İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL'DA DEPREM SONRASI TOPLANMA ALANLARININ KAPASİTELERİNİN VE ERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN CBS YARDIMIYLA ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif Nisa ÖZKILIÇ

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Temmuz 2020

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İSTANBUL'DA DEPREM SONRASI TOPLANMA ALANLARININ KAPASİTELERİNİN VE ERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN CBS YARDIMIYLA ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Elif Nisa ÖZKILIÇ

501171615

Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı

Geomatik Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Himmet Karaman

Temmuz 2020

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501171615 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Elif Nisa Özkılıç, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "İSTANBUL'DA DEPREM SONRASI TOPLANMA ALANLARININ KAPASİTELERİNİN VE ERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN CBS YARDIMIYLA ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ " başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı: **Doç. Dr. Himmet Karaman**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri: **Doç. Dr. Turan Erden**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Bahadır Ergün

Gebze Teknik Üniversitesi

Teslim Tarihi : 15.06.2020

Savunma Tarihi : 23.07.2020

ÖNSÖZ

27 yıllık yaşantımda en yoğun ve en güzel zamanlarım İTÜ zamanlarımdı. Sevgili Okulum İTÜ'de lisans eğitimimden sonra Yüksek Lisans eğitimim de sona erdi. Ulu Önder Mustafa Kemal Atatürk'ün "Türk mühendislerinin alnında Cumhuriyetin istikbalini aydınlatan ışık parıldar." sözü ışığında, Aziz Türk milletine hizmet etme hedefiyle yoluma hep devam edebilmem temennisiyle…

Tez Çalışmam boyunca bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Himmet Karaman'a teşekkür ederim. Son olarak hayatıma hep güzellik katan aileme ve dostlarıma teşekkür ederim.

23 Temmuz 2020

Elif Nisa Özkılıç

(Geomatik Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ…….....v
KISALTMALAR……...ix
ÇİZELGE LİSTESİ……..xi
ŞEKİL LİSTESİ…….xiii
1.GİRİŞ……..…....1
1.1 Çalışmanın Kapsamı ..... ……..2
2. DEPREM……..5
2.1 Deprem Türleri 6
2.2 Deprem Parametreleri 6
3. AFET YÖNETİMİ……..7
3.1 Afet Yönetim Evreleri 7
3.2 Deprem ve Afet Yönetimi 8
3.3 Deprem Sonrası Toplanma Alanlarının Önemi 9
3.3.1 Toplanma alanlarının belirlenmesindeki standartlar……..9
3.3.2 İstanbul'da toplanma alanı…….10
4. TÜRKİYE' DE DEPREM……13
4.1 Türkiye'nin Deprem Durumu 13
4.2 Türkiye'de Gerçekleşen Depremler 16
4.3 Türkiye'de Deprem Mevzuatı ve İlgili Önemli Yasalar 18
4.4 Türkiye'de Depreme Dair Kuruluşlar ve Planlar……..20
4.4.1 Afet ve acil durum yönetmeliği başkanlığı (AFAD)……20
4.4.2 AFAD 2013-2017 stratejik planı……..20
4.4.3 Türkiye afet müdahale planı (TAMP)……..……...21
4.4.4 Ulusal deprem stratejisi ve eylem planı (UDSEP)……...22
4.4.5 Ulusal deprem araştırma programı (UDAP)…….23
5. İSTANBUL'DA DEPREM……...25
5.1 İstanbul'da Gerçekleşen Depremler 26
5.2 İstanbul'da Beklenen Olası Deprem Senaryoları ve Risk Kayıp Tahminleri 28
5.3 İstanbul'daki Önemli Uygulama ve Projeler 33
5.3.1 İstanbul afet riski önleme ve azaltma temel planı (JICA)…33
5.3.2 Afet koordinasyon merkezi (AKOM)……..……34
5.3.3 İstanbul deprem master planı (İDMP)……..35
5.3.4 Megaşehir gösterge sistemi (MEGAİST)……37
5.3.5 İstanbul kentsel dönüşüm master planı (İKDMP)……37
5.3.6 İstanbul sismik riskin azaltılması ve acil durum hazırlık projesi (İSMEP)……38
5.3.7 İstanbul afet müdahale planı (İSTAMP)……...38
6. YÖNTEM……...41
6.1 Çalışmada Kullanılan Yöntem ve Programlar 41
6.1.1 Ağ (Network) analizi……..……...……..41
6.1.1.1 Service area (Hizmet alanı) 43

6.1.1.2 Closest facility 43
6.1.2 En kısa yol (Dijkstra) algoritması……...……..43
6.1.3 Yakınlık (Proximity-near) analizi……...……..45
7. UYGULAMA…….47
7.1 Çalışma Alanı 47
7.2 Yapılan İşlemler ve Analizler..... 48
7.2.1 Toplanma alanlarının ilçe ve mahalle dağılımlarının belirlenmesi…….....48
7.2.2 Toplanma alanlarının etki alanlarının belirlenmesi……..57
7.2.3 Afet bölgelerinden toplanma alanlarına güzergahların belirlenmesi……...64
7.2.4 Toplu afet bölgeleri ile belirlenen güzergahlara göre kapasitesi yetersiz toplanma alanlarının ilçe ve mahalle bazlıdeğerlendirilmesi……...72
7.2.5 Analizde karşılaşılan sorunlar……...77
8. SONUÇ VE ÖNERİLER……..79
9. KAYNAKLAR……..83
ÖZGEÇMİŞ……87

KISALTMALAR

AFAD : Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
AKOM : Afet Koordinasyon Merkezi
AKOMAS : Afet Bilgi Sistemi
DAF : Doğu Anadolu Fay Hattı
İBB : İstanbul Büyükşehir Belediyesi
İDMP : İstanbul Deprem Master Planı
İKDMP : İstanbul Kentsel Dönüşüm Master Planı
İKDSP : İstanbul Kentsel Dönüşüm Strateji Planı
İPKB : İstanbul Proje Koordinasyon Birimi
ABD : Amerika Birleşik Devletleri
İSMEP : İstanbul Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi
İSTAMP : İstanbul Afet Müdahale Planı
İTÜ : İstanbul Teknik Üniversitesi
JICA : Japon Uluslararası İşbirliği Ajansı
JMO : Jeoloji Mühendisleri Odası
KAF : Kuzey Anadolu Fay Hattı
KENTGES: Amerika Birleşik Devletleri
KRADAE : Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
MEGAİST : Megaşehir Gösterge Sistemi
MTA : Maden Tetkik Arama
ODTÜ : Ortadoğu Teknik Üniversitesi
OSPF : Open Shortest Path First
TABB : Türkiye Afet Bilgi Bankası
TAMP : Türkiye Afet Müdahale Planı
TMMOB : Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
TUSİAD : Türkiye Sanayicileri ve İş İnsanları Derneği
UDAP : Ulusal Deprem Araştırma Programı
UDSEP : Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 3.1 : İstanbul Toplanma Alanları(TA) Yer Seçimi Kriterleri **11**

Çizelge 4.1 : Türkiye'de Gerçekleşen Büyük Depremler ve Hasarları. **17**

Çizelge 4.2 : Marmara Depremi Maliyetleri(Milyar Dolar) **18**

Çizelge 5.1 : İstanbul' u Etkilemiş Olan Hasarlı Depremler **27**

Çizelge 5.2 : İstanbul ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Depremler Sonrası Barınma Uygulamalarına Ait Veriler **28**

Çizelge 5.3 : Deprem Senaryoları Parametreleri **28**

Çizelge 5.4 : JICA Bina Hasarı %50' nin üzerinde olan İlçeler:Model A. **30**

Çizelge 7.1 : Toplanma Alanlarının Dağılımı ve Kapasiteleri **49**

Çizelge 7.2 : Toplanma Alanı Bulunmayan ve TA Bulunan Mahallelerden Kapasitesi Mahalle Nüfusuna Yeterli Olan Mahalleler. **52**

Çizelge 7.3 : Toplanma Alanlarının Hizmet Ettiği Yapı ve Nüfus Dağılımı **61**

Çizelge 7.4 : Kapalı Yolların Yoğunlukta Olduğu İlçelerde Etki Alanında Yapı Sayıları. **63**

Çizelge 7.5 : Afet Noktalarından Toplanma Alanlarına Erişim Durumu. **64**

Çizelge 7.6 : Yakınlık Analizi ve Ağ Analizinin Karşılaştırılması **68**

Çizelge 7.7 : Kapanan Yollara Göre Güzergahlar **70**

Çizelge 7.8 : Toplu Afet Bölgeleri ile Yapılan Ağ Analizi(Closest Facility) Sonuçları **73**

Çizelge 7.9 : Analize Göre TA Kapasitesi Yetersiz Mahalleler **75**

Çizelge 8.1 : Nüfus Kapasite Oranı En Düşük ve En Yüksek İlçeler **80**

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 : Yeryüzü Katmanları. **5**
Şekil 2.2 : Deprem Parametreleri..... **6**
Şekil 3.1 : Afet Yönetimi Döngüsü. **7**
Şekil 4.1 : Türkiye Levhaları. **13**
Şekil 4.2 : Türkiye Diri Fay Haritası **14**
Şekil 4.3 : Türkiye ve Yakın Çevresi Deprem Etkinliği. **15**
Şekil 4.4 : Türkiye Deprem Tehlike Haritası..... **16**
Şekil 5.1 : İstanbul İli Deprem Bölgeleri ve Kayıtlara Geçen Büyük Depremleri **25**
Şekil 5.2 : MS. 1000 Yılından Sonraki Depremlerin Episantr Dağılım Haritası **26**
Şekil 5.3 : JICA Model A Deprem Senaryosu..... **29**
Şekil 5.4 : JICA Model B Deprem Senaryosu. **30**
Şekil 5.5 : JICA Model C Deprem Senaryosu. **31**
Şekil 5.6: JICA Model D Deprem Senaryosu..... **31**
Şekil 5.7: AKOM Olası Deprem Senaryosu Tahmini **33**
Şekil 5.8: Model A'ya Göre Ağır Hasarlı Bina Sayısı..... **36**
Şekil 5.9 : Model A'ya Göre Can Kaybı Sayısı **36**
Şekil 6.1 : Ağ Yapısı..... **42**
Şekil 6.2 : Ağ tanımlayıcıları ve veri yapısı **42**
Şekil 6.3 : Düğüm noktası ve Bağlantılar..... **44**
Şekil 7.1 : Çalışma Akış Şeması..... **47**
Şekil 7.2 : İstanbul'daki Toplanma Alanlarının Dağılımı..... **48**
Şekil 7.3 : İstanbul'da Mahallelere Göre Toplanma Alanı Bulunma Durumu **51**
Şekil 7.4 : Arcmap Programında Topoloji ve Network Dataset Oluşturulması. **57**
Şekil 7.5 : Yol Topolojisi Oluşturulduktan Sonra Fatih İlçesinden Bir Görünüm…. **57**
Şekil 7.6 : Toplanma Alanlarının Giriş Noktalarının Ortofoto Üzerinden İşaretlenmesi. **58**
Şekil 7.7 : Analizde Gerekli Parametrelerin Girilmesi İçin Kullanılan Arayüz. **58**
Şekil 7.8 : İstanbul'da Gerçekleşecek Olası Bir Depremde Kapanabilecek Yolların Dağılımı..... **59**

Şekil 7.9 : İstanbul'daki Toplanma Alanları ve Etki Alanları. **60**
Şekil 7.10 : Toplanma Alanlarının Etki Alanlarındaki Yapı Dağılımı. **60**
Şekil 7.11 : Fatih İlçesi Kapanan Yollara Göre Yapılan Analizde Etki Alanları. **62**
Şekil 7.12 : Kapanan Yollara Göre ve Kapalı Yollar Olmadan Yapılan Analizde Etki Alanları. **63**
Şekil 7.13 : Uzun Güzergahlara Sahip Afet Noktalarından Bir Görünüm. **66**
Şekil 7.14 : Yakınlık(Near) Analizi Arayüzü ve Sonuçları. **67**
Şekil 7.15 : Yakınlık(Near) Analizi ve Ağ Analizinin Karşılaştırılması. **68**
Şekil 7.16 : Kapanan Yollardan Dolayı Güzergah Oluşmama Durumu **69**
Şekil 7.17 : Toplu Afet Bölgelerinden Toplanma Alanlarına Erişim İçin Analiz **73**

İSTANBUL'DA DEPREM SONRASI TOPLANMA ALANLARININ KAPASİTELERİNİN VE ERİŞİLEBİLİRLİKLERİNİN CBS YARDIMIYLA ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

ÖZET

Afetler genellikle aniden meydana gelen ve beraberinde can, mal, ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan olaylardır. Afetin verdiği zararlar nüfus yoğunluğu, az gelişmişlik, afet bölgelerindeki kontrolsüz ve hızlı yapılaşma, güvenliksiz yapı yoğunluğu, toplumun bilinçsizliği ve afet öncesi alınmayan tedbirler nedeniyle büyük boyutlara ulaşmaktadır.

Neden olduğu ağır hasarlar dolayısıyla en büyük afetlerden olan deprem yer kabuğundaki kırılmalar ve sarsmalar sonucu çeşitli hasarlar meydana getiren doğal afetlerdendir.Yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirini ittiği zonlar deprem bölgelerini oluşturmaktadır. Levhaların hareket halinde olması nedeniyle birbirini itmesi ve levhalar arasında oluşan sürtünme katsayısının aşıldığı zamanlarda kısa zamanda sarsıntı dalgaları meydana gelmekte ve bu sırada yeryüzünde kilometrelerce uzanabilen arazi kırıkları yani faylar oluşmaktadır.

Türkiye sınırları içinde Kuzey Anadolu Fay Hattı (KAF), Doğu Anadolu Fay Hattı(DAF) olması nedeniyle deprem kuşağında bulunmaktadır. En etkin deprem kuşaklarından birinin üzerinde bulunan Türkiye topraklarının %93'ü ve nüfusunun %98'i deprem etkisi altındadır. Türkiye'de gerçekleşen depremler tektonik ve sığ depremlerdir.Bu depremler derinlikleri 0-60km arasında, dar alanda hissedilen ancak büyük hasarlar bırakan depremlerdir. Geçmişte yaşanan büyük hasarlara neden olan birçok büyük deprem olduğu gibi gelecek de yaşanacak depremlerin büyük can ve mal kaybına neden olacağı öngörülmektedir.

Türkiye'nin en yoğun nüfusa sahip ili olan İstanbul'da Kuzey Anadolu Fay hattı üzerindedir ve geçmişten günümüze birçok deprem yaşamakla birlikte özellikle 1900 sonrası günümüze kadar 6 üzeri 20 üzerinde deprem yaşamıştır. Deprem tehlikesiyle karşı karşıya olan İstanbul' da büyük bir depremin gerçekleşeceği beklenmektedir.

Deprem gibi büyük afetlerde, afetin önlenmesi, zararların azaltılması ve afetlere etkin, zamanında ve hızlı müdahale etmek, hazırlıklı olmak amacıyla afet öncesi, anında ve sonrası gerekli tedbir ve önlemlerin alınması ve afetzedelere güvenilir yaşam çevresi oluşturmak amacıyla gerekli tüm adımları içeren sürece afet yönetimi denir. Afet yönetimi risk azaltma, hazırlık , müdahale ve iyileştirme evrelerinden oluşmaktadır.

Afet yönetiminin risk azaltma ve hazırlık evrelerinde yapılacak çalışmalar ve alınan önlemler, deprem dolayısıyla oluşacak can, mal, sosyal ve ekonomik kayıpların minimum seviyede tutulmasına olanak sağlamaktadır.Depremle mücadele sürecinde, bu evrelerde alınacak önlemlerden biri olan deprem öncesi toplanma alanlarının ve geçici barınma alanlarının gerekli kriterler göz önünde bulundurularak belirlenmiş olması hayati önem taşımaktadır. Toplanma alanları tahliye sürecinin ilk aşaması olmakla birlikte afet kapsamında bir çok amaca hizmet eden oluşumlardır. Deprem öncesi bu alanların belirlenmiş olması, bu toplanma alanların hizmet ettiği bölgelerde kolay ulaşılabilir konumlarda olması, kapasitelerinin çevre halkına yeterli olması, tahliye yollarının belirlenmiş olması deprem gibi yıkımı fazla olan afetlerde afet öncesi ve sonrası hizmetlerin belirlenmiş olması açısından önem teşkil etmektedir.

Afetlerle ilgili çalışmalarda Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojisinden sıklıkla yararlanılmaktadır. CBS' nin afet yönetimi ve planlama çalışmalarında konumsal veri yönetimi, veri analizi, konumsal analiz, bilgi entegrasyonu… gibi bir çok avantaj sağlaması çalışmalarda ve uygulamalarda kullanılmasını kaçınılmaz kılmaktadır. Çalışmada CBS teknolojisi ile kullanılan Arcgıs Programının Arcmap arayüzü kullanılmıştır. İstanbul'a ait bina, yol, toplanma alanları, olası bir depremde oluşacak afet noktaları ve kapanabilecek yol geometrik verileri kullanılarak programa ait Ağ(Network) analizi modülü ile çeşitli analizler yapılmıştır.

İstanbul'da meydana gelecek olası bir deprem senaryosunda İstanbul Büyükşehir Belediye'sinin belirlemiş olduğu ve İBB' den temin edilen güncel toplanma alanlarının vektör verileri(alansal) kullanılarak, Arcmap 10.2 yardımıyla bu toplanma alanlarının kapasiteleri ilçe ve mahalle bazlı değerlendirilerek bünyesinde bulundurduğu toplanma alanlarının nüfusa yeterli olduğu ilçeler ve mahalleler belirlenmekle birlikte toplanma alanı olmayan mahalleler belirlenmiştir.

İstanbul'a ait nüfus bilgilerini de içeren bina vektör verileri ve toplanma alanlarına ait vektör veriler kullanılarak Arcmap 10.2 programı Ağ(Network) analizi modülünün Etki Alanı (Service Area) analizi ile toplanma alanlarının hizmet alanı içinde bulunan bina sayısı ve hizmet edebildiği nüfus miktarı belirlenmiştir.Ağ(Network) Analizi modülünün bir diğer analiz türü olan En Yakın Tesisi Bulma (Closest Facility) Analizi ile toplanma alanları, olası bir depremde kapanabilecek yollar ve oluşabilecek afet noktaları geometrik verileri kullanılarak afet bölgelerinden toplanma alanlarına güzergahlar belirlenmiş, kapanan yollardan dolayı ulaşılamayan toplanma alanlarına ulaşamayan afet bölgeleri ilçe bazlı değerlendirilmiştir. Proximity (Near) analizi yapılarak, Closest Facility analizi ile bulunan güzergahların en yakın güzergahlar olup olmadığı kıyaslanmıştır.

Tüm yapılan analizler sonrası toplanma alanlarının konum, ulaşım, kapasite olarak yeterlilik durumları ilçe ve mahalle bazlı değerlendirmeleri yapılarak, kentsel dönüşüm içerisinde toplanma alanları kapasite ve sayı olarak artırılması gereken ilçe ve mahalleler belirlenmiştir.

ANALYSIS AND EVALUATION OF CAPACITY AND ACCESSIBILITY OF AFTER EARTHQUAKE ASSEMBLY AREAS IN ISTANBUL BY GIS

SUMMARY

Disasters are events that occur suddenly and lead to life, property, economic and social losses. Damages caused by the disaster reach large levels due to population density, underdevelopment, uncontrolled and rapid construction in disaster areas, unsafe structure density, unconsciousness of the society and precautionary measures.

The earthquake, which is one of the biggest disasters due to the severe damage it causes, is one of the natural disasters that cause various damages as a result of the breaks and shakes in the earth crust. The zones where the plates forming the earth's crust repel each other form earthquake zones. As the plates are in motion, when they repel each other and when the friction coefficient formed between the plates is exceeded, shock waves occur in a short time, and land fractures, which may extend for miles, are formed. The faults formed as a result of horizontal movement according to their direction of movement are called "Strike-slip Fault" and faults formed as a result of vertical movement are called "Slope-Slip Fault".Earthquakes that occur as a result of the movement of the plates are generally accepted as "Tectonic Earthquakes" and 90% of the earthquakes occurring in the world fall into this group. The second type of earthquake, called "Volcanic Earthquakes", emerges as a result of volcanic eruptions. "Depression Earthquakes", described as another type, is formed as a result of the collapse of the underground spaces.

Turkey is in the earthquake zone because it has North Anatolian Fault Line and East Anatolian Fault Line within its borders. 93% of Turkey's territory and 98% of its population, which is on one of the most active earthquake zones, are under the influence of earthquakes. Earthquakes in Turkey are tectonic. 93% of Turkey's territory and 98% of its population, which is on one of the most active earthquake zones, are under the influence of earthquakes. These earthquakes, depths between 0-60 km, are felt in the narrow area but leave major damage. When evaluations are made on these main faults, the number of faults that can cause medium and large earthquakes in the country is estimated to be 485. This assessment shows that a country is installed on Turkey's earthquake.As there have been many large earthquakes that have caused great damage in the past, it is anticipated that future earthquakes will cause great loss of life and property.

Istanbul which is most dense population Turkey's province on the North Anatolian Fault Line and and lived many earthquakes in the past to the present. Especially after 1900, it has experienced over 6 to 20 earthquakes. In the last 17 August 1999 earthquake, 17.439 people lost their lives and around 100.000 buildings were destroyed. During the reconstruction phase, only 15 thousand houses were completed

in 2 years. For Istanbul, which faced the earthquake hazard, Seismologists had a strong earthquake shifting westward along the NAF, They state that a big earthquake is waiting for. It is expected that a major earthquake will occur in Istanbul, which faces earthquake hazard.

In large disasters such as earthquakes, disaster management is the process that includes all the necessary steps in order to respond effectively, timely and quickly , to be prepared, to take the necessary measures and before, immediately and after the disaster, and to create a reliable life environment for the disaster victims. Disaster Management consists of phases of risk reduction, preparedness, response and improvement. Disaster management consists of 4 main phases. These; risk and loss reduction, preparation, response and improvement. The risk reduction phase includes efforts to mitigate the impact of disasters, preparatory phase plan, procedure, training, coordination studies, intervention phase life and property rescue efforts, and the final phase recovery phase works to improve the pre-disaster situation after disaster.The crisis management phase is vital because it involves recovery and first aid steps.

The actions and measures taken in the risk reduction and preparation phases of Disaster Management allow to keep the loss of life, property, social and economic losses due to the earthquake to a minimum level. It is vital that the pre-earthquake assembly areas and temporary housing areas, which are one of the measures to be taken in these phases, are determined by taking into consideration the necessary criteria. Assembly areas are the first phase of the evacuation process and they also serve many purposes within the scope of the disaster. It is important that these areas are identified before the earthquake, that these assembly areas are easily accessible in the areas they serve, that their capacity is sufficient for the people of the environment, that evacuation routes are determined in the case of disasters with more destruction such as earthquakes, that pre-and post-disaster services are determined.

Geographical Information Systems(GIS) Technology is often used in studies related to disasters. GIS provides many advantages in disaster management and planning, such as spatial data management, data analysis, spatial analysis, information integration, etc., making it inevitable to be used in studies and applications. The ArcMap interface of the ArcGIS program used with GIS technology was used in the study. Various analyses were made using geometric data of Istanbul's buildings, roads, assembly areas, disaster points that will occur in a possible earthquake, and roads that may be closed with the network analysis module of the program.

In a possible earthquake scenario in Istanbul, the capacity of these assembly areas is evaluated on a district and neighborhood basis with the help of Arcmap 10.2 by using vector data(spatial) of the current assembly areas determined by the Istanbul Metropolitan Municipality and obtained from the IBB and the districts and neighborhoods within which the assembly areas are sufficient for the population are determined.

The number of buildings within the service area of the assembly areas and the amount of population were determined by the service area analysis of Arcmap 10.2 program Network analysis module using the vector data of the building including population information of Istanbul and the vector data of the assembly areas.

Routes from disaster areas to assembly areas are determined using the geometrical

data assembly area, roads that can be closed and disaster points in a possible earthquake with help of The Closest Facility Analysis which another type of the Network Analysis module and disaster zones that could not reach assembly areas that could not be reached due to closed roads have been evaluated based on district. Proximity (Near) analysis was performed and the routes found by the Closest Facility analysis were compared to the nearest routes.

After all analyzes, location, transportation and capacity adequacy status of the assembly areas were evaluated based on district and neighborhood. Districts and neighborhoods that have to be increased in terms of capacity and number of assembly areas within urban transformation have been determined.

1. GİRİŞ

Toplumun tamamını veya belirli bir kısmını etkileyen çeşitli kayıplara neden olan, normal hayatı etkileyen ve faaliyetleri kesintiye uğratan doğa veya insan kaynaklı olaylar afet olarak adlandırılmaktadır. En büyük hasarlara neden olan doğal afetlerden biri olan deprem dünya genelinde yaygın olan ve Türkiye'nin de konum itibariyle etkisinde olduğu afetlerden biridir. Deprem yerkabuğundaki kırılmalar nedeniyle oluşan titreşimlerin dalgalar halinde yayılarak sarsma meydana getirmesiyle meydana gelmektedir.

Kuzey Anadolu ve Doğu Anadolu Fay Hattı üzerinde bulunan Türkiye başta deprem olmak üzere birçok afetle sıklıkla karşı karşıya kalmaktadır. Türkiye'de günümüze kadar birçok deprem yaşanmıştır. Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre Türkiye nüfusunun %98'inin depremden etkilenmekle birlikte depremlerin yaşandığı bölgeler genellikle yoğun nüfusa sahip olan bölgelerdir.

Yoğun nüfusa sahip ve deprem tehlikesi altında olan illerimizden biri olan İstanbul "Deprem Bölgeleri Haritasına göre %17' si 1.derece, %41 'i 2.derece, %31' i 3.derece ve %11' i 4.derece deprem bölgesinde olan bir ilimizdir." (Özmen, 2002). Geçmişte İstanbul'u etkileyen büyük can ve mal kaybıyla birlikte, sosyal ve ekonomik tahribatlara yol açan birçok deprem yaşanmıştır ve 1999 İzmit Depremi sonrası JICA-İBB işbirliğiyle yapılan çalışma ve ardından bu çalışmaya ek düzenlemelerle çeşitli analiz ve teknikler kullanılarak senaryo depremleri oluşturulmuştur. İstanbul'da 7 üzeri bir deprem yaşanacağı beklenmektedir.

Deprem gibi büyük hasar, can ve mal kaybı, sosyal ve ekonomik zararlar oluşturan afetlerde, afetlerin önlenmesi ve zararların azaltılması, afeti doğuran olaylarda hızlı ve etkili müdahale edilmesi ve toplumun güvenli ve hızlı bir şekilde bu süreci atlatması etkin bir afet yönetimi ile gerçekleştirilmektedir. Afet yönetiminin risk azaltma, hazırlık evreleriyle depremin neden olacağı yıkım ve tahribatlar minimum seviyeye indirilebilmektedir. Depreme hazırlık sürecinde, afet yönetimi kapsamında

toplanma, tahliye, acil yardım ve barınma alanlarının belirlenmesi gerekmektedir. Toplanma alanları, afet sonrasında insanların kendilerini güvende hissetmeleri için önceden belirlenmiş kolay ulaşılabilir, yeterli büyüklükte ve kapasiteye sahip, güvenli alanlardır.

Toplanma alanlarının bulunduğu bölgede hizmet edeceği nüfusa yetecek kapasitesinin olması, afetzedelerin en kısa sürede ulaşabilmesi için kullanılacak güzergahların belirlenmiş olması, belirlenen toplanma alanlarının ana yollara yakın konumda olması toplanma alanlarının erişim ve ulaşılabilirliğini belirlemektedir.

Toplanma alanlarının belirlenmesi, kapasitelerinin değerlendirilmesi, güzergahların oluşturulması gibi bir çok afet yönetimi çerçevesinde yapılan çalışmalarda Coğrafi Bilgi Sistemlerinden yararlanılmaktadır. CBS ile veri ilişkilendirme, sorgulama, mekansal analizler ve ağ analizleri yapılabilmektedir. Afet sonrası müdahalenin zamanında ve etkin bir şekilde yapılamaması, geciken ilk yardımlar gibi nedenlerden dolayı kayıplar artmaktadır. Yaşanabilecek afetlerden dolayı oluşacak kayıpların en aza indirilmesinde CBS etkin rol almaktadır. Hasarın değerlendirilmesi, en kısa yolun belirlenmesi.. gibi analizler CBS uygulamaları ile yapılabilmektedir (Turoğlu ve diğ, 2010). Çalışmada İstanbul'da belirlenmiş olan toplanma alanlarının kapasiteleri ve erişilebilirlikleri CBS yardımıyla analiz edilmiştir.

1.1 Çalışmanın Kapsamı

Çalışmada CBS teknolojisi uygulamalarından biri olan Arcgıs programının Arcmap arayüzü kullanılarak büyük bir depremin beklendiği Türkiye'nin en kalabalık ili olan İstanbul'daki toplanma alanlarının kapasitelerinin ilçe ve mahalle bazlı değerlendirilmesi, ve olası bir deprem anında oluşacak afet bölgelerinden toplanma alanlarına erişim için güzergahlar belirlenmiştir. Çalışmada İstanbul'a ait bina,yol,deprem anında kapanacak yol, oluşacak afet bölgeleri geometrik verileri ve güncel toplanma alanları geometrik verileri kullanılarak network(ağ) analizi yapılmıştır.

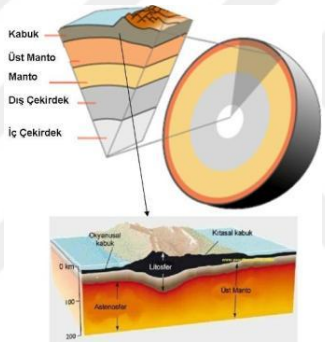
Uygulama; toplanma alanlarının ilçe ve mahalle bazlı dağılımlarının incelenmesi, toplanma alanlarının etki alanlarının belirlenmesi, afet bölgelerinden toplanma alanlarına güzergahların belirlenmesi ve nüfus bilgilerini içeren toplu afet bölgeleri

ile belirlenen güzergahlara göre kapasitesi yetersiz toplanma alanlarının ilçe ve mahalle bazlı değerlendirilmesi adımlarından oluşmaktadır.

Yapılan analizlerle ilçe ve mahallelerde kapasite olarak bölge nüfusuna yetersiz kalan toplanma alanlarının belirlenerek, kentsel dönüşüm kapsamında toplanma alanları sayı ve kapasitesinin artırılması gereken bölgelerin belirlenmesi ve kapanan yollar dikkate alınarak toplanma alanlarına erişimde ulaşımda sıkıntı yaşayacak ilçe ve mahallelerin belirlenmesi ve bu kapsamda yol güçlendirme çalışması yapılması gereken bölgelerin tespiti hedeflenmiştir.

2. DEPREM

Meydana gelmesine müdahale edilemeyen deprem, yer kabuğundaki kırılmalar dolayısıyla sarsma ve olduğu yerlerde çeşitli hasarlar meydana getiren doğal afetlerden biridir (İşçi, 2008). Zamansız felaketlerden biri olan deprem, olduğu anda ve sonrasında bıraktığı hasarlar dolayısıyla büyük afetlerden biri olarak görülmektedir. Deprem büyüklük ve olduğu bölgeye göre ciddi hasar, yaralanma ve ölümlere neden olabilmektedir.



Şekil 1.1 : Yeryüzü Katmanları (İBB).

