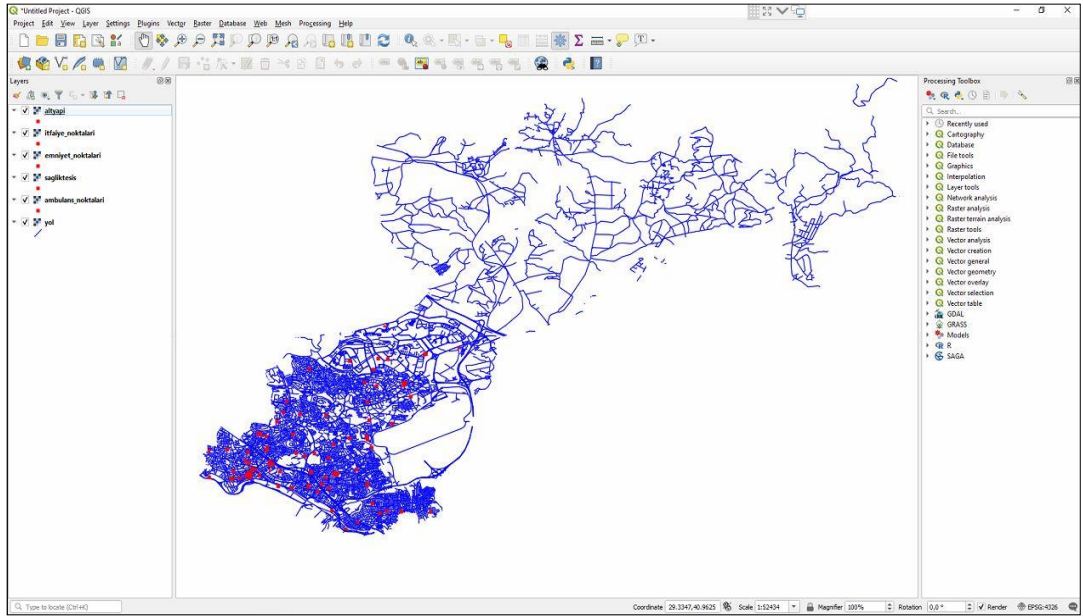
Acil durum yönetimindeki tüm sorumlu ekiplerin bir arada yönetilmesi için oluşturulan acil durum yönetimi işlem adımlarına göre CBS’de veri modelleri geliştirilmiştir. Oluşturulan bu coğrafi veri modelleri CBS’nin model builder aracı kullanılarak hazırlanmıştır. Böylece meydana gelebilecek ulaşım kazalarında acil durum yönetiminde daha organize, verimli ve hızlı bir şekilde insan hayatına müdahale edilebileceği gözlemlenmiştir. Bu modeller CBS yazılımlarından olan ArcGIS ve QGIS’te oluşturulmuştur. Acil durum yönetiminde işlem adımlarına göre sıralı bir şekilde ayrı ayrı ele alınmıştır ve sonrasında bütünlük olarak da bir model ayrıca oluşturulmuştur. Pendik’te Yenimahalle’de bulunan Zümrüt Caddesi örnek çalışma alanı olarak belirlenmiştir ve burada meydana gelebilecek olası bir ulaşım kazasında sıralı bir şekilde acil durum yönetimi gerçekleştirilebilmesi için oluşturulan modellerin uygulanmasında simülasyon olarak kullanılmıştır. Bu modeller için veriler, geliştirilen coğrafi web servislerinden alınmıştır. WMS şeklinde servis edilen verilere ArcGIS (Şekil 3.26) ve QGIS’te (Şekil 3.27 , Şekil 3.28) erişim sağlanmıştır.



Şekil 3.26: Coğrafi web servisleriyle ArcGIS’te verilerin görüntülenmesi.



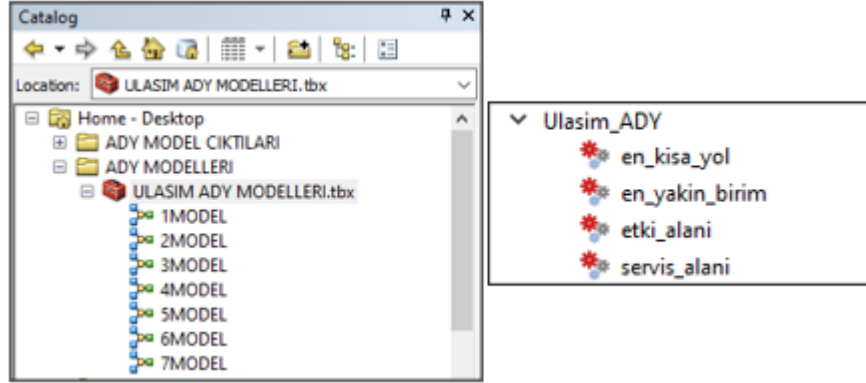
Şekil 3.27: QGIS'te WMS bağlantısının sağlanması.



Şekil 3.28: Coğrafi web servisleriyle QGIS'te verilerin görüntülenmesi.

Daha önceden oluşturulan modeller web servislerinden alınan veriler üzerinde uygulanmıştır ve sonuçları CBS'de bir veri formatı olan shapefile olarak elde edilmiştir. Böylece web servisleriyle şehrin güncel ve anlık verileri ile modeller

uygulanarak en iyi bir şekilde acil durum yönetimi amaçlanmıştır. Oluşturulan modeller ArcCatalog'da ULASIM ADY MODELLERİ isimli bir toolbox içerisinde, QGIS'te ise Ulasim\_ADY olarak toplanmıştır (Şekil 3.29).



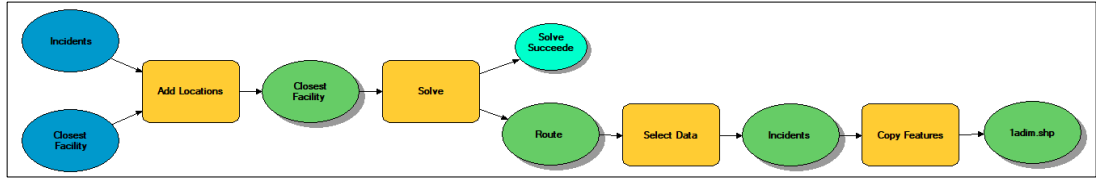
Şekil 3.29: Ulaşımında acil durum yönetimi için ArcGIS ve QGIS'te oluşturulan model toolbox ları.

### 3.5.1. Etki Alanının Belirlenmesi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi

Acil durum meydana geldiğinde olay yerindeki kişilerin acil durum çağrı merkezlerini araması ve olay hakkında bilgi vermesi müdahalenin gerçekleşmesi için ilk adımı oluşturmaktadır. Burada acil durum konumun doğru belirlenebilmesi olaya en kısıda sürede müdahale etmek için çok önemlidir. CBS'de adres birleşenlerine hem sayısal hem de sözel olarak erişilip haritada görsel olarak da görüntülemek mümkündür. Aynı zamanda adres bilgilerine analiz işlemleri kolay ve hızlı olduğu için CBS tercih edilmiştir.

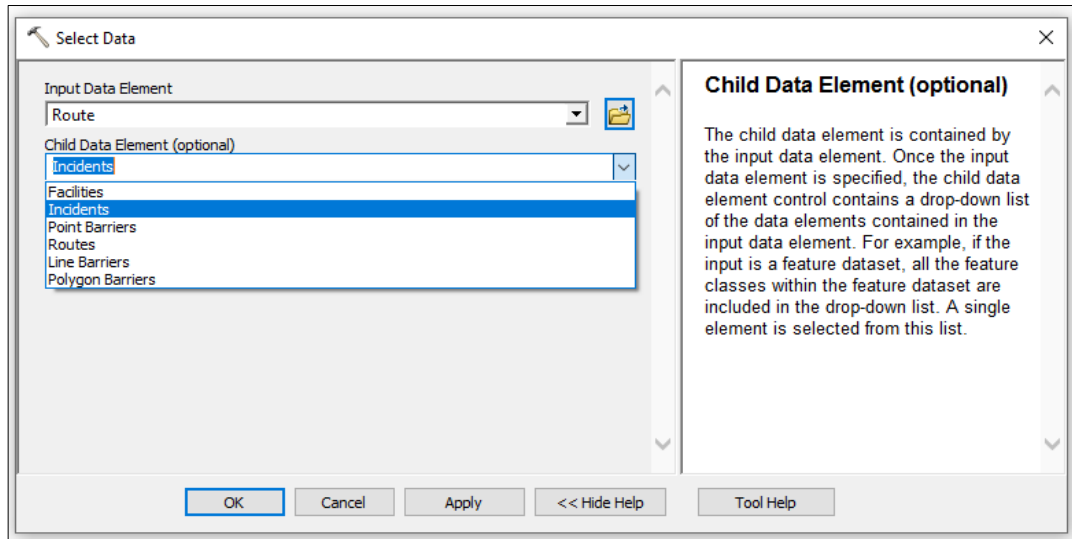
Ulaşımaya ait yol verileri Web CBS'deki oluşturulmuş olan kataloglardan anahtar kelimeler ile arandıktan sonra istenilen yere ait verilerin kullanıcı tarafından indirilmesi ile elde edilebilir. Bu çalışma kapsamında WMS/WFS olarak servis edilen veriler indirilerek kullanılmıştır. Böylece yöneticiler tarafından güncel veriler kullanılarak sürecin daha etkin yönetebileceği düşünülmektedir. Bir diğer ulaşım verilerine erişim yolu ise CBS'de online servis araçlarından olan World Geocode Service ile ArcGIS online vasıtasıyla bağlanılabilir. Acil durum konumunu görüntülemek için her iki yöntem de kullanılarak olay yerinden gelen adres bilgisi doğrultusunda konum sorgusu yapılarak CBS ortamında görüntülenmektedir.

Şekil 3.30’da gösterilen acil durum etki alanlarının analiz edildiği ArcGIS’te oluşturulan modelde, görüntülenen acil durum konumu ağ analizlerinin içinde bulunan “incidents” aracına yani kaza yerinin meydana geldiği konum modele yerleştirilmiştir. Ağ analizlerinden olan “closest facility” ise modelde araç olarak kullanılarak acil durum bilgileriyle ilgili bütün ilgili elemanlar girdi olarak seçilmiştir.



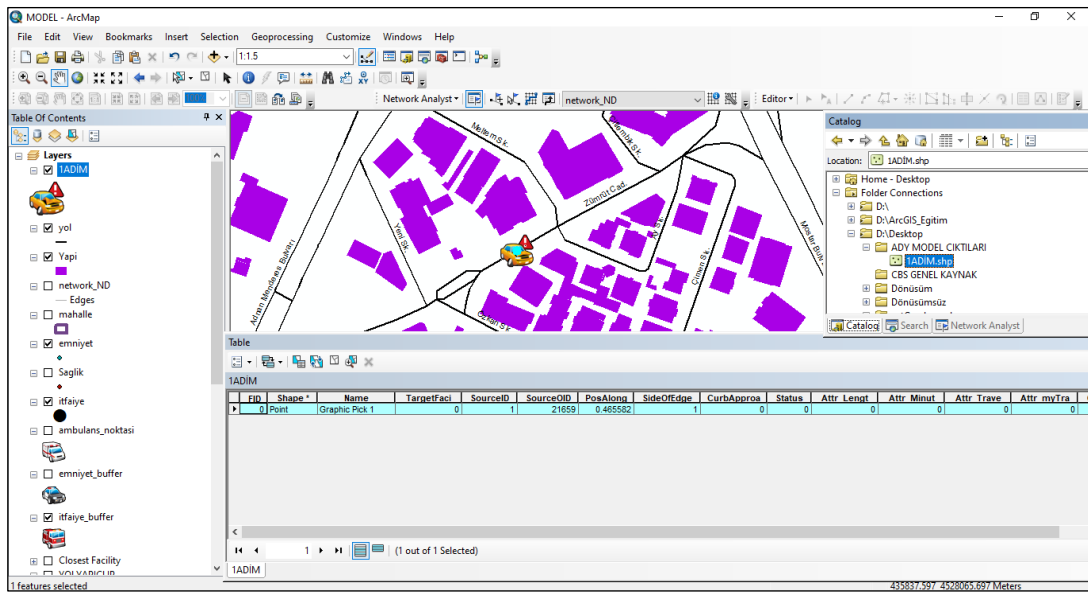
Şekil 3.30: Acil durum etki alanının belirlenmesi modeli.

