

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

BÜTÜNLEŞİK AFET ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİT SİSTEMİ

Yüksek Lisans Tezi

MEHMET ESMER

İSTANBUL, 2014

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

BÜTÜNLEŞİK AFET ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİT
SİSTEMİ

Yüksek Lisans Tezi

MEHMET ESMER

Tez Danışmanı: Prof. Dr. MİKDAT KADIOĞLU

İSTANBUL, 2014

T.C.
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KENTSEL SİSTEMLER VE ULAŞTIRMA YÖNETİMİ

Tezin Adı: Bütünleşik Afet Etki Ve İhtiyaç Tespit Sistemi

Öğrencinin Adı Soyadı: Mehmet Esmer

Tez Savunma Tarihi: 29 Ağustos 2014

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

Doç. Dr. Tunç BOZDURA
Enstitü Müdürü
İmza

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğunu onaylarım.

Prof. Dr. Mustafa ILICALI
Program Koordinatörü
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Mikdat KADIOĞLU

Üye
Prof. Dr. Mustafa ILICALI

Üye
Dr. Nazan Akman PEK

ÖNSÖZ

Tez çalışmamda göstermiş olduğu yol, vermiş olduğu bilgi ve öneriler doğrultusunda tezimde yol almamı sağlayan tez danışman hocam Prof. Dr. Mikdat KADIOĞLU başta olmak üzere tez jürimde bulunan Prof. Dr. Mustafa ILICALI ve Dr. Nazan AKMAN PEK'e çok teşekkür ederim.

Yüksek lisans eğitimim süresince her türlü desteğini esirgemeyen çalıştığım İstanbul Büyükşehir Belediyesi Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM) Müdürü Hamdi ÇİNAL ve mesai arkadaşlarıma vermiş oldukları destekten dolayı teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim boyunca maddi manevi desteğini ve en önemlisi sevgisini esirgemeyen çok değerli eşim Süreyya ESMER'e varlıkları ile hayatıma anlam kazandıran biricik kızım Yasmin Ela ve biricik oğlum Atilla'ya, benden ömrüm boyunca desteğini esirgemeyen canım aileme verdikleri emekten dolayı teşekkür ederim.

Ülkemizin eğitim konusunda önemli kilometre taşlarından biri olmayı başaran Bahçeşehir Üniversitesi'nde bana burs desteği sağlayarak yüksek lisans yapma olanağı sunan Türkiye Belediyeler Birliğine ve Bahçeşehir Üniversitesi UYGAR Merkezi bünyesinde Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi Yüksek Lisans Programı'nı kurarak bu eğitimi almamızı sağlayan Prof. Dr. Mustafa ILICALI'ya teşekkürlerimi sunarım.

İstanbul, 2014

Mehmet ESMER

ÖZET

BÜTÜNLEŞİK AFET ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİT SİSTEMİ

Mehmet ESMER

Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Mikdat KADIOĞLU

Ağustos 2014, 213 Sayfa

Bu tez çalışmasının amacı, günümüzde meydana gelen değişimler doğrultusunda bilgisayar teknolojilerinin ve coğrafi bilgi sistemlerinin ulaştığı son noktanın da yardımıyla afet yönetimi çalışmalarında afetin etkisi ve ihtiyaçların tespitini yapabilecek ve karar vericilere afet öncesi, sırası ve sonrasında çalışmalara yön verecek bir sistemin tasarlanması üzerine bir metodoloji ortaya koymaktır.

Afet olmadan önce muhtemel risklere göre oluşturulan senaryolar ile afet sonrası afet ile ilgili bilgiler kullanılarak hesaplanan hasar dağılımı, araziden gelecek veriler ile kıyaslanarak, güncel hasar yayılımı ve şiddetine göre, en uygun afet planı en kısa sürede uygulanabilecektir. Ölü, yaralı ve acil barınma ihtiyacı olanların belirlenmesi, kurtarma ekiplerinin ve yardım malzemelerin açık olan en uygun güzergâh kullanılarak afet bölgesine ulaştırıp, mümkün olan en fazla sayıda insanı enkaz içerisinden kurtarılması ve tahliyesi sağlanacaktır.