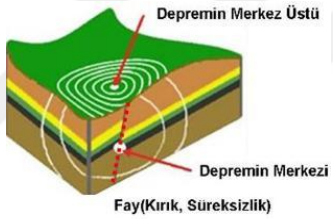
Depremin oluşma sürecinde yerkürenin katmanları ve bu katmanların etkileri depremin oluşma, ilerleme ve verdiği hasar hakkında bilgi vermektedir. Şekil 2' de gösterilen, Astenosfer denilen yumuşak Üst Manto katmanında oluşan kuvvetler nedeniyle taş kabuk parçalanmakta ve "Levha"lara bölünmektedir. Oluşan konveksiyonel akımlar yukarılara doğru çıktıkça levhalar birbirlerinden uzaklaşmakta ve buradan çıkan sıcak magmada okyanus ortası sırtlarını oluşturmaktadır. Levhaların birbirine değmesi sonucu oluşan sürtünmeler, sıkışmalar ve birbirlerinin üstüne altına girip çıktıklarında sürtünme kuvveti aşılması ile oluşan hareketlenme sonucu deprem dalgaları ortaya çıkar ve depremin oluş yönünden uzaklaştıkça enerjisi azalan dalgalar sonucu "Fay" adı verilen kırıklar meydana gelmektedir.

Faylar hareket yönlerine göre yatay hareket sonucu oluşan faylar "Doğrultu Atımlı Fay" ve düşey hareket sonucu oluşan faylar "Eğim Atımlı Fay" olarak adlandırılmaktadır (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2020).

1.2 Deprem Türleri

Levhaların hareketlenmeleri sonucu oluşan depremler genellikle "Tektonik Depremler" olarak kabul edilmekte ve yeryüzünde gerçekleşen depremlerin %90 gibi bir oranı bu gruba girmektedir. İkinci deprem türü olarak "Volkanik Depremler" olarak adlandırılan deprem grubu volkanik püskürmeler sonucu ortaya çıkmaktadır. Bir diğer tipi olarak nitelendirilen "Çöküntü Depremleri" yer altındaki boşlukların çökmesi sonucu oluşmaktadır (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2020).

1.3 Deprem Parametreleri



Şekil 1.2 : Deprem Parametreleri (İBB).

Depremin tariflenmesi deprem parametreleriyle gerçekleşebilmektedir. Deprem parametreleri Şekil 2.2'de gösterildiği gibi odak noktası (hiposantr), dış merkez (episantr), şiddet, magnitüd gibi parametreler ile açıklanmaktadır.Odak noktası olan depremin merkezi (hiposantr) enerjinin ortaya çıktığı kabul edilen noktadır. Depremin merkez üssü olarak adlandırılan dış merkez (episantr), deprem merkezine yeryüzündeki en yakın olan yer olarak kabul edilmektedir ve bu nokta en çok hasar alan, depremin en çok hissedildiği alandır. Bir diğer deprem parametresi olan odak derinliği, deprem merkez üstü ve deprem merkezi arasındaki mesafedir. Derinliğine göre 0-60 km sığ deprem,70-300 km orta derinlikli deprem,300 km derinlikten büyük depremler ise derin deprem olarak sınıflandırılmaktadır.Derin depremler geniş alanda hissedilip az hasar verirken, sığ depremler dar alanda hissedilip büyük hasarlar doğurabilmektedir.

3. AFET YÖNETİMİ

Afet, fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar meydana getiren toplum ve insan yaşamı üzerinde olumsuz etkiler bırakan doğal, tektonik veya insan kökenli olaylardır. Bir olayın afet olarak nitelendirilmesi için can ve mal kaybına neden olması gerekmektedir. Afet büyüklüğü ise can kaybı, sosyal, ekonomik kayıp büyüklüğüne göre derece kazanmaktadır. Deprem, tsunami, sel baskınları, çığ düşmesi, büyük yangınlar, tehlikeli ve salgın hastalıklar gibi haller dolayısıyla etkilenen bölgeler afet bölgesi olarak nitelendirilmektedir. Acil yardım ile afetzedelere gerekli tıbbi, barınma alanı, yiyecek, içecek..vb ihtiyaçları karşılanmaktadır (Erkal ve Değerliyurt, 2009). Afet yönetimi, afetlerin önlenmesi ve zarar azaltılmasına yönelik çalışmaları, afete neden olan olaylara etkili, organize ve zamanında müdahale edilmesi ve afetzedelere güvenilir yaşam çevresi oluşturma sürecini kapsamaktadır. Afet önleme ve zarar azaltma hedefiyle afet öncesi, afet anı ve afet sonrası gerekli tedbir ve önleme çalışmalarının planlanması, koordinasyonu ve etkin bir şekilde uygulanabilmesi için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarının mevcut olanaklarını belirlenen hedefler doğrultusunda kullanmasını zorunlu kılan çok yönlü ve kurumlar arası uyumu gerektiren karmaşık bir yönetim sistemidir (AFAD, 2020).

3.1 Afet Yönetim Evreleri

Afet yönetimi, risklerin azaltılması, afetlerin oluşturacağı zararların önlenmesi, senaryo ve olası hasarların tahmin edilmesi , erken uyarı, tahmin,afet anında hızlı müdahale iyileştirme gibi faaliyetleri içeren bir yönetim sistemidir (Kadıoğlu,2011).



Şekil 3.1 : Afet Yönetimi Döngüsü (Kadıoğlu, 2011).

Şekil 3.1 'de gösterildiği gibi, afet yönetimi 4 ana evreden oluşmaktadır. Bunlar; risk ve zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirmedir. Risk azaltma evresi afetlerin etkisini azaltmaya yönelik yapılan çalışmaları, hazırlık evresi plan, prosedür, eğitim, koordinasyon çalışmalarını, müdahale evresi can ve mal kurtarma çalışmalarını ve son evre olan iyileştirme evresi afet sonrasında afet öncesinden daha iyi duruma gelmek için yapılan çalışmaları içermektedir (Kadıoğlu,2011). Risk yönetimi yani afet öncesi risk azaltma çalışması ile afet zararları çok düşük seviyelerde kalabilmektedir. Afet oluştuktan sonra gerçekleştirilen Kriz yönetiminde ise kurtarma ve ilk yardım hayati önem taşımaktadır (Uluğ, 2009). Afet yönetiminin tüm aşamaları birbiriyle bütün halindedir ve tüm evreler birbirinin devamı halindedir.

3.2 Deprem ve Afet Yönetimi

Depremler neden oldukları can ve mal kayıplarının yanında deprem sonrası yaşanan ekonomik kayıplar, afet bölgesindeki fiziksel hasarlarla da en büyük afet türlerinden biridir. Meydana gelen bu depremler sonrası karışıklık, zamanında müdahale edilememesinden kaynaklı oluşan zararlar afet nedeniyle oluşan zararlardan daha fazla olabilmektedir. Afet Yönetimi burada hayati öneme sahip olmaktadır (Güven ve Gerçek, 2017). Risk Azaltma ve Zarar Azaltma Evresinde ülke ve bölge ihtiyaçlarına göre yasal düzenlemelerin oluşturulması, tehlike haritalarının oluşturulması önemli adımlardır. Deprem için akademik ve teknik düzeyde araştırma ve çalışmaların yapılması için verilerin toplanması adına kayıt ağlarının oluşturulması, verilerin devamlı bir şekilde kaydedilerek değerlendirilmesi ve bu verilerin ilgili kurumlarca kullanılmasına olanak sağlanması risk azaltma evresinde gerçekleşmesi gereken uygulama ve çalışmalardır. Depremin olası sonuçlarına göre ihtiyaçların belirlenmesi, acil eylem planlarının hazırlanması, tahliye ve toplanma alanlarının belirlenmesi hazırlık evresinde yapılacak işlemlerdir (Şahin ve Üçgül, 2019). Zarar Azaltma evresinde Hasar Görebilirlik Analizinin yapılması ve buna göre afetin etki ve boyutlarının tahmin edilmesi deprem gibi büyük hasar veren afetlerde hayati önem teşkil etmektedir (Kadıoğlu, 2008). Deprem sonrası kriz yönetiminde ilk yardım ve müdahale evresi etki ve ihtiyaç analizinin yapılmasıyla en kısa sürede hasar tespiti, yıkılan binaların kaldırılması, afetin olumsuz etkilerini kaldırmaya yönelik faaliyetlerdir. Afet yönetiminde son aşama olan yeniden inşa evresinde deprem sonrası yeni konutların inşasının en kısa sürede tamamlanması ve

afetzedelerin yeni yerleşim birimlerine yerleştirilmesi bu evrenin en önemli adımlarıdır (Şahin ve Üçgül, 2019).

3.3 Deprem Sonrası Toplanma Alanlarının Önemi

Deprem anında ya da depremin ilk dakikalarında yaşanan panikle birlikte insanların kapalı alanlardan açık alanlara doğru yönelmesi nedeniyle kamuya ait ve konum olarak kolay erişilebilir, insanların kolaylıkla fark edebildiği, güvenli ve yeterli kapasiteye sahip alanlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanlar toplanma alanları olarak tanımlanmaktadır (Kırçın ve diğ , 2017). Toplanma alanları tahliye sürecinin ilk aşaması olup afet kapsamında bir çok amaca hizmet eden oluşumlardır. Meydanlar, açık ve yeşil alanlar, spor salonları, pazar yerleri, okul veya resmi kurum bahçeleri afet durumlarında potansiyel kullanım alanlarıdır. Toplanma alanları geçici barınma alanlarına geçiş öncesi kısa süreli konaklama alanları olduğu içinde önem teşkil etmektedir (Çelik ve diğ., 2018). Afet müdahale planlarında belirlenen afet öncesi ve sonrası hizmetlerin belirlenmiş olması deprem gibi yıkımı fazla olan afetlerde büyük önem taşımaktadır. Deprem öncesi tahliye yollarının belirlenmesi, bu yollara alternatif olarak ikincil güzergahların belirlenmesi, acil toplanma ve geçici barınma alanları olarak seçilmiş mekanların belli olması, afet yönetimi açısından kritik öneme sahiptir (Kırçın ve diğ., 2017).

3.3.1 Toplanma alanlarının belirlenmesindeki standartlar

Yeşil alan afet sonrası toplanma alanı ve geçici barınma alanı olarak kullanılması nedeniyle kent yaşamında işlevsel yönü fazla olan alanlardır. Dünya Sağlık örgütüne göre kentlerde kişi başına düşen yeşil alan miktarı en 9 m² olmalıdır. Örneğin; New York, Paris, Kopenhag gibi nüfus yoğunluğu fazla olan kentlerde kişi başına düşen yeşil alan miktarı 40 m² 'den fazladır. Türkiye'de İmar planı kapsamında hedeflenen kişi başı yeşil alan miktarı en az 10 m² olmasına rağmen İstanbul, Antalya gibi yoğun nüfusa sahip şehirlerde alan miktarı belirlenen sınır altında kalmaktadır. İstanbul' da kişi başına düşen yeşil alan miktarı 1.9 m² olarak belirlenmiştir. Toplanma alanlarına önem konusunda öncü ülkelerden olan Japonya'da 2001 Mayıs'ta yapılan bir düzenleme ile kent tasarımı binalara ulaşan yolların yeşil hat olarak gelişmesi, bölgeler arasındaki uzaklığın 1.2 km belirlenmesi, insanların yürüyerek 30 dk içinde güvenli bölgelere ulaşabilmesi, tahliye aksları ve güvenli

barınma alanlarının belirlenmesi gibi birçok önemli nokta üzerinde durulmuştur (Kırçın ve diğ. , 2017). "Afet sonrası kullanılacak “Acil Toplanma Alanları” ve “Geçici Barınma Alanlarının” kent içindeki konumlarının belirlenmesi; bu alanların dağılımı, büyüklüğü ve altyapı özellikleri gibi yeterliliklerinin sağlanabilmesi, kent planlamanın ve afet yönetiminin en önemli konularındandır"(Çınar ve diğ., 2018). Bu kapsamda gerekli tüm ihtiyaçları karşılayabilmesi için toplanma alanları bazı kriterlere sahip olmak zorundadır. Bunlar uzaklık ve erişilebilirlik, ana yol bağlantıları, çok fonksiyonluluk ve büyüklük gibi kriterlerdir. Toplanma alanlarının yapı alanlarına olan uzaklığı önemli kriterlerden biridir. Toplanma alanına erişim yürüyüş mesafesi ile 0-500 m arasında olmalıdır. Toplanma alanlarına erişimde en önemli kriterlerden biri olarak toplanma alanı olarak belirlenen bölgelerin kamu arazisi olup güvenli bölgeler olması gerekmektedir. Büyüklük ve kapasite kent nüfusuna yeterli derecede olmalıdır (Gerdan ve Şen, 2019). Toplanma alanlarına erişimde en önemli kriterlerden bir diğeri ise toplanma alanlarının ana yol ile bağlantılı olmasıdır. Bu alanlara ulaşımda olası çıkabilecek sorunların çözümü için yol güzergahlarının geçerliliği ve afet esnasında güvenilirliğinin kontrol edilmesi gerekmektedir (Zengin ve diğ. , 2017). Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) raporuna göre seçilecek toplanma alanları kamuya ait arazi olması,engebesiz ve düz arazi olması, çevrede oluşacak hasarlara karşı güvenilir olması, çevrede hiçbir tehlikeli tesisin bulunmaması,halk tarafından kolay bulunabilir olması ve toplanma alanında kişi başı alanın minimum net alanda 0.5 m²/kişi(1.m²/kişi minimum brüt alan) sağlıyor olabilmesi temel standartlardır (2002).

3.3.2 İstanbul'da toplanma alanı

Yaşamsal önemi büyük olan yeşil alanlar deprem ve diğer afet durumlarında acil erişim, geçici barınma alanı gibi amaçlarla kullanılması nedeniyle önem arz etmektedir. Düzensiz ve çarpık kentleşmenin yoğun olduğu İstanbul' da yeşil alanlar nüfusla ters orantılı olarak gittikçe azalmaktadır. Özellikle 17 Ağustos 1999 depreminde insanlar sığınabilecekleri yeşil alan bulmakta zorlanmışlardır, bu büyük deprem sonrası yeşil alanların önemi bir kez daha anlaşılmıştır (Aksoy ve diğ. , 2009). İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB) tarafından JICA raporunda belirtilen gibi kişi başı alanın 1.5 m²/kişi olması, alanın kamu alanı olması, altyapı durumu gibi birçok kriter göz önünde bulundurulup seçim kriterleri saptanarak, İstanbul için en uygun toplanma alanları belirlenmiştir.Toplanma alanları seçilirken dikkat edilen

kriterler Çizelge 3.1' de gösterilmektedir. Belirlenen modele göre; afet anında toplanma alanına, sonrasında ise geçici barınma alanlarına erişimi sağlamak için kullanılan tahliye güzergahları, yaya ve taşıt için ayrım yapılarak belirlenmiştir. Toplanma alanları afet anı ve sonrasındaki ilk 6 saatte afetzedelerin ilk şoku atlatması için ivedilikle ulaştıkları küçük ölçekli toplanma alanları ve afet anı ve sonrasındaki ilk 24 saat içinde sağlık ve acil yardım ekipleriyle koordinasyonun sağlandığı ve geçici barınma alanlarına yönlendirmelerin sağlandığı ön tahliye alanları olarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.1 : İstanbul Toplanma Alanları (TA) Yer Seçimi Kriterleri (İBB).

<table>
<tr><td colspan="4">TA Yer Seçimi Kriterleri</td></tr>
<tr><td>Değerlendir-me Ölçütü</td><td colspan="2">Değerlendirme Değişkenleri</td><td>Standartlar</td></tr>
<tr><td>Potansiyel Alanlar</td><td rowspan="2">Arazi Kullanım Türü</td><td rowspan="2">Kamusal Açık Alan, Kamusal ve Yarı Özel Kapalı Donatı Bahçeleri</td><td>Park,Açık Spor Salonları,Açık Otopark,Askeri Alanlar,</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Mekansal Özellikler ve Planlama Durumu</td><td>Mezarlık,AVM Meydanları,Eğitim,Dini… Tesis Bahçeleri</td></tr>
<tr><td>Mülkiyet</td><td>Kamu</td><td>Kamu,Vakıf ve Belediye Bahçeleri</td></tr>
<tr><td></td><td>Özel</td><td>Özel Sözleşme Koşulu</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Alansal Büyüklük</td><td rowspan="3">Kademeli</td><td>500 m²-3.000 m²</td></tr>
<tr><td>3.001 -5.000 m²</td></tr>
<tr><td>5.001 m² ve üstü</td></tr>
<tr><td colspan="2">Eğim</td><td>maksimum %30</td></tr>
<tr><td colspan="2">Doğal Risk</td><td>Tsunami ve Taşkın Riskli Alanlar ve Dolgu Alanlar Harici</td></tr>
<tr><td colspan="2">İmar Durumu</td><td>Açık Donatı Kararlı Alan Önceliği</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Nüfus Kapasitesi ve Erişilebilirlik ve Erişim Süreleri</td><td colspan="2">Erişim Süresi</td><td>10dk yürüme mesafesi(500m)</td></tr>
<tr><td colspan="2">Nüfus Kapasitesi</td><td>1.5 m²/ki</td></tr>
<tr><td colspan="2">Hizmet Alanı Nüfusu</td><td>250 m yürüme mesafesini içerisindeki nüfus</td></tr>
<tr><td colspan="2">Yol Genişlikleri</td><td>7m> min Genişlik</td></tr>
</table>

4. TÜRKİYE' DE DEPREM

4.1 Türkiye'nin Deprem Durumu

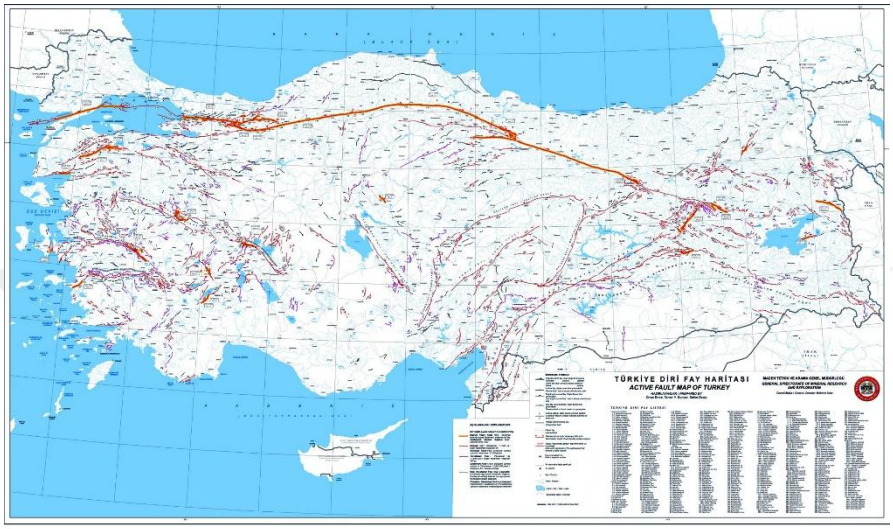
Depremin büyüklüğü ve zararı bazlı çıkarımlarda iki temel ana deprem kuşağından bahsedilmektedir. Bunlar Pasifik ve Akdeniz-Himalaya deprem kuşaklarıdır. Türkiye Akdeniz-Himalaya deprem kuşağı içinde yer almaktadır ve bulunduğu bölgede büyük-küçük birçok levhanın olması deprem kuşağı içinde olmasını mecburi kılmaktadır. Bu levhalardan Avrasya, Afrika ve Arap levhaları Türkiye üzerinde etkisi olan levhalardır (İBB, 2020).



Şekil 4.1 : Türkiye Levhaları (İBB).

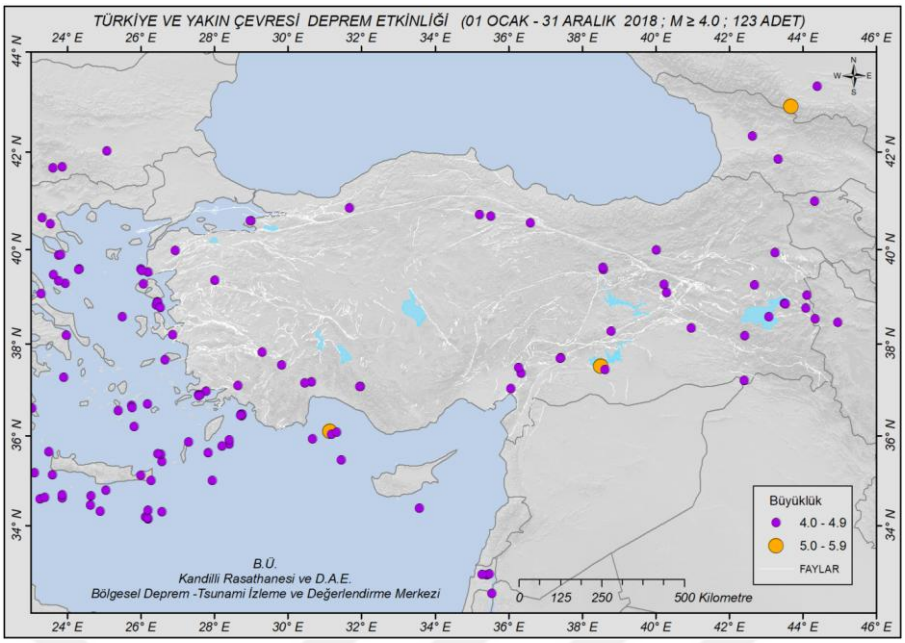
Şekil 4.1'de gösterildiği gibi Afrika levhasının Arap Levhası altına girmesiyle birlikte Anadolu levhası sıkışır ve bu sıkışma halen devam ettiği için bu levhalar arası etkileşim Anadolu levhasının kuzey ve güney fay hatları boyunca batıya doğru ilerlemesine neden olur. 17 Ağustosta Kocaeli'de gerçekleşen deprem bu levhanın kuzey sınırı yani Kuzey Anaolu Fayı' dır. Türkiye'nin konum itibariyle deprem durumuna bakıldığında; Türkiye Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde bulunmaktadır. 1200 km uzunluğunda ve genişliği 100m-200km arasında olan bu hat doğuda Karlıova ve batıda Mudurnu vadisi arasında doğu-batı doğrultusunda uzanan dünyadaki en aktif kırık hatlardan biridir. Türkiye'de gerçekleşen depremler tektonik

depremler olmakla birlikte sığ depremler kategorisindedir genellikle derinlikleri 0-60km arasında olmakla birlikte dar bir alanda hissedilmesine rağmen büyük hasarlar bırakan depremler kategorisindedir (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2020). Türkiye, Avrupa-Akdeniz bölgesindeki en sismik olarak aktif ülkelerden biridir ve depremler sık sık ve yaygın olarak yaşanmakta hasara ve can kaybına neden olmaktadır (Demircioğlu,2010).



Şekil 4.2 : Türkiye Diri Fay Haritası (Jeoloji Mühendisleri Odası (JMO).

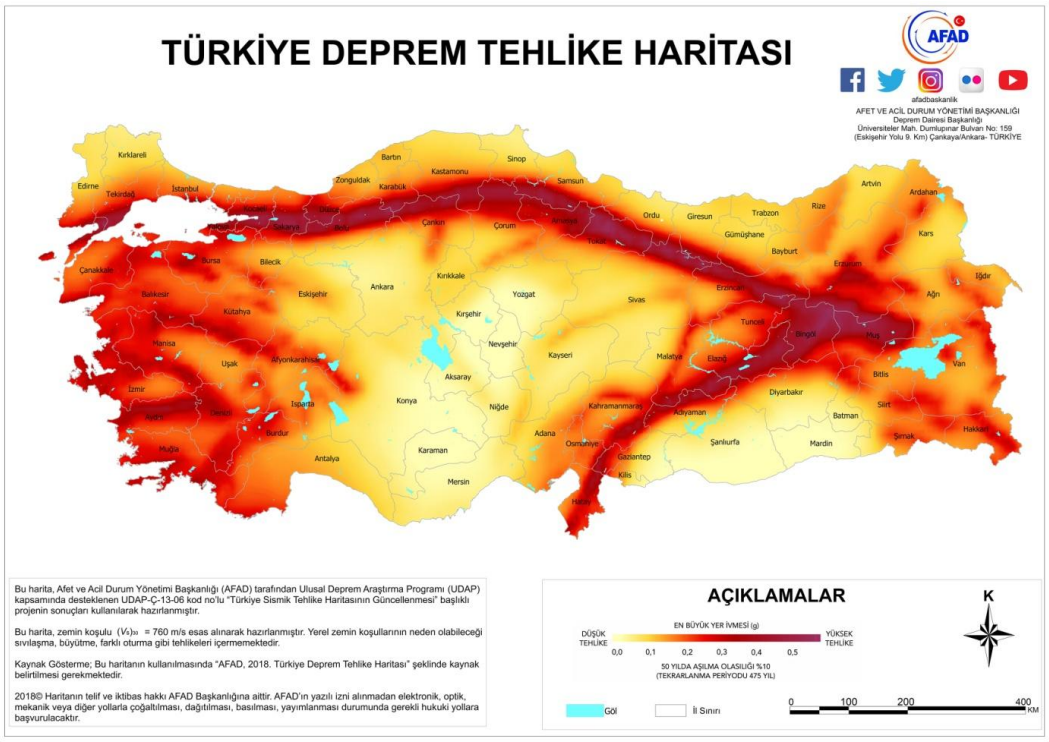
Sismotektonik, Palsismolojik…vb çalışmalarla MTA tarafından oluşturulan Şekil 4.2' de gösterilen Türkiye Diri Fay Haritası ile Türkiye'de fay sayısının 326 adet olduğu belirlenmiş ve ülkeyi dolaşan Kuzey Anadolu Fayı (KAF)'nın 1350 km uzunluğunda olduğu, Ülkemizin üzerinde olduğu bir diğer fay hattı olan Doğu Anadolu Fayı (DAF)' nın 580 km olduğu belirlenmiştir. Bu ana faylar üzerinden değerlendirmeler yapıldığında ülkede orta ve büyük depremlere neden olabilecek fay sayısının 485 olduğu öngörülmüştür (JMO, 2020). Bu değerlendirmeler Türkiye'nin deprem üzerine kurulu bir ülke olduğunu göstermektedir.



Şekil 4.3 : Türkiye ve Yakın Çevresi Deprem Etkinliği (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi).

Türkiye ve çevresinin sismotektoniği Afrika ve Arabistan plakalarının Avrasya plakasına hareketi sonucu yoğun bir depremselliğe sahiptir (Yalçın,Gülen,Utkucu,2013). Şekil 4.3'de gösterilen, Türkiye ve çevresi olan depremlerin çok sayıda ve orta dereceli deprem olması, bu depremlerin önemli hasarlara ve tahriplere neden olduğunu göstermektedir (Demircioğlu,2010).

Günümüzde dünya nüfusunun hızla artış göstermesiyle ve kentlere olan göçle birlikte toplam dünya nüfusunun %17 lik kısmının metropol şehirlerde yaşadığı öngörülmektedir (Kundak ve Türkoğlu,2007). Türkiye dünyanın en etkin deprem kuşaklarından biri üzerinde bulunduğu için geçmişte yıkıcı depremler yaşarken gelecekte de yaşayacağı öngörülmektedir. 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğine göre deprem yer hareketleri 4 grupta tanımlanmaktadır. Bunlar DD-1, 50 yılda %2 gerçekleşme olasılığına sahip en büyük deprem yer hareketi, DD-2, 50 yılda %2 gerçekleşme olasılığına sahip standart deprem yer hareketi düzeyi, Bir diğer yer hareket düzeyi olan DD-3, 50 yılda %50 gerçekleşme olasılığına sahipsık deprem deprem yer hareketi düzeyi olarak ve son olarak DD-4 30 yılda %50 gerçekleşme olasılığına sahip yer hareket düzeyleri olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4.4: Türkiye Deprem Tehlike Haritası (AFAD).

Şekil 4.4, "Deprem Bölgeleri Haritasına göre, yurdumuzun %92'sinin deprem bölgeleri içerisinde olduğu, nüfusumuzun %95'inin deprem tehlikesi altında yaşadığı ve ayrıca büyük sanayi merkezlerinin %98'i ve barajlarımızın %93'ünün deprem bölgesinde bulunduğu bilinmektedir." (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2020)

4.2 Türkiye'de Gerçekleşen Depremler

Türkiye Akdeniz-Alp-Himalaya kuşağı üzerinde bulunması ve bu kuşağın depremlerin %20'sinin meydana geldiği kuşak olması nedeniyle, oluşturulan deprem haritalarına bakıldığında AğTürkiye topraklarının %93'ü deprem tehlikesi altında olduğu görülmektedir. 1900 sonrası yaşanan depremlere bakıldığında Türkiye'nin 182 büyük deprem yaşadığı görülmektedir (TMOBB Makine Mühendisleri Oda Raporu, 2012).

Çizelge 4.1 : Türkiye'de Gerçekleşen Büyük Depremler ve Hasarları (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü).

Yer	Tarih	Hasarlı Bina	Can Kaybı	Magnitüd
Erzurum	08-11-1901	10.000	500	6.1
Malazgirt-Muş	29-04-1903	450	600	6.7
Soma	18-11-1919	16.000	3.000	6.9
Hakkari Sınırı	06-05-1930	3.000	2.514	7.2
Erzincan	26-12-1939	116.720	32.968	7.9
Erbaa-Tokat	20-12-1942	32.000	3.000	7.0
Ladik-Samsun	26-11-1943	40.000	4.000	7.2
Bolu-Gerede	01-02-1944	20.865	3.959	7.2
Yenice-Çanakkale	18-03-1953	6.750	265	7.2
Fethiye-Muğla	25-04-1957	3200	67	7.1
Varto-Muş	19-08-1966	20.007	2.394	6.1
Gediz-Kütahya	28-03-1970	19.291	1.086	7.2
Bingöl	22-05-1971	5.617	878	6.1
Lice-Diyarbakır	06-09-1975	8.149	2.385	6.8
Muradiye-Van	24-11-1976	9.232	3.840	7.2
Erzurum-Kars	30-10-1983	3.241	1.155	6.9
Erzincan-Tunceli	13-03-1992	6.702	653	6.8
Dinar-Afyon	01-10-1995	14.156	90	6.1
Ceyhan-Adana	27-06-198	31.463	146	6.2
Gölcük-Kocaeli	17-08-1999	73.342	17.408	7.8
Düzce-Bolu	12-11-1999	35.519	763	7.5
Merkez-Bingöl	01-05-2003	6000	176	6.4
Van	23-10-2011	17.005	644	7.2
Van Merkez	09-11-2011	-	40	5.6

Çizelge 4.1'de, 1900 sonrası yaşanan depremlerde can kaybı ve hasarlı bina sayılarına göre en büyük depremler sıralandığında Erzincan Depremi ve Gölcük Depremi 1900' lerden günümüze kadar can ve mal kaybı olarak yaşadığımız en büyük depremlerdir.

1939 yılında ise 7.9 büyüklüğündeki Erzincan depremi ve 1999 yılında yaşanan 7.8 büyüklüğündeki Kocaeli Depremi ülkede yaşanılan en büyük depremlerdendir. Erzincan depremi 32.968 kişinin hayatını kaybetmesine ve 116.720 binanın kullanılmaz hale gelmesine neden olmuştur. 17 Ağustosta gerçekleşen Gölcük-Kocaeli depreminde 17.408 kişi hayatını kaybederken yaklaşık 3 ay sonra 12 Kasım 1999'da gerçekleşen Düzce depremiyle depremin verdiği hasar oranı artmış ve 763 kişi daha hayatını kaybetmiştir (Kundak ve Türkoğlu,2007). Bu iki deprem Türkiye'nin sanayi,deniz-kara ulaşımında önemli sayılan Marmara Bölgesi'nde gerçekleşmesi ekonomik ve sosyal yönden büyük zararlara neden olmuştur (Utkucu ve diğ. ,2011). Bu depremlerin can kaybının yanı sıra büyük oranda mali zararları da

olmuştur. Örneğin; Çizelge 4.2'de gösterildiği gibi, 1999 depreminin mali zararı TÜSİAD' a göre 17 milyar dolar, Dünya Bankası'na göre 12-17 milyar dolar civarındadır (TMMOB Makine Mühendisleri Oda Raporu,2012).