Şekil 3.30’da oluşturulmuş olan acil durum etki alanının belirlenmesi modelindeki “add location” aracının içindeki “select data” kısmı Şekil 3.31’de gösterildiği gibi hangi verinin sonuç çıktısının alınacağını seçildiği kısımdır. “Incidents” yani olay yerini gösteren seçenek seçilip çıktı olarak acil durumun meydana geldiği konum gösterimi yapılır ve bütünleşik modelde bir kere eklendiği takdirde bütün acil durum yönetimi gerçekleştirilebilir. Ayrıca acil durum yerlerini tespit ederek konumsal verilere ait veri tabanı oluşturulabilir.



Şekil 3.31: Acil durum konumun seçim aracı.

Acil durumda etki alanının belirlenmesi model aracının uygulanmasından sonra alınan sonuçlar için ADY MODEL CIKILARI isimli klasör oluşturulmuştur. Oluşturulan bu klasörde ulaşımda acil durum yönetimi modellerine ait çıktı sonuçları gösterilmiştir. Şekil 3.32’de görüldüğü üzere Şekil 3.30’daki ilk modelin çalıştırılması ile alınan sonuç 1ADIM.shp olarak bu klasörün altında oluşmuştur. Shapefile olarak çıktı alınan acil durum merkez yeri tablosu ArcGIS’te orta kısımda Table olarak ortada yer almaktadır. Veri üzerinde seçili nokta olarak acil durum konum gösterimi model sonucu yapılmıştır. Pendik ilçesinde Zümrüt Caddesi’nde meydana gelen bir ulaşım kazası için acil durum konumunun belirlenmesi bu aşamada gerçekleştirilmiştir.

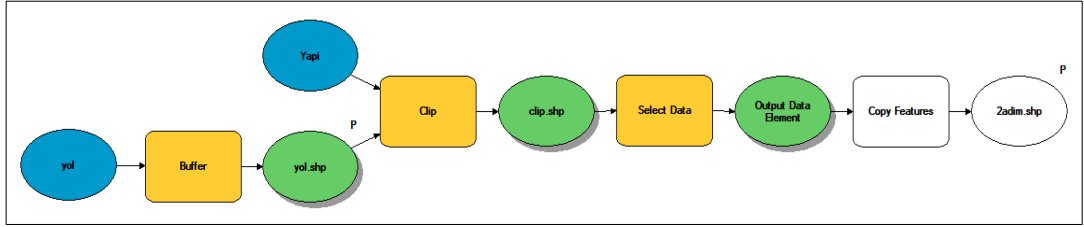


Şekil 3.32: Etki alanının belirlenmesi modelinin çıktı gösterimi.

### 3.5.2. Etki Analizi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi

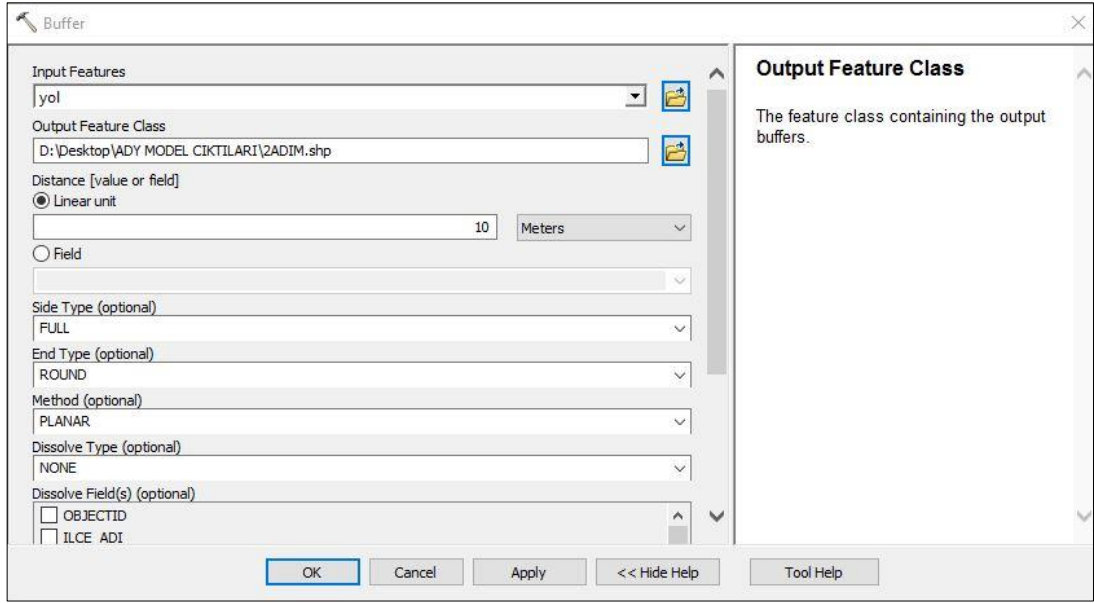
Acil durum ekiplerinin yönlendirilmesi için ön değerlendirme aşaması olan etki analizi için bir acil durum meydana geldiğinde içinde bulunduğu konumdan itibaren ne kadar alanı etkilediği, nelere zarar verdiğini ya da bölgede risk unsurlarını belirlemek için etki analiz modeli ArcGIS’te geliştirilmiştir (Şekil 3.33). Modelin içinde etki analizi yapılmıştır ve sonra meydana gelen acil durumun etkilediği alana göre sonuç çıktısı bu aşamada alınmıştır. Sonuç olarak kazadan etkilenen unsurlar ve canlı sayısı değişkenlik gösterebilmektedir. Bu durumun değerlendirilebilmesi için

sahadan gelen bilgiler oldukça önemlidir. Örneğin ulaşım kazasında patlama ve yanma riski varsa buna yönelik etki analizinin sınırlarını kullanıcı genişletebilir ve bu durumdan etrafta etkilenebilecek verileri elde edilmesi ya da etrafta kimyasal veya yanıcı unsurlar var ise bunların görüntülenmesi hedeflenmiştir. Ulaşım kazasında etkilenen unsurlar; yollar ve altyapı olduğu gibi yola yakın binalar ve çevredeki canlılar da olabilmektedir. Acil durum yönetiminde ulaşım yollarında meydana gelen kaza sonucu etkiyi analiz eden model Şekil 3.33’de gösterilmiştir. Acil durum konumundan belirlenmiş bir mesafede tampon bölge oluşturulduktan sonra bu tampon bölgenin içinde kalan ve acil durumun meydana gelmesi ile etkilenebilecek unsurların analizi model üzerinde “Buffer” aracı ile gösterilmiştir.



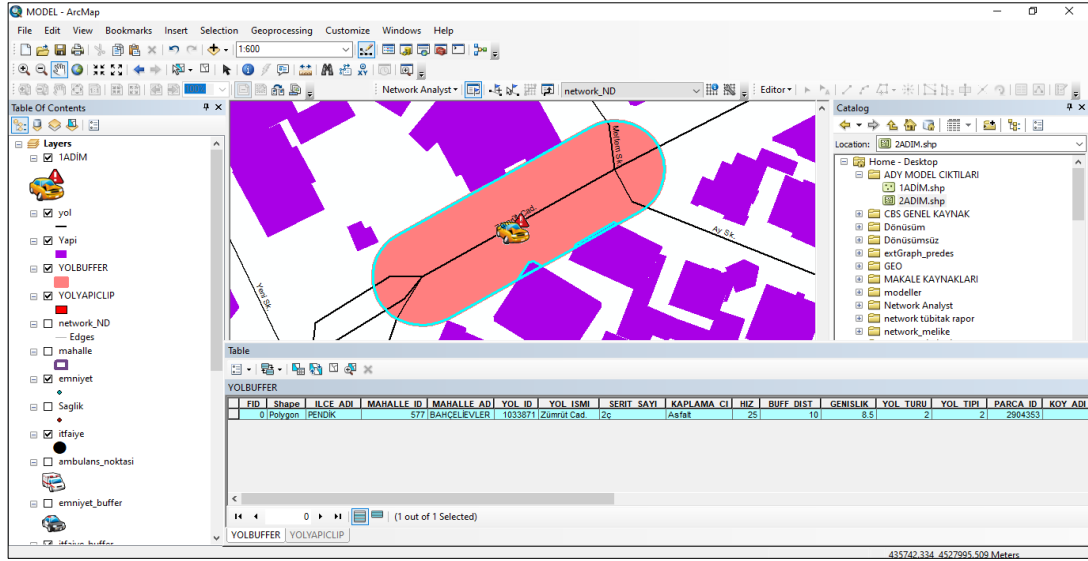
Şekil 3.33: ArcGIS’ te ulaşım da acil durum yönetiminde etki analizinin modeli.

Şekil 3.34’de acil durum yönetiminde etki analizinin modeli oluşturulmasında örnek kaza meydana gelmesinde konumun yollar olacağı düşünülerek girdi olarak yol ele alınmıştır. Etkilenebilecek mesafenin sınırlarını belirlemek için kural koyulan “Buffer” aracı ile örnek seçilen caddedeki olay yeri için 10 metrelik buffer sınırı ayarlanmıştır. Ulaşım kazası için yollar ve yola yakın binalar da etkilenebileceği ön görülmüştür ve bunlar ele alınarak model oluşturulmuştur.



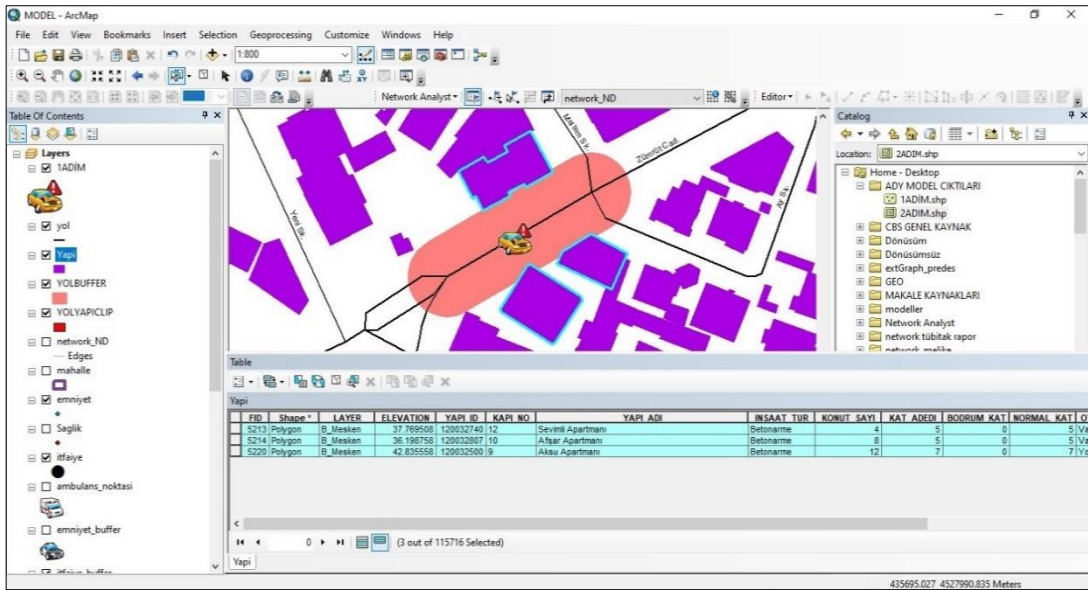
Şekil 3.34: ArcGIS’ te ulaşımda acil durumdan etkilenen bölgenin belirlenmesinin modelde ayarlanması.