Afet risk haritaları amacı doğrultusunda ölçeklendirilerek karar vericilerin afetin boyutunu daha kolay anlayabilmesi sağlanacaktır. Böylece kısa sürede etkin müdahale sağlanarak afet ile paralel gelişebilecek ikincil afetlerin etkisi de azaltılacaktır. Afet sonrası ihbar sistemi telefon, faks, vs. ile gelen, adrese veya bölgeye dayalı veriler, diğer afet verileri ile (deprem, sel, yangın, heyelan vb.) değerlendirilerek afetin ilerlemesi ve yapılan iyileştirmeler süreç yönetimi mantığı ile izlenip yönetilebilecektir. Değişen verilere bağlı olarak afet sonucu oluşan risk değişimleri görülebilecektir.

Sonuç olarak Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi, risk analizleri sonucu hesaplanan can kaybı, yaralı sayısı, üstyapı ve altyapı hasarı ve buna paralel olarak lojistik ihtiyaçların daha gerçekçi belirlenmesi, imkânların daha doğru kullanılmasını olumlu yönde etkilemesi hedeflenmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sistem, Etki Tespiti, İhtiyaç Tespiti, Bütünleşik Afet Yönetimi

ABSTRACT

Integrated Disaster Impact and Necessity Detection System

Mehmet ESMER

Urban Systems and Transportation Management

Thesis Advisor: Prof.Dr. Mikdat KADIOGLU

August 2014, 213 Pages

Aim of this thesis study is to find out a methodology to design a system which will determine the effect and impact of the disaster, and will guide the decision makers before – during – after disaster with the help of the latest updates in the computer and GIS technology.

Scenarios generated according to the expected risks before the disaster, damage distribution calculated with the actual information is compared with data from the site and the most suitable disaster plan can be applied with the updated damage distribution and effect. With this system, determining the number of dead, injured people and the ones who need immediate housing is going to be easier and transportation of rescue teams and relief supplies by using the most convenient route; thus saving as much as possible people from debris will be provided.

Disaster risk maps that are scaled according to its purpose, will help the decision makers to understand the magnitude of the disaster. Thus, the effect of the secondary disasters will be lowered that may come up in parallel to the existing disaster. Post disaster data from the site (telephone, fax, info from address) will be assessed with existing other disaster data (earthquake, flood, fire etc.); the progress of disaster and improvements will be managed with process management logic. With regards to the fluctuant information, the changes in risks will be monitored after disaster.

As a result, Integrated Disaster Impact and Necessity Detection System aims to have a positive effect while determining the number of lives lost, injuries, superstructure and infrastructure damage and logistic needs that may come up in parallel to all of these information, and using the opportunities effectively.

Keywords: System, Effect Determination, Impact Determination, Integrated Disaster Management

İÇİNDEKİLER

TABLolar	viii
ŞEKİLLER	ix
KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 ÇALIŞMANIN AMACI	4
1.2 ÇALIŞMANIN ÖNEMİ	5
2. AFET YÖNETİMİNDE ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİTİ	7
2.1 RİSK VE ZARAR AZALTMA	11
2.2 HAZIRLIK	17
2.3 MÜDAHALE	23
2.4 İYİLEŞTİRME	27
3. DÜNYADA VE TÜRKİYE’DE AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ	31
3.1 DÜNYADA AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ	35
3.2 TÜRKİYE’DE AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ	44
4. BÜTÜNLEŞİK AFET ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİT SİSTEMİNİN TASARLANMASI	78
4.1 SİSTEM VE YAZILIM	80
4.2 ARAYÜZ VE KATMANLARIN TANIMLANMASI, ÇİZİM VE EDİT İŞLEMLERİ	84
4.3 VERİ TABANI ve VERİLER	91
4.4 CBS VE HARİTALAR	98
4.5 TEHLİKE VE RİSK HARİTALARI	105
4.5.1 Deprem Tehlike Haritası	105
4.5.2 Sel Tehlike Haritası	108
4.5.3 Heyelan Tehlike Haritası	113
4.5.4 Meteorolojik Tehlike Haritaları	118
4.6 SENARYO OLUŞTURMA	129
4.6.1 Etki ve İhtiyaç Belirleme	138