Çizelge 4.2 : Marmara Depremi Maliyetleri (Milyar Dolar) (TMMOB Makine Mühendisleri Oda Raporu, 2012).

Maliyet	TÜSİAD	DPT	DB
Doğrudan Maliyetler	10	6.6-10.6	3.1-6.5
Konutlar	4	3.5-5	1.1-3
Altyapı	1.5	0.5-1	0.9
Acil Yardım Harcamaları	0.8	-	0.6
Mali Maliyetler	2	5.9	3.6-4.6

"Son 58 yıl içerisinde depremlerden, 58.202 vatandaşımız hayatını kaybetmiş, 122.096 kişi yaralanmış ve yaklaşık olarak 411.465 bina yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Sonuç olarak denilebilir ki, depremlerden her yıl ortalama 1.003 vatandaşımız ölmekte ve 7.094 bina yıkılmaktadır." (Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, 2020).

4.3 Türkiye'de Deprem Mevzuatı ve İlgili Önemli Yasalar

Deprem ülkesi olan ülkelerde deprem sonrası oluşan can ve mal kaybı, bölgenin yerleşim tipine, kontrolsüz büyümesine, çarpık kentleşmesine, eğitim eksikliği ve zararı azaltmaya yönelik hazırlanan plan, çalışma ve oluşturulan hazırlığa göre değişiklik göstermektedir (Bikçe, 2017). Ülkemizde deprem sonrası hasarın miktarını, şehirlerdeki kontrolsüz büyüme, toplumda oluşturulmamış deprem bilinci, ülkede deprem için planlamanın ve yönetimin tamamlanamaması, zemin etüdüne gerekli önemin gösterilmemesi ve yaşanılan depremlerden gereken derslerin çıkarılıp gerekli önlemlerin alınmaması, etkilemektedir.

Türkiye'de ilk deprem yönetmeliği İtalyan Deprem yönetmeliğinden esinlenerek 1939 yılında Erzincan'da gerçekleşen 7.9 büyüklüğündeki depremin ardından yürürlülüğe girmiştir (Tunç ve Tanfener). 1944 yılında 4623 sayılı "Yer Sarsıntılarından Evvel ve Sonra Alınacaklar Tedbirler" hakkında kanun yayınlanmıştır ve bu yasa ile deprem tehlikesi altındaki bölgeler ve bu bölgelerde bulunan yapılarda jeolojik etütler yapılmadan yeni yapılara izin verilmemesi gibi zorunlu durumlardan bahsedilmiştir (Meclis Araştırma Komisyonu, 1999) ve bunu takiben 1945 yılında Türkiye'nin Deprem Bölgeleri Haritası yayınlanmıştır. 1956

yılında yapı denetimi konularını ele alan 6785 sayılı İmar Kanunu yürürlüğe girmiştir (AFAD,2020). 1956 yılında 7126 sayılı Sivil Müdafaa Kanunu ile afet anında kurtarma ve ilk yardım konularına değinmesi açısından önemlidir (Meclis Araştırma Komisyonu, 1999). 7269 sayılı 1959 yılında çıkarılan "Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun" adlı kanun ile yasal boşluk giderilmeye çalışılmıştır ve yine aynı yıllarda 7126 sayılı Sivil Müdafaa Kanunu ile ilk yardım ve kurtarmaya yönelik konuların temeli atılmıştır. 1988 yılında devletin tüm imkanlarının afet bölgesine en hızlı şekilde ulaşmasını ve afetzedelere ilk müdahalenin yapılabilmesi için çıkarılan "Afetlere İlişkin Acil Yardım Teşkilatı ve Planlama Esaslarına Dair Yönetmelik" ile devam etmiştir (AFAD). 1992 yılında Erzincan depremi sonrası 4123 sayılı "Tabii Afetler Nedeniyle Meydana Gelen Hasar ve Tahribata İlişkin Kanun" çıkarılmıştır. 1999 Marmara depremi sonrası koordinasyon eksikliği dolayısı ile Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü kurulmuştur ancak "Türkiye Acil Durum Yönetimi, Afet İşleri ve Sivil Savunma Genel Müdürlüklerinin üç farklı bakanlık altında örgütlü olması bu alandaki problemleri devam ettirmiştir" (AFAD, 2020).

1975 ve 1997 yıllarında donatı detayları gibi yapı tasarımına dair bilgiler eklenmiştir. 2007 deprem yönetmeliğinde zorunlu deprem sigortası tüm yapılar için yapılması gerektiği eklenmiştir. 2016 deprem yönetmeliğinde ise meslek yetkinliği olan kişilerden özel konularda tasarım ve gözetim kontrolü hizmeti, güncellenmiş deprem tehlikesi haritasına göre yeni deprem yer hareketi düzeylerinin belirlenmesi, yerel zemin sınıfındaki değişiklikler(iyi zeminden kötü zemine doğru ZA, ZB, ZC, ZD, ZE, ZF olarak sınıflandırma), bina önem katsayısı, bina performans hedefleri(2007 de mevcut yapılar için bina değerlendirilmesi yapılırken, 2016 da yeni yapılacak binalar içinde uygun tasarım hedeflenmiştir (Tunç ve Tanfener, 2016). Son olarak 2019 bina deprem yönetmeliği ile 1996 yılında oluşturulan deprem tehlike haritası deprem bölge haritası iken 2019 deprem tehlike haritası coğrafi koordinat esaslı bir harita olarak üretilmiştir. 2019 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği ile 4 farklı deprem yer hareketi düzeyi tanımlanmıştır(Sucuoğlu,2019). 199 yılında 587 sayılı "Zorunlu Deprem Sigortasına Dair Kanun Hükmünde Kararname" yürürlüğe girmiştir (Bikçe, 2017).

Deprem Yönetmeliği dışında 2001 yılında 4708 sayılı "Yapı Denetim Kanunu", 2012 yılında 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi" kanunları da

deprem için önlem almaya dair maddeler içermektedir. Yapı Denetim Kanunu 2011 yılında ülke genelinde zorunlu hale gelmiştir (Tunç ve diğ., 2011). 2007 yılında "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik" adıyla deprem yönetmeliği yayına girmiştir. 2011 yılında 28029 sayı ile "Ulusal Deprem Staratejisi ve Eylem Planı2012-2023" yürürlüğe girmiştir. 2012 yılında ise İstanbul hem riksli hem de yoğun çarpık kentleşmenin olduğu şehirlerde 6306 sayılı "Afet Riski Altındaki Alanların Dönüştürülmesi Hakkında Kanun" yürürlüğe girmiştir (Bikçe, 2017).

4.4 Türkiye'de Depreme Dair Kuruluşlar ve Planlar

Türkiye'de deprem öncesinde, anında ve sonrasında çeşitli kurum ve kuruluşlar faaliyet göstermekte ve ülke genelinde depremle mücadele ve depreme hazırlık için çeşitli müdahale ve eylem planları hazırlanmaktadır.

4.4.1 Afet ve acil durum yönetmeliği başkanlığı(AFAD)

Afet ve acil durumlarda etkin, güvenilir, hızlı uluslararası düzeyde örnek teşkil edecek koordinatör bir kurum olmak vizyonu ve "Afetlere dirençli toplum oluşturmak" misyonuyla çalışmalar yapan AFAD, 1999 depremi sonrası ülkenin afet yönemini tekrar gözden geçirmesiyle birlikte koordinasyonun tek elden yürütülmesi amacıyla Sivil Savunma Müdürlüğü, Afet İşleri Müdürlüğü ve Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlüğü kapatılarak yetkilerin tek bir çatı altında toplanması için 5902 sayılı yasa ile 2009'da kurulmuştur. ‘‘Bütünleşik Afet Yönetimi Sistemi’’ adlı model ile zararların önlenmesi, afet öncesi ve sonrası gerekli önlem ve müdahalelerin bütünlük içerisinde yürütülmesini amaçlamaktadır. AFAD illerde doğrudan valiye bağlı olarak 11 ilde Afet ve Acil Durum Arama ve Kurtarma Birlik Müdürlükleri vasıtasıyla çalışmalarını sürdürmektedir. AFAD'ın yürüttüğü ve hazırladığı 2013-2017 Stratejik Planı, Türkiye Afet Müdahale Planı ve 2012-2023 Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP) afet ve acil durumlara hazırlıkları içermektedir (AFAD, 2020).

4.4.2 AFAD 2013-2017 stratejik planı

AFAD' ın 2013-2017 Stratejik Planında kurum içi teşkilatlanmasını ifade ederken, geniş çaplı amaç ve hedeflerin açıklanmasına yer vermiştir. Planı genel olarak

eylemlerini stratejik yönetim çerçevesine oturtmak, kurum kültürü oluşturmak, hizmet planlaması yapmak, bütçesini planları gerçekleştirmeye yönelik belirlemek odaklı oluşturduğunu belirtmektedir.

AFAD amaç ve hedeflerini "Sürekli Gelişen ve Öğrenen Kurum Olmak" (2017 yılına kadar sürdürülebilir AFAD Kurumsal Bilgi Yönetim Sistemi kurmak, Afet türleri konusunda bilgi ve uzmanlık kapasitesini her yıl %20 artırmak,Türkiye Afet Bilgi Bankası (TABB) kurmak, AFAD faaliyetlerinin farkındalığını her yıl %20 artırmak..vb), "Risk Odaklı Bütünleşik Afet Yönetimi Sistemi Kurmak"(Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP),Ulusal Afet Yönetim Stratejisi ve Eylem Planı, Ulusal İyileştirme Planı, Ulusal Risk Azaltma Planı oluşturmak, Risk azaltma Faaliyetlerini her yıl %20 azaltmak, hazırlık ve Müdahale kapasitesini %25 iyileştirmek ve 2017' ye kadar Türkiye depremlerin merkez üssünü %99'luk doğruluk oranı ile vermek..vb), "Afet Yönetimi Standartlarını Belirlemek" (2014 yılına kadar hazırlık,müdahale, afet eğitimleri ve iyileştirmede standartlaşmayı yakalamak..vb), "Afetlere Hazırlık İçin Eğitim Seferberliği Başlatmak" (toplumsal afet farkındalığını her yıl %50 artırmak..vb) ve "Uluslararası Alanda Öncü Kuruluş Olmak" (Başkanlığın uluslararası yardımlarda performansını artırmak..vb) olarak 5 önemli başlıkta belirtmiştir. AFAD bu stratejik plan ile deprem öncesi ve sonrası hazırlıklara dair önemli hedefler belirlemiştir.

4.4.3 Türkiye afet müdahale planı(TAMP)

TAMP, yaşanabilecek her türlü afet durumunda kurumlar arası koordinasyonu sağlamak ve afet sırasındaki operasyon risklerini en az seviyede tutarak afet yönetimini gerçekleştirmeyi amaçlayan AFAD' ın önemli planlarından biridir. TAMP ile bir çok kurumun afet anında iş birliği ile koordinasyonlu çalışması için her birime gerekli görevlerin verilip organize olunması hedeflenmektedir (Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP), 2013).

Aynı zamanda bilişim altyapısı olan Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi (AYDES) ile afet anında görev alan tüm kurum ve kuruluşlar arası iletişim ağı oluşturarak ortak karar destek mekanizması oluşturulması hedeflenmektedir. TAMP ile hedeflenen en önemli noktalardan biri de afet anında gerekli malzemelerin zamanında gerekli bölgelere ulaşabilmesi için Türkiye geneli lojistik merkezlerin oluşturulmasıdır (AFAD, 2019).

TAMP ile kısa zamanda etkin kaynak kullanımı ve organizasyon ile ekonomik, sosyal kayıplar en aza indirilirken yaşam faaliyetlerinin eskiye dönüşünün hızlandırılması hedeflenmektedir.

4.4.4 Ulusal deprem stratejisi ve eylem planı (UDSEP)

Deprem konusunda önemli noktalara değinen ve gerekli önlem ve tedbirlerin alınmasına yönelik hedefler belirlenen UDSEP, 2010 yılında AFAD bünyesindeki Deprem Danışma Kurulu (DDK) tarafından başlatılmıştır.Plan genel olarak depremleri öğrenmek ve bunlarla baş edebilmek içeriğine sahiptir.

UDSEP' te, ilk olarak deprem bilgi altyapısının geliştirilerek ülke, bölge ve yerel ölçeklerde yararlanabilmek adına etkin kayıt sistemleri olması gerektiğini öngörmektedir. Bunun için yer kabuğunun yapısı, kabuk kırılma süreçleri, deprem öncesi ve sonrasındaki fay hat zonlarındaki deformasyonların sürekli takip edilip modellenmesi, deprem bilgi bankasının kurulması ve bu sistemin uluslararası standartlara uygun yöntemle oluşturulup, depolanması gibi konularda çalışmalar yapılması için çalışılacak kurumlar ve çalışmaların bitimi için öngürülen tarihler belirlenmiştir. Deprem anından ve sonrasında önemli olan bir diğer nokta olan bilgi kirliliğinin önlenmesi adına da bilim etiği geliştirip bunun medya aracılığı ile duyurulması hedeflenmektedir. Deprem üzerinde durulması gereken bir diğer önemli nokta olan tehlike analizleri ve tehlike haritalarının geliştirilmesi ile depremlere dair ne büyüklükte, nerede, ne sıklıkta gerçekleşeceği olasılıklarına dair güvenilir bilgi elde etme, aynı zamanda MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan diri fay haritalarının güncel olması hedefleri önemli adımlar sayılmaktadır. Deprem risk analizi ve olası senaryolar ile risklerin analizi ve azaltılması için risk azaltma stratejileri ve sakınım planlarının hazırlanması öngörülmüştür. Depreme dayanıklı yapılaşma için "Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkındaki Yönetmelik" 'in tavizsiz uygulanması, depreme dayanıklı binaların standartlarının belirlenmesi, mevcut deprem mühendisliği laboratuvarlarının etkin kullanılması, ulaşım yapılarının (köprü,viyadük,…vb) deprem güvenliğine göre güçlendirme çalışmalarının yapılması, Tarih ve Kültür Mirasının envanterinin çıkarılarak ve gerekli yapıların güçlendirilerek depremlerden korunması hedefleri plandaki bir diğer konu başlığıdır (Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP), 2012).

Ülkemizde deprem nedeniyle kayıpların gerçekleşmesinde en etkin rol alan halkın bilinçsiz olması ve yeterli bilgiye sahip olmaması nedeniyle halkın bilinçlendirilmesine yönelik maddeler UDSEP kapsamında önemli adımlardan biridir. Buna göre, ilgili birimlerdeki çalışanlara eğitim verilmesi, öğretmenlere afetlerden korunma hakkında eğitim verilmesi, büyük depremlerin yaşandığı illerde deprem müzelerinin kurulması, Afet Gönüllülük Sistemi kurularak halkın katılımının gerçekleştirilmesi gibi hedefler belirlenmiştir. Ülkemizde yaşanan yetki ve mevzuat karmaşasının giderilmesi için deprem ve afet yönetimi alanına ilişkin hükümlerin tek bir mevzuat altında toplanması, Zorunlu Deprem Sigortasının yaygınlaştırılması da hedeflenmektedir (Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı (UDSEP), 2012). Son olarak, UDSEP' te bahsedilen, temelde amacı yerleşmelerin yaşanabilir olması, yaşam kalitesinin artırılması, ekonomik,sosyal yapının güçlenmesini hedefleyen Kentsel Gelişme Stratejisi (KENTGES) ile depremlere anında müdahale için toplanma alanı, barınma alanı, tahliye koridorlarının sağlanması amaçlanmaktadır .

UDSEP, çeşitli kurum ve kuruluşla ortak çalışma ve hareket etmeyi hedeflediğinden ve depremle mücadele ve depreme müdahale için gerekli stratejileri içerdiğinden ülke bazında önemli bir deprem strateji planıdır.

4.4.5 Ulusal deprem araştırma programı(UDAP)

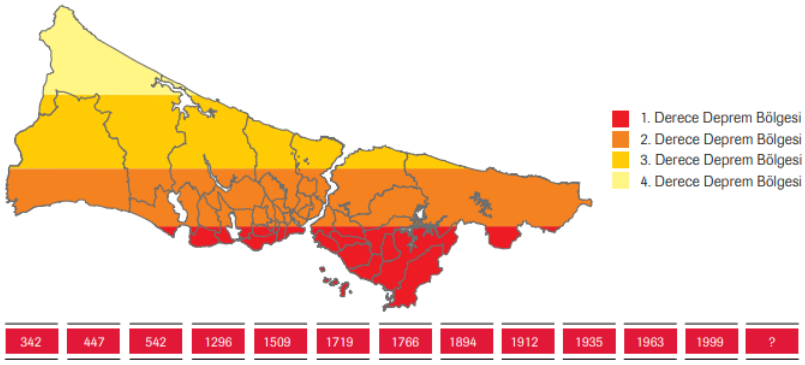
UDSEP kapsamında hedeflenen deprem bilgi alt yapısının oluşturulması, depremle ilgili teknolojik çözümlerin yaratılması için çok disiplinli çalışmaların geliştirilmesi ve yürütülmesi için 2012 yılında UDAP çalışmalarına başlanılmıştır." Ulusal Deprem Araştırma Programı ile 2018 yılı sonu itibariyle toplam 41 projeye destek sağlanmış olup 7 adet yazılım ve uygulama geliştirilmiş; 105 araştırmacı ile 32 bursiyer projelerde yer almış ve 70’e yakın ulusal ve uluslararası yayın gerçekleştirilmiştir (Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) Başarılı Uygulamalar, 2012). UDAP bünyesinde gerçekleştirilen en önemli çalışmalardan biri Türkiye Afet Bilgi Bankası(TABB)'tır. TABB ile hedeflenen ülkemizde meydana gelmiş tüm afetlerle ilgili kaynakların bir araya toplanması ve analiz yapabilen bir modül oluşturulmasıdır.

TABB dışında bir çok uygulama da gerçekleştirilmiştir. Örneğin; Örtülü Aktif Fayların Yerlerinin Yeraltı Radarı(GPR) Yöntemiyle Belirlenmesi" adlı çalışmayla sığ jeofizik ölçümler ile gömülü aktif fay hatlarının belirlenmesi, "Türkiye Sismik

Tehlike Haritalarının Belirlenmesi" adlı çalışma ile mevcut tehlike haritalarının dünyanın diğer ülkeleriyle uyumlu olacak şekilde güncel hale getirilmesi, "AFADSİM Teknolojik Afetler İçin İşletmelerin ve Halkın Dayanıklılığına Bağlı Etmen Tabanlı Simülasyon Modelinin Geliştirilmesi ve En Kötü Durum Senaryolarında Olası En Yüksek Sosyal ve Ekonomik Kayıp Tahmini" adlı çalışma ile AFADSİM simülasyon modeli ile olası kötü afet senaryoları ile kayıp tahmininin yapılması, "AFAD DAMP Uygulamasında Kritik Tesislerin Analizi ve Direkt Ekonomik Kayıplar" adlı çalışma ile yıkıcı bir deprem sonrası müdahale ekiplerinin en kısa süre içinde karışıklık olmadan ilgili bölgelere yardımı için yapısal hasar,yaralı durumları, geçici barınma hizmeti ihtiyacı duyacak kişi sayısı, sismik şiddet haritaları gibi tahmin sonuçları üreten FAR-RED Sistemi, gibi deprem için birçok önemli uygulama gerçekleştirilmiştir (Ulusal Deprem Araştırma Programı (UDAP) Başarılı Uygulamalar, 2012).

5. İSTANBUL'DA DEPREM

İstanbul 1950 yıllardan beri sosyal,ekonomik…vb nedenlerden dolayı hızla göç almakta ve almaya da devam etmektedir. Bu hızlı, göç çarpık yapılaşmaya neden olmakla birlikte kent nüfusu' da yaklaşık 15 milyona ulaşmış durumdadır.



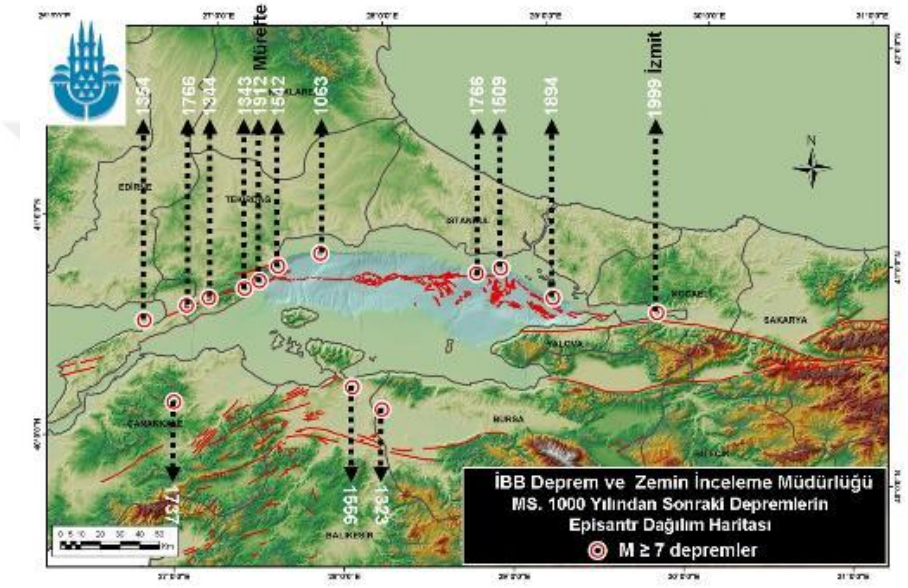
Şekil 5.1 : İstanbul İli Deprem Bölgeleri ve Kayıtlara Geçen Büyük Depremleri (İPKB).

Şekil 5.1'de gösterildiği gibi ve Türkiye Deprem Vakfı'na göre de İstanbul'un topraklarının %58'i birinci ve ikinci derece risk altındayken, geriye kalan bölgeler ise üçüncü ve dördüncü dereceden riskli bölgelerdir (Gül ve diğ., 2019). İstanbul barındırdığı birçok özellikle geçmişten günümüze metropol olmasının yanında konum itibariyle de yüksek deprem riski taşıyan her açıdan en önemli kenti konumundadır (Demirelli,2001). Yoğun nüfuslu ve sismik risk altındaki metropollerde zemin hareketlerinin izlenmesi büyük önem taşımaktadır. 2002 yılında bu amaçla 110 ivmeölçer İstanbul'da ki hareketleri izlemek için kurulmuştur ve Kandilli Rasathanesinde ana veri sunucusuna anlık olarak iletilmektedir. Araştırma Enstitüsü Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE)' nde deprem parametreleri anlık hesaplanır (Zülfikar ve diğ., 2017). İstanbul'un da yakınında bulunduğu Kuzey Anadolu Fay (KAF) hattının uzunluğu 200 km olmakla birlikte bu fay üzerinde gerçekleşecek depremin 7 üzerinde olacağı öngörülmektedir (Üstün ve Anagün, 2016). Türkiye'de vergi gelirlerinin yaklaşık %50'sinin İstanbul'dan toplanması gibi güçlü ekonomik nedenlerle birlikte İstanbul'da meydana

gelebilecek olası bir depremin neden olacağı can ve mal kaybı, sosyal, ekonomik zararlar İstanbul'la birlikte tüm ülkeyi olumsuz etkileyecektir (Şahin ve Üçgül, 2019).

5.1 İstanbul'da Gerçekleşen Depremler

KAF hattı ve etkin deprem kuşağı üzerinde olan İstanbul geçmişten günümüze kadar birçok deprem yaşanmıştır. Özellikle 1900 yıllardan beri büyüklüğü 6 üzeri olan 20 üzerinde deprem yaşanmıştır (İskenderoğlu ve diğ., 2003).



Şekil 5.2 : MS. 1000 Yılından Sonraki Depremlerin Episantr Dağılım Haritası (İBB).

Şekil 5.2'de gösterildiği gibi İstanbul geçmişten günümüze 9 şiddeti üzerinde olan pek çok deprem yaşanmıştır. Bunlardan bazıları 10 Eylül 1509, 25 Mayıs 1719, 22 Mayıs 1766, 10 Temmuz 1894, 17 Ağustos 1999 depremleridir. 10 Eylül 1509 tarihinde gerçekleşen deprem ile İstanbul'da zarar görmemiş ev kalmamakla birlikte döneme ait 8.000 yapıdan 3.000' e yakını yıkılmış ve halkın 2 ay gibi bir süre açık alanda yaşadığı ve deprem sonrası onarım ve yapımın 2 ay sürdüğü belirtilmektedir. 25 Mayıs 1719 depreminde ise yine aynı şekilde İstanbul genelini etkileyen yıkımlar meydana gelmiş ve 4.000 kişi hayatını kaybetmiştir. Bu depremle aynı zamanda Yalova, Karamürsel, Kazıklı, İzmit'te bulunan köyler ve kasabalarda büyük hasar görmüştür (Demirelli,2001). Deprem sonrası toparlanma 1724 yılında ancak sona erebilmiştir. Yaklaşık 4.000 kişinin hayatını kaybettiği 22 Mayıs 1766 depremi yıkıcı bir deprem olmakla birlikte artçıları 1 yıl sürmüş han, saray, baraj gibi yerler

zarar görmüş ve deprem sonrası su sıkıntısı yaşanmıştır. Bir diğer yıkıcı deprem olan ve derinliği 34 metre olan 10 Temmuz 1894 depreminin en büyük hasarı Kapalıçarşı'da olup bu bölgenin %75'i yıkılmıştır. Bu deprem 880 kişinin hayatını kaybetmesine neden olurken Boğaz boyunca da şiddetli bir tsunami gözlenmiştir (JICA,2002). Bu deprem sonrası veriler rapor halinde saklanmaya başlanmış ve gerekli önlemlerin geçmiş depremlerin incelenerek çıkarılmasının önemi anlaşılmıştır. İstanbul 'un yaşadığı en büyük depremlerden sonuncusu olan 7.4 büyüklüğündeki, Düzce'den İstanbul'a kadar Kuzey Anadolu Fat hattı üzerinde gerçekleşen 17 Ağustos 1999 depremi ile 17.439 insan hayatını kaybederken, 100.000 civarında yapı yıkılmıştır. Bayındırlık Bakanlığınca bina hasar tespiti yapılarak orta ve ağır hasarlı binalarda yaşayan insanlara çadır dağıtılmıştır. 42.587 kalıcı konut yapımına karar verilse de 2 yıla yakın bir süre sonunda ancak 15.131 adeti tamamlanabilmiştir. Bu depremde, deprem sonrası aşamaların tamamlanması 5 yıl gibi uzun bir süre de gerçekleşmiştir (Özata ve Limoncu,2014). Çizelge 5.1 'de İstanbul'u etkileyen şiddeti 9-11 arası olup büyük hasarlar meydana getiren deprem tarihleri ve magnitüd değerleri verilmiştir. Buna göre yaşanan bu büyük depremlerin hepsinde tsunami gerçekleşmiş ve depremler İstanbul başta olmak üzere İzmit, Adapazarı gibi çevre illeri de etkilemiştir.

Çizelge 5.1 : İstanbul' u Etkilemiş Olan Hasarlı Depremler (JICA,2002).

Tarih	Magnitüd	Tsunami	Hasarlı Alan	Hasar Derecesi	İstanbul'daki Şiddeti
10 Eylül 1509	7.7	Evet	İstanbul	Ağır	10-11
25 Mayıs 1719	7.0		İstanbul,İzmit	Ağır	
22 Mayıs 1766	6.5	Evet	İstanbul	Hafif	9-10
10 Temmuz 1894	6.7	Evet	Gebze İstanbul Adapazarı	Sınırlı	

Çizelge 5.2' de ise büyük hasarlar meydana getiren İstanbul ve yakın çevresinde oluşan depremler sonrası yeniden yapım aşamasında geçen süreler belirtilmektedir.

Çizelge 5.2 : İstanbul ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Depremler Sonrası Barınma Uygulamalarına Ait Veriler (Özata ve Limoncu,2014).,

Afet	Acil Yardım	Rehabilitasyon Aşaması	Yeniden Yapım Aşaması	Süreç
10 Eylül 1509	Çadır	Çatma Odalar	Yıkılan ve hasar gören binaların yerinde yapım ve onarımı	8ay
25 Mayıs 1719	-	-	Yıkılan ve hasar gören binaların yerinde yapım ve onarımı	5 yıl
22 Mayıs 1766	Çadır	-	Yıkılan ve hasar gören binaların yerinde yapım ve onarımı	-
10 Temmuz 1894	Çadır Tente	Bez Baraka Ahşap Baraka	Yıkılan ve hasar gören binaların yerinde yapım ve onarımı	Yaklaşık 10 yıl
17 Ağustos 1999	Çadır	Prefabrik Ev Ahşap Baraka	Deprem alanından uzak yerlerde belirli tipte betonarme konut yapımı	Yaklaşık 5 yıl

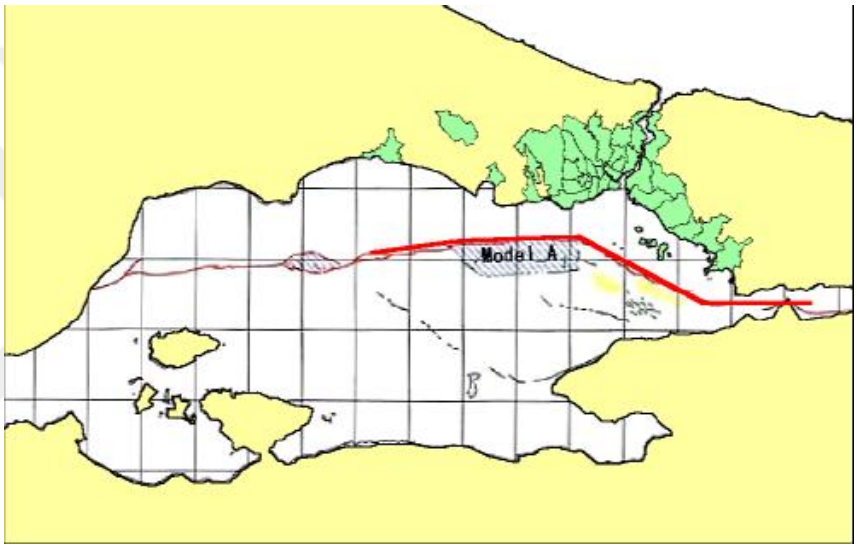
5.2 İstanbul'da Beklenen Olası Deprem Senaryoları ve Risk Kayıp Tahminleri

Deprem tehlikesiyle karşı karşıya olan İstanbul için Sismologlar kuvvetli depremlerin KAF boyunca batıya doğru kaydığını ve bu fat hattının batı ucunda olan İstanbul'u büyük bir depremin beklediğini belirtmektedirler (JICA,2002). Beklenen bu büyük depremin hasarlarını tespit etmek amacıyla 2002 yılında JICA(Japan International Cooperation Agency) ile İstanbul Büyükşehir Belediye(İBB)'nin ortak yaptığı bir çalışma ile İstanbul'da afet önleme planlanması yapılabilmesi için 4 çeşit senaryo deprem belirlenmiştir.

Çizelge 5.3 : Deprem Senaryoları Parametreleri (JICA,2002).