Modelin uygulanması sonucunda harita üzerindeki analiz sonucu Şekil. 3.35’de gösterilmiştir. Burada örnek olarak Zümrüt Caddesi’ndeki olabilecek bir trafik kazasının etki alanı belirlenmiştir ve analizi gerçekleştirilmiştir. Zümrüt Caddesi’ndeki kazanın meydana geldiği yolun sağ ve sol taraflarında kalan 10 metrelik alanlar model sonucu olarak haritada tampon alan olarak poligon şekilde gösterilmiştir. Öznitelik tablosunda yola ait önceden oluşturulan hız, genişlik, şerit sayısı ve türü gibi bilgilerin yanında BUFF DIST sütununda uygulanan model sonucu oluşmuştur ve tampon mesafenin modelde giriş yapılan 10 metre olarak belirlendiği bilgisi burada yer almıştır. Haritada mavi ile seçili hale gelmiş olan veriler ulaşım kazasından etkilenen unsurların model ile analiz edilmesi sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 3.35).



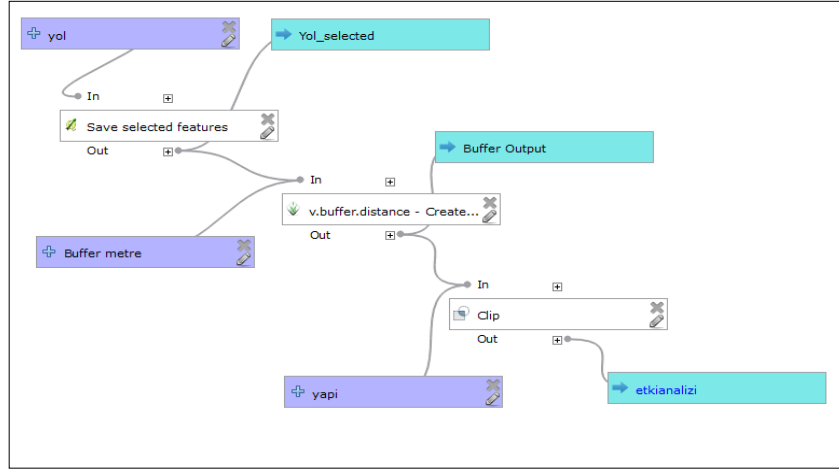
Şekil 3.35: Ulaşım acil durum yönetiminde etki analiz modeli uygulamasının çıktısı.

Zümrüt Caddesi'ndeki trafik kazasından etkilenebilecek yakındaki 3 yapı ve o yapılara ait özellikler uygulanan model sonucunda çıktı olarak harita üzerinde görülmektedir. Katalogda görüldüğü üzere shapefile olarak alınan model çıktı sonucu ve tablo kısmındaki kazadan etkilenen unsurlara ait öznelik bilgileri sonuç olarak alınmıştır (Şekil 3.36).



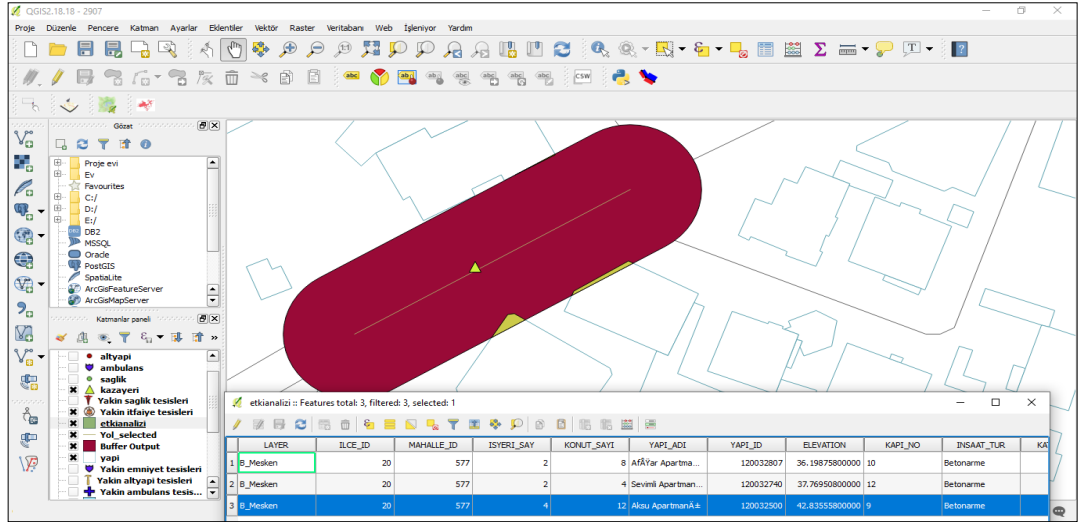
Şekil 3.36: Ulaşım acil durum etki analizinde etkilenebilecek örnek yapıların gösterimi.

QGIS yazılımında oluşturulan acil durum yönetiminde etki analizinin belirlenmesi modeli Şekil 3.37’de gösterilmiştir. Ulaşımında acil durum meydana geldiği yol verisini Web CBS’de oluşturulan kataloglardan bağlanarak oluşturulan tampon bölge için acil durum için etki mesafesi belirlenmesi yapılmıştır. Model sonucu bu tampon bölge içinde kalan ulaşım kazasından etkilenebilecek yapıların seçimi sağlanmıştır.



Şekil 3.37: Ulaşımında acil durum yönetiminde etki analizinin QGIS modeli.

Ulaşımında acil durum etki analizi için oluşturulan QGIS model sonucunun haritadaki görsel sonucu Şekil 3.38’de görülmektedir. Pendik’te Zümrüt Caddesi için uygulanan modelde sonuç olarak caddenin iki tarafında kalan 10 metrelik alanlar bordo renkte gösterilmiştir. İçerisinde kalan ulaşım kazasından etkilenebilecek yakın mesafede 3 bina model sonucu bulunmuştur ve bunlar sarı renkte gösterilmiştir. 1 bina daha küçük ölçekte harita üzerinde belirli olmaktadır. Bu binaların öznitelik bilgilerine ve yaşayan kişi bilgilerine de ulaşmak mümkündür. Böylece etki analizini hem görsel olarak hem de tablo olarak görüntülemek mümkündür. Acil durumda değerlendirme bu analiz modelinden yapıлып müdahale ve iyileştirme çalışmaları planlanabilir.



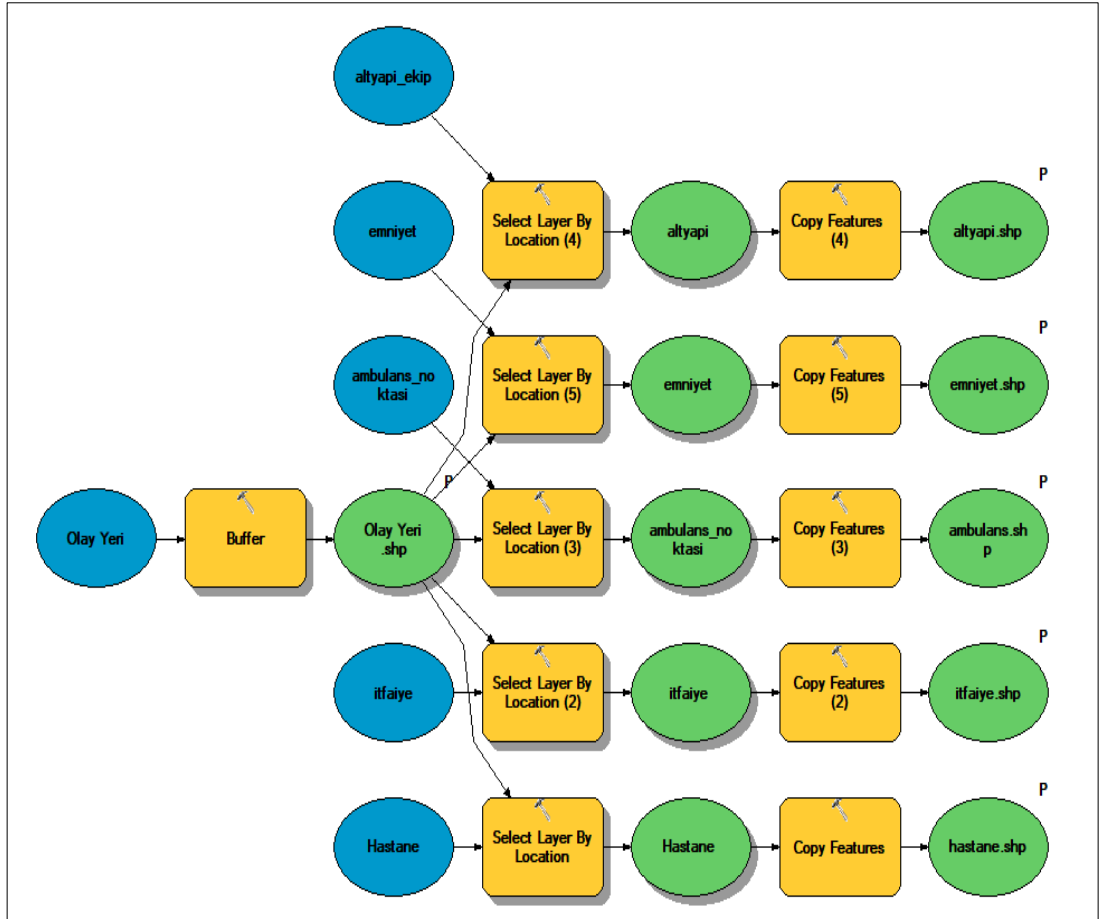
Şekil 3.38: QGIS’ te ulaşımda acil durum yönetiminde etki analiz modeli uygulamasının çıktısı.

### 3.5.3. Müdahale Planlama ve Analiz Aracının Geliştirilmesi

Acil durum etki alanı modelinden çıkan analizlere göre bir sonraki aşama olan müdahale planlama ve analizinde acil duruma müdahale edecek veya bu durumda görevleri olan ekiplerin belirlenip seçilmesi aşamasına geçilmiştir. Müdahale planlama olarak adlandırılan bu aşamada acil durumda görevli birimlerin seçilmesinde ve bunlara ait sahip oldukları gerekli olabilecek envanterler kolay ve hızlı bir şekilde oluşturulan model sonucu görüntülenmiştir.