4.6.2 Müdahale ve Lojistik Kapasitenin Belirlenmesi	141
4.6.2.1 Mevcut durum kapasitesi.....	146
4.6.2.2 Olağandışı durum kapasitesi	149
5. BÜTÜNLEŞİK AFET ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİT SİSTEMİ	151
5.1 AFETTE ETKİ TESPİTİ	154
5.1.1 Deprem Kayıplarının Tespiti	157
5.1.2 Meteorolojik Risklerin Tespiti	161
5.1.2.1 Buzlanma erken uyarı sistemi (BEUS)	162
5.1.2.2 Taşkın erken uyarı sistemi (TEUS).....	164
5.1.3 Gözlem Ağları.....	166
5.1.3.1 Trafik ve çok yönlü kameralar	166
5.1.3.2 Meteorolojik uydu ve radar	168
5.1.4 Afet ve Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi	169
5.2 AFETTE İHTİYAÇ TESPİTİ.....	171
5.2.1 ELER ile İhtiyaç Tespiti	176
5.2.2 AİAYS ile İhtiyaç Tespiti	177
5.2.3 TEUS ile İhtiyaç Tespiti.....	179
5.2.4 BEUS ile İhtiyaç Tespiti.....	181
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	184
KAYNAKÇA	191
ÖZGEÇMİŞ.....	199

TABLolar

Tablo 3.1: HAZTURK Türkiye için Kullanılacak Tanımlı Azalım İlişkileri	50
Tablo 3.2: BEUS Ölçüm Parametreleri.....	77
Tablo 4.1: Veri Tipleri	94
Tablo 4.2: Tehlike ve faktörlerin olası yayılma alanı etkisi.....	131
Tablo 5.1: Afetin etkisi ve bu etkiye bağlı oluşabilecek ihtiyaçların eşitliği.....	177

ŞEKİLLER

Şekil 2.1: Klasik Afet Yönetim Döngüsü	8
Şekil 2.2: Afetlere Hazırlık Modülü	18
Şekil 3.1: HAZUS Hasar Tahmin Metodolojisi	37
Şekil 3.2: MATRIX Çoklu Risk Bilgi Teknolojileri (IT) Platformu Taslağı	42
Şekil 3.3: Binalar İçin Hasar Analizinin Gösterimi	49
Şekil 3.4: HAZTURK ilk aşama analiz akış diyagramı	51
Şekil 3.5: Karşılıklı bağımlı sismik ağ performans analizi akış şeması.....	53
Şekil 3.6: ELER Çok Seviyeli Analiz Metodolojisi Akış Şeması	56
Şekil 3.7: ELER Programı Modüllerin Görünüşü.....	57
Şekil 3.8: Analitik Yöntemlerin Ortalaması Alınarak Belirlenmiş Can Kaybı Sayısı Dağılım Haritası	61
Şekil 3.9: Afet/Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi Tasarımı.....	65
Şekil 3.10: Afet/Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi İhbar Veri Giriş ve Görüntüleme Modülü	66
Şekil 3.11: İhbarların mekânsal görünümü, müdahale ve iş akış modülü	67
Şekil 3.12: TEUS'un modülleri	69
Şekil 3.13: Delft-FEWS Platformu TEUS Arayüzü	70
Şekil 3.14: TEM Otoyolu (TIR Parkı) Taşkın Risk Haritası	72
Şekil 3.15: Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) Çalışma Prensipleri	75
Şekil 3.16: Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) Kullanıcı Arabirimi.....	76
Şekil 4.1: Sistemin Tasarımı	79
Şekil 4.2: Katman Yazılım Mimarisi	87
Şekil 4.3: Çizgi, ölçü ve hesaplama argümanları.....	89
Şekil 4.4: Örnek planlama veritabanı şeması.....	93
Şekil 4.5: Örneklem alanlara ait ilişkisel veritabanı	95
Şekil 4.6: Türkiye Afet Bilgi Sistemi (TABİS) Veri Tabanı Proje Bölgesi Haritası ..	97
Şekil 4.7: Farklı Özellikler ve Öznitelik Bilgilerine Sahip Raster ve Vektör Veri Katmanlarının İrdelenmesi.....	99
Şekil 4.8: Mekânsal kent yönetim sistemleri	100
Şekil 4.9: Türkiye Deprem bölgeleri haritası ve İstanbul yansıması	107