	Model A	Model B	Model C	Model D
Uzunluk(km)	119	108	174	37
Moment Büyüklüğü(Mw)	7.5	7.4	7.7	6.9
İniş Açısı(Derece)	90	90	90	90
Üst Kenar Derinliği(Km)	0	0	0	0
Tip	Doğrultu Atımlı	Doğrultu Atımlı	Doğrultu Atımlı	Normal Fay

Çizelge 5.3' de gösterilen Model A, Model B, Model C ve Model D olarak belirlenen 4 çeşit senaryo depremde Model A'nın hat uzunluğu yaklaşık 120 km olarak belirlenmiş olup, hat 1999 da gerçekleşen İzmit deprem fay hattının batısından Silivri' ye uzanmaktadır. Bu senaryo ile beklenen depremin moment büyüklüğü (Mw) 7.5 olarak tahmin edilmekle birlikte senaryo depremler arasındaki gerçekleşme olasılığı en yüksek olan deprem olarak öngörülmektedir. Bu senaryolar, özellikle gerçekleşme ihtimali yüksek görülen Model A ve Model C çeşitli parametreler açısından değerlendirilmiştir. Eğim durum riskine göre Model A'da çok yüksek riskli gridler Adalar ve Silivri'de bulunmaktadır. Düşük risk gridleri ise Avcılar, Küçükçekmece ve Büyükçekmece'de bulunmaktadır.



Şekil 5.3 : JICA Model A Deprem Senaryosu (JICA,2002).

Model A için hasar ve can kaybı hesapları da yapılmıştır. Buna göre 2000 yılı yapı sayısı baz alınarak yapılan değerlendirmede ağır ve orta hasarlı bina sayısı 114 bin olmakla birlikte bu senaryoda sahil boyunca yapıların %30' dan fazlasının ağır hasar göreceği ve Silivri, Büyükçekmece' de 300' den fazla ağır hasarlı bina olacağı öngörülmüştür. Ayrıca bu model için can kaybı 73.000 olarak hesaplanmıştır (JICA, 2002).

Çizelge 5.4'de gösterildiği gibi raporda senaryoya göre bina hasarı %50' nin üstünde olan ilçeler belirlenmiştir.

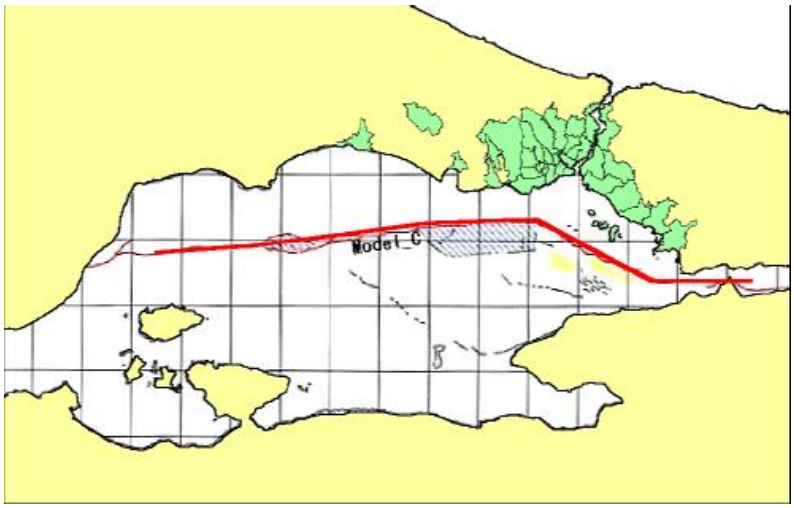
Çizelge 5.4 : JICA Bina Hasarı %50' nin üzerinde olan İlçeler:Model A (JICA,2002).

İlçe Adı	Bina Sayısı	Ağır Hasarlı Bina Sayısı	Ağır+Orta Hasarlı Bina Sayısı	Ağır+Orta+Az Hasarlı Bina (%)
Adalar	6.522	1.614	2.703	63.3
Avcılar	14.030	1.975	4.172	55.5
Bahçelievler	19.690	2.577	5.748	57.3
Bakırköy	10.067	1.839	3.686	63.9
Fatih	31.947	5.111	9.908	55.4
Güngören	10.655	1.253	2.846	54.6



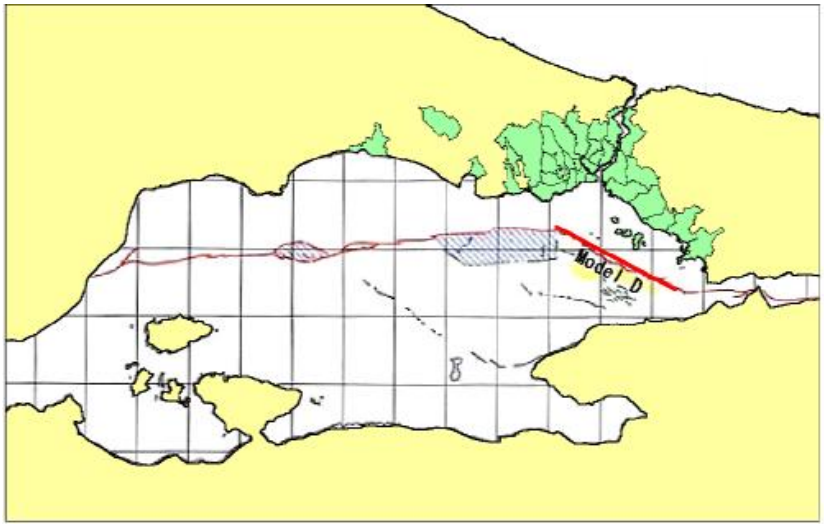
Şekil 5.4 : JICA Model B Deprem Senaryosu (JICA,2002).

Model B'de hat uzunluğu 110 km tahmin edilmekle birlikte hat 1912 Mürefte-Şarköy deprem fay hattından Bakırköy'e kadar uzanan olası hattır ve depremin moment büyüklüğü 7.4 olarak beklenmektedir (JICA, 2002).



Şekil 5.5 : JICA Model C Deprem Senaryosu (JICA,2002).

3.model olan Şekil 5.5, Model C' nin, hat uzunlu 170km' dir. Bu modelde Marmara Denizindeki KAF hattının aynı anda kırılacağı düşünülmüş ve moment büyüklüğü 7.7 olarak tahmin edilmektedir. En kötü senaryo olan Model C' nin gerçekleşmesi durumunda geçmişten günümüze kadar Marmara Denizinde yaşanmış en büyük deprem olacağı ifade edilmiştir. Bu senaryoda da eğim durum riskine göre çok yüksek riskli gridler Adalar ve Silivri' de bulunmaktadır. Model C içinde hasar ve can kaybı hesapları da yapılmıştır. Buna göre 2000 yılı yapı sayısı baz alınarak yapılan değerlendirmede ağır ve orta hasarlı bina sayısı 128 bin olarak tespit edilmiş ve bu senaryoda sahil boyunca yapıların %40' dan fazlası ağır hasar görecek ve Silivri, Büyükçekmece de 400' den fazla ağır hasarlı bina olacaktır. Bu model için can kaybı 87.000 olarak hesaplanmıştır (JICA, 2002).



Şekil 5.6: JICA Model D Deprem Senaryosu (JICA,2002).

Son senaryo depremi olan Şekil 5.6, Model D ile fay hattı Çınarcık çukuruna kuzeyden dik bir eğimle girmekte olup olası deprem moment büyüklüğü 6.9 olarak tahmin edilmektedir (JICA, 2002). Model A ve Model C senaryoları için 50.000 civarın ağır hasarlı bina ve 70.000 civarı can kaybının yanında yaklaşık 2.000 noktada su sızıntısı, 50 milyon enkaz, 30.000 doğalgaz kutusunda gaz çıkışı gibi bir çok hasar hesaplanmaktadır. Bu senaryolara göre 1 milyon civarında afetzede için kurtama operasyonuna ve 330.000 çadıra ihtiyaç duyulacağı düşünülmektedir (İBB Afet Koodinasyon Merkezi, 2020).

Ayrıca Boğaziçi Üniversitesi 'nin 2002 yılında yaptığı çalışmada (BU-ARC,2002) ağır bina hasarlarının nüfusun yoğunlaştığı Fatih, Zeytinburnu, Bakırköy, Bahçelievler, Küçükçekmece ve Avcılarda yoğunlaşacağı düşünülmekle birlikte az hasar alacak bölgeler Anadolu Yakasının güney kesimlerinde bulunan Kadıköy, Maltepe ve Kartal gibi ilçeler olduğu düşünülmektedir (Erdik ve Durukal, 2007).

2002 yılında yapılan çalışmaların ardından 2009 yılında İBB tarafından tekrar olası deprem kayıp tahminleri güncellenmiştir. İBB tarafından yapılan bu çalışma ile kentsel afet planlaması ve kentsel deprem iyileştirme ve dönüşüm çalışmalarında gerekli ve öncelikli bölgelerinde belirlenmesinde gerekli bilgilerin sağlanması hedeflenmiştir (İBB Afet Koodinasyon Merkezi, 2020). Çalışmada 15 farklı senaryo üzerinde çalışılmakla birlikte 2002 JICA Raporunda olası deprem senaryolarından biri olan Model A ile eşdeğer bir senaryo ile olası olan, Şekil 5.7' de gösterilen, depremin 7.5 Mw büyüklüğünde olacağı ve Marmara Fayının henüz yırtılmamış segmentlerinde (5,6,7,8) olacağı düşünülmektedir (AKOM İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri, 2009).



Şekil 5.7: AKOM Olası Deprem Senaryosu Tahmini (AKOM İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri, 2009).

AKOM raporuna göre farklı yöntemler kullanılarak elde edilen can kaybı tahminleri 10.000 ile 30.000 arasında değişmekle birlikte yaralı sayısı tahmin 50.000 ile 150.000 arasındadır. 2.500-10.000 arası binanın çok ağır hasarlı, 13.000-34.000 arası binanın ağır hasarlı ve 80.000-150.000 arası binanın orta hasarlı olacağı öngörülmektedir(2009). AKOM raporunda acil barınma ihtiyacı analizi ile barınma ihtiyacını karşılayamayacak konut sayısı orta, ağır hasarlı ve tamamen yıkılan binaların sayısına göre belirlenmiş olup olası bir deprem senaryosunda oturulamaz hane sayısı 528.136 olarak berlirlenmiştir. Ekonomik kayıp ise bina hasarından kaynaklı olarak 40-50 milyar TL civarında tahmin edilmekle birlikte nüfus başına 5.000 TL olacağı ve deprem sonrası diğer mali kayıplarla birlikte(altyapı,vergi gelir kayıpları…vs) 80-100 milyar TL olacağı öngörülmektedir (AKOM İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri, 2009).

5.3 İstanbul'daki Önemli Uygulama ve Projeler

5.3.1 İstanbul afet riski önleme ve azaltma temel planı (JICA)

Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Plan Çalışması, Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı ve İstanbul Büyükşehir Belediyesi (IBB-JICA) işbirliği ile 2002 yılında yapılmıştır. Projede, 17 Ağustos 1999 depremi sonrası İstanbul'un potansiyel deprem felaketine hazırlıklı olmak ve üstesinden gelebilmek için İstanbul belediyesinin daha önce

hazırlanmamış sismik afet önleme/azaltma planı oluşturulmuştur. Çalışmada doğal duruma ilişkin (nüfus, bina verisi, köprü,…vs) veriler toparlandıktan sonra analizler (yer hareketi, sıvılaşma potansiyeli hesaplamaları, eğim durumu hesaplamaları…) ile senaryo depremler oluşturularak hasar ve can kayıpları (bina, altyapı, yangın, köprüler, yollar…) tahmin edilerek hasar görebilir kentsel yapı ve binaların güçlendirilmesine yönelik önlemler önerilmiştir. Çalışmada İstanbul'da daha önce oluşturulmamış acil tahliye sistemi için yerel tahliye alanlarının belirlenmesi kullanılabilecek tesis ve açık alanların belirlenmesi, güvenli tahliye yollarının belirlenmesi ve bu yol üzerinde gösterme ve uyarı levhalarının oluşturulması gibi öneriler sunulmuştur. Bu proje ile, olası bir depremde, hasar riski yüksek alanların belirlenmesi için ilçe ve mahalle bazında bina ve alt yapıların hasar görebilirliği incelenmiş, olası bir depremde zararlarının azaltılması için yeni projelerin geliştirilmesinin yanında kısa, orta ve uzun vadede alınması gerekli önlemlerin belirlenmesi hedeflenmiştir. Kıda vadede; hastanelerin, okul binalarının, kamu tesislerinin, köprülerin, limanların ve atlyapıların güçlendirilmesi, afet yönetim merkezinin tamamlanması,halkın bilinçlendirilmesi , orta ve uzun vadede; deprem için master plan, depreme dayanıklı bir şehir için kentsel yeniden yapılanma planı, afet yönetimine yönelik kurumsal sistemlerin geliştirilmesi gibi öneriler sunulmuştur (JICA, 2002).

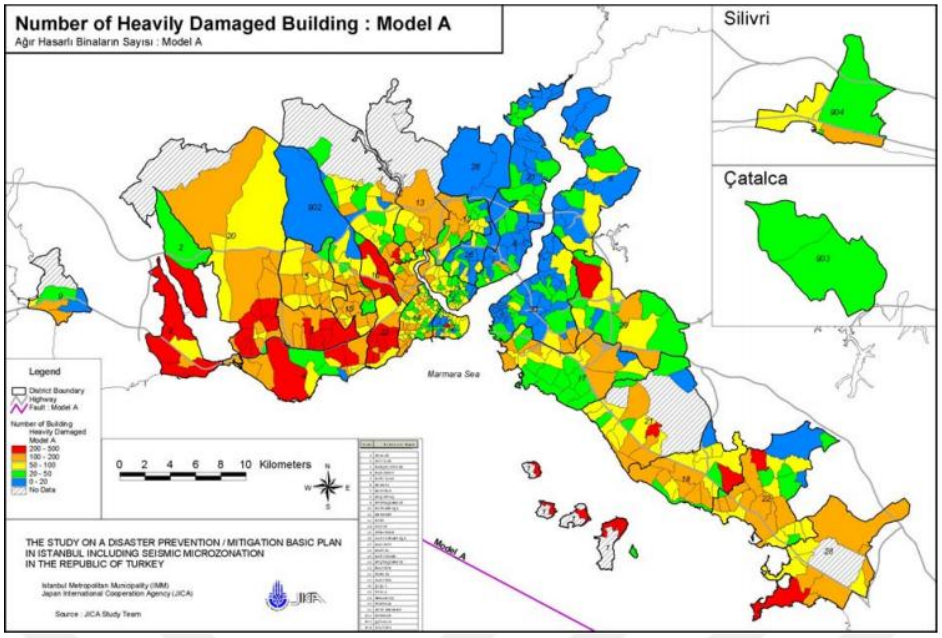
5.3.2 Afet koordinasyon merkezi(AKOM)

Afet Koordinasyon Merkezi, 17 Ağustos 1999 depremi sonrası İstanbul'da afet zararlarını azaltmak ve afete hazır olmak, AFAD' dan gelen emirleri uygulamak ve İBB' ye bağlı kurumlar arası koordinasyonu sağlamak için 7269 sayılı afet kanunu ile 12 Aralık 2000 tarihinde kurulmuştur. 2005 yılında AKOM bünyesinde olan Afet Bilgi Sistemi (AKOMAS) ile Türkiye'yi ve Dünya'yı etkileyen afet bilgileri arşiv olarak saklanmakta ve 2008 yılından itibaren afetler interaktif haritalarla yayınlanmaktadır (İBB, 2020). AKOM bünyesinde 2009 yılında tamamlanan 'İstanbul'un Olası Deprem Kayıp Tahminleri' projesi ile JICA Raporunda olduğu gibi senaryo depremler ile Kandilli Rasathanesi ile birlikte güncel veriler kullanılarak olası kayıp ve tahminler güncellenmiştir. Çalışmada kısa süreli ve uzun süreli barınma alanlarını belirlemek için çok hasarlı, ağır hasarlı, orta hasarlık binalardaki hane sayısı belirlenerek olası deprem senaryosuna göre barınma ihtiyacı duyacak hane sayısı belirlenmiştir. Çalışma sonucu yapı hasar ve can kayıpları dağılımları

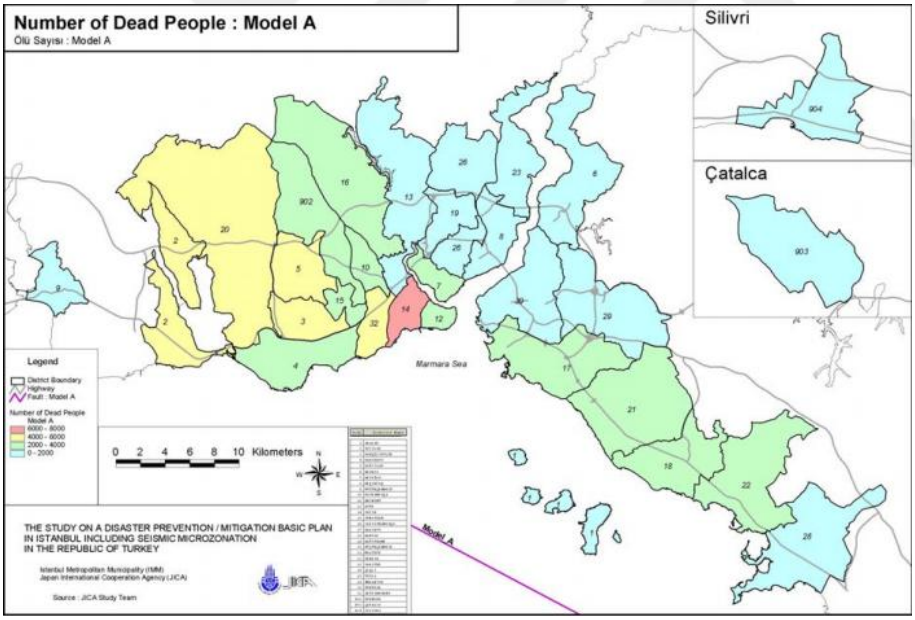
400m x 600m boyutlarındaki grid ölçeğinde haritalarla sunulmuştur. 2002 yılında yapılan JICA çalışmasına göre senaryo depremlerde farklı yapı hasar ve can kayıpları çıkması JICA çalışmasında kullanılan modellere göre daha gelişmiş modellerin kullanılmasıdır (AKOM İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri, 2009).

5.3.3 İstanbul deprem master planı (İDMP)

İBB' nin İstanbul Teknik (İTÜ), Ortadoğu Teknik (ODTÜ) ve Boğaziçi Üniversitesi ile ortak çalışması sonucu 2003 yılında hazırlanan İstanbul Deprem Master Planı (İDMP) İstanbul' un depreme hazır olması amacıyla imar uygulamaları, yapı inceleme, güçlendirme, eğitim çalışmaları gibi temel başlıklara ilişkin esaslar belirlenmiştir (İBB AKOM, 2019). Çalışmada İstanbul'un mevcut durumu, yapıların deprem dayanımlarının incelenmesi ve güçlendirilmesi, deprem bilgi altyapısının oluşturulması,deprem zararlarının azaltılması için eğitim ve sosyal çalışmaların yapılması, risk ve afet yönetimi gibi birçok konu üzerinde incelemeler ve değerlendirmeler yapılmıştır. Raporda esas amaç zarar azaltma amaçlı bir koordinasyon,risk yönetimi olmakla birikte 3 temel paketten söz edilmektedir. Bunlardan birincisi sakınım planı, bu plan ile risk analizleri yapılması, ikincisi yüksek riskli bölgelerde dönüşüm süreçlerinin başlatılması, üçüncüsü ise iki amacında gerçekleştirilebilmesi için gerekli şartların sağlanması ve sürdürülebilmesi için Araştırma ve Etkinlik programlarının belirlenmesidir. Çalışmada JICA raporunda belirlenen "Senaryo A Depremi" esas alınmıştır. Değerlendirmelerde JICA Raporu ve Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi tarafından hazırlanan, 2002' de tamamlanan “İstanbul Büyükşehir Belediyesi Alanı için Deprem Riski Tespiti” çalışmasından yararlanılmıştır (İstanbul Deprem Master Planı, 2003).



Şekil 5.8: Model A'ya Göre Ağır Hasarlı Bina Sayısı (İstanbul Deprem Master Planı, 2003).



Şekil 5.9 : Model A'ya Göre Can Kaybı Sayısı (İstanbul Deprem Master Planı, 2003).

Planda Şekil 5.8 ve Şekil 5.9' da gösterildiği gibi bina hasar kaybı ve can kayıpları belirlenmiştir. Planda değinilen önemli hedeflerden biride "İstanbul Deprem Afet Etkilerini Azaltma Strateji Planı (İDASP)" ile şehrin yaşam kalitesinin yükseltilmesi için JICA raporunda belirtilen riskli bölgeler ele alınarak kentsel dönüşüm kapsamında güçlendirmeye dair stratejik kararların alınmasıdır. Planda "Deprem

Parkı Projesi" ile kent içerisinde ulaşılabilir ve yeterli sayıda güvenli tahliye alanlarının oluşturulmasına da değinilmiştir. Buna göre yerleşmeye uygun görülmeyen ve tüm ihtiyacı(çadır kurma alanı, malzeme deposu, su deposu..vb) karşılayabilecek yerler seçilerek deprem parkı oluşturulması hedeflenmiştir.

5.3.4 Megaşehir gösterge sistemi (MEGAİST)

Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü tarafından yürütülen Megaşehir Gösterge Sistemi(MegaİST) ile risk yönetimi çalışmalarında karar vericilerin doğru karar verebilmesi, bu yönde strateji geliştirebilmesi ve bu bilgilerin tüm paydaşlarla paylaşılabilmesi için öngörülmüş bir sistemdir. Bu sistem hasar görebilirliğin değerlendirildiği "Kentsel Sismik İndeksi" , deprem sonrası acil durumda mücadele kapasitesinin yeterliliğinin irdelendiği "Mücadele Kapasite Endeksi" ve çalışmaların performasının analiz edildiği " Performans Bazlı Yönetimsel İzleme Süreci" olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır. Kentsel Sismik İndeksi ile fiziksel risk göstergeleri (hasarlı bina, ölü-yaralı sayısı…vb), sosyal hasar göstergeleri (aile yapısı,fakirlik…vb), Mücadele Kapasite Endeksi ile kurtarma yardım kapasitesi, acil barınma alanlarının kapasitesi,enkaz kaldırma kapasitesi ve Performans Bazlı Yönetimsel İzleme Süreci ile performans veriminin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

5.3.5 İstanbul kentsel dönüşüm master planı (İKDMP)

2002 yılı İDMP, 2012 Afet Risk Yönetimi İçin Megaşehir Gösterge Sistemi(Megaist) ve 2015 İstanbul Kentsel Dönüşüm Strateji Planının (İKDSP) ardından, 2016 yılında oluşturulan İstanbul Kentsel Dönüşüm Master Planı (İKDMP) ile bütüncül bir kentsel dönüşüm yaklaşımı ile afete duyarlı bir kent oluşturmak, kentin yaşam kalitesini artırmak, dönüşüm süreçlerinin kontrollü yapılmasını sağlamak ve hedeflenmiştir. Bu master plan ile 3 aşamalı bir yönetimi hedeflenmiştir. İlk aşama olarak risklere karşı dayanıklı bir şehir haline gelmek hedeflenirken, ikinci ve üçüncü aşamalarda tüm altyapı ve hizmetleriyle erişilebilir bir kent haline gelmek ve kent gelişimi yükselen bir kent ekonomisi oluşturmak hedeflenmiştir. Dirençli kent olma kapsamında riskli alanların belirlenerek dönüşüm faaliyetlerinden öncelik verilecek ilçe ve mahallelerin belirlenmesi planda afet kapsamında atılacak önemli adımlardan biridir (İstanbul Kentsel Dönüşüm Master Planı (İKDMP), 2020)

5.3.6 İstanbul sismik riskin azaltılması ve acil durum hazırlık projesi (İSMEP)

İstanbul'un afetle mücadelede yürüttüğü en büyük proje olan İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi (İSMEP) 2006 yılından itibaren İstanbul Valiliği bünyesinde oluşturulan İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB) tarafından yürütülmektedir. Proje "Acil Durum Hazırlık Kapasitesinin Artırılması "(A Bileşeni), "Öncelikli Kamu Binaları İçin Sismik Riskin Azaltılması"(B bileşeni) , "İmar ve Yapı Mevzuatının Etkin Uygulanması"(C bileşeni) ve "Proje Yönetimi"(D bileşeni) adımlarından oluşmaktadır. A Bileşeni kapsamında Acil durum haberleşme sisteminin kurulması,afet ve acil durum bilgi yönetim sisteminin kurulması, AFAD kurumsal kapasitesinin artırılması ,halkın bilinçlendirilmesi ve İstanbul Afet Müdahale Planı(İSTAMP)' ın gerçekleştirilmesi hedeflenmiş , acil durum haberleşme aracı, ışık kuleleri, acil durum müdahale aracı, İstanbul Uluslararası Sismik Riskin Azaltılması Konferansı (SRMC)..vb çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu bileşeninde okul, hastane, idari binalar gibi kamu binalarının risk durumunun incelenmesi ve analiz çalışmalarının yapılması hedeflenmiş, 2012 yılına kadar 1002 kamu binası güçlendirilip, yeniden yapılandırılmıştır.C bileşeninde imar ve inşaat ruhsatı süreçlerinin etkin olarak yürütülmesi ve yönetilmesi hedeflenmiş, adrese dayalı veri toplanması,dijital imar arşivi oluşturulması gerçekleştirilmiştir. D bileşeni ile de yerel güç birliği,yatırım teşvikleri hedeflenmiştir. İSMEP kapsamında 1.955.890 m² güçlendirilen okul binası sayısı, 1.126.568 m² yıkılıp yeniden yapılan okul binası alanı, 4.660.183 m² güçlendirilen ve yeniden inşa edilen toplam kamu binası alanı ve 43.000.000 TL ülke ekonomisine sağlanan aylık katkı olduğu belirtilmektedir. Kapsamı ve hedefleriyle İSMEP Türkiye'de ilk büyük acil durumu hazırlık projesi olması itibariyle önem kazanmaktadır (İstanbul Proje Koordinasyon Birimi(İPKB), 2020).

5.3.7 İstanbul afet müdahale planı (İSTAMP)

Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından hazırlanan 2013 yılında TAMP'a entegre edilen İstanbul Afet Müdahale Planı(İSTAMP) ile İstanbul'da afet yönetim sürecinin standartlaştırılması hedeflenmiştir.

İSTAMP ile afet öncesi ve sonrasında en az zararla afeti atlatma ve afet sonrası 15 günlük süreçteher türlü iyileştirme çalışmalarının başarılı bir şekilde yürütülebilmesi için AFAD ve diğer ilgili kuruluşlar arasındaki koordinasyonun sağlanması

hedeflenmektedir. İSTAMP 2003 yılında yayınlanan İstanbul Deprem Master Planındaki Model C senaryosu baz alınarak çalışmalara başlanılmıştır.İSTAMP ile İstanbul'da ki herhangi bir afet durumunda afetzelere en hızlı şekilde ulaşma, duraksamaya uğrayan hayatı en kısa sürede eski haline getirebilme, müdahale çalışmalarını hızlı ve etkin olarak yapabilme ve kaynakları etkin olarak kullanabilme gibi adımların gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır.İSTAMP'ı önemli kılan en büyük nedenlerden biri afet yönetiminde daha önceden sadece odaklanılan nokta afet sonrası yeniden yapılanma iken İSTAMP ile afet yönetimi anlayışının risk yönetimine kayması ve kentsel, yapısal, sosyo-ekonomik olarak her türlü zararı en aza indirgeyerek afetlerin üstünden gelmeye önem verilmesidir (İstanbul Proje Koordinasyon Birimi(İPKB), 2020).

6. YÖNTEM

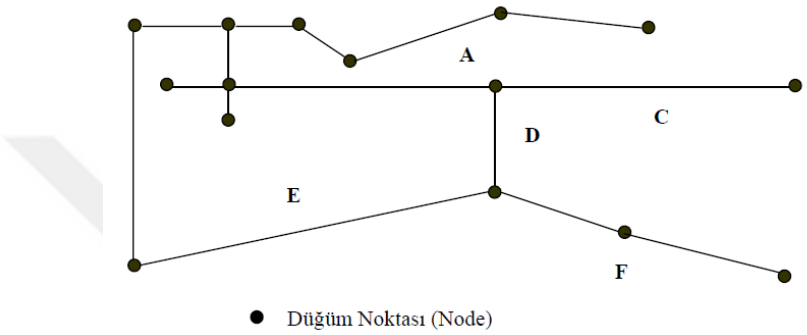
6.1 Çalışmada Kullanılan Yöntem ve Programlar

Çalışmadan Coğrafi Bilgi Sistemi teknolojisinden yararlanılmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) konumsal veri yönetimi, konumsal analiz ve grafik görüntüleme sorgu ve analizlere imkan tanıması sayesinde afet yönetimi ve planlama çalışmalarında etkin olarak kullanılan yöntemlerden biridir. Afet yönetiminde CBS' nin etkin olarak kullanılmasının nedenleri etkin bir veri paylaşım aracı olması ve farklı kurumlar tarafından farklı formatta toplanan verilerin aynı formatta toplanıp, paylaşılabilmesi, güncellenebilir olması sayesinde verilerin en güncel haline getirilebilmesi , hızlı veri analizleri ve kolay çözümler sunabilmesi ve çok yönlü görselleştirme imkanı ile verilerin harita, grafik ve tablo şeklinde sunabilmesine imkan tanımasıdır (Arca, 2012). CBS' de veriler üzerinden konuma dayalı kararlar verebilme, çeşitli analizler gerçekleştirerek mümkün olmaktadır. Tampon(buffer), Bindirme (Overlay), Yakınlık (Proximity), kısayol ve altyapı yönetim analizleri (Network analysis)…vb analizler gerçekleştirilebilmektedir. ArcGIS, CBS konusunda masaüstü, server, web kullanıcıları ve arazi çalışanları için ölçeklendirilebilir yapı sunmaktadır. ArcGIS ürünleri ArcGIS Desktop (ArcView, ArcEditor, ArcInfo), ArcGIS Server, ArcGIS Mobile, ArcGIS Engine ve ArcGIS Online olarak 5'e ayrılmaktadır. Çalışmada tüm analiz yöntemleri Arcmap 10.5 programıyla gerçekleştirilmiştir. Arcmap, mevcut grafik ve sözel verilerin görüntülenmesi, güncellenmesi, yüksek kalitede kartografik sunumlar imkanı sağlamaktadır. Arcmap programının Ağ analizi modülüyle Service Area(servis Alanı) ve Closest Facility analizleri ve Proximity (Yakınlık) modülü içindeki Proximity (Near) analizi yapılmıştır.

6.1.1 Ağ (Network) analizi

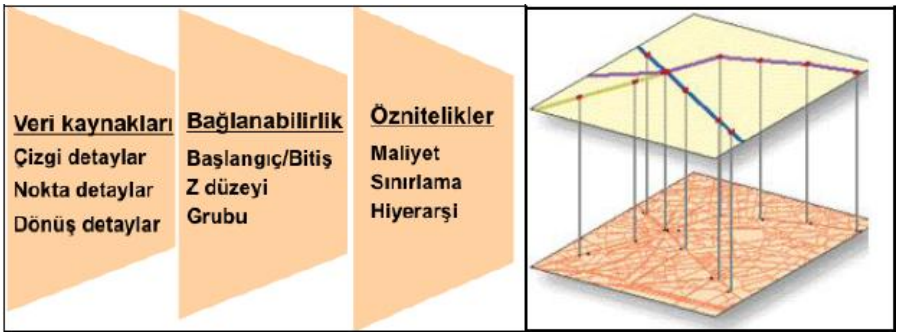
"CBS tabanlı ağ analizi uygulamaları, ulaşım planlaması, nakliye, dağıtım, iletişim ve en kısa yol analizlerini içermektedir. Yollar, sokaklar ve iletişim ağları gibi

çizgisel objelerin sayısal verileri mekansal bilginin en çok kullanılan kaynakları arasındadır." (Erden ve diğ, 2003). Ağ analizindeki temel problem bir düğüm noktasından diğer düğüm noktasına olan en kısa rotanın bulunması olayıdır. Analizde doğru ve iyi sonuçlar alabilmek için yol ağından topoloji oluşturulması gerekmektedir. Topoloji nesneler arasındaki mekansal ilişki olarak nitelendirilmektedir. Oluşturulan bu düğüm-çizgi topolojisi ile her düğüm noktası ve düğüm noktalarını birleştiren çizgilerin öznitelik bilgileri belirlenir (Erden ve diğ. ,2003).