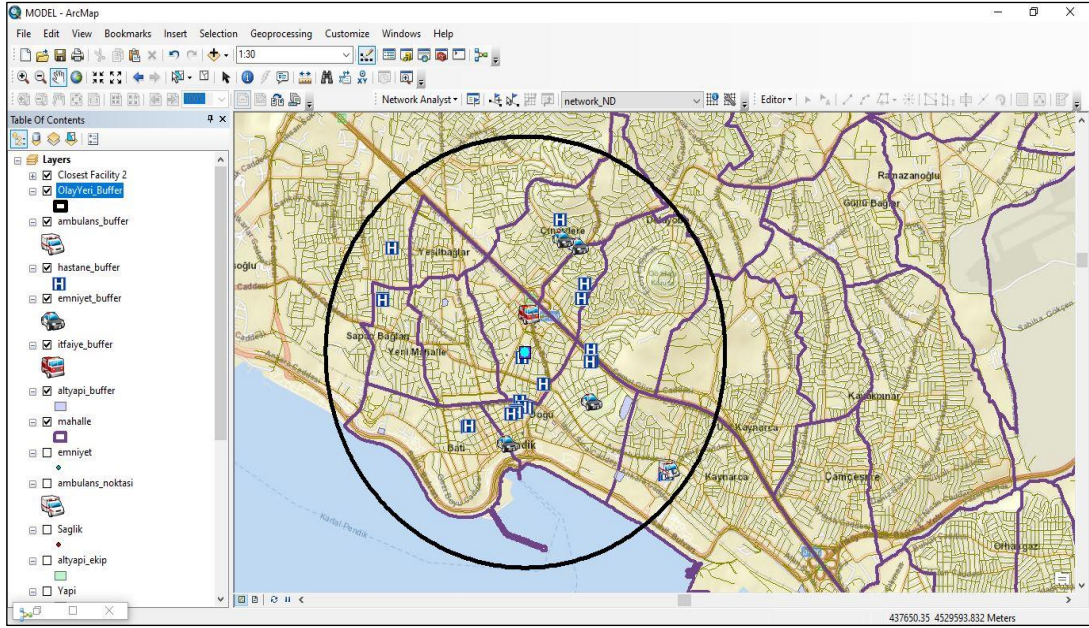
CBS’de sözel verilerin de tutulması burada avantaj olmuştur. Hastanelerin sahip olduğu nitelikler CBS’de öznitelik tablosu ile görüntülenmesiyle ile ileri müdahale gerektirecek hastanın ihtiyacına yönelik hastanenin bulunması, yoğun bakım kapasitesi ve doluluk oranlarını görüntülemek ambulans ekibi için en doğru ve hızlı kararı alma konusunda faydalı olacaktır.

Şekil 3.39’da ArcGIS’te geliştirilen müdahale planlama modelinde meydana gelebilecek bir ulaşım kazasında olay yerine ulaşması gereken en yakında belirli bir mesafede bulunan sorumlu acil durum ekipleri ve hastaneler analiz sonucu çıktı olarak elde edilmiştir. Ulaşım kazasında görevli olan en yakın ekiplerin ve hastanelerin harita üzerinde görüntülenmesi gerçekleşmiştir. Model sonucu tampon alan içinde kalan acil durum ekipleri ve hastanelere ait bilgiler öznitelik tablosunda görüntülenmiştir.



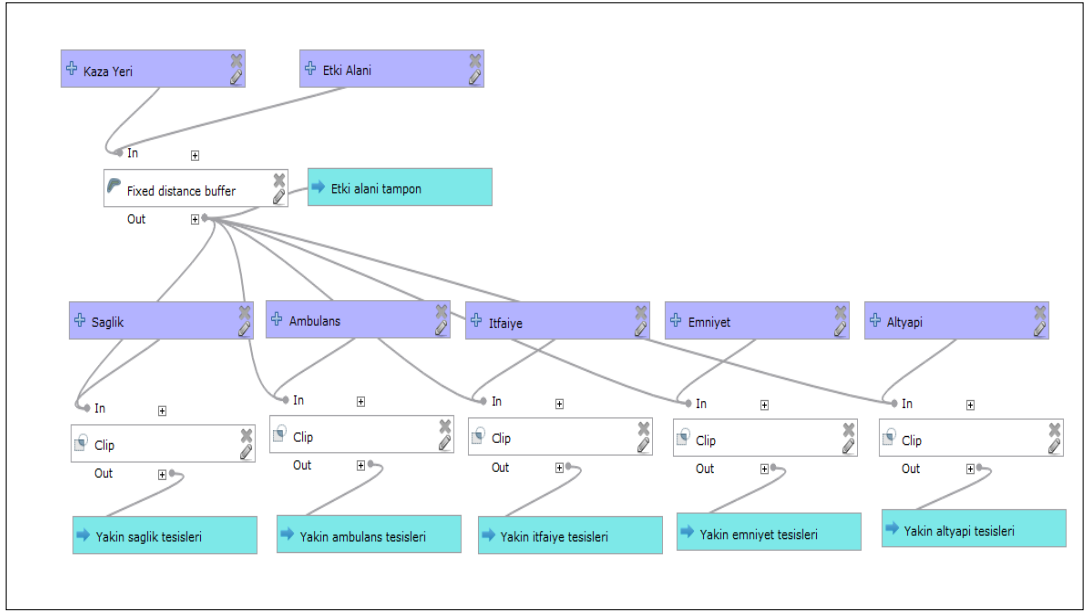
Şekil 3.39: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modeli.

Müdahale planlama modelinin sonucu Şekil 3.40’da CBS’ de örnek olan belirlenen Zümrüt Caddesi’nde görüntülenmiştir. Burada olay yerine en yakın ekiplerin ve hastanenin belirlenmesi için istenilen tampon analizindeki ulaşım mesafesi “buffer” aracı kullanılarak belirlenmiştir. Olay yeri etrafında buffer analiz işlemi yapıldıktan sonra emniyet, ambulans, itfaiye ekipleri ile hastaneler harita üzerinde model sonucu olarak gösterilmiştir (Şekil 3.40). Siyah tampon çizgisi, içinde kalan ve sembollerle gösterilen ekipler ve hastaneler ile bunlara ait bilgilerin tablosal bilgileri shapefile olarak elde edilmiştir. Karar verici olan acil durum yönetici birimlerindeki personellerin daha hızlı ekipleri yönetmesi amaçlanmıştır. Oluşturulan model sonucu müdahale planlama CBS’de karar verme sürecinde ekiplere görsel ve sözel veriler sunmasıyla yardımcı olacağı düşünülmektedir.



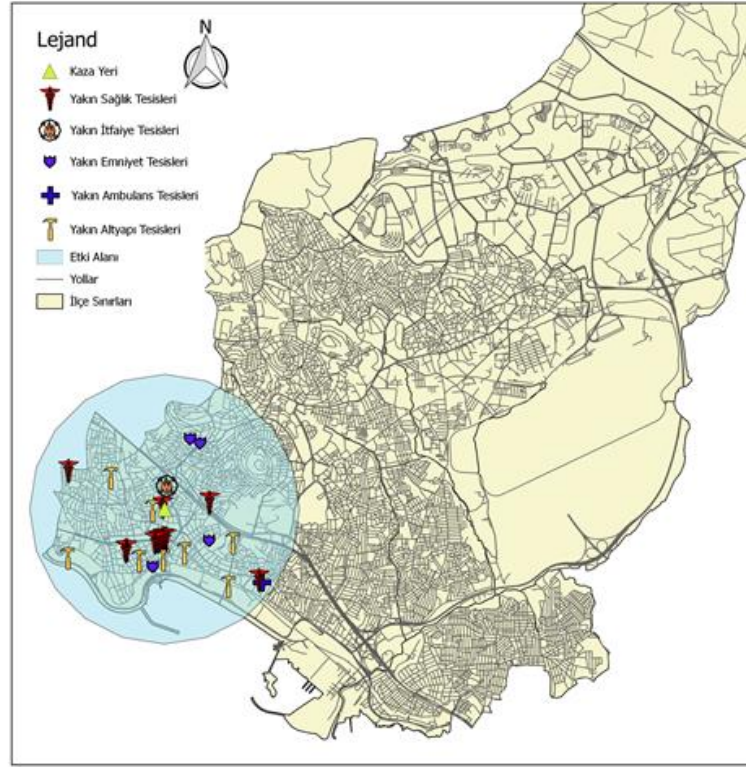
Şekil 3.40: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modelinin çıktı gösterimi.

QGIS' te acil durum müdahale planlama aşaması için oluşturulan model Şekil 3.41'de gösterilmiştir. Ulaşım kazasında acil durum için konumun etrafında tampon oluşturulmuştur. Bu oluşturulan tampon mesafesi, acil durumda görevli olan birimlerin acil durum noktasına müdahale için yetişebileceği süre de göz önüne alınarak oluşturulmuştur. Oluşan bu tampon bölgenin içerisinde kalan ve acil durum yönetiminde görevli olan ambulans, itfaiye, emniyet ve altyapı ekipleri ile sağlık kurumlarının dahil edilmesiyle en yakın birimlerinin model sonuçları alınmıştır. Bu sonuçların veride gösterimi sağlanmıştır ve tablo olarak shapefile çıktısı elde edilmiştir.



Şekil 3.41: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modeli.

Uygulanan Pendik ilçesi Zümrüt Caddesi acil durum müdahale planlama için model sonuç haritası Şekil 3.42’de gösterilmiştir. Tampon bölge haritada mavi ile gösterilmiştir ve içerisinde kalan acil durum müdahalede görevli birimlerin ve sağlık kuruluşlarının gösterimi yapılmıştır. Buna göre acil durum ekiplerinin ve sağlık kurumlarının acil durum noktasına yakınlığı ve acil duruma cevap verecek nitelikte ve müsait olma durumları göz önüne alınarak kullanıcı tarafından seçimler gerçekleştirilebilmesi amaçlanmıştır.



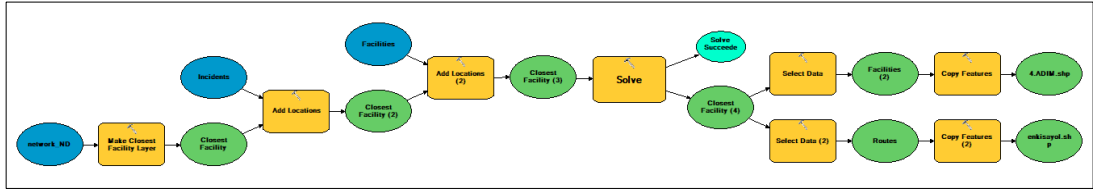
Şekil 3.42: Ulaşımında acil durum müdahale planlamada en yakın acil durum yönetimi birimlerinin bulunması modelinin çıktı harita gösterimi.

### 3.5.4. Müdahale Ekiplerinin Seçimi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi

Müdahale planlama modelinde en yakın acil durum yönetimi ekipleri ve hastanelerin görüntülenmesinden sonra bir sonraki aşama olan müdahale ekiplerin seçilmesi aşamasına geçilmiştir. Bu aşamada oluşturulan model ile acil durumun meydana geldiği konuma en kısa sürede ulaşabilecek ekiplerin yönlendirilmesi yapılmıştır. Acil durumun meydana geldiği konumdan en yakın hastaneye yönlendirilmesinde ise karar verici durumunda olan ambulans ekibinin hastane özellikleri, doluluk oranı ve hastaya göre yeterli donanımda olması gibi kriterleri müdahale planlama analizinde çıkan sonuca göre en yakın acil servisi bulunan hastaneyi seçmesi gerekmektedir.