Şekil 4.10: Sel Olaylarının Dağılımı.....	110
Şekil 4.11: Afet İşleri Genel Müdürlüğüne göre ülkemizde yaşanan sel zararlarının illere göre dağılımı	111
Şekil 4.12: Türkiye ulusal bazda heyelan tehlike haritası ve ilçeler göre heyelan olaylarının dağılımı	114
Şekil 4.13: CBS Ortamında Hazırlanan Bartın İlinin Heyelan Duyarlılık Haritası .	115
Şekil 4.14: 1:1.500.000 ölçekli Türkiye heyelan envanter haritası ve Zonguldak paftası örneği ile heyelan veritabanının MTA Yer Bilimleri web portal görünümü	116
Şekil 4.15: 1950-2010 yılları arasında Türkiye’de oluşan hidro-meteorolojik afetlerin yıllık toplam sayılarının zamanla değişimi	120
Şekil 4.16: Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtları; ülkemizde görülen meteorolojik karakterli doğal afet oluşum sayılarının mekânsal dağılımı.....	121
Şekil 4.17: Çığ tehlike haritası	123
Şekil 4.18: Çığ risk haritası.....	124
Şekil 4.19: Türkiye’de çığ olaylarının dağılımı	125
Şekil 4.20: Donlu günlerin uzun yıllar ortalamasına ait yersel dağılımı.....	126
Şekil 4.21: Orman İşletme Müdürlükleri İtibariyle Orman Yangın Risk Haritası...	127
Şekil 4.22: Kent Bilgi Sistemi ile afet tehlike haritalarının bütünleştirilerek risklerin belirlenmesi	128
Şekil 4.23: Farklı türdeki riskler matematiksel değerler ile ifade edilmesi	132
Şekil 4.24: Deprem tehlike haritası üzerinde risk altında bulunan nüfus yoğunluğu	135
Şekil 4.25: Araziden gelecek ihbar hasar-kayıp yoğunluk haritasına	141
Şekil 5.1: Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi kurgusu	153
Şekil 5.2: Afet etki tespit sistemi metodolojisi	155
Şekil 5.3: BAEİTS Dinamik Deprem Etki Tespit Sistemi arayüzü	158
Şekil 5.4: BAEİTS Buzlanma Erken Uyarı Sistemi arayüzü.....	163
Şekil 5.5: Taşkın Erken Uyarı Sistemi arayüzü	165
Şekil 5.6: BAEİTS trafik ve çok yönlü kameralar ile etki tespiti	167
Şekil 5.7: Afet/Acil Durum İhbar alma ve Yönetim Sistemi arayüzü	169
Şekil 5.8: TEUS analizi sonucu oluşan taşkın seviyeleri.....	180

KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AİAYS	: Afet/Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi
AKOM	: Afet Koordinasyon Merkezi
AWOS	: Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu
AYM	: Afet Yönetim Merkezi
BAEİTS	: Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi
BEUS	: Buzlanma Erken Uyarı Sistemi
BDC	: Bina Veritabanı Oluşturma
BÜ	: Boğaziçi Üniversitesi
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CRM	: Sonuç Bazlı Risk Yönetimi
ÇAGEM	: Afet İşleri Genel Müdürlüğü-Çığ Araştırma Geliştirme, Etüd ve Önlem Şb. Md
Delft-FEWS	: Hidrolojik Tahmin Sistemi
DSİ	: Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü
FEMA	: Amerika Birleşik Devletler Federal Acil Durum Yönetim Ajansı
ELER	: Deprem Kayıp Tahmini Programı
EMSC	: Avrupa Akdeniz Ortak Sismoloji Merkezi
FP7	: Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı
HAZTURK	: Türkiye İçin Deprem Risk Analizi Yazılımı
HAZUS	: Sismik Kayıp Analizi Yazılımı
GFDRR	: Afet Azaltma ve Yeniden Yapılanma Küresel Tesisi
GFZ	: Almanya Ulusal Yerbilimleri Araştırma Merkezi
GİS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
İBB	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi

İSTKA	: İstanbul kalkınma ajansı
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
IFRC	: Uluslararası Kızılay-Kızıllaç Federasyonu
IT	: Bilgi Teknolojileri
JICA	: Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı
MAE	: Orta Amerika Deprem Merkezi
MATRIX	: Avrupa İçin Yeni Çoklu-Tehlike Ve Çoklu-Risk Değerlendirme Yöntemleri Projesi
MERNİS	: Merkezi Nüfus İdare Sistemi
MGM	: Meteoroloji Genel Müdürlüğü
MTA	: Maden Teknik Arama Enstitüsü
NERIES	: Avrupa Sismoloji Araştırma Altyapıları Ağı
NGA	: Yeni Nesil Zayıflama Modeli
PEER	: Pasifik Deprem Mühendisliği Araştırma
SELENA	: Bir Mantık Ağacı Yaklaşımı Kullanılarak Sismik Kayıp Tahmini
TABİS	: Türkiye Afet Bilgi Sistemi
TEUS	: Taşkın Erken Uyarı Sistemi
TUBİTAK	: Türkiye Bilimsel Ve Teknolojik Araştırma Kurumu
UA	: Uzaktan Algılama
UAVT	: Ulusal Adres Veritabanı
USGS	: Birleşik Devletler Jeoloji Araştırma Kurumu

1. GİRİŞ

Dünyada ve Türkiye’de birçok bölge coğrafi yapısı nedeniyle geçmişten bu güne kadar çok büyük afetlere maruz kalmış bu afetler sonucu defalarca can ve mal kaybına uğramıştır. Ülkemiz coğrafyası nedeniyle afet riski yüksek ülkeler arasındadır. Özellikle 1999 yılında meydana gelen ve ülkemizde derin acılar bırakan, 17 Ağustos İzmit Körfezi ve 12 Kasım Düzce depremlerinin 18.242 kişinin ölümüne, 48.901 kişinin yaralanmasına, 93.145 konutun yıkılmasına veya ağır hasar görmesine, 600.000 insanın evsiz kalmasına yol açmış olduğu bilinmektedir (Boduroğlu 2012, s.7). Bu sonuçlar Türkiye’nin bir deprem ülkesi olma gerçeğini bir daha göstermiştir.

Yönetim ve koordinasyon eksikliğinin bariz şekilde kendini gösterdiği her iki deprem, afet yönetimi açısından milat olarak kabul edilmiş ve bu iki depremin yaşatmış olduğu acı tecrübelerden ders çıkarılmış sadece kriz yönetimi anlayışı ile krizle mücadele etmekte yetersiz kaldığı, risk yönetimine önem verilmediği takdirde kriz yönetiminde başarılı olamayacağı anlaşılmıştır.

Keza 23 Ekim 2011 yılında Van’da meydana gelen 7,2 büyüklüğündeki depremde 604 kişi hayatını kaybetmiş, 2.608 kişi ise yaralanmıştır. Bu depremlerin yaraları sarılmaya çalışıldığı dönem içerisinde 9 Kasım 2011’deki 5,6 büyüklüğünde bir deprem daha yaşanan Van’da yeni hasar ve yıkımlara neden olmuş, 40 kişi daha hayatını kaybetmiştir. Böylece her iki depremde hayatını kaybedenlerin sayısı 644’e yükselmiştir (Erdik ve diğ. 2011). Koordinasyon eksikliği nedeniyle bazı enkazlarda yüzlerce arama-kurtarma görevlisi çalışırken bazı enkazlar üzerinde çalışmalar çok geç başlamıştır. Başka illerden gelen lojistik destek malzemeleri de bazı ihtiyaç bölgelerine ulaştırılamamış, bazı bölgelerde ise yoğunluktan dolayı yardım için gelen bazı ihtiyaç malzemeleri hiç kullanılmamış olarak bulunmuştur.

Olası bir afette, afet yöneticilerinin ilk bilinmesi gereken afetin nerede olduğu ve bu afetten nerelerin etkilenmiş olduğudur. Böylece kurtarma ekiplerinin ve yardım malzemelerinin en doğru yere ve en kısa zamanda bölgeye ulaşması sağlayabileceklerdir.

Gerek afet anında gerekse de afetten sonra ilkyardım çalışmaları tamamlanan afetzedelerin geçici iskân alanlarına yerleştirilmesi, tedavisine devam edilecek yaralılar ve acil barınma ihtiyacı bulunanlara sağlık hizmeti ve lojistik yardımlarının en yakın merkezlerden ve düzenli olarak sağlanması, bunların ne yolla ulaştırılacağına belirlenmesi vb. işlerin coğrafi bilgi sistemleri ve afet bilgi sistemleri kullanılarak coğrafya üzerinde gerçekleştirilecektir.