Şekil 6.1 : Ağ Yapısı (Erden ve diğ, 2003).

Ağ analizi teknikleri ile yol ağı kullanılarak "Adres Belirleme", belirlenen başlangıç ve bitiş noktaları ile "En kısa /en uzun yol Analizi" , en yakın toplanma alanı, en yakın hastane gibi noktaları bulmak içinde "En Yakın Olanak Fonksiyonu" ve "Optimum Güzergah Belirleme " iki nokta arasındaki en uygun rotanın belirlenmesi gibi analizler yapılmaktadır. Ağ analizinde ağ oluştururken veri setinin kurulması ve katmanların belirlenmesi, katmanların rollerinin belirlenmesi, seyahat süresi, yön…vb öznitelik bilgilerinin belirlenmesi ,dönüş bilgilerinin ağa dahil edilmesi 4 temel adımdır (Kesik ve diğ, 2016).



Şekil 6.2 : Ağ tanımlayıcıları ve veri yapısı (Kesik ve diğ, 2016).

Çalışmada kullanılan Arcgıs Network Analizi modülü rota analizi,seyahat yönü ,en yakın tesis analizi, servis alanı gibi ağ tabanlı mekansal analizleri sağlayan Arcgıs'ın uzantısıdır.

6.1.1.1 Service area (Hizmet alanı)

Service Area(Hizmet Alanı) analizi ile herhangi bir konumun çevresindeki hizmet alanları bulunabilmektedir. Servis Alanı erişilebilir tüm sokakları (empedans değeri içindeki) kapsayan bölgedir. Örneğin bir ağ üzerindeki bir nokta için 5 dakikalık hizmet alanı, o noktadan itibaren beş dakika içinde ulaşılabilen tüm sokakları içermektedir (Balasubramani ve diğ., 2016). Arcgıs Network(Ağ) analizi modülünün bir uzantısı olan Service Area ile empedans değeri girilerek oluşturulan hizmet alanlarındaki arazi miktarı, kişi miktarı, mahalle ve bölgeler tespit edilebilmektedir.

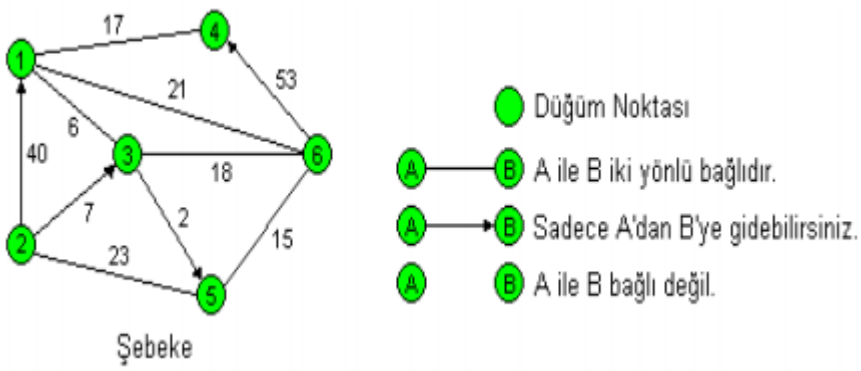
6.1.1.2 Closest facility

En yakın tesis analizi (Closest facility) acil durumlarda olay yerinden en yakın ilgili birimlere ulaşılabilecek rotaların belirlenmesine yardımcı olarak zaman, kaynak ve insan hayatını kurtarır (Ahmed ve diğ. , 2017). Varış noktasına hızlı ve kolay erişebilmek için iki nokta arasındaki en iyi rotanın bulunması gerekmektedir.

Arcgıs'in Ağ (Network) analiz modülü En Yakın Tesis (Closest Facility) analizi ile iki nokta arasındaki en iyi rota bulunabilmektedir. En iyi rota bir noktadan diğerine minimum mesafe dikkate alınarak belirlenir. Ağ analizinin En Yakın Tesis(closest facility) modülü trafik, seyahat maliyeti, zaman, mesafe gibi koşullara bağlı olarak en iyi rotanın bulunmasında yararlanılmaktadır. Analizin gerçekleştirilebilmesi için ağ veri kümesinin oluşturulması,empedans(bariyer değerlerinin girilmesi, iki nokta arasında en iyi rotanın bulunması için trafik koşulları,seyahat süresi, maliyet, mesafe gibi koşulların girilmesi gerekmektedir (Kharel, 2018).

6.1.2 En kısa yol (Dijkstra) algoritması

En kısa yol probleminde amaç iki düğüm noktası arasındaki en kısa rotanın bulunmasıdır. Düğüm noktası çıkış, varış ve geçilen noktalar düğüm noktaları olarak adlandırılırken düğüm noktaları arasındaki mesafeler bağlantı olarak adlandırılır (Aras ve Yıldız, 2011).



Şekil 6.3 : Düğüm noktası ve Bağlantılar(Aras ve Yıldız, 2011).

En kısa yolun bulunması için geliştirilen bir çok algoritma olmasına rağmen bilgisayar ağlarında en kısa yol bulma problemlerinde kullanılan en yaygın algoritmalar Dijkstra ve Bellman-Ford Algoritmasıdır. Dijktra algoritması Bellman-Ford Algoritmasında elde edilen tahmini sonuçların aksine daha doğru ve kesin sonuçlar vermektedir (Demirkol ve Demirkol , 2003). Dijkstra Algoritması, iki nokta arasındaki en kısa yolun hesaplanmasında kullanılan en yaygın algoritmalardan biri olmakla birlikte ve Arcmap'in Ağ(netwok)modülünün çalışma prensibini oluşturmaktadır. Tek kaynaklı en kısa yol(single-sooruce shortest paths) olarak da bilinen Dijkstra Algoritması kaynak noktasından aynı zamanda tüm hedef noktalara en kısa yolların bulunabildiği algoritmadır (Erden ve diğ, 2003). "Dijkstra algoritması OSPF (Open Shortest Path First) için bir temel oluşturmuş ve bu algoritmanın tüm kurallarına uyarak yönlendirici cihazlara uygulanmıştır"(Demirkol ve Demirkol , 2003).

Dijkstra Algoritması bir etiketleme işlemi kullanır ve Etiketleme şu şekilde yapılmaktadır;

ui = 1.düğümden i.düğüme en kısa uzaklık, dij (>=0) (i,j) bağlantısının uzunluğu olmak üzere; j düğümü için etiket: [uj ,i] = [ui + dij,i], dij >=0 şeklindedir. Düğüm etiketleri geçici ve kalıcı olarak işaretlenirler. Geçici etiket, alternatif güzergâhlar arasında aynı düğüme daha kısa bir yol bulunursa başka bir etiketle değiştirilir. Daha iyi bir yol bulunamayacaksa etiket kalıcı olarak işaretlenir.

Algoritma adım adım şu şekilde açıklanabilir:

0.adım: 1.düğüm (başlangıç düğümü) kalıcı etiketle [0,-] şeklinde işaretlenir. i= 1'dir. i.adım: j'nin kalıcı etiketlenmemiş olması koşuluyla, i. düğümden ulaşılabilen

her j düğümü için geçici [ui + dij, i] etiketleri hesaplanır. j düğümü başka bir k düğümü içinde [uj ,k] ile zaten etiketli ise ve ui + dij < uj ise [uj ,k] , [ui + dij,i] ile değiştirilir. Tüm etiketler kalıcı ise işlem durdurulur. Aksi halde tüm geçici etiketler arasından [ur,s]'nin en kısa mesafeli(= ur) olanı seçilir. Eşitlik varsa herhangi biri seçilebilir. i=r olarak atanır ve i. adım tekrarlanır (Aras ve Yıldız, 2011).

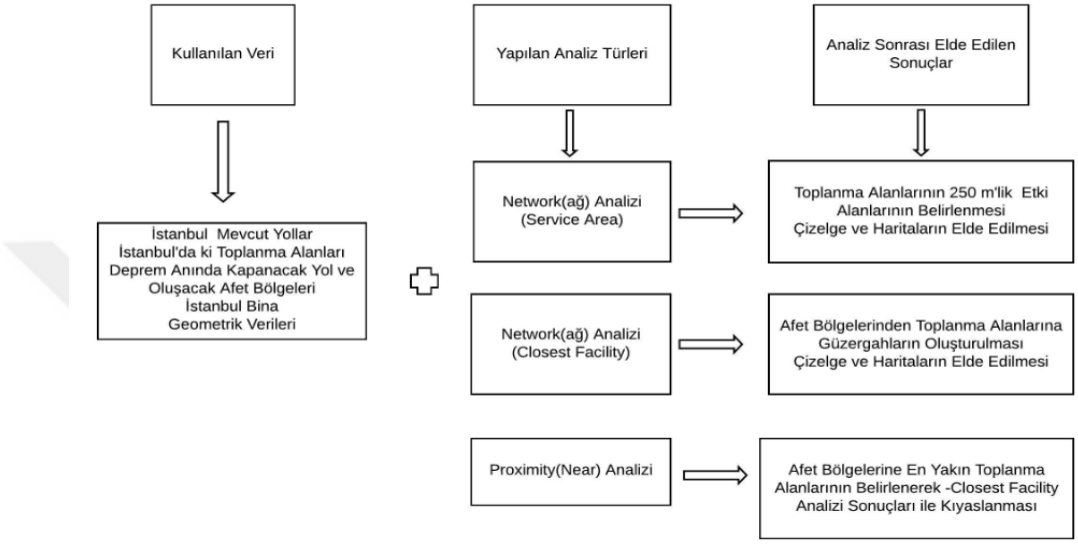
Kısaca Demirkol' un (2003) belirttiği gibi "Hedef ile kaynak arasında bulunan kısa yol değeri kaynak ile yeni düğüm arasındaki değer, artı, yeni nokta ile hedef arsındaki Cost toplamı, büyük ise yeni kaynak-hedef kısa yol değeri, yeni yol üzerinden hesaplanan olarak atanır. 1. durum 2.den küçük olursa eski değer korunur, yol değiştirilmez ."

6.1.3 Yakınlık(proximity-near) analizi

CBS'nin en temel çözümlerinden biri olan yakınlık analizi ile temel olarak ne neyin yakınında sorularına cevap bulunabilmektedir. Coğrafi detayları istenilen uzaklıklarda çevreleyen ve yeni alan detaylar oluşturarak bu tampon bölgeler içinde kalan detayları belirleneme işine yakınlık (Proximity) analizi denir. Yakınlık analizi nokta detaylar, çizgi detaylar ve alan detaylar olarak 3 analiz şekline ayrılmaktadır (Taştan ve diğ. ,1994).

Arcgıs'ın Yakınlık(proximity) modülü ile bir veya daha fazla feature class arasında yakınlığı belirmek için kullanılan analiz türlerinden biridir. Yakınlık (Proximity) modülünün bir uzantısı olan Near analizi ile bir noktadan bir diğer noktaya olan mesafe olarak hesaplanabilmektedir.

7. UYGULAMA



Şekil 7.1 : Çalışma Akış Şeması

Uygulamada Arcmap 10.5 programı kullanılarak İstanbul'a ait yol verisi, nüfus bilgilerini içeren bina verisi, güncel toplanma alanları verisi, deprem anında kapanabilecek yollar ve oluşabilecek afet bölgelerine ait geometrik veriler kullanılarak Arcmap programının Network(Ağ) Analizi modülü kullanılarak Service Area, Closest Facility ve Proximity Analizi modülü kullanılarak Near Analizi yapılmıştır. Çalışmada yapılan analizlerle mevcut toplanma alanlarının kapasiteleri, ulaşılabilirliklerinin ilçe ve mahalle değerlendirmeleri gerçekleştirilmiştir.

7.1 Çalışma Alanı

Çalışma alanı olarak seçilen İstanbul, 5712 km² yüzölçümüne sahip Türkiye'nin en gelişmiş ve en kalabalık nüfusa sahip ilidir. İstanbul Türkiye'nin kuzeybatısında, Marmara kıyısı ve Boğaziçi boyunca, Haliç'i de çevreleyecek şekilde kurulmuş olup Avrupa ve Asya kıtalarını birbirine bağlayan bir köprü özelliği taşımaktadır. Kuzeyde Karadeniz, güneyde Marmara Denizi ve ortada İstanbul Boğazı'ndan oluşan

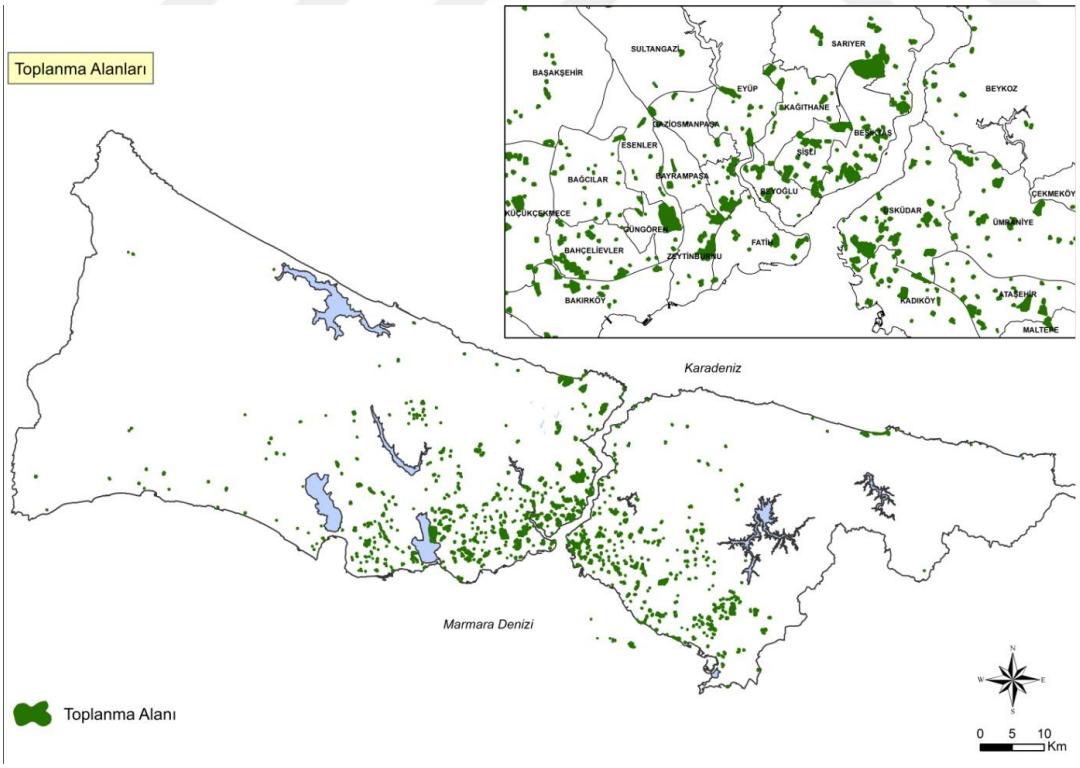
kent, kuzeybatıda Tekirdağ'a bağlı Saray, batıda Tekirdağ'a bağlı Çerkezköy, Çorlu, güneybatıda Tekirdağ'a bağlı Marmara Ereğlisi, kuzeydoğuda Kocaeli'ne bağlı Kandıra, doğuda Kocaeli'ne bağlı Körfez, güneydoğuda Kocaeli'ne bağlı Gebze ilçeleri ile komşudur. 2018 Türkiye İstatistik Kurumu(TÜİK) verilerine göre İstanbul nüfusu 15 milyon 67 bin 724 kişiye ulaşmıştır. Topraklarının yaklaşık %58'i birinci ve ikinci dereceden deprem riski altında bulunan, konum itibariyle büyük risk altında bulunan ve buna rağmen yoğun nüfuslu olan İstanbul Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde bulunması ve olası bir depremde oluşacak can, mal kaybı, sosyal, ekonomik zararlardan şehirle birlikte tüm ülkeyi olumsuz etkileyecektir.

7.2 Yapılan İşlemler ve Analizler

Çalışmada ağ analiz türlerinden olan 'New Service Area' analizi ile toplanma alanlarının kapasiteleri, etki alanları belirlenirken ve 'New Closest Facility' analizi ile afet alanlarından toplanma alanlarına güzergah belirlenmiştir.

7.2.1 Toplanma alanlarının ilçe ve mahalle dağılımlarının belirlenmesi

Şekil 7.2 'de İstanbul'daki toplanma alanlarının dağılımı gösterilmektedir.



Şekil 7.2 : İstanbul'daki Toplanma Alanlarının Dağılımı

Çalışma kapsamında öncelikle; İstanbul Teknik Üniversitesi ve İstanbul Büyükşehir Belediye Başkanlığı ortak çalışması olan "İstanbul'un Olası Akut Şok ve Kronik Stresler Karşısında Kentsel Dayanıklılığının ve Baş Edebilme Gücünün Artırılmasına Yönelik Ön Araştırma Veri Toplama ve Model Kurgulama Hizmet Alım İşi" kapsamında belirlenen ve Analitik Hiyerarşi Yöntemi ile puanlanıp en ideal toplanma alanı seçilen Şekil 7.2'de de gösterilen 859 toplanma alanı için toplanma alanlarının kapasiteleri JICA raporunda belirlenen her bir kişi için 1.5m²' lik alan dikkate alınarak belirlenmiş ve ilçe bazlı toplanma alanlarının ilçe nüfusuna göre yeterlilik durumu incelenmiştir.

Çizelge 7.1 : Toplanma Alanlarının Dağılımı ve Kapasiteleri

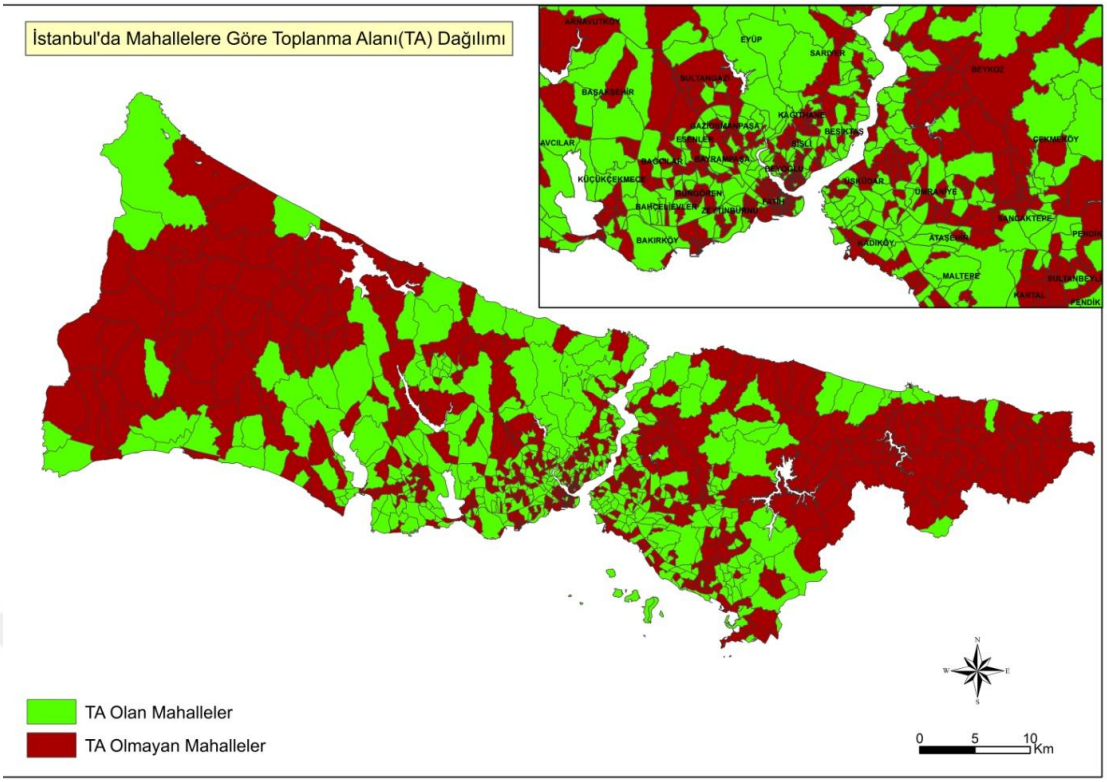
İstanbul İlçeleri	Mahalle Sayısı	2019 Nüfusu	TA Sayısı	Toplam TA Kapasitesi	Nüfus/TA Kapasite(%)
Adalar	5	16.119	17	10.506	65
Arnavutköy	38	270.549	26	309.269	114
Ataşehir	17	416.318	26	518.549	125
Avcılar	10	435.625	11	299.921	69
Bağcılar	22	734.369	23	158.412	22
Bahçelievler	11	594.053	31	513.994	87
Bakırköy	15	222.668	20	435.987	196
Başakşehir	11	427.835	33	361.554	85
Bayrampaşa	11	271.073	7	84.814	31
Beşiktaş	23	181.074	22	698.357	385
Beykoz	45	246.700	31	300.628	121
Beylikdüzü	10	331.525	33	394.078	119
Beyoğlu	45	230.526	16	273.340	119
Büyükçekmece	24	247.736	18	393.440	159
Çatalca	39	729.966	12	98.109	13
Çekmeköy	21	251.937	18	380.289	151
Esenler	16	444.561	8	592.688	133
Esenyurt	43	891.120	25	453.501	51
Eyüp	28	383.909	32	705.951	184
Fatih	57	436.539	13	220.376	50
Gaziosmanpaşa	16	487.046	7	106.262	22
Güngören	11	289.331	5	252.994	87
Kadıköy	21	458.638	27	346.804	76
Kağıthane	19	437.026	12	303.009	69
Kartal	20	461.155	26	312.720	68
Küçükçekmece	21	770.317	33	1.970.512	256
Maltepe	18	497.034	15	818.894	165

Çizelge 7.1 (devam) : Toplanma Alanlarının Dağılımı ve Kapasiteleri

Pendik	36	693.599	66	1.556.444	224
Sancaktepe	19	414.143	23	184.167	44
Sarıyer	38	342.503	47	3.906.642	1140
Silivri	35	187.621	13	190.303	101
Sultanbeyli	15	327.798	10	52.342	16
Sultangazi	15	523.765	6	326.923	62
Şile	62	36.516	12	343.170	940
Şişli	25	274.289	19	827.164	302
Tuzla	17	255.468	17	519.713	203
Ümraniye	35	690.193	29	766.030	111
Üsküdar	33	529.145	43	1.153.820	218
Zeytinburnu	13	284.935	27	483.250	170
		15.724.724	859	21.624.926	

Çizelge 7.1' de gösterilen, toplanma alanlarının kapasitelerine bakıldığında Sarıyer ilçesinde bulunan ormanlık alanlardan kaynaklı olarak nüfusunun yaklaşık 10 katı büyüklüğünde toplanma alanı kapasitesi olduğu tespit edilmiştir.

Toplanma alanının kapasitesinin nüfusa oranına bakıldığında en yetersiz ilçen %13.44 ile Çatalca'dır. Toplanma alanları sayı bazlı değerlendirildiğinde 65 toplanma alanına sahip Pendik ilçesinde toplanma alanlarının toplam kapasitesinin yeterli olduğu ve nüfusun yaklaşık 2 katı kapasiteye sahip olduğu belirlenmiştir. İstanbul'da ki en kalabalık ve en az nüfusa sahip ilçelerin toplanma alanlarının kapasitelerine bakıldığında 891.120 nüfusla en kalabalık ilçe olan Esenyurt 25 toplanma alanıyla nüfusun %50' sine yetecek toplanma alanı kapasitesine sahipken 16.119 nüfusla en az nüfuslu Adalar 17 toplanma alanıyla nüfusun %65' ine yetecek toplanma alanına sahiptir. Kuzey Anadolu Fay hattı üzerinde bulunan ve 1.dereceden tehlikeli ilçelere bakıldığında ise Avrupa yakasında Beylikdüzü, Bakırköy, Zeytinburnu gibi ilçelerde belirlenen toplanma alanlarının kapasiteleri tüm ilçe nüfusuna yeterli olurken Fatih' te ki toplanma alanlarının nüfusun ancak %50' ine hizmet ettiği tespit edilmiştir. Anadolu yakasında 1.dereceden tehlikeli ilçelerden olan Üsküdar, Ümraniye, Ataşehir, Tuzla, Pendik gibi ilçelerde yeterli olduğu, Kadıköy'ün %75' ine hizmet ettiği ancak Sultanbeyli'de kapasitenin yetersiz olduğu, toplanma alanlarının nüfusun ancak %15'ine hizmet ettiği belirlenmiştir.



Şekil 7.3 : İstanbul'da Mahallelere Göre Toplanma Alanı Bulunma Durumu

Toplanma alanları mahalle bazlı değerlendirildiğinde Şekil 7.3'de gösterilen haritaya göre 552 mahallede toplanma alanının olmadığı belirlenmiştir. 409 mahallede toplanma alanı varken, bu mahallelerde toplanma alanının kapasitesinin nüfusa tamamen yettiği mahalle sayısı 227' dir. Toplanma alanı olan ve olmayan mahalleler belirlendiğinde, Bağcılar' da toplam nüfusun %51' ini, Bakırköy' de toplam nüfusun %57' sini, Bayrampaşa'da toplam nüfusun %63' ünü, Beşiktaş'ta toplam nüfusun %50' sini, Beyoğlu' nun %76' sını, Çekmeköy' de toplam nüfusun %59' unu, Esenler' de toplam nüfusun %77' sini, Esenyurt' ta toplam nüfusun %62' sini, Fatih'te toplam nüfusun %62' sini, Gaziosmanpaşa'da toplam nüfusun %62' sini, Güngören'de toplam nüfusun %63' ünü, Kağıthane'de toplam nüfusun %62'sini, Kartal'da toplam nüfusun %53' ünü, Maltepe'de toplam nüfusun %51' ini, Şile'de toplam nüfusun %50' sini, Şişli' de toplam nüfusun %56' sını, Üsküdar'da toplam nüfusun %50' sini ve Zeytinburnu'nda toplam nüfusun %58' ini oluşturan mahallerde toplanma alanlarının olmadığı belirlenmiştir. Çizelge 7.2' de Toplanma Alanı bulunmayan mahalleler ve bulunan mahallelerin yeterlilik durumu belirlenmiştir.

Çizelge 7.2 : Toplanma Alanı Bulunmayan Mahalleler ve TA Bulunan Mahallelerden Kapasitesi Mahalle Nüfusuna Yeterli Olan Mahalleler.

İstanbul'un İlçeleri	Mahalle Sayısı	TA Olan Mahalle Sayısı	TA Kapasitesi Yeterli Olan Mahalleler(%100 ve üzeri)	TA 'nın Bulunmadığı Mahalleler
Adalar	5	5	Nizam %82 (1)	
Arnavutköy	38	18	Nenehatun, Mehmet Akif Ersoy, Hicret,Baklalı,Taşoluk, Mareşal Fevzi Çakmak, Mustafa Kemal Paşa, Tayakadın,Yavuz Selim, Çilingir,Yeniköy,Yeşilbayır, Yassıören(13)	Adnan Menderes, Anadolu, Atatürk, Balaban, Bolluca, Boyalık, Delikkaya, Dursunköy, Durusu, Fatih, Hacımaşlı, Hastane, İmrahor, Karaburun, Karlıbayır, Mavigöl, Ömerli, Sazlıbosna, Terkoz, Yunus Emre
Ataşehir	17	12	Barbaros, İçerenköy, Kayışdağı (3)	Aşıkveysel, Ferhatpaşa, Fetih, Mevlana, Mimar Sinan
Avcılar	10	9	Üniversite mah. (1)	Yeşilkent
Bağcılar	22	10	Merkez, Mahmutbey (2)	15Temmuz, Bağlar, Çınar, Fatih, Göztepe, Hürriyet, Kazım K. Kemalpaşa, Sancaktepe,Yavuz Selim, Yenigün, Yenimahalle
Bahçelievler	11	8	Kocasinan Merkez, Fevzi Çakmak, Bahçelievler, Çobançeşme,Yenibosna (5)	Cumhuriyet, Hürriyet, Siyavuşpaşa
Bakırköy	15	6	Osmaniye,Ataköy 7-8-9-10.Kısım, Basınköy,Yeşilköy (4)	Ataköy 1.Kısım Ataköy 3-4-11.Kısım, Cevizlik, Kartaltepe, Sakızağacı, Şenlikköy,Yenimahalle, Yeşilyurt, Zeytinlik, Zuhuratbaba
Başakşehir	11	7	Kayabaşı, Ziya Gökalp, Şamlar(3)	Altınşehir, Başakşehir, İkitelli OSB, Şahintepe
Bayrampaşa	11	5	Ortamahalle, Cevatpaşa (1)	Kartaltepe, Muratpaşa, Terazidere, Vatan, Yenidoğan,Yıldırım
Beşiktaş	23	11	Ortaköy, Mecidiye, Levazım, Nispetiye, Kültür,Cihannüma, Bebek,Kuruçeşme,Yıldız (9)	Abbasağa, Arnavutköy, Balmumcu Dikilitaş, Etiler, Konaklar, Levent, Muradiye, Sinanpaşa, Türkali,Ulus, Vişnezade
Beylikdüzü	10	8	Adnan Kahveci, Kavaklı, Marmara,Cumhuriyet (4)	Büyükşehir Sahil
Büyükçekmece	24	13	Ahmediye, Celaliye, Alkent 2000, Mimar Sinan,19 Mayıs, Karaağaç (6)	Atatürk, Bahçelievler, Cumhuriyet, Çakmaklı, Dizdariye, Fatih, Güzelce, Hürriyet, Kamiloba, Sinanoba,Yenimahalle

Çizelge 7.2 (devam) : Toplanma Alanı Bulunmayan Mahalleler ve TA Bulunan Mahallelerden Kapasitesi Mahalle Nüfusuna Yeterli Olan Mahalleler

Beykoz	45	19	Gümüşsuyu, Kavacık, Cumhuriyet, Çiftlik, Paşabahçe, Merkez, Anadolu Feneri,Dereseki, Çubuklu, Paşamandıra, Mahmutşevketpaşa, Poyrazköy,Kanlıca, Alibahadır,Kılıçlı Anadolu Feneri Anadolu Kavağı (16)	Acarlar, Akbaba, Anadolu Hisarı, Baklacı, Bozhane, Çamlıbahçe, Çengeldere, Çiğdem, Elmalı, Fatih, Göksu, Göllü, Görele, İncirköy, İshaklı, Kaynarca, Ortaçeşme, Öğümce, Örnekköy, Polonezköy, Riva, Rüzgarlıbahçe, Soğuksu, Yalıköy,Yavuz Selim, Zerzavatçı
Beyoğlu	45	10	Piripaşa, Hacımimi, Susuri Mehmet Efendi, Halıcıoğlu, Ömer Avni, Camii Kebir, Gümüşsuyu, Sütlüce, Kulaksız (10)	Arap Cami, Asmalı Mescit, Bedrettin, Bereketzade, Bostan, Bülbül, Cihangir, Çatma Mescit, Çukur, Emekyemez, Evliya Çelebi, Fetihtepe, Firuzağa, Hüseyinağa, İstiklal, Kadı Mehmet Efendi, Kalyoncu Kulluğu, Kamer Hatun, Kaptanpaşa, Katip Mustafa Çelebi, Keçeci Piri, Kemankeş Mustafa, Kılıçali Paşa, Kocatepe, Kuloğlu, Küçük Piyale, Müeyyetzade, Örnektepe, Piyalepaşa, Pürtelaş Hasan E, Şahkulu, Şehit Muhtar, Tomtom,Yahya Kahya,Yenişehir
Çatalca	39	9	Ferhatpaşa, Nakkaş, Kaleiçi, İnceğiz, Atatürk, Ormanlı, Fatih, İzzettin, Çakıl (9)	Akalan, Aydınlar, Bahşayiş, Başak, Belgrat, Celepköy, Çanakça, Çiftlikköy, Dağyenice, Elbasan, Gökçeali, Gümüşpınar, Hallaçlı, Hisarbeyi, İhsaniye, Kabakça, Kalfa, Karacaköy, Karamandere, Kestanelik, Kızılcaali, Muratbeymerkez, Oklalı, Ovayenice, Örcünlü, Örencik, Subaşı, Yalıköy, Yaylacık, Yazlık
Çekmeköy	21	11	Taşdelen, Merkez, Soğukpınar, Hüseyinli, Ömerli, Nişantepe, Reşadiye, Sırapınar (8)	Aydınlar, Cumhuriyet, Çamlık Çatalmeşe, Güngören, Hamidiye, Kirazlıdere, Koçullu, Mimar Sinan, Sultançiftliği
Esenler	16	5	Kemer, Çiftehavuzlar (2)	Birlik, Davutpaşa, Fatih,Fevzi Çakmak, Havaalanı, Kazım Karabekir, Menderes, Mimar Sinan, Namık Kemal, Nine Hatun, Turgut Reis
Eyüp	28	20	Sakarya,Mithatpaşa, Alibeyköy, Akşemsettin, Akpınar, Emniyettepe, Çırçır, Merkez, Ağaçlı, Defterdar(11)	Esentepe, Işıklar, İhsaniye, Odayeri, Pirinççi, Rami Cuma, Rami Yeni, Silahtarağa

Çizelge 7.2 (devam) : Toplanma Alanı Bulunmayan Mahalleler ve TA Bulunan Mahallelerden Kapasitesi Mahalle Nüfusuna Yeterli Olan Mahalleler.