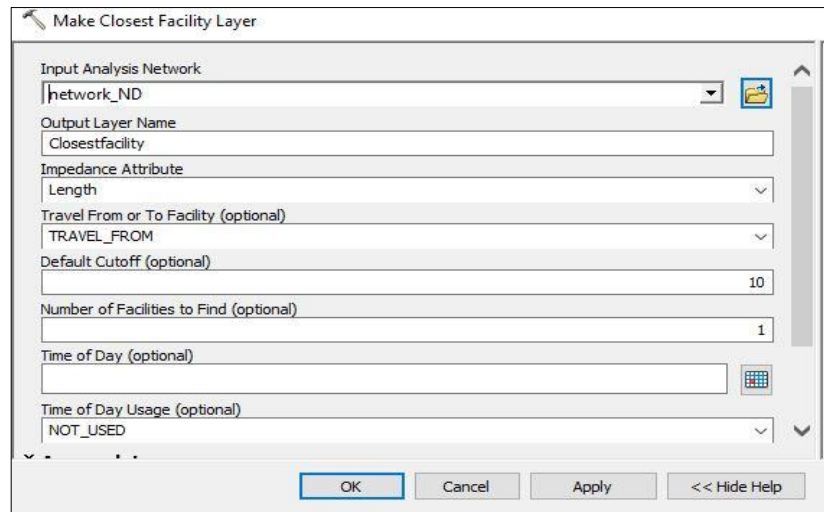
Ulaşım kazalarında acil durum yönetimi ekiplerinin en yakın ekibin seçilmesi için Şekil 3.43'deki model ArcGIS'te geliştirilmiştir. "Make closest facility" aracı ağ analizlerinde en yakın olarak da adlandırılan analizdir ve modelde en yakın acil durum ekibinin seçilmesi için eklenmiştir. Modelde bulunan "facilities" aracı ile istenilen acil

durum ekiplerinin modele eklenmesi yapılmıştır. Bu kısım en yakın ilgili acil durum ekibini bulmak için tasarlanmıştır. “Incidents” ise ulaşım kazasının meydana geldiği konumu eklemek için kullanılan bir diğer araçtır. Modelde en yakın ilgili birimi bulduktan sonra acil durum konumuna yönlendiren kısım eklenmiştir ve “select data” aracı ile oluşturulan rotanın en kısa yol analiz sonucu elde edilmiştir.



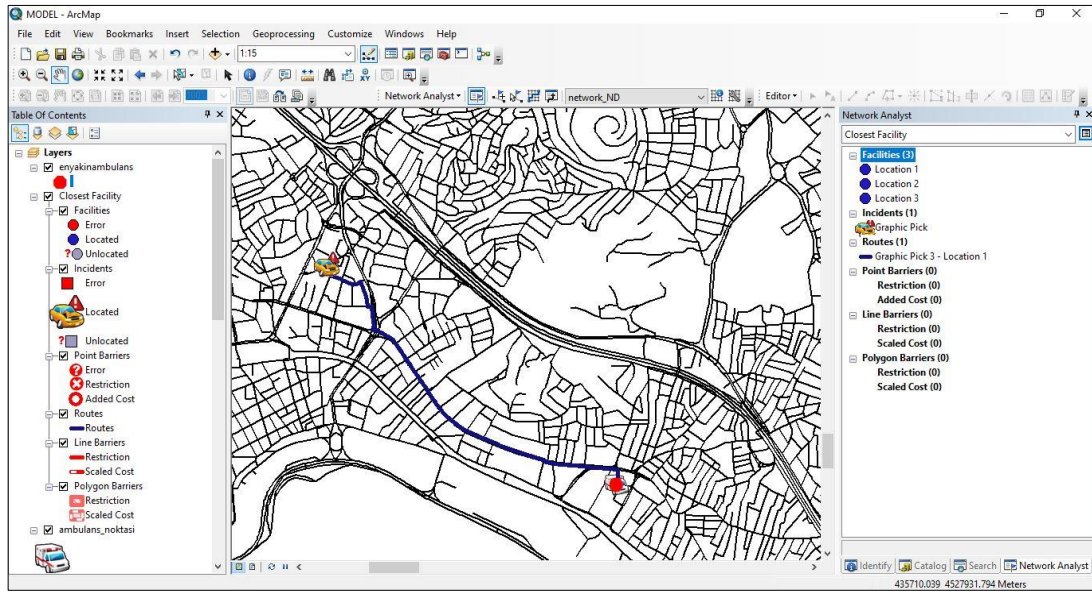
Şekil 3.43: Ulaşımında acil durum noktasına en yakın acil durum yönetimi elemanın bulunması ve en kısa yol analizi uygulaması modeli.

Ulaşım kazasında acil durum konumuna kaç dakika içerisinde kaç adet acil durum yönetim ekibinin gelmesi gerektiğinin ayarlanması ve yönlendirilmesi model içerisindeki “make closest facility layer” aracı ile yapılabilmektedir. Örnek olarak belirlenen Zümrüt Caddesi için Şekil 3.44’deki gibi 10 dakika içerisinde 1 ambulans istasyonundan gelebilecek ekibin en kısa yol analizi ile yönlendirilmesi amaçlanmıştır.



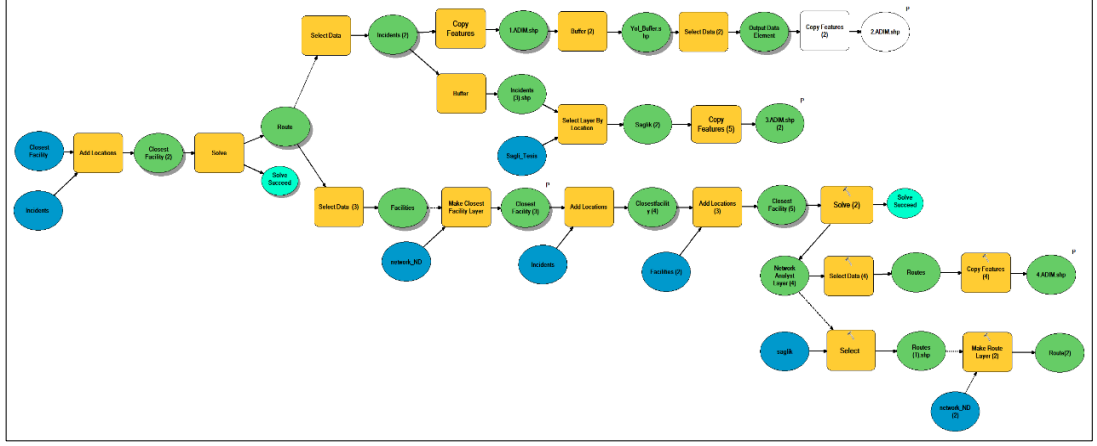
Şekil 3.44: Ulaşımında acil durum noktasına en yakın acil durum yönetimi istasyonun sayısının ve dakikanın model içerisinde ayarlanması.

Zaman ve ekip sayısının tercih edilip ayarlanmasından sonra Zümrüt Caddesi'ne 10 dakika içerisinde ulaşabilecek en yakın bir ambulans istasyonunun analizler ile model sonucunda harita üzerinde görüntülenmesi sonucuna ulaşılmıştır (Şekil 3.45). Şekil 3.43'deki modelde "select data" aracında "facility" kısmında ambulans istasyonlarının seçimi sonucunda modelin çıktısında Şekil 3.45'de harita üzerinde kırmızı nokta sembolü ile gösterilen en yakın ambulans istasyonunun bulma işlemi tamamlanmıştır. Model sonucu çıkan en yakın ambulans istasyonunun konumundan Zümrüt Caddesi'ndeki örnek ulaşım kazasına gitmek için en kısa yol analiz sonucu da Şekil deki 3.43'deki model içerisinde "select data" aracında "routes" başlığının kullanılması ile bulunmuştur. Model sonucu çıkan en yakın ambulans istasyonu ve en kısa ağ analiz sonucu shapefile olarak ArcGIS'te görüntülenmiştir.



Şekil 3.45: Ulaşımında acil durum noktasına en yakın ambulans ekibinin bulunması ve en kısa yolun bulunması.

Ulaşım kazalarında acil durum yönetim basamaklarında tek tek modeller geliştirildiği gibi ilk dört adım olan etki alanının belirlenmesi, etki analizi, müdahale planlama, müdahale ekiplerinin seçilmesi ve yönlendirilmesi modelleri birleştirilerek de toplu bir model ArcGIS'te oluşturulmuştur (Şekil 3.46). İhtiyaca yönelik ayrı ve bütüncül modeller oluşturulması ile acil durum yönetimde sorumlu kullanıcıların işlerini kolaylaştırmak ve esnek olmaları hedeflenmiştir.

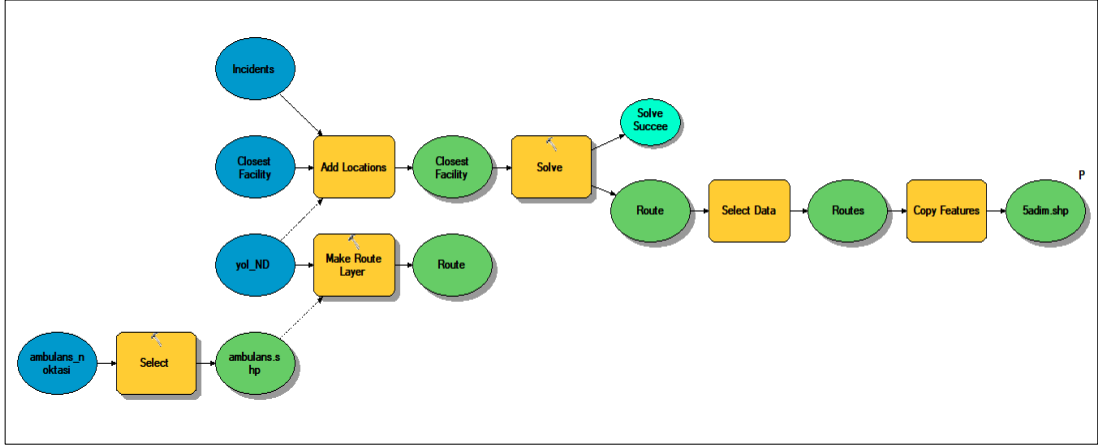


Şekil 3.46: Ulaşımında acil durum yönetiminin modellenmesi.

### 3.5.5. Müdahale Ekiplerinin Yönlendirilmesi ve Analiz Aracının Geliştirilmesi

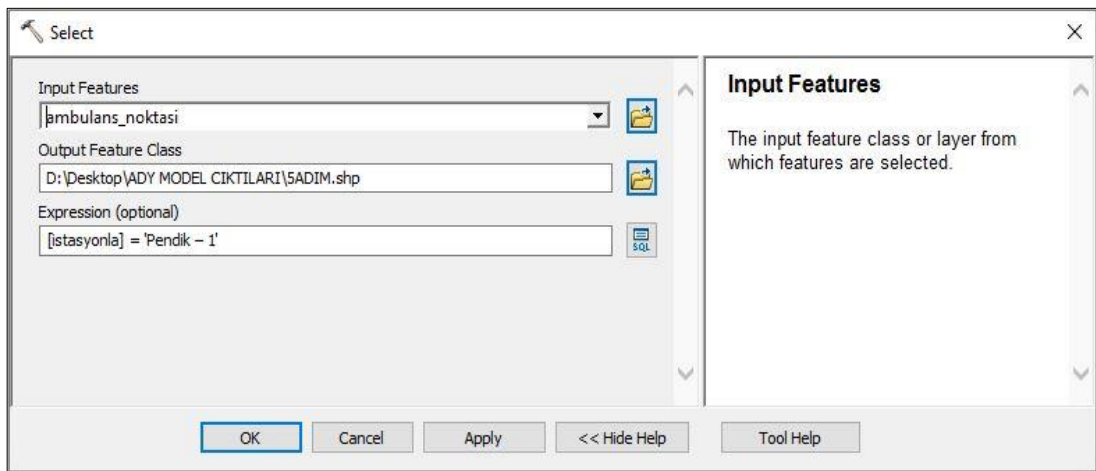
Ulaşım kazalarında acil durum yönetimi için müdahale ekiplerinin seçilmesiyle birlikte kaza yerine yönlendirmek için daha kapsamlı bir aşamaya geçilmiştir. Bu aşamada kaza yerine ulaşımında zaman yönetiminde oldukça önemli olan en kısa yol analizleri kullanılarak ekipler, kaza yeri ve hastane arasında yeni bir model ArcGIS’te geliştirilmiştir (Şekil 3.47). Kaza yerinde acil müdahaleye ihtiyaç duyan kişiler için oldukça önemli olan müdahale bekleme sürecinin daha hızlı yönetilebilmesi için oluşturulan bu model ile sistem kullanıcılarının CBS’de ulaşım ağlarını güncelleyerek ve en kısa yol analizleriyle en iyi şekilde ekipleri yönlendirmesi amaçlanmıştır. Geliştirilen model ile acil durum ekiplerinin direk olarak kaza yerine yönlendirilmesi gerçekleştirilmiştir ve en yakın hastaneye yönlendirilmesi ikinci aşamada gerçekleştirilmiştir.