Esenyurt	43	16	Mehterçeşme, Aşık Veysel, Akevler, Mehmet Akif Ersoy, Atatürk, Orhangazi(6)	Akçaburgaz, Akşemsettin, Ardıçlı, Bağlarçeşme, Balıkyolu, Barbaros Hayrettin Paşa, Esenkent, Gökevler, Güzelyurt,Hürriyet, İncirtepe, İnönü,Koza, Mevlana, Namık Kemal, NFK, Örnek, Pınar, Piri Reis, Saadetdere, Selahattin E, Sultaniye, Süleymaniye, Şehitler, Talatpaşa, Üçevler, Zafer
Fatih	57	10	Sultanahet, Kalenderhane, Cankurtaran, Süleymaniye (4)	Aksaray, Akşemsettin, Alemdar, Ali Kuşcu, Atikali, Balabanağa, Balat, Beyazıt, Binbirdirek, Cerrahpaşa, Cibali, Demirtaş, Dervişali, Emir Sinan, Hacı Kadın, Hırka-i Şerif, Hobyar Hoca Gıyasettin, Hocapaşa, İskenderpaşa, Katip Kasım, Kemalpaşa, Koca Mustafa Paşa, Küçük Ayasofya, Mercan, Mesihpaşa, Mevlanakapı Mimar Hayrettin, Mimar Kemalettin ,Molla Fenari, Molla Hüsrev,Muhsine Hatun, Nişanca, Rüstempaşa, Saraç İshak, Sarıdemir, Seyyid Ömer, Silivri Kapı, Sururi, Sümbül Efendi, Şehremini, Şehsuvar, Tahtakale, Taya Hatun, Yavuz Sinan, Yavuz Sultan Selim, Zeyrek
Gaziosmanpaşa	16	5	Yenidoğan (1)	Bağlarbaşı, Barbaros Hayrettin Paşa, Fevzi Çakmak, Hürriyet, Karlıtepe Kazım Karabekir, Mevlana, Pazariçi, Sarıgöl, Şemsipaşa, Yıldıztabya
Güngören	11	3	Tozkoparan, Gençosman (2)	Abdurrahman Nafiz, Akıncılar, Güven, Haznedar, Mareşal, Çakmak, Mehmet Nesih Özmen , Merkez, Sanayi
Kadıköy	21	12	Acıbadem, Koşuyolu, Caferağa, Merdivenköy, Hasanpaşa, Eğitim(6)	Caddebostan, Dumlupınar, Fenerbahçe, Fikirtepe, Feneryolu, Kozyatağı, Osmanağa, Suadiye, Zühtüpaşa
Kağıthane	19	7	Mehmet Akif Ersoy, Sultan Selim, Hamidiye(3)	Çağlayan, Çeliktepe, Emniyetevleri, Gültepe, Gürsel, Harmantepe, Hürriyet, Ortabayır, Şirintepe, Talatpaşa,Yahya Kemal,Yeşilce
Kartal	20	9	Orta Mah., Cevizli, Orhantepe Kordonboyu (4)	Atalar, Cumhuriyet, Çavuşoğlu, Gümüşpınar, Hürriyet, Karliktepe, Topselvi, Yakaçık Çarşı, Yakacık Yeni, Yukarı,Yunus

Çizelge 7.2 (devam) : Toplanma Alanı Bulunmayan Mahalleler ve TA Bulunan Mahallelerden Kapasitesi Mahalle Nüfusuna Yeterli Olan Mahalleler.

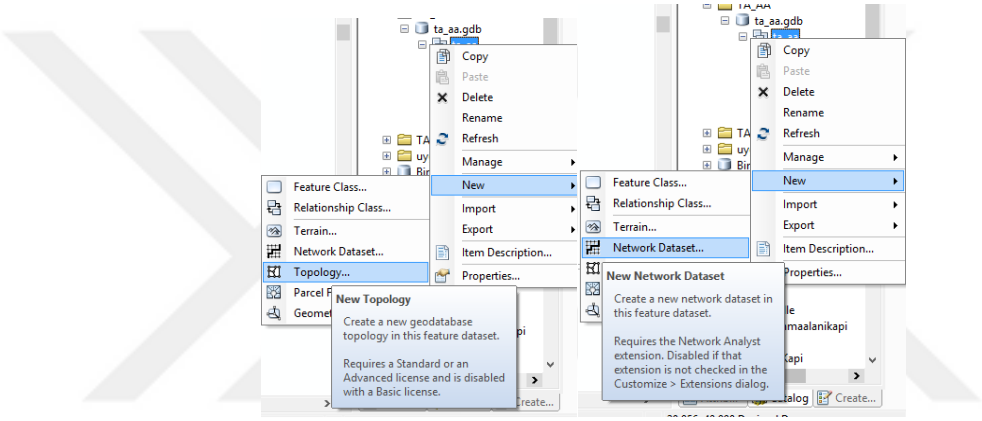
Küçükçekmece	21	10	Atakent, Kartaltepe, Halkalı Merkez, İstasyon, Yarımburgaz (5)	Atatürk, Cumhuriyet, Fatih, Fevzi Çakmak, Kanarya, Kemalpaşa, Mehmet Akif, Söğütlüçeşme, Sultan Murat, Yenimahalle,Yeşilova
Maltepe	18	9	Cevizli, Gülsuyu, Aydınevler, İdealtepe, Başıbüyük, Büyükbakkalköy	Altayçeşme, Altıntepe,Bağlarbaşı, Çınar, Esenkent, Fındıklı, Gülensu, Küçükyalı,Yalı
Pendik	36	21	Esenyalı, Doğu, Batı, Velibaba,Yenişehir, Harmandere, Çamlık, Güllü Bağlar, Yayalar, Ramazanoğlu, Emirli, Kurna, Sanayi (13)	Ahmet Yesevi,Bahçelievler,Ballıca, Dumlupınar,Fatih,Göçbeyli, Güzelyalı,Kaynarca,Kurtdoğmuş, Orhangazi,Orta,SapanBağları,Şeyhli, Yeni,Yeşilbağlar,Orman
Sancaktepe	19	9	Fatih, Osmangazi, Abdurrahmangazi, Yunusemre(4)	Akpınar, Atatürk, Emek, Hilal, İnönü, Kemal Türkler, Meclis, Mevlana, Paşaköy, Yenidoğan,Kuzudere Devlet Ormanı
Sarıyer	38	23	Baltalimanı, Zekeriyaköy, Kemer, Tarabya, Kazım KarabekirPaşa, Garipçe, Pınar, Ayazağa, Yeniköy, Darüşşafaka, Poligon, Kumköy, Rumeli Hisarı, Bahçeköy Merkez, Uskumruköy, Kireçburnu,Rumelifeneri, Reşitpaşa,Gümüşdere , Sarıyer Yeni mahalle(20)	Cumhuriyet, Demirciköy, Büyükdere, Emirgan FSM, Ferahevler, Bahçeköy Yeni Mahalle, Huzur, İstinye, Kısırkaya, Kocataş, Maslak, Merkez, Ptt Evleri, Rumeli Kavağı
Silivri	35	10	Ortaköy, Fevzipaşa, Hürriyet, Büyükkılıçlı, Alipaşa (5)	Akören, Alibey, Balaban, Bekirli, Beyciler, Büyük Çavuşlu, Büyük Sinekli, Cumhuriyet, Çayırdere, Çeltik, Danamandıra, Fatih, Fener, Gazitepe, İsmetpaşa, Kadıköy, Kavaklı ,Kurfallı, Küçük Kılıçlı, Küçük Sinekli, Piri Mehmet Paşa, Sancaktepe, Sayalar,Seymen,Yolçatı
Sultanbeyli	15	6	Hasanpaşa(%60), Mimar Sinan(%82) (2)	Abdurrahmangazi, Adil, Akşemsettin, Fatih, Mecidiye, Mehmet Akif, Necip Fazıl, Orhangazi, Turgut Reis
Sultangazi	15	4	Habipler, Yayla (2)	50.yıl,75.yıl, Cebeci,Cumhuriyet, Eski Habipler,İsmet Paşa, Malkoçoğlu,Sultançiftliği,Uğur Mumcu,Yunus Emre,Zübeyde H,

Çizelge 7.2 (devam) : Toplanma Alanı Bulunmayan Mahalleler ve TA Bulunan Mahallelerden Kapasitesi Mahalle Nüfusuna Yeterli Olan Mahalleler.

Şile	62	10	Değirmençayırı, Çavuş, Alacalı, Karacaköy, Sofular, Kızılca, Kumbaba, Meşrutiyet (8)	Ağaçdere, Ahmetli, Akçakese, Avcıkoru, Bıçkıdere, Bozgoca, Bucaklı, Çataklı, Çayırbaşı, Çelebi, Çengelli, Darlık, Doğancılı, Erenler, Esenceli,Geredeli,Göçe, Gökmaşlı, Göksu, Hacı Kasım, Hasanlı, İmrendere, İmrenli, İsaköy, Kabakoz, Kadıköy, Kalem, Karabeyli, Karakiraz, Karamandere, Kervansaray, Korucu, Kömürlük, Kurfallı, Kurna, Oruçoğlu, Osmanköy,Ovacık, Sahilköy, Satmazlı, Soğullu, Sortullu, Şuayipli, Teke, Ulupelit, Üvezli, Yaka, Yaylalı, Yazımanayır, Yeniköy, Yeşilvadi
Şişli	25	10	Fulya, Yayla, Teşvikiye, Cumhuriyet, Paşa, Merkez, Esentepe, Harbiye (8)	Bozkurt, Duatepe, Ergenekon, Eskişehir, Feriköy, Gülbahar, Halaskargazi, Halide Edip Adıvar, Halil Rıfat Paşa, İnönü, İzzet Paşa, Kaptanpaşa, Kuştepe, Mecidiyeköy, Meşrutiyet
Tuzla	17	8	Evliyaçelebi ,Aydınlı, Mimar Sinan, Aydıntepe, Cami, Orta mah, Fatih, Tepeören (8)	Akfırat, Anadolu, İçmeler, İstasyon, Mescit, Orhanlı, Postane, Şifa, Yayla
Ümraniye	35	16	Necip Fazıl, Yamanevler, İnkılap, Cemil Meriç, Fatih Sultan Mehmet,Hekimbaşı (6)	Altınşehir, Armağanevler, Aşağı Dudullu, Çakmak, Çamlık, Dumlupınar, Elmalıkent, Esenkent, Esenşehir,Huzur, Ihlamukuyu, Mehmet Akif,Namık Kemal, Parseller, Saray,Şerifali,Tantavi, Tatlısu,Topağacı
Ümraniye	35	16	Necip Fazıl, Yamanevler, İnkılap, Cemil Meriç, Fatih Sultan Mehmet,Hekimbaşı (6)	Altınşehir, Armağanevler, Aşağı Dudullu, Çakmak, Çamlık, Dumlupınar, Elmalıkent, Esenkent, Esenşehir,Huzur, Ihlamukuyu, Mehmet Akif,Namık Kemal, Parseller, Saray,Şerifali,Tantavi, Tatlısu,Topağacı
Üsküdar	33	16	Ferah, Acıbadem, Çengelköy, Selami Ali, Salacak, Ünalan, Kuzguncuk, Zeynep Kamil, Selimiye, Altunizade, Kısıklı, Barbaros, Küçük Çamlıca (13)	Ahmediye, Bahçelievler, Beylerbeyi, Burhaniye, Cumhuriyet, Güzeltepe, İcadiye, Kandilli, Kirazlıtepe, Kuleli, Küplüce, Mehmet Akif Ersoy, Mimar Sinan, Murat Reis, Sultantepe, Valide-i Atik, Yavuztürk
Zeytinburnu	13	6	Seyitnizam, Merkezefendi, Maltepe, Kazlıçeşme (4)	Çırpıcı, Gökalp, Nuripaşa, Telsiz, Veliefendi, Yenidoğan, Yeşiltepe

7.2.2 Toplanma alanlarının etki alanlarının belirlenmesi

859 toplanma alanı için Arcmap 10.5 programı kullanılarak Network(Ağ Analizi) ile etki alanları belirlenmiştir. Network(Ağ) Analizi ile etki alanları belirlenirken "Service Area" analizi kullanılmıştır. Ağ analizi modülü Arcgıs' in bir uzantısıdır. Bu analiz ile herhangi bir nokta için servis alanı bulunabilmektedir. Bu analizin yapılabilmesi için ağ veri kümesi ve bu ağ kümesinin topolojisinin oluşturulması gerekmektedir. Ağ(network) analizinin gerçekleştirilmesi için "personal database feature class" dosyası yol ağı verisi için hazırlanmıştır. İstanbul için yol verisinden topoloji kurulmuştur. Daha sonra ArcCatolog'dan ilgili veritabanı için network dataset komutu ile veri seti oluşturulmuştur.



Şekil 7.4 : Arcmap Programında Topoloji ve Network Dataset Oluşturulması.



Şekil 7.5 : Yol Topolojisi Oluşturulduktan Sonra Fatih İlçesinden Bir Görünüm.

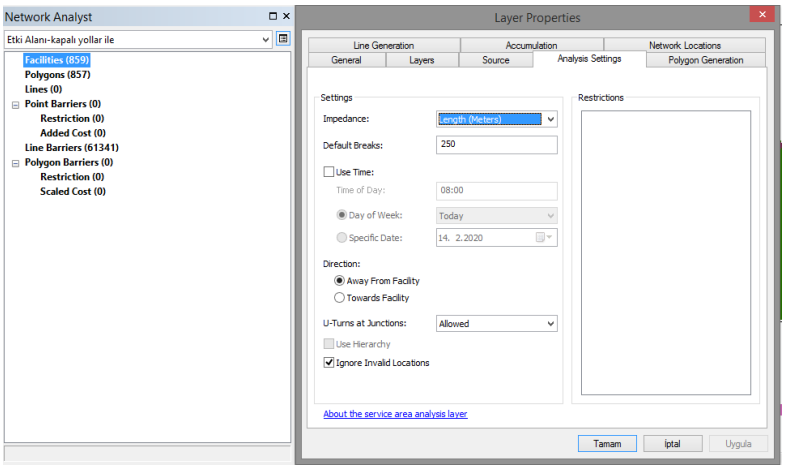
Şekil 7.5'de gösterilen, İstanbul için ağ topolojisi oluşturulduktan sonra Ağ(Network) analizine noktasal verilerin eklenmesi gerektiği için Şekil 7.6'da gösterildiği gibi

859 toplanma alanı için ortofoto üzerinden yollar dikkate alınarak nokta bazlı giriş noktaları belirlenmiştir.



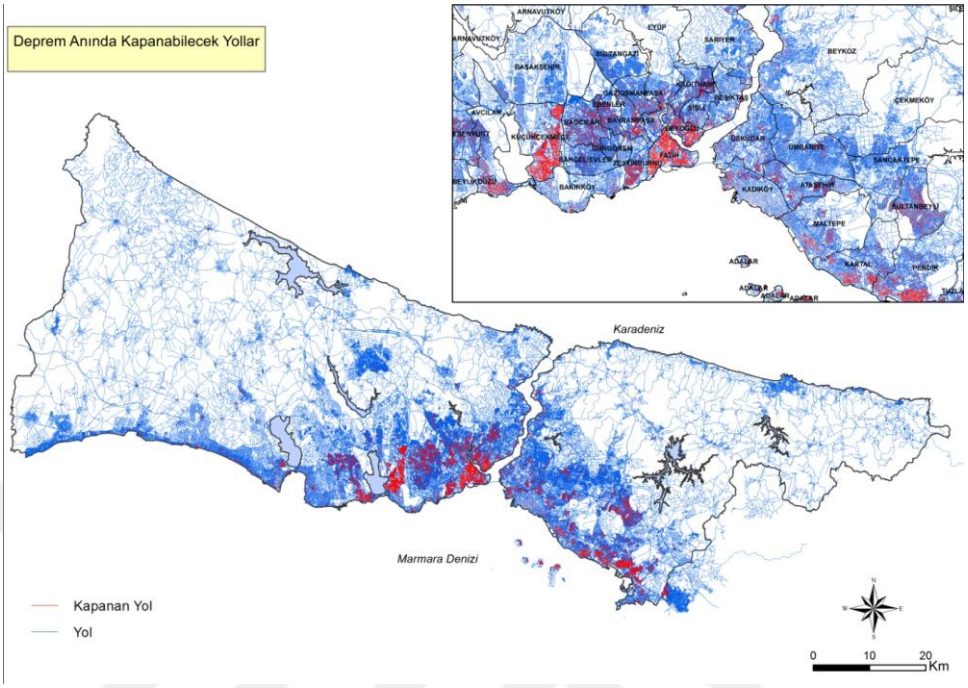
Şekil 7.6 : Toplanma Alanlarının Giriş Noktalarının Ortofoto Üzerinden İşaretlenmesi.

Analiz için gerekli kısıtlar (uyulması gereken kısıtlar..vb) düzenlenmiştir. Deprem sonrası toplanma alanlarının afetzedelere 10 dk yürüyüş mesafesinde/250 m uzaklıkta olması gerektiğinden toplanma alanlarının 250m' lik etki alanları belirleneceği için etki değeri(impedance) yakınlık olarak seçilmiş ve 250 m olarak değerler girilmiştir.

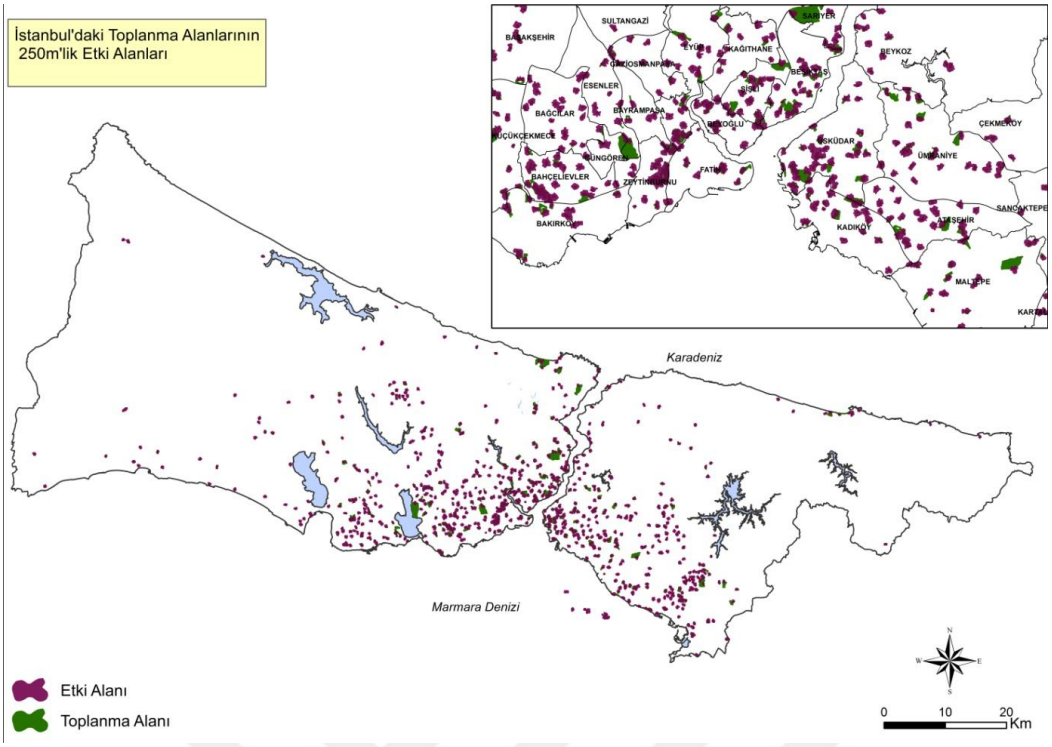


Şekil 7.7 : Analizde Gerekli Parametrelerin Girilmesi İçin Kullanılan Arayüz.

Analiz olası bir deprem durumunda kapanabilecek yollar dahil edilerek yapılmıştır. Şekil 7.8' de gösterilen kapanabilecek yollar tüm ilçelerde bulunmakla birlikte Fatih, Küçükçekmece gibi ilçelerde yoğunluktadır.

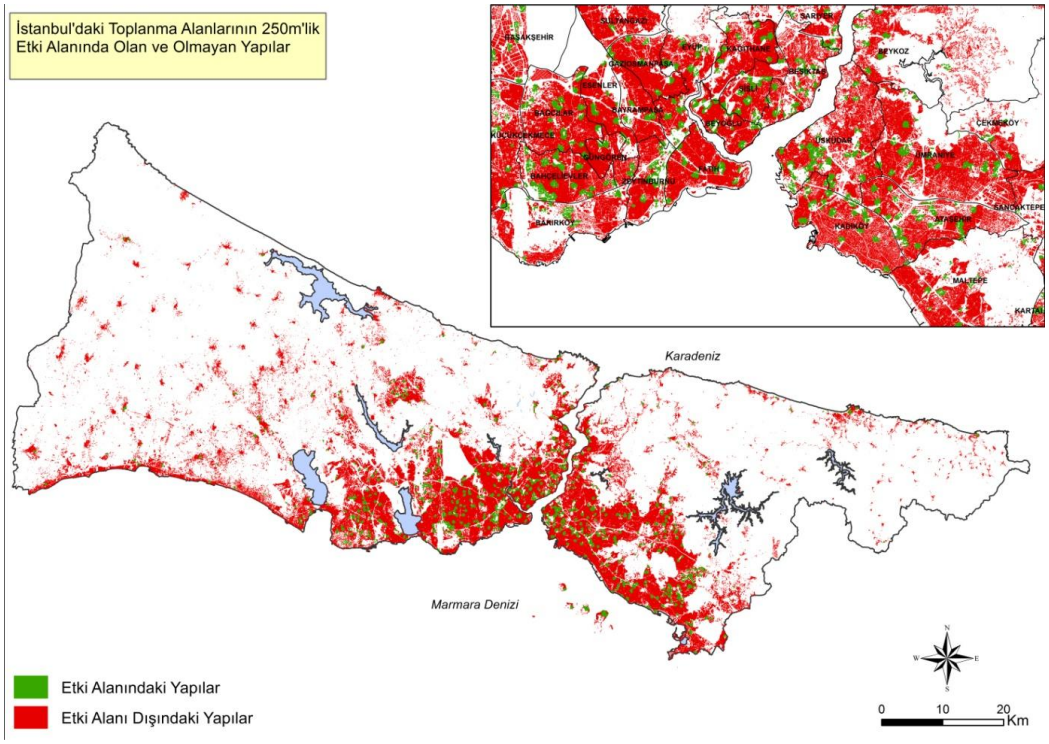


Şekil 7.8 : İstanbul'da Gerçekleşecek Olası Bir Depremde Kapanabilecek Yolların Dağılımı.



Şekil 7.9 : İstanbul'daki Toplanma Alanları ve Etki Alanları.

Toplanma alanları için etki alanları belirlendikten sonra Şekil 7.9' da gösterildiği gibi toplanma alanlarının hizmet edebildiği yani 250m'lik etki alanında olan yapılar ve bu toplanma alanlarına erişemeyen yapılar ilçe ve yapı sayısı bazlı analiz edilmiştir.



Şekil 7.10 : Toplanma Alanlarının Etki Alanlarındaki Yapı Dağılımı.

Şekil 7.10'da gösterildiği gibi toplanma alanlarının etki alanları içinde kalan ve kalmayan yapılar tespit edildiğinde İstanbul'daki 1.520.906 yapıdan 94.814 yapının (%6.23) toplanma alanlarının 250m' lik etki alanında olduğu tespit edilmiştir. İstanbul'da bulunan 1.049.898 meskenin 64.675 'i etki alanı içindedir. Yani yapılardan mesken olarak kullanılanların sadece %6.16' sı toplanma alanlarının 250m' lik etki alanları içerisindedir.

Çizelge 7.3 : Toplanma Alanlarının Hizmet Ettiği Yapı ve Nüfus Dağılımı

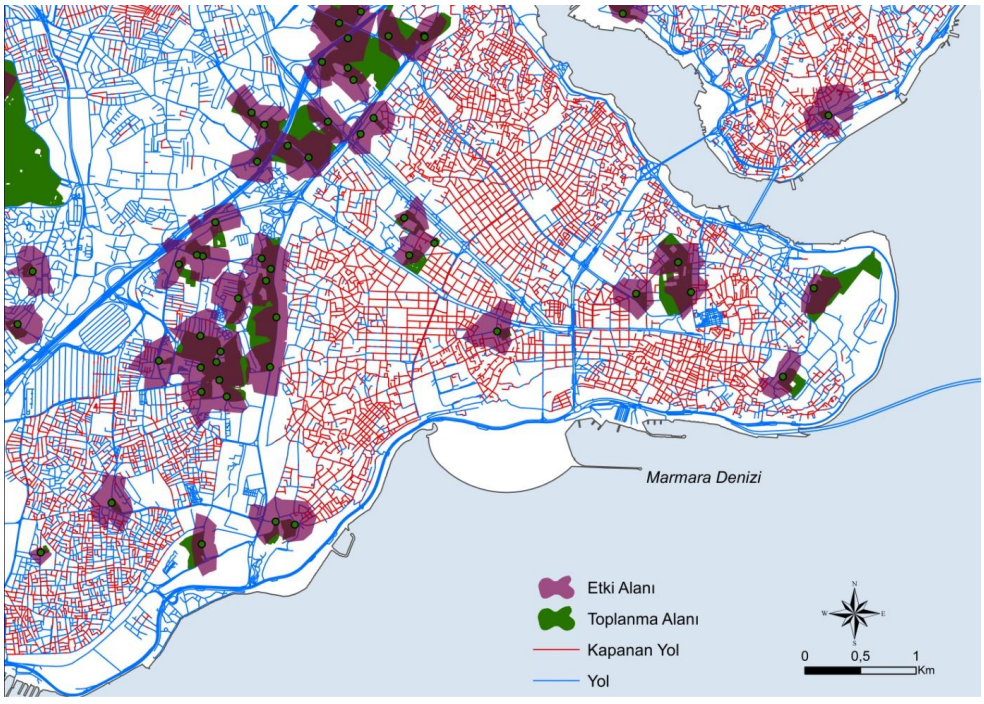
İstanbul'un İlçeleri	Nüfus	Mahalle Sayısı	TA Sayısı	Yapı Sayısı	250m'lik Etki Alanındaki Yapı Sayısı ve Oranı		Etki Alanındaki Nüfus Ve Oranı	
Adalar	16.119	5	17	12.853	4.933	38	3.048	19
Arnavutköy	270.549	38	26	62.582	2.215	4	11.038	4
Ataşehir	416.318	17	26	34.628	3.647	11	25.620	6
Avcılar	435.625	10	11	29.860	1.134	4	19.161	4
Bağcılar	734.369	22	23	52.892	5.424	10	28.735	4
Bahçelievler	594.053	11	31	29.899	3.963	13	37.983	6
Bakırköy	222.668	15	20	19.854	900	5	15.333	7
Başakşehir	427.835	11	33	31.567	1.215	4	34.165	8
Bayrampaşa	271.073	11	6	22.147	977	4	10.418	4
Beşiktaş	181.074	23	22	19.835	2.412	12	21.772	12
Beykoz	246.700	45	30	72.410	3.458	5	8.050	3
Beylikdüzü	331.525	10	33	20.000	1.867	9	43.498	13
Beyoğlu	230.526	45	16	32.183	3.617	11	17.738	8
Büyükçekmece	247.736	24	19	36.413	1.020	3	10.507	4
Çatalca	729.966	39	12	61.741	2.014	3	1.910	0
Çekmeköy	251.937	21	18	24.488	1.209	5	13.623	5
Esenler	444.561	16	7	26.253	1.878	7	28.045	6
Esenyurt	891.120	43	25	48.799	3.676	8	53.920	6
Eyüp	383.909	28	32	42.276	4.257	10	20.087	5
Fatih	436.539	57	13	52.494	2.128	4	10.122	2
Gaziosmanpaşa	487.046	16	7	29.600	1.239	4	17.226	3
Güngören	289.331	11	5	13.989	767	5	13.868	5
Kadıköy	458.638	21	26	28.245	2.764	10	26.613	6
Kağıthane	437.026	19	12	32.176	1.938	6	36.885	8
Kartal	461.155	20	27	54.366	3.360	6	19.328	4
Küçükçekmece	770.317	21	34	49.159	1.434	3	38.357	5
Maltepe	497.034	18	16	37.879	1.065	3	15.865	3
Pendik	693.599	36	65	65.741	5.529	8	29.083	4
Sancaktepe	414.143	19	22	33.522	2.284	7	25.457	6
Sarıyer	342.503	38	49	58.598	4.221	7	15.138	4
Silivri	187.621	35	13	103.151	1.425	1	2.815	2
Sultanbeyli	327.798	15	10	38.379	2.032	5	15.240	5
Sultangazi	523.765	15	6	35.674	519	1	4.650	1

Çizelge 7.3 (devam) : Toplanma Alanlarının Hizmet Ettiği Yapı ve Nüfus Dağılımı

Şile	36.516	62	12	23.748	807	3	2.270	6
Şişli	27.4289	25	19	24.570	3.003	12	21.460	8
Tuzla	255.468	17	17	32.903	1.121	3	16.789	7
Ümraniye	690.193	35	29	59.277	2.995	5	28.627	4
Üsküdar	529.145	33	44	46.650	4.400	9	26.950	5
Zeytinburnu	284.935	13	27	20.037	1.946	10	25.580	9

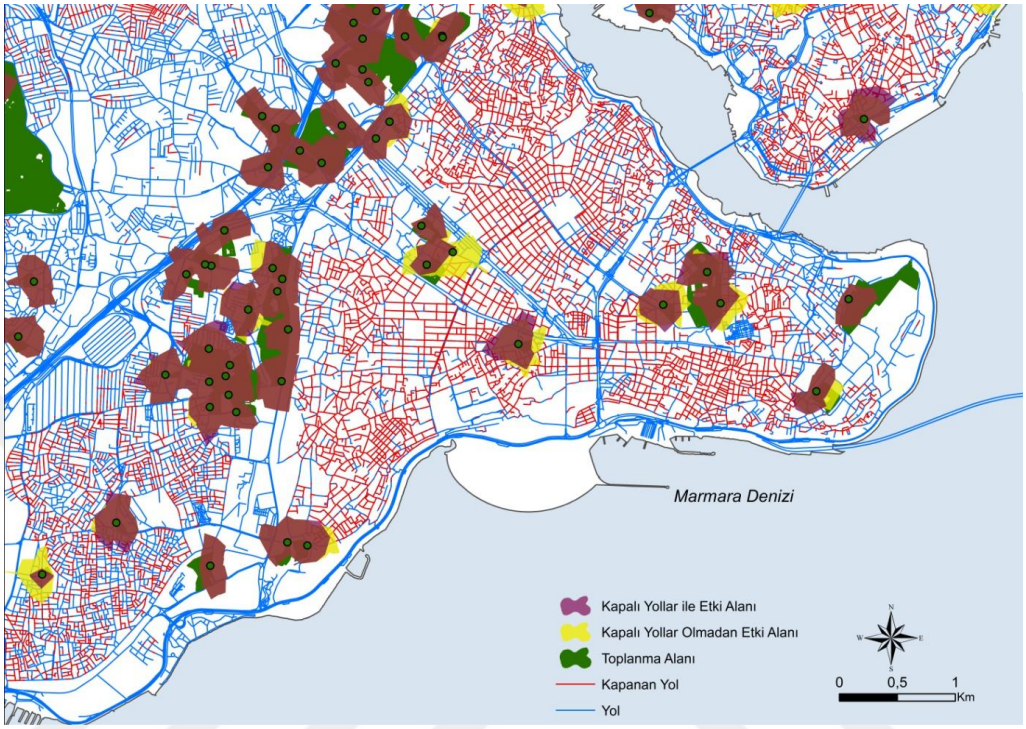
Belirlenen 859 toplanma alanının 250m' lik etki alanları İstanbul'daki yapıların yalnızca %6,234' lük oranını kapsamaktadır. Çalışmada kullanılan verilerin TÜİK gece nüfusu verisi olması nedeniyle nüfus ve yapı oranına bakıldığında bazı ilçelerde etki alanındaki yapı ile nüfus orantılı görünmemektedir. Belirlenen nüfuslarda işyeri olarak kullanılan binaların nüfus verisi bulunmadığından etki alanındaki nüfus doğru bilgi sağlamamaktadır. Analizden doğru sonuçlar elde etmek için tüm yapıların nüfus bilgisinin olması gerekmektedir. Bu verilerin sağlanması için TÜİK, ISO gibi veri havuzu oluşturan kurumların işyeri nüfuslarını da belirlemesi gerekmektedir.