CBS’de oluşturulan yol öznitelik tablosunda bulunan hız sütunundan faydalanarak “make route layer” aracı ile analizler bu modelde yapılmıştır. Belirlenen acil durum ekiplerinin ulaşım yollarında meydana gelen ulaşım kazalarında olay yerine en kısa yol analizi ile yönlendirilmesi modelin diğer parçasını oluşturmaktadır. Şekil 3.47’de örnek olarak Pendik 1 ambulans istasyon noktasından kaza yerine yönlendirme istenilmiştir. Acil durum ekiplerinin Şekil 3.47’deki model içerisinde bulunan “select” aracı içerisinde “input features” seçeneği ile eklenmesi ve “expression” seçeneğinden istenilen acil durum istasyonunun seçilmesi sonucu modelde acil durum ekibinin seçilme işlemi tamamlanmıştır.



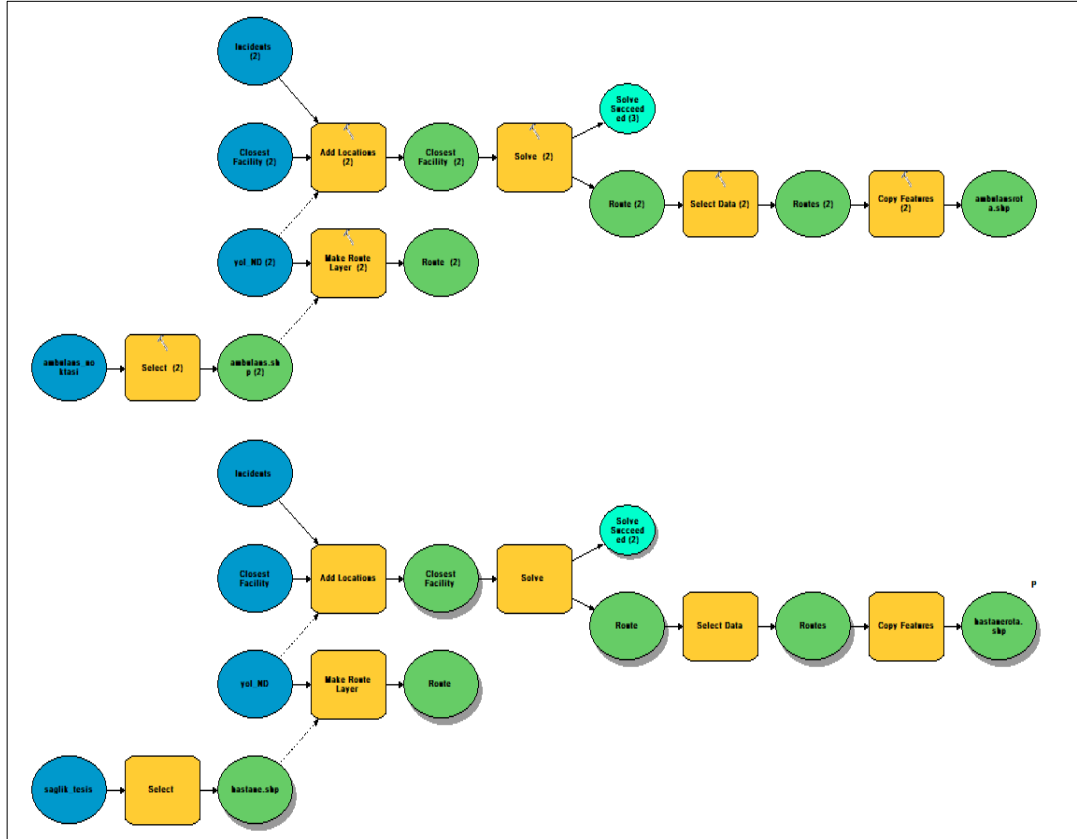
Şekil 3.47: Acil durum müdahale ekiplerinin seçimi ve en kısa yol analizi ile yönlendirilmesi.

“Select data” kısmı ile istenilen şekilde itfaiye, emniyet gibi başka bir acil durum ekibi ile değiştirilebilmektedir. Şekil 3.48’de ambulans noktasından istenilen istasyonu Select aracından seçilerek ve “closest facility” aracına ulaşım kazasının konumunun eklenmesiyle model tamamlanmıştır. “Closest facility’de” en kısa yol analizinin yapılması aşamasından sonra “select data” aracında “routes” seçilerek ambulans istasyon noktası ve ulaşım kazası konumu arasında ulaşım yollarının optimum yol analizlerinin sonucuna ulaşılmıştır.



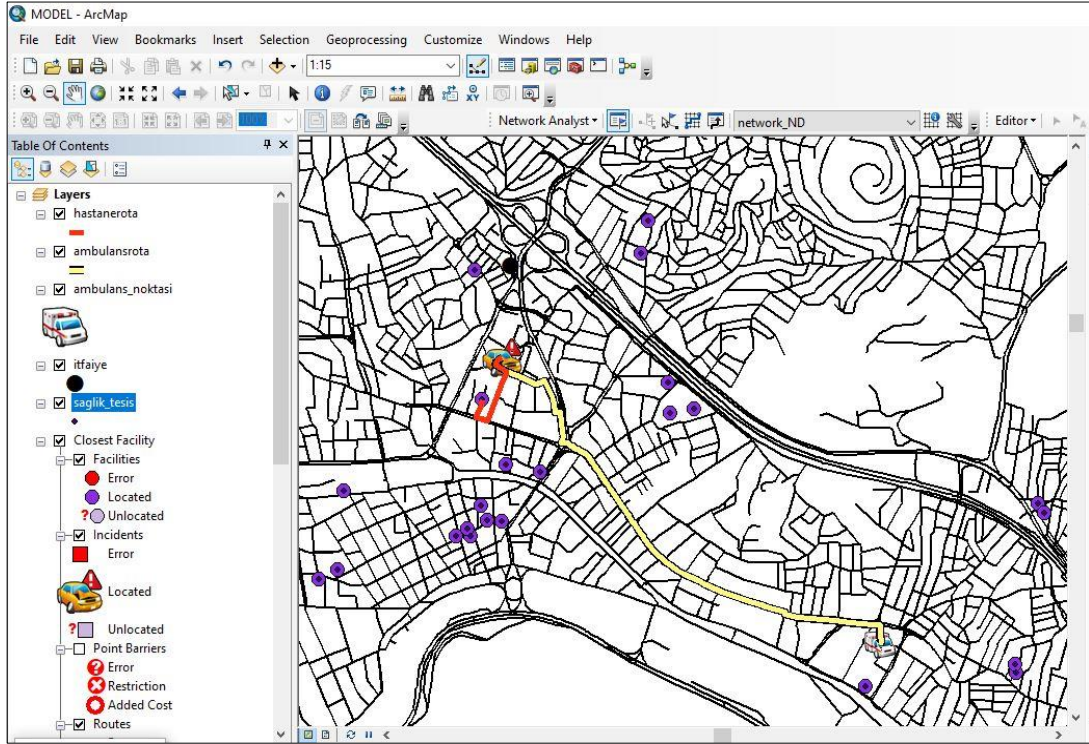
Şekil 3.48: Ulaşımında acil durum müdahale ekipleri seçimi modelinde örnek ambulans istasyonunun seçimi.

Şekil 3.47’de oluşturulan model tek başına kullanılacağı gibi çoklu ulaşım yönlendirilmesinin olduğu bir model daha geliştirilmiştir (Şekil 3.49). Bu modelde ulaşım kazasında acil durum konumuna ambulans ekibinin yönlendirilmesi ve bu ambulans ekibinin hastaneye yönlendirilmesi CBS’de ağ analizleri kullanılarak gerçekleştirilmiştir. “Add location” aracından ihtiyaç duyulan acil durum ekibini kullanıcı ekleyerek yönlendirme yapması da bu modelde mümkündür.



Şekil 3.49: Ulaşımdaki acil durum noktasına ambulans yönlendirme ve bu ambulansın hastaneye yönlendirilmesi modeli.

Şekil 3.50’de model çıktısı olarak örnek olarak kullanılan Zümrüt Caddesi’ne sarı çizgi ile gösterilen ve “ambulansrota” isimli katman olarak çıktısı alınan rotada ambulans istasyonundan ulaşım kazasının meydana geldiği konuma yönlendirmesi sağlanmıştır ve bu ambulansın hastaneye yönlendirilmesi kırmızı çizgi ile veride “hastanerota” katmanı ile de haritada model sonuçları alınmıştır. Modelde bu rotalar analiz edilip belirlenirken kullanıcı tercihi ile en kısa yol veya zaman seçeneğine göre belirlenip oluşturulmaktadır.



Şekil 3.50: Ulaşımında acil durum noktasına ambulans yönlendirme ve bu ambulansın hastaneye yönlendirilmesi.

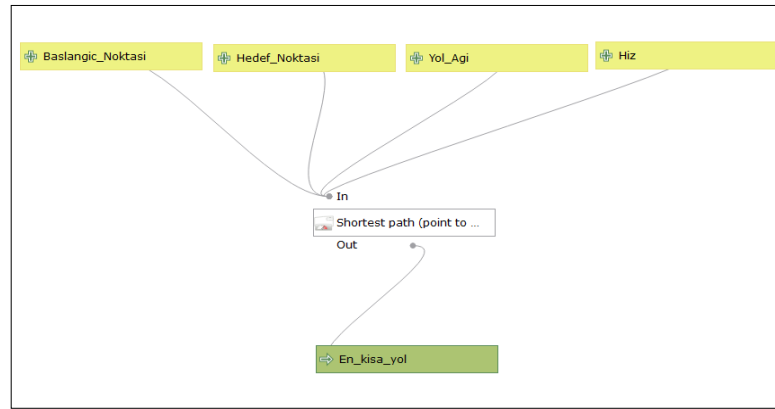
Model sonucunda Şekil 3.51’deki gibi görsel olarak sonuç alındığı gibi aynı zamanda Zümrüt Caddesi’ne ambulansın ulaşması ve oradan hastaneye ulaşım optimum yol güzergahlarının “hastanerota” ve “ambulansrota” tabloları ile aradaki mesafeyi de hesaplayan bazı bilgilere ulaşılmıştır.

FID	Shape*	FacilityID	FacilityRa	Name	IncidentCu	FacilityCu	IncidentID	Total Leng
0	Polyline M	2	1	Graphic Pick - Location 1	2	1	15	2077.196195

Şekil 3.51: Ağ analizlerinde rota mesafesi hesaplaması.

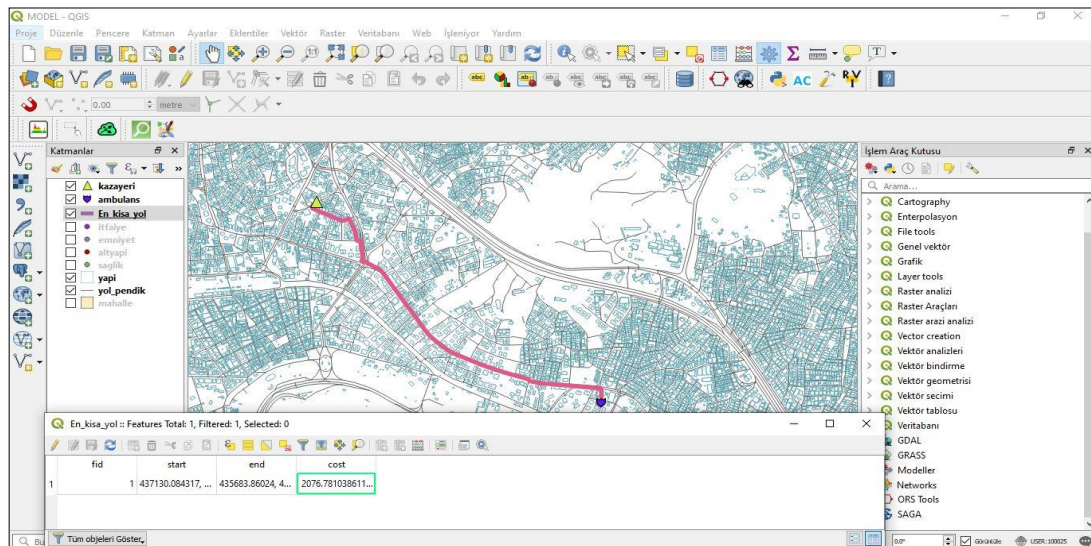
En kısa yol analizinin QGIS’te modellenmesi Şekil 3.52’de gösterilmiştir. Bu modelde girdi olarak hedef noktası için ulaşımdaki acil durum konumu eklenerek ve başlangıç noktası için acil durum yönetimi elemanlarının seçerek modeli

uygulanmıştır. Yol ağı ve yollara ait hız bilgileri de modele eklenerek en kısa yol analizinden faydalanarak model tamamlanmıştır.



Şekil 3.52: QGIS’te en kısa yol analiz modeli.

Acil durum yönetimi elemanı olarak ambulans ekibi seçilerek bu noktadan acil durum konumu olan Zümrüt Caddesi’ne QGIS’de en kısa yol analizi ile Şekil 3.52’deki modelin uygulanması sonucu Şekil 3.53’de gösterilmiştir. Seçilen ambulans ve acil durum konumu ile en kısa yol analiz modeli sonucu tabloda görülen iki nokta arası mesafede analiz sonucunda çıktı olarak alınmıştır.

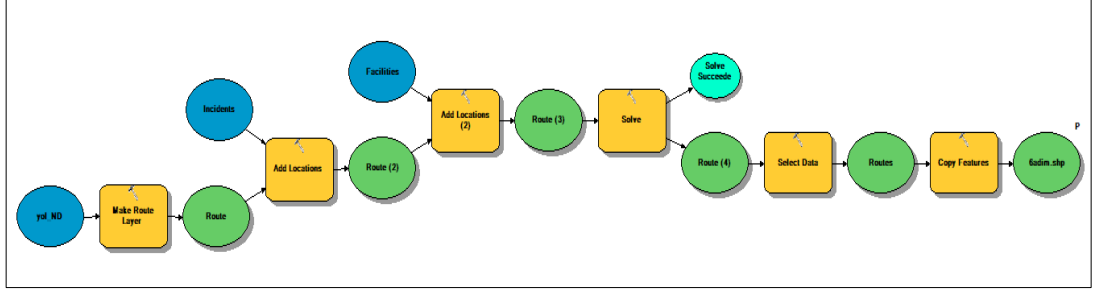


Şekil 3.53: QGIS’de müdahale ekiplerini yönlendirme analiz model çıktısı.

### 3.5.6. Tahliye Planlama ve Analiz Aracının Geliştirilmesi

Acil durum yönetiminde acil durum etki alanında kalan ve güvenliğinin tehlikeli olduğu durumlarda tahliye planlanmasına geçilmektedir. Acil durum yönetiminde bazı durumlarda çok büyük alanlar etkilenebilmektedir. Önceden ya da anlık belirlenen tahliye ya da acil toplanma alanları kullanılmaktadır. Ulaşım kazalarında acil durum yönetiminde tahliye planlaması etrafta ya da araçta kimyasal maddeler olması, araç yanması veya patlaması gibi durumlarda bu aşama önem kazanmaktadır. Acil durum ekiplerinden itfaiye ve emniyet başta olmak üzere belediyelere ait bu durumlarla mücadele eden ekipler için model geliştirilmiştir. Ulaşım kazalarında önceden tahliye planlanması olmadığı için etrafta ikincil bir afeti sağlayabilecek zararlı unsurları veri üzerinde model ve analizler sonucunda anlık olarak CBS’de görüntülemek amaçlanmıştır. Ulaşım kazalarında bir ya da birden fazla yolun etkilendiği ve ulaşım kapandığı durumlarda ise araçların farklı alternatif yollara yönlendirilmesi de tahliyenin bir diğer aşamasını oluşturmaktadır.

Tahliye planlama modeli oluşturulurken en kısa yol analizleri tahliye planlama aşamasındaki modelde de kullanarak tahliye bölgesine yönlendirme yapmada kullanılabilir. Aynı zamanda ağ analizlerinde yol kısıtlama araçları kullanılarak ulaşım kazası sebebiyle kapanan yolları ekleyerek araçların alternatif yollara yönlendirilmesi yapılabilmektedir. Oluşturulan modelde acil durum yönetiminde önceden belirlenmiş tahliye bölgeleri için “facilities” aracını kullanarak bu bölgelerin konumları kaydedip analiz işlemlerinde kullanılabilir. Ulaşım kazasında ise kullanıcı tarafından yönetilmesi ile analizler gerçekleştirilir. ArcGIS’te oluşturulan Şekil 3.54’deki model uygulandığında en yakın tahliye bölgesine optimum güzergah belirleme araçları ile acil durum ekiplerinin yönlendirilmesi yapılır. “Facilities” aracı bu modelde tahliye yerlerinin seçilmesi ile tamamlanmaktadır. Araçların farklı yollara tahliye edilmesinde kısıtlamalar ağ analizlerine eklenerek modelin uygulanması ile alternatif yol sonuçlarına ulaşılmaktadır.



Şekil 3.54: Acil durum ekiplerinin tahliye bölgesine en kısa yol analizleri ile yönlendirilmesi modeli.

### 3.5.7. Yardım Planlama ve Analiz Aracının Geliştirilmesi

Acil durum yönetiminin en son kısmını oluşturan bu aşamada acil durum yönetimindeki sorumlu ekiplerin yardım sağlamak amacıyla kullandıkları ve sahip oldukları envanterlerin yenilenmesi, eksikliklerinin giderilmesi ve acil durum konumuna malzeme götürülmesi amacıyla ulaşım yollarının kullanılmasıdır. CBS’ de ağ analizlerinin kullanılmasıyla yönetilebilen bu aşamada modelleri kullanmak mümkündür. Bu modellerdeki “facility” aracına depo yerlerini tanımlayarak acil durum ekipleri için en kısa yol analizleriyle ekiplerinin ulaşım planlaması yapılabilmektedir.

## 4. SONUÇLAR

Bu çalışma ulaşımda kaza durumlarında acil durumun en kısa sürede yönetilebilmesi için İstanbul'un Pendik ilçesinde yapılan bir uygulamadır. Teknolojik olarak konumsal veri tabanının oluşturulması ve analizler için CBS yazılımı kullanılmıştır. Şehre ait tüm verileri bünyesinde tutabilen PostgreSQL tercih edilerek güncellenebilir veri tabanına sahip olunması sağlanmıştır. Güncel veri tabanında bulunan yol, hastaneler, acil durum istasyonları (ambulans, itfaiye, polis vb.) ile acil durum yönetiminde görevi olan belediye altyapı vb. ekipler tek bir veri tabanında toplanmıştır. Böylece bütünleşik acil durum yönetimi benimsenmiştir ve daha kolay ve hızlı müdahale gerçekleştirilebileceği sonucuna varılmıştır. Web CBS'deki GeoServer, Geonetwork ve Geoexplorer'a PostgreSQL'den veriler aktararak incelenmiştir. Bu kısımda da veriler görüntülenmiştir, veride güncelleme yapılabileceği görülmüştür ve Web servisleri (WMS/WFS vb) ile verilerin masatüstü CBS yazılımlarından olan ArcGIS ve QGIS'e bağlantıları yapılmıştır. Güncellenebilir veriler, analizler için hazır hale gelerek CBS'ye aktarımı sağlanmıştır. Bu kısımda ise acil durum yönetimi için CBS'nin ağ analizleri fonksiyonlarından ve içerisinde bulunan araçlardan yararlanılmıştır. Ağ analizleri ve diğer CBS analizleri ve araçları kullanılarak ulaşımda acil durum yönetimi için yine CBS'de bulunan modelleme aracı ile hem ArcGIS'te hem de QGIS'te modeller oluşturulmuştur. Bu modeller ile sistem yöneticilerinin daha hızlı kararlar alması, konumlara ait bilgileri sayısal, sözel ve görsel olarak da görüntülenmesi sağlanmıştır. Modeldeki analiz sonuçlarının da harita üzerinde görsel olarak gösterilmesi ve tablosal bilgilere de ulaşılması acil durum yönetim sistemini kullanışlı kılmıştır.

İncelenen çalışmalarda acil durum yönetimindeki sorumlu birimlerin konumları ve şehrin tamamına kısa sürede ulaşabilmesi konusunda eksiklikler olduğundan bahsedildiği görülmüştür. Literatürdeki gibi Pendik için de CBS ile incelenen ambulans ve itfaiye gibi acil durumlarda çok önemli olan ekiplerin acil durum konumuna ulaşabilmesi için bulunduğu konumlardan şehrin her yerine ulaşma süresinde eksiklikler bulunmuştur. İnsan hayatının kurtarılmasında çok önemli olan ve acil durumun meydana geldiği andan itibaren ilk 10 dakikalık süre olan birim içerisinde ulaşılamayan ulaşım yolları olduğu Pendik için bulunmuştur. Ek istasyonlar açılması bu çalışma sonucunda önerilmektedir. Acil durum yönetiminde çeşitli

şehirlerde görevli olan ambulans ve itfaiye gibi temel birimlerin CBS yazılımları veya farklı yazılımlar kullanarak erişebilirliğini analiz edilen ve ağ analizleri ile acil durum ekiplerini en kısa yoldan yönlendirilebileceğinin öneren çalışmalar mevcuttur. Bu çalışmada ek olarak sistematik olarak modeller ile özellikle kazalar sonucu acil durumun meydana geldiği karayoluna acil durum yönetiminin gerçekleştirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca Web CBS ile de acil durum yönetiminde görevli olan yönetici durumundaki kişilerin ve yerel yönetimlerin güncelleştirilebilir bir sistem ile acil durum yönetimi yapabilmesi için avantaj oluşturacaktır. Ülkemizde geliştirilmekte olan 112 Acil Çağrı Merkezleri projesi şehir bazında uygulamaya geçme aşamasındadır ve bu çalışmada da tek bir acil durum çağrısından acil durum yönetimi gerçekleştirilmesi amaçlanmıştır. Verilerin uygun standartlarda ve birlikte çalışabilir bir sistem üzerinden yönetilmesi ve analizlerin yapılması acil durum yönetimi için avantaj sağlayacaktır.