Yapıların toplanma alanına erişiminde en yakın olan yani 250m' lik mesafede olan yapıların yüzdesi en yüksek olan ilçe Adalar'dır. Adalar'da yapıların %38'i toplanma alanlarının 250m'lik etki alanı içerisindedir. Adalar'ı, %13 ile Bahçelievler takip etmektedir. İstanbul'da bulunan 39 ilçenin 20'sinde toplanma alanlarının 250'lik etki alanları içinde yapı yüzdesi %5 ve %5'in altındadır.



Şekil 7.11 : Fatih İlçesi Kapanan Yollara Göre Yapılan Analizde Etki Alanları.

Analiz, buffer(tampon) analizi gibi bir noktanın belirli bir çapa göre etrafında bir poligon belirlemek yerine, mevcut tüm yolları ve olası deprem durumunda kapanabilecek yolları dikkate alarak etki alanını oluşturduğu için Şekil 7.11'de de gösterildiği gibi toplanma alanı büyük olsa da etki alanı küçük olabilmektedir.



Şekil 7.12 : Kapanan Yollara Göre ve Kapalı Yollar Olmadan Yapılan Analizde Etki Alanları.

Bu analiz, erişilebilir tüm caddeleri ve yapıları analize dahil ederek sonuçları çıkardığı için Şekil 7.12' de gösterildiği gibi deprem anında yolların kapanmadığı varsayılarak ve olası deprem senaryosunda kapanabilecek yollar kısıt olarak eklenerek etki alanları belirlenmiştir. Yıkılabilecek yolların yoğunlukta olduğu ilçeler için iki analiz sonuçları şu şekildedir;

Çizelge 7.4 : Kapalı Yolların Yoğunlukta Olduğu İlçelerde Etki Alanında Yapı Sayıları.

İlçe	Toplanma Alanı Sayısı	Yapı Sayısı	Kapalı Yollar Olmadan Etki Alanındaki Yapı Sayısı	Kapalı Yollar ile Etki Alanındaki Yapı Sayısı
Fatih	13	52.494	3.416	2.128
Beyoğlu	16	32.183	4.080	3.617
Zeytinburnu	27	20.037	2.423	1.946
Küçükçekmece	34	49.159	2.004	1.434
Adalar	17	13.380	5.868	4.933

Çizelge 7.4' e göre olası deprem anında kapanabilecek yolların yoğunlukta olduğu Fatih ilçesinde kapalı yollar analize dahil edilmediğinde 3.416 yapı toplanma alanlarına erişebiliyorken, kapalı yollar analize dahil edildiğinde 2.128 yapı toplanma alanına erişim sağlayabilmektedir.

7.2.3 Afet bölgelerinden toplanma alanlarına güzergahların belirlenmesi

Network(Ağ) Analiz türlerinden olan "Closest Facility Area" analizi ile nokta bazlı afet noktalarından toplanma alanlarına erişimde en uygun güzergahın belirlenmesi hedeflenmiştir. "Closest Facility Area" analizi ile, seyahat süresine veya seyahat mesafesine bağlı olarak bir olaya en yakın olan bir veya daha fazla tesis bulunur. Arcmap uygulamasının Dikstra(En KısaYol) Algoritmasını kullanılarak oluşturduğu ağ analizinde afet alanları için en yakın toplanma alanına güzergah belirlenmektedir. Gerçekleşebilecek bir deprem senaryosunda yolların kapanmadığı varsayılarak, kapanan yollar analize dahil edilmeden 859 toplanma alanı ve 3191 afet noktası için "Closest Facility Area" ile güzergahlar belirlenmiştir.

2921 afet bölgesi için güzergah belirlenirken, yol yönü, afet bölgesinin yola yakın olmaması veya afet bölgelerinin erişimin hiçbir şekilde sağlanamadığı bölgelerde olması gibi farklı nedenlerden dolayı 280 afet bölgesi için güzergah belirlenememiştir. Güzergah belirlenemeyen 280 noktadan 228' inden toplanma alanlarına erişim yaya olarak sağlanabilmektedir. 48 afet bölgesinden ise toplanma alanlarına erişim yaya veya araçla sağlanamamaktadır. Çizelge 7.5' de yapılan analiz sonucu oluşan güzergahların ilçe bazlı tespiti yapılmıştır.

Çizelge 7.5 : Afet Noktalarından Toplanma Alanlarına Erişim Durumu.

İlçe Adı	TA Sayısı	Afet Bölgesi Sayısı	Güzergah Sayısı	1km'den Uzun Güzergaha Sahip AB Sayısı	Güzergahı Uzun Ancak 500m Yakınında TA olan AB Sayısı	Yakınında TA olan Ancak Güzergahı Olmayan AB Sayısı	TA'na Hiçbir Şekilde Erişimi Olmayan AB Sayısı
Adalar	17	158	124	71	0	7	27
Arnavutköy	26	0	0	0	0	0	0
Ataşehir	26	20	16	2	1	4	0
Avcılar	11	168	136	69	8	32	2
Bağcılar	23	22	20	8	0	2	0
Bahçelievler	31	46	41	7	2	5	0
Bakırköy	20	203	193	135	0	0	10

Çizelge 7.5 (devam) : Afet Noktalarından Toplanma Alanlarına Erişim Durumu

Başakşehir	33	2	2	0	0	0	0
Bayrampaşa	6	2	2	0	0	0	0
Beşiktaş	22	5	5	0	0	0	0
Beykoz	30	2	2	0	0	0	0
Beylikdüzü	33	193	186	86	4	7	0
Beyoğlu	16	28	26	5	1	2	0
Büyükçekmece	19	323	309	238	13	14	0
Çatalca	12	53	51	44	1	0	2
Çekmeköy	18	0	0	0	0	0	0
Esenler	7	1	1	0	0	0	0
Esenyurt	25	68	63	38	2	5	0
Eyüp	32	9	8	1	0	1	0
Fatih	13	109	95	34	3	14	0
Gaziosmanpaşa	7	2	0	0	0	2	0
Güngören	5	4	4	0	0	0	0
Kadıköy	26	26	24	9	1	2	0
Kağıthane	12	0	0	0	0	0	0
Kartal	27	229	220	122	8	9	0
Küçükçekmece	34	76	54	30	0	22	0
Maltepe	16	136	120	70	8	16	0
Pendik	65	445	400	204	22	45	0
Sancaktepe	22	14	14	3	0	0	0
Sarıyer	48	0	0	0	0	0	0
Silivri	13	72	72	61	0	0	0
Sultanbeyli	10	77	68	37	3	9	0
Sultangazi	6	1	1	1	0	0	0
Şile	12	1	1	1	0	0	0
Şişli	19	2	2	0	0	0	0
Tuzla	17	661	634	535	10	24	3
Ümraniye	29	0	0	0	0	0	0
Üsküdar	43	4	4	0	0	0	0
Zeytinburnu	27	29	23	7	1	6	0

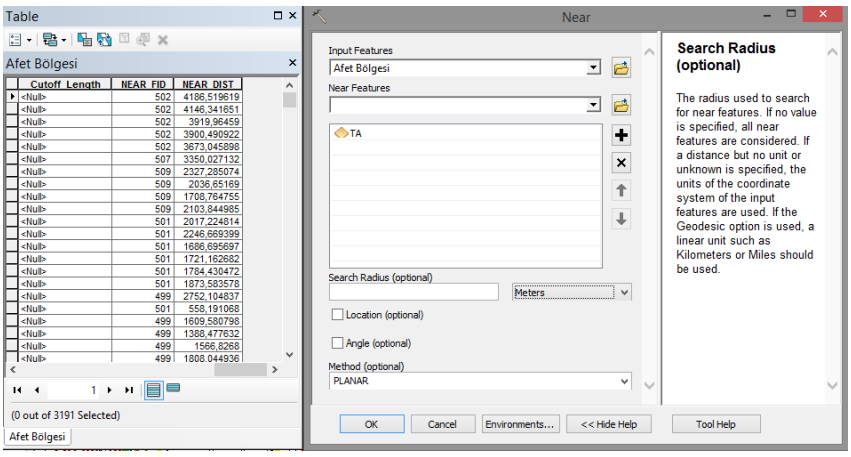
Afet bölgelerinden toplanma alanlarına erişim için oluşturulan 2921 güzergahın uzunlukları 1 metre ve 6 km arasında değişmektedir. Bu güzergahlardan 1818 tanesinin güzergah uzunluğu 1 km üzerindedir ve bu bölgelerden toplanma alanlarına erişim araçla sağlanması gerekmektedir ancak ağ analizinden kaynaklı olarak Şekil 7.13'de de bir örneği gösterildiği gibi bazı afet bölgelerinin yakınlarında toplanma alanı olmasına rağmen rotalar uzun oluşturulabilmektedir. 1km den uzun rotaya sahip 1818 toplanma bölgelerinden 90 tanesinin 500m yakınında toplanma alanı bulunmaktadır ve bu toplanma alanlarına erişim yaya olarak sağlanabilmektedir.



Şekil 7.13 : Uzun Güzergahlara Sahip Afet Noktalarından Bir Görünüm.

Afet bölgelerine sahip olmayan ilçeler Arnavutköy, Çekmeköy, Kağıthane, Sarıyer, Ümraniye'dir. Afet bölgeleri Tuzla, Pendik, Kartal, Büyükçekmece, Beylikdüzü, Bakırköy, Avcılar ve Adalar ilçelerinde yoğunluktadır. Adalar ilçesinde Burgazada, Kınalıada afet noktalarının fazla olduğu ancak toplanma alanlarına erişimin olmadığı mahallelerdir. Avcılar'da afet noktaları Cihangir, Ambarlı, Üniversite, Merkez, Denizköşkler, Gümüşpala ve Mustafa Kemal Paşa mahallelerinde yoğunluktadır. Bu mahallelerden Cihangir ve Ambarlı 'da bulunan afet bölgeleri en yakın güzergah olarak çevre mahallelere giden güzergahlara sahiptir. Üniversite mahallesinde bulunan toplanma alanı konumları afet bölgelerine yakındır. Afet bölgelerinin yoğun olduğu bir diğer ilçe olan Bakırköy'de bu bölgeler Basınköy, Şenlikköy,Yeşilköy, Kartaltepe ve Zuhuratbaba mahallerinde yoğunlaşmıştır. Zuhuratbaba, Kartaltepe ve Yeşilköy mahallelerinde toplanma alanı bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu mahalleler olası bir deprem anında bu afet bölgelerinden toplanma alanlarına erişim en yakın komşu mahallede bulunan toplanma alanına gidecek şekilde güzergahlara sahiptir. Afet noktalarının yoğun olduğu bir diğer ilçe olan Beylikdüzü' nde afet noktaları Gürpınar, Dereağzı, Kavaklı, Sahil, Yakuplu mahallelerinde yoğunlaşmıştır. Sahil mahallesi toplanma alanı bulunmayan, afet noktalarından güzergahların Kavaklı Mahallesinde bulunan toplanma alanlarına oluşturulduğu bir mahalledir.Sahil dışındaki mahalleler toplanma alanına sahip ve güzergahların kısa mesafeli ve mahalle içinde olduğu mahallelerdir. Afet noktalarının yoğun olduğu bir diğer ilçe

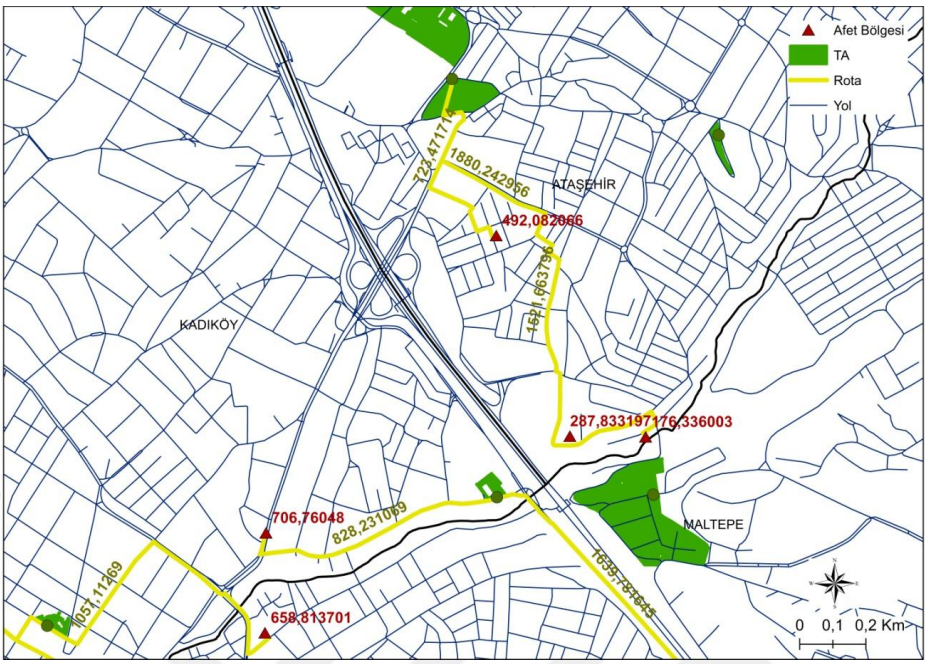
olan Büyükçekmece'de afet noktaları Celaliye, Kamiloba, Kumburgaz, Güzelce, Muratçeşme, Mimaroba, Sinanoba, Mimar Sinan, Ulus ve Türkoba mahallelerindedir. Kamiloba, Sinanoba toplanma alanına sahip olmayan mahallelerdir ve Kamiloba mahallesi toplanma alanlarına erişim için uzun güzergahlar(2.5km-6km arası) kullanarak Celaliye ve Kumburgaz mahallelerindeki toplanma alanlarına erişim sağlamak zorunda olan mahallelerdendir. Kartal'da ise afet bölgeleri Orhantepe, Kordonboyu, Çavuşoğlu,Yunus, Yalı Topselvi, Esentepe, Karlıktepe gibi kıyı kesiminde yoğunlaşmaktadır. Afet bölgesinin en yoğun olduğu ilçe olan Pendik'te de diğer ilçelerde olduğu gibi kıyı mahallelerde Doğu, Batı, Kaynarca, Çamçeşme, Ahmet Yesevi, Orhangazi, Güzelyalı, Kavakpınar…vb yoğunlaşmıştır. Bu mahallerden Bahçelievler ve Yeni mahallelerinde toplanma alanı olmadığı için Doğu ve Batı mahallesindeki toplanma alanlarına güzergah oluşturulmuştur ancak bu mahallelerde de afet bölgeleri olduğu için ve toplanma alanı sayısı az olduğu için kapasite olarak sıkıntı yaşanma olasılığı çok yüksektir. Aynı durum Orta ve Dumlupınar mahalleleri için de geçerlidir bu mahallelerinde güzergahları Güllübağlar ve Fevziçakmak mahallesindeki toplanma alanlarına doğrudur. Pendik'te toplanma alanları üst kısımda yoğunluktayken afet bölgeleri alt kısımdadır. Deprem sonrası kıyı kesimlerdeki toplanma alanlarının yetersiz kalacağı ve üst kesimlerdeki toplanma alanlarına erişimin uzun zaman alacağı görülmektedir.



Şekil 7.14 : Yakınlık(Near) Analizi Arayüzü ve Sonuçları.

Afet bölgelerinin yakınındaki toplanma alanlarını belirlemek ve yapılan Closest facility analizi ile sonuçları kıyaslamak için Yakınlık(Near) analizi yapılmıştır. Şekil 7.14' de analiz girdi ve sonuç verileri gösterilmektedir. Afet Bölgeleri input veri ve

toplanma alanları near feature olarak seçildikten sonra analiz sonuçları afet bölgesi katmanının öznitelik tablosunda sütun olarak analiz sonuçları eklenmektedir.



Şekil 7.15 : Yakınlık(Near) Analizi ve Ağ Analizinin Karşılaştırılması.

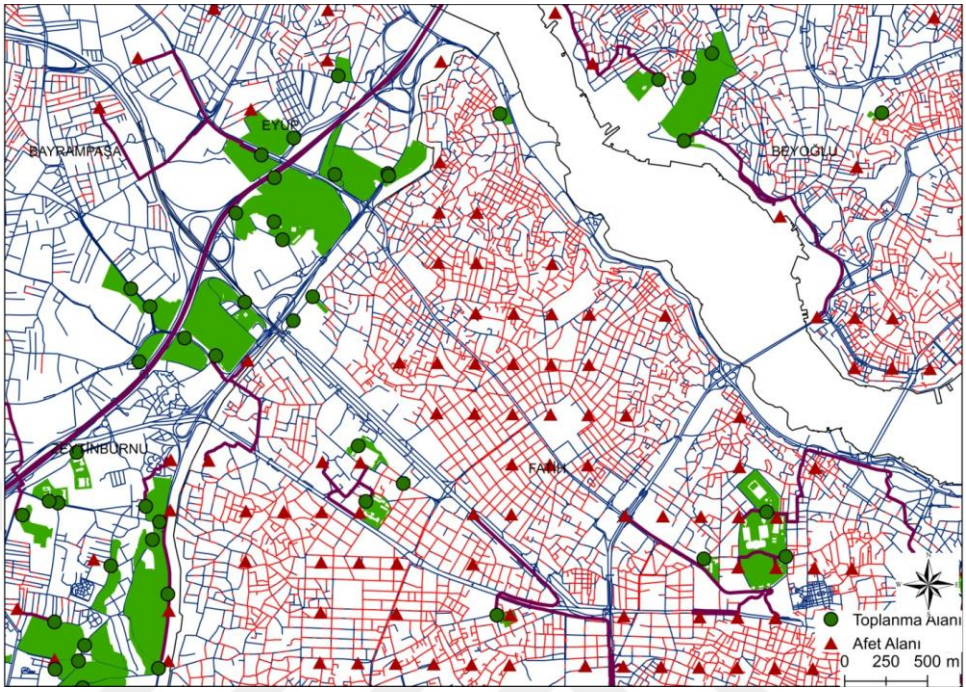
Şekil 7.15' de yapılan iki analiz sonuçlarının karşılaştırılması için analizden bir kesit gösterilmektedir. Buna göre; closest facility analiziyle ulaşılan toplanma alanlarından daha yakın toplanma alanlarının mevcut olduğu afet bölgeleri vardır.

Çizelge 7.6 : Yakınlık Analizi ve Ağ Analizinin Karşılaştırılması

İlçe Adı	Afet Bölgesi Sayısı	500m yakınında TA olan Afet Bölgeleri(Yakınlık Analizi)	Güzergah Sayısı	Güzergahı Uzun Ancak 500m Yakınında TA olan AB Sayısı
Tuzla	661	60	634	10
Pendik	445	160	400	22
Büyükçekmece	323	50	309	13
Kartal	229	75	220	8
Bakırköy	203	50	193	0

Çizelge 7.6'da gösterilen, afet bölgesi yoğun olan ilk 5 ile baktığımızda Closest Facility ile en uygun güzergahların seçildiği gözlemlenmiştir. Rotası uzun fakat yakın mesafede toplanma alanları bulunan afet bölgesi sayısı azdır ve bunlarda network analizinin güzergah belirlemesi yöntemiyle alakalıdır.

Güzergah oluşturulurken en önemli kısıt olan kapanan yollar analize dahil edildiğinde bir çok afet noktasından toplanma alanlarına erişim mümkün olmamaktadır.



Şekil 7.16 : Kapanan Yollardan Dolayı Güzergah Oluşmama Durumu

Olası bir deprem durumunda kapanabilecek yol üzerinde bulunan afet noktaları için güzergah belirlenememektedir. Şekil 7.16' da olası deprem anında yıkılabilecek yolların yoğunlukta olduğu Fatih ilçesinin bir bölümünde kapanacak yolların yoğunlukta olduğu bölgede bulunan afet noktaları için genel olarak güzergahların oluşturulamadığı görülmektedir.

Closest Facility analizine kapanacak yolların analizi dahil edilerek olası deprem anında kapanan yollar kullanılarak afet bölgelerinden toplanma alanlarına erişim için güzergahlar belirlenmiştir. Çizelge 7.7' de analiz sonucu çıkan güzergahlar ilçe bazlı listelenmiştir.

Çizelge 7.7 : Kapanan Yollara Göre Güzergahlar

İlçe Adı	TA Sayısı	Afet Bölgesi (AB) Sayısı	Güzergah Sayısı	Güzergah 1km'den Uzun Olan AB	Kapalı Yollardan Dolayı Güzergah Oluşturulamayan AB Sayısı	Rotası Olmayan Yaya Ulaşılabilecek AA Sayısı	Hiçbir şekilde TA ya Ulaşımı Olmayan AA Sayısı
Adalar	17	158	60(0-3km)	50	71	0	27
Arnavutköy	26	0	0	0	0	0	0
Ataşehir	26	20	11(0-2km)	4	9	0	0
Avcılar	11	168	114(0-5km)	58	52	0	2
Bağcılar	23	22	18(0-2km)	10	2	2	0
Bahçelievler	31	46	42(0-2km)	10	3	1	0
Bakırköy	20	203	190(0-5km)	143	3	0	10
Başakşehir	33	2	2(0-1km)	0	0	0	0
Bayrampaşa	6	2	1(1-2km)	1	1	0	0
Beşiktaş	22	5	3(1-2km)	0	2	0	0
Beykoz	30	2	2(2-3km)	2	0	0	0
Beylikdüzü	33	193	186(0-2km)	94	4	3	0
Beyoğlu	16	28	6(0-2km)	3	22	0	0
Büyükçekmece	19	323	293(0-6km)	230	25	5	0
Çatalca	12	53	49(0-6km)	46	2	0	2
Çekmeköy	18	0	0	0	0	0	0
Esenler	7	1	1(0-1km)	0	0	0	0
Esenyurt	25	68	63(0-3km)	44	5	0	0
Eyüp	32	9	5(0-2km)	4	4	0	0
Fatih	13	109	30(0-3km)	14	79	0	0
Gaziosmanpaşa	7	2	1(2km)	1	1	0	0
Güngören	5	4	4(0-1km)	0	0	0	0
Kadıköy	26	26	22(0-6km)	11	4	0	0
Kağıthane	12	0	0	0	0	0	0
Kartal	27	229	180(0-6km)	115	49	0	0
Küçükçekmece	34	76	28(0-6km)	22	48	0	0
Maltepe	16	136	103(0-4km)	77	33	0	0
Pendik	65	445	296(0-5km)	178	134	15	0
Sancaktepe	22	14	9(0-6km)	6	5	0	0
Sarıyer	48	0	0	0	0	0	0
Silivri	13	72	65(0-6km)	57	7	0	0
Sultanbeyli	10	77	48(0-3km)	37	29	0	0
Sultangazi	6	1	1(0-2km)	1	0	0	0
Şile	12	1	1(0-2km)	1	0	0	0

Çizelge 7.7 (devam) : Kapanan Yollara Göre Güzergahlar

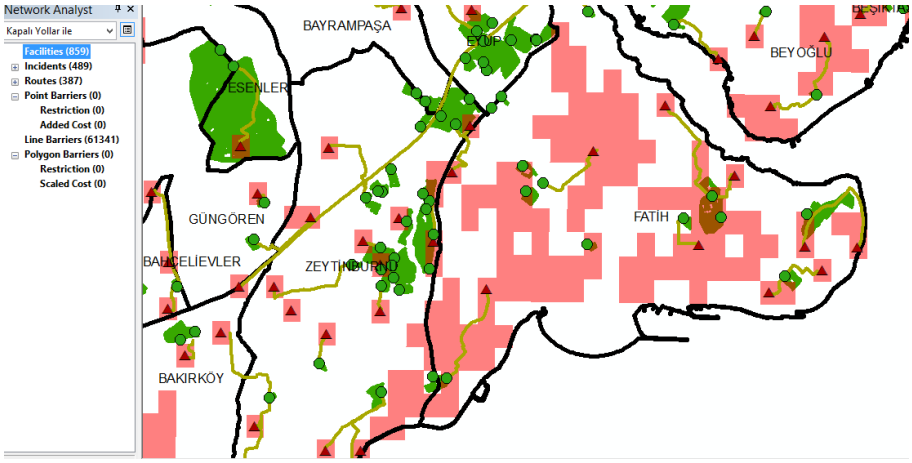
Şişli	19	2	2(0-3km)	2	0	0	0
Tuzla	17	661	575(0-6km)	523	86	0	0
Ümraniye	29	0	0	0	0	0	0
Üsküdar	43	4	2(0-1km)	0	0	2	0
Zeytinburnu	27	29	22(0-2km)	8	7	0	0
Toplam	859	3119	2435	1755	687	28	41

Kapalı yollar nedeniyle genel olarak tüm ilçelerde afet bölgelerinden toplanma alanlarına erişim kısıtlanmaktadır. Ancak Adalar, Fatih, Kartal, Pendik, Tuzla kapanan yolların yoğunlukta olduğu ve erişimin sağlanamadığı ilçelerin başında gelmektedir. Adalar'da 158 afet bölgesi için kapalı yollar olmadan 124 tanesinden toplanma alanlarına erişim sağlanıyorken, kapalı yollar ile ancak 60 afet bölgesinden toplanma alanlarına erişim sağlanabilmektedir. Özellikle Heybeli ve Nizam mahallelerindeki kapalı yollardan dolayı toplanma alanlarına erişim kısıtlıdır. Afet alanlarının yoğunlukta olduğu ilçelerden olan Avcılar'da, Denizköşkler, Merkez, Ambarlı mahalleleri afet bölgelerinin yoğun olduğu mahalleler olmasına rağmen toplanma alanının yetersiz olduğu ve toplanma alanına ulaşım açısından güzergah belirlenemeyen mahallelerdendir. Bu mahallelerde yol güçlendirme ve kentsel dönüşüm çerçevesinde yeşil alanlara öncelik verilmesi gerekmektedir. Bakırköy'de ise Yeşilköy mahallesinde bulunan toplanma alanları homojen olarak dağılmadığından ve afet bölgeleri yoğun olduğundan toplanma alanına erişim uzun yollardan gerçekleşmektedir. Yeşilyurt mahallesinde toplanma alanı olmadığından ve komşusu Yeşilköy mahallesi olduğu için uzun güzergah kullanılarak Bakırköy(Ataköy-2-5-6 kısım mah) gitmek zorundadır ancak ilçe genel olarak ulaşımda kapanan yollardan etkilenmeyen bir ilçedir. Başakşehir'de ise fazla afet bölgesi olmamasına rağmen Vatan ve Yenidoğan mahalleleri yol güçlendirilmesi yapılması gereken mahallelerin başında gelmektedir. Beyoğlu kapalı yolların genel olarak tüm mahallelerde yoğun olduğu ilçelerdendir ve yoğun olarak yol güçlendirme çalışmasına ihtiyaç vardır. Özellikle Tomtom, Şahkulu, Arapcami, Firuzağa, Cihangir afet bölgelerinin olduğu toplanma alanlarının olmadığı ve yolların neredeyse tamamının kapalı olduğu mahallelerdir. Fatih tüm mahallelerinde kapanan yollar çok yoğun olduğu için rotalar kapanan yollardan dolayı oluşturulamamıştır. Sümbülefendi, Kocamustafapaşa, Silivrikapı, Seyyid Ömer, Aksaray, Mimar Hayrettin, Mimar Sinan, Emin Sinan,Mimar Hayrettin ve daha bir çok mahallede afet bölgeleri yoğunlukta olmasına rağmen toplanma alanlarına ulaşım

sağlanamamaktadır. Kartal'da İş, Yukarı, Karlıktepe, Çavuşoğlu, Yunus, Topselvi Yalı, Yakalık, Çarşı mahalleleri afet alanlarının yoğun, toplanma alanlarının olmadığı ve bu afet alanlarından herhangi bir toplanma alanına ulaşılamayan mahallelerdir. Küçükçekmece'de Cennet, Yeşilova, Gültepe, Yenimahalle, Sultanmurat, Kemalpaşa, Fevzi Çakmak, Yenimahalle, Cumhuriyet, Kanarya, Tevfikbey, Söğütlüçeşme, İnönü ve Halkalı Merkez mahalleleri afet bölgelerinin toplandığı mahalleler olmakla birlikte bu mahallelerde toplanma alanı olmadığı için ve yolların neredeyse tamamı kapandığı için toplanma alanlarına güzergah bulunmamaktadır. Maltepe'de ise Gülsuyu, Gülensu, Bağlarbaşı, Altayçeşme mahalleleri afet bölgelerinin ve kapalı yolların yoğun olduğu mahallelerdir ve bu mahallelerde toplanma alanı bulunmamakla birlikte, afet bölgelerinden çevre mahallelerede güzergah oluşturulamamıştır. Pendik, ilçe geneli afet bölgelerinin yoğun olduğu ilçelerin başında gelmektedir ve Ahmet Yesevi, Fatih, Orhangazi, Güzelyalı, Kaynarca toplanma alanlarının olmadığı ve diğer mahallelerede kapalı yolların yoğun olması nedeniyle afet bölgelerinden erişimin olmadığı mahallelerdir. Esenyalı mahallesinde ise toplanma alanlarının girişlerindeki yollar kapalı olması nedeniyle ulaşım sağlanamamaktadır. Tuzla'da afet bölgesi çok fazla toplanma alanı yetersizdir. Örneğin Cami'de bulunan bir toplanma alanına Postane, İstasyon mahallelerinde toplanma alanı bulunmadığı için 106 afet bölgesinden ulaşım sağlanmaktadır ve rotalar 3-6km arası uzunluktadır. Aynı şekilde, Askeri Bölge, Mescit, Orhanlı, Aydınlı mahallelerinin neredeyse tamamı afet bölgesidir ve toplanma alanı bulunmadığı için yine çevre mahallelere gitmek zorundadır. Tuzla'nın yarısından fazlası afet bölgesi olmasına karşın toplanma alanı ve erişim konusunda en yetersiz ilçelerden biridir. Bağcılar, Bahçelievler, Çatalca gibi ilçelerde ise toplanma alanlarına erişim konusunda sıkıntı yaşanmamaktadır.

7.2.4 Toplu afet bölgeleri ile belirlenen güzergahlara göre kapasitesi yetersiz toplanma alanlarının ilçe ve mahalle bazlı değerlendirilmesi

Toplanma alanlarının kapasitelerinin değerlendirilmesi için nokta bazlı olan 3119 afet bölgesi nüfus verileriyle join işlemiyle birleştirildikten sonra QGIS programı ile spatial join işlemiyle alansal afet bölgelerine dönüştürülmüştür. Bu afet bölgeleri risk durumuna göre 0-5 arasında değerlere sahiptir.



Şekil 7.17 : Toplu Afet Bölgelerinden Toplanma Alanlarına Erişim İçin Analiz

Bu analizde en riskli alanlar(5 puanlı) olan 489 afet bölgesi için Closest Facility analizi ile en yakın güzergahlar belirlendikten sonra ulaşılan toplanma alanlarının yeterliliği ilçe ve mahalle bazlı değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Ağ analizinden kaynaklı oluşturulamayan rotalar için de yaya olarak ulaşılabilecek toplanma alanları belirlenerek değerlendirmeye dahil edilmiştir.

Çizelge 7.8' de toplu afet bölgeleri kullanılarak oluşturulan güzergahlar sonucu ilçe bazlı yeterlilik ve kapasite durumları belirlenmiştir.

Çizelge 7.8 : Toplu Afet Bölgeleri ile Yapılan Ağ Analizi(Closest Facility) Sonuçları

İlçe Adı	Nüfusu	TA Sayısı	Toplam TA Kapasitesi	Afet Bölgesi Sayısı	Toplam AB Nüfusu	TA'na Ulaşan Nüfus	Ulaşılan TA'ların toplam kapasitesi
Adalar	14.552	17	10.506	10	13.546	8.230	2.349
Arnavutköy	206.299	26	309.269	0	0	0	0
Ataşehir	395.758	26	518.549	12	20.303	12.211	219.333
Avcılar	395.274	11	287.242	16	222.105	105.890	42.053
Bağcılar	749.024	23	158.412	19	51.801	45.139	119.499
Bahçelievler	600.162	31	513.994	26	72.632	65.370	140.121
Bakırköy	221.336	20	446.580	10	182.255	182.255	54.370
Başakşehir	316.176	33	361.554	1	491	491	202.049
Bayrampaşa	269.774	6	81.586	2	4012	4.012	1.813
Beşiktaş	186.067	22	698.357	4	13.127	13.127	290.279
Beykoz	246.352	30	298.664	1	252	252	8.074
Beylikdüzü	229.115	33	394.078	15	55.592	55.592	112.665
Beyoğlu	246.152	16	273.340	10	35.781	35.781	127.366

Çizelge 7.8 (devam) : Toplu Afet Bölgeleri ile Yapılan Ağ Analizi (Closest Facility) Sonuçları

Büyükçekmece	201.077	19	394.700	79	72.592	72.592	52.076
Çatalca	63.467	12	98.109	27	364	364	45.120
Çekmeköy	193.182	18	380.289	0	0	0	0
Esenler	458.694	7	592.688	1	0	0	513.318
Esenyurt	553.369	25	453.501	37	80.833	80.833	419.290
Eyüp	356.512	32	705.951	0	0	0	0
Fatih	428.857	13	220.376	11	219.782	219.782	206.332
Gaziosmanpaşa	488.258	7	106.262	1	7.000	7.000	119.222
Güngören	307.573	5	252.994	3	9.867	9.867	34.850
Kadıköy	521.005	26	347.174	17	26.275	26.275	300.000
Kağıthane	421.356	12	303.009	0	0	0	0
Kartal	443.293	27	312.720	17	32.878	32.878	156.077
Küçükçekmece	721.911	34	1.970.512	24	94.403	94.403	427.734
Maltepe	460.955	16	824.970	17	173.967	173.967	257.353
Pendik	625.797	65	1.558.313	21	517.252	517.252	269.891
Sancaktepe	278.998	22	177.373	8	20.918	20.918	41.204
Sarıyer	289.959	48	3.932.598	0	0	0	0
Silivri	150.183	13	190.303	36	7.893	7.893	71.693
Sultanbeyli	302.388	10	52.342	24	95.198	95.198	40.979
Sultangazi	492.212	6	326.923	1	226	226	4.524
Şile	30.218	12	343.170	1	44	44	6.295
Şişli	318.217	19	827.164	1	2.872	2.872	13.074
Tuzla	197.657	17	519.713	15	209.520	209.520	374.989
Ümraniye	645.238	29	766.030	0	0	0	0
Üsküdar	535.916	43	1.239.015	4	2.643	2.643	61.737
Zeytinburnu	292.407	27	483.250	18	31.860	31.860	179.491
				489	2.278.284		

İlçe bazlı değerlendirme yapıldığında Beşiktaş toplanma alanı kapasitesi ve konumları itibariyle deprem anında ulaşım ve kapasite açısından sıkıntı yaşamayacak ilçelerden biridir. Büyükçekmece'de genel olarak afet bölgeleri toplu olarak tek toplanma alanına gitmektedir. Örneğin; Kumburgaz'da bulunan tek toplanma alanının kapasitesi 4968 iken, bu toplanma alanına yakın afet bölgelerinin toplam nüfusu 7200'dür. İlçedeki afet bölgelerine yakın toplanma alanlarının kapasitesi bu afet bölgelerine yeterli gelmemektedir. Fatih ilçesi de genel olarak tüm mahallelerde afet bölgesi olan bir ilçedir. Mimar Hayrettin, Mimar Kemalettin, Saraç İshak gibi mahallelerde toplanma alanlarının artırılması gerekmektedir . Molla Gürani, Kalenderhane, Sultan Ahmet'te bulunan toplanma alanları afet bölgelerinin ulaştığı en yakın toplanma alanları olmasına rağmen kapasiteleri yetersiz

kalmaktadır. Pendik'te bulunan Kaynarca, Fevzi Çakmak, Doğu, Çamçeşme, Orhangazi, Güzelyalı, Fatih, Ahmet Yesevi, Kavakpınar mahalleleri tamamen afet bölgeleridir ve buradaki nüfusun ulaştığı toplanma alanları yetersizdir. Bu mahallelerde kentsel dönüşüm kapsamında yeşil alanlarının artırılması gereken mahalleler arasındadır. Sancaktepe,Veysel Karani mahallesinde bulunan, Akpınar mahallesi sınırındaki toplanma alanına Akpınar mahallesinden iki afet bölgesinden gelmektedirler bu afet bölgelerinin toplam nüfusu 6137 iken toplanma alanı kapasitesi 2190dır nu afet bölgelerinden Fatih mahallesinde bulunan toplanma alanlarına erişim sağlanmalıdır buradaki toplanma alanlarının kapasitesi Akpınar mahallesi için yeterlidir.

Çizelge 7.9 : Analize Göre TA Kapasitesi Yetersiz Mahalleler

İlçe	Mahalle	Kapasitesi Yetersiz TA sayısı	TA Kapasite	Bu TA'ya Gelen Afet Bölgesi Sayısı	Afet Bölgelerinden Gelen Nüfus
Adalar	Burgazada	1	340	2	1.365
Avcılar	Gümüşpala	1	2.603	2	5.475
Bağcılar	Güneşli	1	1.208	1	2.686
Bahçelievler	Şirinevler	1	2.492	4	21.983
	Bahçelievler	1	6.036	3	8.903
Bayrampaşa	İsmetpaşa	2	3.346	2	4.012
Beylikdüzü	Dereağzı	4	10.098	1	20.150
	Pınartepe	1	4.122	3	4.891
Beyoğlu	Hacımimi	1	2.617	2	23.523
	Hacıahmet	1	5.300	1	5.967
Büyükçekmece	Mimaroba	1	6.337	5	8.833
	Muratçeşme	1	2.395	8	9.684
Esenyurt	Yunusemre	1	2.945	4	14.985
	Turgut Özal	1	3.141	2	12.912
Kadıköy	Bostancı	2	3.916	6	11.323
Sancaktepe	VeyselKarani	2	5.086	3	8.419
Silivri	Selimpaşa	1	1.852	10	4.900
Sultanbeyli	Hasanpaşa	1	8.266	4	30.080
	Yavuz Selim	1	1.498	5	50.592
Zeytinburnu	Bestelsiz	1	2.830	1	3.269
	Sümer	1	1.255	4	7.256

Çizelge 7.9' da gösterilen toplanma alanı kapasiteleri yetersiz mahalleler incelendiğinde Bahçelievler'de Siyavuşpaşa, Şirinevler, Kocasinan merkez mahallelerine yakın konumda olan Şirinevler'deki toplanma alanı kapasite olarak

yetersizdir. Bayrampaşa-İsmetpaşa'da bulunan toplanma alanı, Yenidoğan ve Muratpaşa mahallelerinde toplanma alanı olmadığından en yakın güzergah olarak tercih edilmektedir ancak bu mahallede de kapasite yetersizdir. Dereağzı mahallesi ise genel olarak tamamı afet bölgesi ve çevre mahallelerden de bu toplanma alanına gelen nüfus olmasına rağmen kapasite yetersizdir. Beyoğlu, Hacımimi mahallesinde bulunan toplanma alanı çevresinde bulunan Kuloğlu, Katipçelebi, Şehit Muhtar, Bülbül, Hasan Efendi, Bereketzade, Arapcami, Emekyemez gibi mahallelerde bulunan afet bölgelerine mahallelerde toplanma alanı bulunmadığından ve en yakın mahalle olması dolayısıyla bu mahallelere hizmet etmektedir ve kapasite olarak yetersiz kalmaktadır. Büyükçekmece'deki Muratçeşme'de bulunan toplanma alanıda Türkoba, Muratçeşme, Hürriyet mahallelerinin olası deprem durumunda ulaşılabilecek en yakın toplanma alanıdır, ancak kapasitesi yetersizdir. Avcılarda bulunan Yeşilkent mahallesi Esenyurt Yunus Emre mahallesine sınırdır ve bu mahallede toplanma alanı olmadığı için Yunus Emre mahallesine erişim sağlamaktadır ancak bu toplanma alanı da kapasite açısından yetersiz toplanma alanlarından biridir. Çevre mahallelerden erişim yokken kendi içinde mahalle nüfusuna yetmeyen mahallelerden biri de Esenyurt Turgut Özal mahallesidir. Kadıköy Bostancı da bulunan afet bölgesi nüfusu 4738 olmakla birlikte Suadiye' de en yakın toplanma alanı bu toplanma alanlarıdır ancak Bostancı kendine bile yeterli bir mahalle değildir. Sancaktepe, Veysel Karani mahallesinde bulunan 2 toplanma alanı Akpınar, Fatih mahallelerindeki afet bölgelerine de yakın olmasına rağmen kapasitesi yetersizdir. Silivri, Selimpaşa mahallesinde bulunan toplanma alanının kapasitesi 1852 olmasına rağmen mahalle içinde bulunan bu toplanma alanına erişimi en kolay olan afet bölgelerinin nüfusu 4310'dur. İlçedeki diğer toplanma alanları uzak konumlarda olduğu için bu mahallede başka toplanma alanları belirlenmelidir. Sultanbeyli Hasanpaşa'da bulunan toplanma alanı Abdurrahmangazi'de bulunan 20bin nüfuslu afet bölgesine yakın olması ve mahalle içinde de afet bölgelerinin olması nedeniyle tercih edilen bu toplanma alanı gelen afetzedelere hizmet açısından yetersizdir. Sultanbeyli'nin toplanma alanı kapasitesi açısından yetersiz bir diğer mahallesi Yavuz Selimdir ,civar mahallelerde toplanma alanı bulunmaması tüm afet bölgelerini bu toplanma alanına erişim sağlamak durumunda bırakmıştır. Zeytinburnu Sümer mahallesi, Kazlıçeşme,Sümer ve

Osmaniye mahallelerine en yakın olan bu toplanma alanının kapasitesi bu afet bölgelerine yeterli değildir.

7.2.5 Analizde Karşılaşılan Sorunlar

Analiz düğümler arasında "traversable" olma durumunu gözönüne alarak güzergah oluşturmaktadır. Buna göre tüm düğümler "even node" olup, bir düğümden başlayıp(hangi düğümden başlanıldığı farketmeksizin) aynı düğümde güzergah bitiriliyorsa(Euler Circuit) veya iki tek düğüm "odd node" varsa ve tek düğümde(odd note) başlayıp, tek düğümde bitiyorsa(Eular Path) ağ "traversable" sayılmaktadır.

Kullanılan Arcgıs Ağ(network) Analizi modülünde, Traversable(geçilebilir) olan ağ için afet bölgelerinden toplanma alanlarına en yakın güzergahlar oluşturmakla birlikte, bazı afet bölgelerinde güzergahın oluşumu "not traversable" olduğu için yakınında toplanma alanları olsa bile uzak olan toplanma alanlarına güzergah oluşturmaktadır. Bu sorun ağ(network) analizi ile birlikte proximity(near) analizi yapılarak güzergahı uzun olan veya güzergah oluşturulmamış afet bölgelerinde en yakın toplanma alanlarının tespiti yapılarak iki analiz sonucu karşılaştırılarak sorun giderilmeye çalışılmıştır.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Depremler aniden meydana gelip ve büyük can, mal, ekonomik ve sosyal kayıplara neden olduğu için afe öncesi, anında ve sonrasında alınacak önlem ve tedbirler hayati önem taşımaktadır. Deprem kuşağında olan Türkiye'de de İstanbul Kuzey Anadolu Fay Hattı üzerinde olması, Türkiye'nin en yoğun nüfusa sahip şehri olması nedeniyle yaşanacak herhangi bir depremde tüm maddi ve manevi zararların minimum seviyede atlatılabilmesi için afet yönetimi kapsamında risk azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme evreleriyle depreme karşı önlemler alınıp hazırlıklı olunması gerekmektedir. Bu önlemler arasında deprem öncesi toplanma alanlarının ve geçici barınma alanlarının il,ilçe ve mahalle nüfusuna yeterli olması, kolay ulaşılabilir olması gözönüne alınarak belirlenmesi hazırlık aşamasının önemli adımlarından biridir.

Çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemleri Teknolojisi kullanılarak İstanbul'da belirlenen güncel toplanma alanlarının kapasiteleri, ulaşılabilirlikleri ilçe ve mahalle bazlı değerlendirilmiştir. Çalışmada Arcgis programı kullanılarak, yaşanabilecek herhangi bir deprem durumunda kapanabilecek yolları da analize dahil ederek çeşitli ağ analizleri gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, toplanma alanlarının ilçe bazlı kapasiteleri, toplanma alanı bulunmayan mahalleler ve bulunan mahallelerde nüfusa yeterlilik durumu, toplanma alanlarının etki alanları, hizmet ettiği yapı sayısı ve nüfus oranı ve afet bölgelerinden toplanma alanlarına ulaşım için güzergahlar belirlenmiş ve çizelgeler oluşturulmuştur. Tüm analizler İstanbul Büyükşehir Belediyesinin belirlemiş olduğu toplanma alanları kullanılarak yapıldıktan sonra, toplanma alanlarının güncellenmesi ve ufak değilikliler yaşanması üzerine toplanma alanlarının ilçe bazlı kapasitelerinin belirlenmiş olduğu çizelge güncellenmekle beraber, oluşan değişiklikler küçük olduğu için diğer analizler değiştirilmemiştir.

Toplanma alanlarının dağılımı ve kapasitelerine bakıldığında Çizelge 8.1'de gösterildiği gibi nüfus kapasite oranı en düşük ilçe Çatalca olarak belirlenirken, nüfus kapasite oranı en yüksek ilçe Çekmeköy'dür.

Çizelge 8.1 : Nüfus Kapasite Oranı En Düşük ve En Yüksek İlçeler

İstanbul İlçeleri	Mahalle Sayısı	2019 Nüfusu	TA Sayısı	Toplam TA Kapasitesi	Nüfus/TA Kapasite(%)
Çatalca	39	729.966	12	98.109	13
Çekmeköy	21	251.937	18	380.289	151

Yapılan mahalle bazlı değerlendirmede ise sayı ve kapasite olarak en yeterli durumda olan ilçe Sarıyer'dir. Sarıyer'de 38 mahalleden 23 mahallede toplanma alanı bulunmakta ve bu 23 mahalledeki 20 mahallede bulunan toplanma alanları mahalle nüfusuna yetecek durumdadır. Toplanma alanı sayısı ve kapasitesi en yetersiz ilçe ise Fatih'tir. Fatih'te 57 mahalleden 10 mahalle de toplanma alanı bulunmakla birlikte, bu 10 mahalleden ancak 4 mahallede bulunan toplanma alanı kapasitesi mahalle nüfusuna yeterlidir.

Yapılan bir diğer analiz olan afet bölgelerinden toplanma alanlarına güzergahlar belirlendiğinde her afet bölgesinden çoğunlukla herhangi bir toplanma alanına erişim sağlanabiliyorken güzergahların uzunlukları 1km- 6km arasında değişmektedir. Beylikdüzü ve Büyükçekmece, Fatih, Kartal, Maltepe, Pendik gibi ilçelerde güzergahlar yaklaşık %90'nı 1km üzerindedir. Belirlenen güzergahlar ışığında kapasitesi yetersiz ilçe ve mahallelere bakıldığında ise Beşiktaş herhangi bir deprem durumunda toplanma alanlarına erişimde sıkıntı yaşamayacak ilçelerden biridir. Fatih ise afet bölgelerinin yoğunlukta olduğu ancak toplanma alanlarının kapasite ve ulaşım açısından yetersiz olduğu ilçelerden biridir.

Yapılan tüm analizlerle elde edilen sonuçlarla, kapasitesi yetersiz ilçeler ve mahallelerde kentsel dönüşüm kapsamında yaşanacak herhangi bir deprem anında mahalle içi ve mahalleler arası oluşabilecek karışıklıkların giderilmesi için toplanma alanları sayılarının artırılması ve oluşturulan güzergahlarla güzergahları uzun ve yaya olarak ulaşılamayacak toplanma alanlarına alternatif toplanma alanlarının belirlenerek deprem öncesi önlemlerin tamamlanması gerekmektedir.

Analizde daha doğru sonuçlar elde edebilmek için gece nüfusu verisinin mevcut olduğu bina verisinin kullanılması gerekmektedir, bu veri ile işyeri nüfusu da konut nüfusuyla birlikte değerlendirmeye alınacağı için toplanma alanlarından yararlanabilen nüfus tam olarak elde edilebilecektir. Ayrıca Arcmap ortamında yapılan network(ağ) analizinde düğümler arasında oluşturulacak güzergahların"non traversable" olması dolayısıyla analizin uzun güzergahlar oluşturması veya hiç güzergah oluşturmaması dikkate alınarak oluşturulan güzergahlar bu durum göz önüne alınarak değerlendirilmelidir.

KAYNAKLAR

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı(AFAD). (2014). Türkiye Afet Müdahale Planı(TAMP).

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı(AFAD). (2012). Ulusal Deprem Araştırma Programı(UDAP) Başarılı Uygulamalar.

Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı(AFAD). (2012). Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı(UDSEP).

Afet Koordinasyon Merkezi(AKOM). (2009). İstanbul Olası Deprem Kayıp Tahminleri.

Ahmed, S., Ibrahim, R. F., & Hefny, H. A. (2017). GIS-based network analysis for the roads network of the Greater Cairo area. In Proc. of 2nd International Conference on Applied Research in Computer Science and Engineering.

Aksoy, Y., Turan, A. Ç., & Atalay, H. (2009). İstanbul Fahit İlçesi Yeşil Alan Yeterliliğinin Marmara Depremi Öncesi ve Sonrası Değerleri Kullanılarak İncelenmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering,14(2)*.

Ali Kemal Çınar, Y. A. (2018). Afet Sonrası Acil Toplanma ve Geçici Barınma Alanlarının Planlamasındaki Faktörlerin İncelenmesi İzmir-Karşıyaka Örneği . *TMMOB Şehir Plancıları Odası Yayını, 28(2)*, 179-200.

Arca, D. (2012). Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama. Karaelmas Science and Engineering Journal 2(2), 53-61.

Balasubramani, K., M. G., & Prasad, S. (2016). GIS-Based Service Area Analaysıs For Optimal Planning Strategıes: A Case Study Of Fıre Service Stations In MADURAI CITY. *Geographic Analysis of Union Geographic Information Technologists,5(2),* 11-20.

Bikçe, M. (2017). Türkiye'de Depremler Alınan ve Alınabilecek Önlemler Taken and Need to Take Precautions in Turkey's Earthquakes. Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi,9(2), 24-31.

Çelik, H. Z., Aydın, B. S., Partigöç, N. S., & Erdin, H. E. (2018). Deprem Riskleri Bağlamında Toplanma Alanlarının Güvenlik Kriterleri Temelinde Değerlendirilmesi Bayraklı(izmir) Örneği. *International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management.* Sakarya.

Demircioglu, M. (2010). Earthquake hazard and risk assessment for Turkey. PhD thesis Submitted to KOERI, Bogazici University

Demirelli, K. (2001). İstanbul'da Meydana Gelmiş Büyük Depremler Ve İstanbul'un Geoteknik Açıdan İncelenmesi (Doktora Tezi), İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

Demirkol, Ö., & Demirkol, A. (2003). Dıjkstra ve Bellman-Ford En Kısa Yol Algoritmalarının Karşılaştırılması. Sakarya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 7(3), 55-62.

Erden, T., Coşkun, M.Z., İpbüker, C. (2003). CNS'de Ağ Analizi ve Ulaşım Problemleri. Harita Genel Komutanlığı .

Erdik, M., & Durukal, E. (2007). İstanbulda'da Deprem Riski,Beklenen Marmara Depremi Riskleri ve Önlemler. Türkiye Bilimler Akademisi Raporları,19, 25-36.

Erkal, T., & Değerliyurt, M. (2009). Türkiye'de Afet Yönetimi. Doğu Coğrafya Dergisi, 14(22), 147-164.

Gerdan, S., & Şen, A. (2018). Afet ve Acil Durumlar İçin Belirlenmiş Toplanma Alanlarının Yeterliklerinin Değerlendirilmesi: İzmit Örneği. *İdealkent, 10(28),* 962-983.

Gul, M., Guneri, A., & Gunal, M. (2019). Emergency Department Network Under Disaster Conditions; The Case Of Possible Major Istanbul Earthquake. *Journal of the Operational Research Society,* 1-15.

Güven, İ. T., & Güven, D. (2017). Değirmendere'nin CBS Tabanlı Deprem Risk ve Erişilebilirlik Analizi. *Resilience, 1(1),* 31-45.

İbrahim, A., & Yıldız, F. (2011). İnternet Tabanlı CBS'nin Sivil ve Askeri Amaçlı Durum Uygulamalarında Kullanılmasında Yeni Bir Yaklaşım. *Harita Dergisi-145*.

İBB Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü. (2003). İstanbul Deprem Master Planı.

İskenderoğlu A., Bilgin, L., Baş, M., Yağcı, M.Ö., Özeyranlı, N., Taymaz, Ö., Ikenıshı, N., Sewaga, S., Maeda, H. , Nıshıl, O., Koike, ¥., Takahashı, R., Hayashı, A. (2003). İstanbul'da Mehtemel Depremler Karşısında Çözüm Önerileri. *Jeolojoji Mühendisliği Dergisi, 27(2),* 6-17

İstanbul Proje Koordinasyon Birimi(İPKB) . (2014). İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi(İSMEP).

İstanbul Proje Koordinasyon Birimi(İPKB). (2014). Toplumsal Kapasitenin Gelişitirilmesi ve Toplum Eğitimleri Planı.

İstanbul Proje Koordinasyon Birimi(İPKB). (2014). Acil Durum Hazırlık Kapasitesinin Artırılması Planı.

İstanbul Proje Koordinasyon Merkezi(İPKB). (2014). İstanbul Afet Müdahale Planı(İSTAMP).

İşçi, C. (2008). Deprem Nedir ve Nasıl Korunuruz? Journal of Yaşar University(3),9, 959-983.

JICA. (2002). Türkiye Cumhuriyeti İstanbul İli Sismik Mikro-Bölgeleme Dahil Afet Önleme/Azaltma Temel Planı Çalışması Son Rapor Cilt V. İstanbul Büyükşehir Belediyesi(İBB).

Kadıoğlu, M. (2008), Modern, bütünleşik afet yönetiminin temel ilkeleri; Afet zararlarını azaltmanın temel ilkeleri, JICA Türkiye Ofisi Yayınları, No:2, Ankara, pp.1-34.

Kadıoğlu, M. (2011). *Afet Yönetimi, Beklenilmeyeni Beklemek,En Kötüsünü Yönetmek.* İstanbul: T.C Marmara Belediyeler Birliği.

Kesik, O. A., Aydınoğlu, A. Ç., & Taştan, B. (2016). Ağ Analizi Tekniklerini Kullanarak Afetlerle Başaçıkabilmede Erişilebilirlik: İstanbul Fatih Örneği. *Doğu Coğrafya Dergisi, 21(36)*, 79-94.

Kharel, S., Ramesh, P. S. D. K., Jothi, S. K. N., & Ganesha, K. (2018). Transportation network model for route and closest facility analysis in Central Bengaluru. *International Journal of Application or Innovation in Engineering & Management (IJAIEM)*, 2319-4847.

Kırçın, P. N., Çabuk, S. N., Aksoy, K., & ÇABUK, A. (2017). Ülkemizde Yeşil Alanların Afet Sonrası Toplanma Alanı Olarak Kullanılma Olanaklarının Artırılması Üzerine Bir Araştırma. *4.Uluslararası Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferan*sı. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi

Kundak,S.& Türkoğlu,H. (2010). İstanbul'da Deprem Riski .analizi. İTÜ Dergisi, 6(2).

Meclis Araştırma Komisyonu. (1999, Ağustos 27). Deprem felaketi konusunda yapılan çalışmaların tüm yönleriyle incelenerek alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi amacıyla kurulan Meclis Araştırması Komisyonu'nun raporu. İzmir: TMMOB Şehir Plancıları odası.

Mutman, A. (1999). *Deprem felaketi konusunda yapılan çalışmaların tüm yönleriyle incelenerek alınması gereken tedbirlerin belirlenmesi.* İzmir: Türkiye Büyük Millet Meclisi, Meclis Araştırması Komisyonu .

Özata, Ş., & Limoncu, S. (2014). 16. ve 20. yy. Arası İstanbul ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Deprem Sonrası Barınma Uygulamalarının İncelenmesi. *Megaron, 9(3).*

Özmen, B. (2002). İstanbul İli İçin Deprem Senaryosu. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Türkiye Mühendislik Haberleri Dergisi, 417, 23-27.

Sucuoğlu, H. (2019). Türkiye Bina Deprem Yönetmeliğinde Başlıca Yenilikler . Türk Deprem Araştırma Dergisi, 1(1), 63-75.

Şahin, Ş., & Üçgül, İ. (2019). Türkiye'de Afet Yönetimi ve İş Sağlığı Güvenliği. Afet ve Risk Dergisi,2(1), 43-63.

Taştan, H., Bank, E.(2001). Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Konuma Bağlı Analizler. Harita Genel Komutanlığı.

Tunç, G., & Tanfener, T. (2016). 2007 ve 2016 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliklerinin Örneklerle Mukayesesi. *3.Ulusal Yapı Kongresi ve Sergisi Teknik Tasarım,Güvenlik ve Erişilebilirlik.* Ankara: TMMOB Mimarlar Odası Ankara Şubesi.

Tunç, G., Özuygur, A. R., & Yurtsever, M. (2011). Türkiye'de Deprem Yönetmeliği ve Saha Uygulamaları. Yedinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı. İstanbul.

Turoğlu, H., Döker, F., & Bayrakdar, C. (2010). Afet Sonrası Müdahalede UZAL ve CBS Teknolojilerinin İstanbul İçin Önemi. *İstanbul Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu*, (s. 293-297). İstanbul.

Uluğ, A. (2009). Nasıl Bir Afet Yönetimi. *TMMOB İzmir Kent Sempozyumu* (s. 1-18). İzmir: TMMOB.

Utkucu, M., Budakoğlu, E., & Durmuş, H. (2011). Marmara Bölgesinde (KB Türkiye) Depremsellik ve Deprem Tehlikesi Üzerine Bir Tartışma. *Yerbilimleri Dergisi ,32(3),* 141-168.

Üstün, A. K., & Anagün, A. S. (2016). İstanbul'un İlçelerinin Afet Yönetimi Açısından Önem Ağırlıklarının Analitik Hiyerarşi Süreci Kullanılarak Belirlenmesi. *Gazi Üniveristesi Mühendislik Mimarlık Dergisi, 31(10)*.

Yalçın, H., Gülen, L., & Utkucu, M. (2013). Türkiye ve Yakın Çevresinin Aktif Fatları Veri Bankası ve Deprem Tehlikesinin Araştırılması. *Yerbilimleri Dergisi, 34(3),* 141-168.

Zulfikar, A. C., Fercan, N. O., Tunç, S., & Erdik, M. (2017). Real-time earthquake shake, damage, and loss mapping for Istanbul metropolitan area. *Earth, Planets and Space, 69(1),* 9.

url-1 < https://www.afad.gov.tr/afet-yonetim-ve-karar-destek-sistemi-projesi-aydes21 >, erişim tarihi : 17.11.2019

url-2 <https://deprem.afad.gov.tr/deprem-tehlike-haritasi >, erişim tarihi : 25.12.2019

url-3 < https://istanbul.afad.gov.tr/afetler-ve-etkileri >, erişim tarihi : 05.11.2019

url-4 < http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/documents/bilimsel_teknik.html > erişim tarihi : 07.01.2020

url-5 < http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/documents/idmp.html >, erişim tarihi : 22.11.2019

url-6 <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/personel/comoglu/depremnedir/index.htm >, erişim tarihi : 20.10.2019

url-7 < http://ikdmp.istanbul/ >, erişim tarihi : 18.02.2020

ÖZGEÇMİŞ



Ad Soyad : Elif Nisa Özkılıç

Doğum Tarihi ve Yeri : 01.05.1993/Erzurum

E-posta : elifnisaozklc@gmail.com

Öğrenim Durumu : Lisans - İstanbul Teknik Üniversitesi, İnşaat Fakültesi, Geomatik Mühendisliği (2013-2017)