Ayrıca bu çalışmaya ek olarak ilerideki çalışmalarda ulaşım kazalarının meydana geldiği konumların da veri tabanına eklenmesi ile kazaların yoğun olduğu yerler de görüntülenebilir ve daha iyi acil durum ekiplerinin konumlarının ayarlanması yapılabilir. Analiz edilebilecek kazaların fazla olduğu yerlere özellikle ek takviye acil yardım istasyonları kurulması insan hayatı için oldukça faydalı olacağı düşünülmektedir. İlerideki çalışmalarda, şehirlerin anlık trafik verilerinin sunucular üzerinden CBS'ye aktarılarak kullanılması da ayrıca trafiğin analiz edilmesinde ve daha iyi sonuçlar alınmasında olumlu özellikler ekleyeceği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

- [1] ResGaz 1, (2013), Afet ve Acil Durum Müdahale Hizmetleri Yönetmeliği, 18 Aralık 2013 tarih ve 28855 sayılı Resmi Gazete.
- [2] Morova N., Şener E., Terzi S., (2011), “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Isparta ili 112 ambulans istasyonlarının hizmet alanlarının sorgulanması ve optimum yol güzergâhlarının belirlenmesi”, SDU International Journal of Technological Sciences.
- [3] Erkal T., Değerliyurt M., (2013), “Eskişehir’de acil durum yönetiminde ağ (network) analizlerinin kullanılması”, Türk Coğrafya Dergisi (61), 11-20.
- [4] Michele M., Giuseppe M., (2015), “Real time transferring of field data into a spatial DBMS for management of emergencies with a dedicated GIS platform”, AIP Conference Proceedings (Vol. 1648, No. 1, p. 780012), AIP Publishing LLC.
- [5] Barbieri S., Jorm L., (2019), “Travel times to hospitals in Australia”, Scientific Data, 6 (1), 1-6.
- [6] Geçen R., (2019) “Ağ analizi kullanılarak acil durumlarda itfaiye araçlarının erişebilirlik analizi: Ceyhan (Adana) örneği”, Ege Coğrafya Dergisi, 28 (2), 199-211.
- [7] Yağcı C., Durduran S., Kıyak F., Özer H., (2015) “112 acil istasyon merkezlerinin Coğrafi Bilgi Sistemiyle belirlenerek yol güzergâhlarının analizi” The World Cadastre Summit, Congress & Exhibition Istanbul, Turkey, 20 –25 April 2015.
- [8] Şişman A., Şişman Y., Terzi Ö., (2010) “Samsun 112 acil çağrılarının ve acil sağlık hizmet istasyonlarının konumlarının CBS ile değerlendirilmesi”, III. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 11–13.
- [9] Feridun D., (2010) “Kırşehir’in Merkez İlçesinde Acil Durumlarda İtfaiye, Sağlık Kuruluşları ve Polis Ekipleri için Network Analiz Teknikleri Kullanılarak En Uygun Güzergahların Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi.
- [10] Ölmez İ., Geçen R., (2018). “Acil durumlarda ambulans erişebilirliği: Antakya (Hatay) örneği”, Jass Studies-The Journal of Academic Social Science Studies.
- [11] Hasnat, M., Islam, M., Hadiuzzaman, M. (2018) “Emergency response during disastrous situation in densely populated urban areas: a Gis based approach”, Geographia Technica, 13(2).
- [12] ResGaz 2, (2020), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Afet ve Acil Durumlara İlişkin Hizmet Standartları ve Akreditasyon Esaslarının Belirlenmesi Hakkında Yönetmelik, 29 Temmuz 2020 tarih ve 31200 sayılı Resmi Gazete.

- [13] Web 1, (2021), <https://www.afad.gov.tr/aciklamali-afet-yonetimi-terimlerisozlugu>, (Erişim Tarihi: 12/04/2021).
- [14] Kadioğlu M., (2011), “Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek”, İstanbul: Marmara Belediyeler Birliği.
- [15] Taştan B., Aydınöğlu A.Ç., (2015), “Çoklu afet risk yönetiminde tehlike ve zarar görabilirlik belirlenmesi için gereksinim analizi”, Marmara Coğrafya Dergisi, (31), 366-397.
- [16] Yaman F., Ayrancı E., Helvacıöğlu İ.H., (2020), “Türkiye’nin ulusal afet ve acil durum yönetim sisteminin mevcut hali ve yeni bir yönetim modeli önerisi”, Dirençlilik Dergisi, 4 (2), 205-220.
- [17] ResGaz 3, (2009), Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Teşkilatı ve Görevleri, 17 Haziran 2009 tarih ve 27261 sayılı Resmi Gazete.
- [18] Nicoară P.S., Haidu I., (2014), “A GIS based network analysis for the identification of shortest route access to emergency medical facilities”, Geographia Technica, Cluj University Press, 9 (2/2014), 60-67.
- [19] Web 2, (2021), <http://www.trafik.gov.tr/2021-2023-karayolu-trafik-guvenligistrateji-belgesi-ve-2021-2023-karayolu-trafik-guvenligi-eylem-plani>, (Erişim Tarihi: 24/04/2021).
- [20] Arca D., (2012), “Afet yönetiminde coğrafî bilgi sistemi ve uzaktan algılama”, Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, 2(2), 53-61.
- [21] Yavuz Ö., Tecim V., (2008), “Trafik kazalarının analizine yönelik karar destek sistemleri: örnek uygulama”, DEÜ Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi, 10(3), 2-21.
- [22] Mikheeva T. I., Osmushin A. A., Mikheev S. V., Golovnin O. K., (2019), “GIS-based models for transport network emergency management”, Journal of Physics: Conference Series, s. 1353.
- [23] Kadioğlu M., (2008), “Modern, Bütünleşik Afet Yönetimin Temel İlkeleri”, “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”, JICA Türkiye Ofisi.
- [24] Bullock J. A., Haddow G. D., Coppola D. P, (2017), “Introduction to Emergency Management”, “Seventh Edition, Butterworth-Heinemann”.
- [25] O. Ergünay, P. Gülkan, ve H. H. Güler (2008), Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, JICA Türkiye Ofisi.
- [26] ResGaz 4, (2006), Belediye İtfaiye Yönetmeliği, 21 Ekim 2006 tarih ve 26326 sayılı Resmi Gazete.
- [27] Ateş S., Coşkun M. Z., Aydınöğlu A. Ç., (2011), “Coğrafî Bilgi Sistemleri ile en

uygun ambulans yerlerinin belirlenmesi”, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 18-22 Nisan 2011, Ankara, 2011.

- [28] Web 3, (2021), <https://yhgm.saglik.gov.tr/Eklenti/33575/0/yonetici-performansgosterge-kartlari-2019-revizyon-01-minpdf.pdf>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [29] ResGaz 5, (2020), Acil Sağlık Hizmetleri Yönetmeliği, 11 Mayıs 2020 tarih ve 24046 sayılı Resmi Gazete.
- [30] ResGaz 6, (2020), İçişleri Bakanlığının Trafik Görevlerinin Yürütülmesi Hakkında Yönetmelik, 26 Haziran 2020 tarih ve 31167 sayılı Resmi Gazete.
- [31] Trafik Denetimlerinde ve Trafik Kazalarında Alınacak Önlemlere İlişkin Yönerge, 31 Ekim 2011
- [32] Yomralıoğlu T., (2000), “Coğrafi Bilgi Sistemleri: Temel Kavramlar ve Uygulamalar”. Seçil Ofset, İstanbul.
- [33] Ölgen, M. (2010), “Tıbbi Coğrafya: Tanımı, İçeriği ve Coğrafi Teknolojilerle İlişkisi”. Gökçay G. (Ed.), (s. 143-163), İzmir.
- [34] Tecim V., (2008), “Coğrafi Bilgi Sistemleri: Harita Tabanlı Bilgi Yönetimi”, Ankara: Renk Form Ofset Matbaacılık.
- [35] Web 4, (2021), <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/analyze/modelbuilder/what-is-modelbuilder.htm>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [36] Badea A. C., Badea G., (2013), The advantages of creating compound GIS functions for automated workflow, 13th International Multidisciplinary Scientific Geoconference SGEM Conference Proceedings.
- [37] Pászto V., Jürgens C., Tominc P., Burian J., (2020). Spationomy: Spatial Exploration of Economic Data and Methods of Interdisciplinary Analytics, Springer Nature Switzerland: Cham, Switzerland.
- [38] Erden T., Coşkun M. Z., İpbüker C., (2003) “Cbs’de Ağ Analizi ve Ulaşım Problemleri”, <https://www.harita.gov.tr/uploads/files/articles/cbsde-ag-analizi-ve-ulasim-problemleri-1020.pdf> (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [39] Küpçü S., İnceoğlu M., Uyguçgil H., Çubuk A., Bektöre E., Çubuk S. N., Çömert R., Işık Ö., Ersoy M., (2019), “Coğrafi Bilgi Sistemleri”, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- [40] Thill J. C., (2000), “Geographic information systems for transportation in perspective”, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 8(1-6), 3-12.
- [41] Ateş S., (2010), “Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Kalp Krizi Vakalarına Yönelik En

Uygun Ambulans Yerlerinin Belirlenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi.

- [42] Pasha I., (2006), “Ambulance Management System Using GIS”, Yüksek Lisans Tezi, Linköping Üniversitesi.
- [43] Civan M., (2005), “Büyük kentlerde acil durumlarda itfaiye araçları için network analiz teknikleri kullanılarak en uygun güzergah belirlenmesi” TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 10. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 28 Mart - 1 Nisan 2005, Ankara.
- [44] Yıldırım V., “Coğrafi Bilgi Sistemleri Mekânsal Analiz Uygulamaları”, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Coğrafi Bilgi Sistemleri Uzaktan Eğitim Önlisans Programı.
- [45] Özdemir H., (2017), “Coğrafi Bilgi Sistemleri”, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi Coğrafya Lisans Programı.
- [46] Öztürk M. Z., “Coğrafi Bilgi Sistemlerine Giriş” Coğrafi Bilgi Sistemleri Önlisans Programı, İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- [47] Web 5, (2021), <https://www.postgresql.org/about/>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [48] Rinaudo F., Agosto E., Ardissonne P., (2007), “Gis and Web-Gis , commercial and open source platforms : general rules for cultural heritage documentation”, XXI International CIPA Symposium, 01-06 October 2007, Athens, Greece.
- [49] Web 6, (2021), <http://geoserver.org/about/>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [50] Web 7, (2021), <https://geonetwork-opensource.org/>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [51] Web 8, (2021), <http://www.carpatclimeu.org:10000/geonetwork/srv/tr/main.home>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [52] Web 9, (2021), <http://www.orbital.co.ke:8080/opengeo-docs/geoexplorer/>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [53] Web 10, (2021), <https://www.pendik.bel.tr/sayfa/detay/pendik>, (Erişim Tarihi: 02/05/2021).
- [54] Web 11, (2021), <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Karayolu-Trafik-KazaIstatistikleri-2019-33628>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [55] Web 12, (2021), <http://www.trafik.gov.tr/kurumlar/trafik.gov.tr/04-Istatistik/Aylik/ocak21.pdf>, (Erişim Tarihi: 14/05/2021).
- [4] Aydınoğlu A.Ç., Bovkır R., Kaymakçıoğlu M., (2018), Acil Durum Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılması: Pendik Örneği, 4.

Uluslararası Multidisipliner Konferansı, Ankara.

## ÖZGEÇMİŞ

Melike KAYMAKÇIOĞLU Çankırı Karatekin Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nü tamamlamıştır. 1 sene özel sektörde CBS alanında çalıştıktan sonra Gebze Teknik Üniversitesi Harita Mühendisliği Jeodezi ve Coğrafi Bilgi Teknolojileri anabilim dalında yüksek lisansa başlamıştır. Burada TÜBİTAK 1001 projesinde bursiyer olarak çalışmıştır.

## **EKLER**

### **Ek A: Tez Çalışması Kapsamında Yapılan Yayınlar**

Aydınöğlu A.Ç., Bovkır R., Kaymakçioğlu M., (2018), Acil Durum Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılması: Pendik Örneği, 4. Uluslararası Multidisipliner Konferansı, Ankara.

Kaymakçioğlu M., Aydınöğlu A.Ç., (2019), Acil Durum Yönetimi için Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Kullanımı, Gebze Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Lisansüstü Araştırmalar Sempozyumu & Tanıtım Günleri, 17-18 Haziran 2019.