Ülkemizde yaşanan son afetler yöneticilerin hızlı ve doğru karar vermelerini sağlayacak araçlardan ve bilgiden yoksun oldukları ortaya çıkarmıştır. Bu durum afetlerle mücadelede, bilginin ve bilgi teknolojilerini kullanmanın önemini ortaya koymuştur. Ayrıca afet öncesi beklenen afetlere göre veya afet sonrasında karşılaşılan afete göre, etki ve ihtiyaç analizlerinin sağlıklı ve hızlı bir şekilde yapılması, etkin bir müdahale için karar destek sistemlerinin geliştirilmesi gerekir. Tüm bu faaliyetlerin sağlıklı ve hızlı olarak yürütülmesinde günümüz bilgi teknolojilerinden yararlanılması kaçınılmaz olduğu ortaya çıkmıştır.

Afet Yönetim Merkezlerinin olası bir afet anı ve sonrasında ekiplerin ve lojistik her türlü yardım malzemelerinin yönlendirilmesinde yöneticilerin karar vermelerinde yardımcı olacak, etkin ve doğru karar alabilmeleri ve acil yardım çalışmalarına destek olabilecek, bilgiye hızlı erişim ve etkin kullanımı sağlamak amacıyla bir bilgi sisteminin kurulması gerekmektedir. Bunun için çok hızlı ve rahat kullanılabildiği veri tabanı mantığında ve görsel özellikte veri yapıları oluşturulmalıdır. Tüm bu olguların rahatça başarılabilmesi ve çözüm yaklaşımının disiplinler arası bir yaklaşımla ele alınması için son yıllarda çok fazla kullanım alanı bulunan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) böylesi bir sistem olarak tasarlanabilir. Afet yönetiminde birbirinden çok farklı disiplinlerin birbirine entegrasyonunda CBS bir araç olarak önemli kazanımlar sağlayacaktır.

Türkiye’de çok eski bir konu olmayan CBS yaklaşımı dünyada birçok uygulamada karşımıza çıkmaktadır. Afet yönetimi konusunda kabiliyetleri ve sorunların çözüm noktasındaki becerileri yöneticilerin ilgisini çekmeye başlamış ve kullanılması gerekliliğini doğurmuştur. Bu ifadeler tezin amacını ve öneminin vurgulanmasını da öne çıkarmaktadır.

Hazırlanan bu çalışmanın ilk bölümünde çalışmanın amacı ve öneminin belirtilmiştir. Burada amaç bütünleşik bir sistem tasarlayarak afetlerin etkisinin tespit edilmesi ve bu tespite göre ihtiyaçların belirlenebilmesine yönelik bir metodoloji ortaya koymaktır. Bu tespitlerin hızlı ve etkin bir şekilde belirlenebilmesi ölüm ve yaralanmalardaki oranları düşüreceğinden sistem, afet yönetimi için önemli bir kazanım olacaktır.

İkinci bölümde literatür taraması yapılmıştır. Etki ve ihtiyaç tespitinin yapılması ve afet yönetiminin her aşamasında yapılan bu tespitten yola çıkarak nasıl bir kazanım elde edilebilir tartışılmıştır.

Üçüncü bölüm dünyada ve Türkiye’de afet ve acil durum yönetiminde, hasar tahmin sistemleri, erken uyarı ile etki ve ihtiyaç tespit sistemleri araştırılmıştır.

Dördüncü bölüm bütünleşik afet etki ve ihtiyaç tespit sisteminin, tasarlanması, hangi yazılım dilleri kullanılacağı, veri tabanı ve sistemin çalışabilmesi için hangi tip verinin sisteme entegre edilmesi, CBS yazılımı kullanılarak haritaların eklenmesi, arayüzlerin tanımlanması tarif edilmiştir.

Beşinci bölüm ise çalışmanın ana konusu olan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi’nde afetlerin etkisini ve ihtiyaçları tespit etmekte kullanacağımız programların tanımlaması ve bu programların sistem içindeki görevlerinin belirtildiği bölümdür. Bu bölümde ayrıca bir deprem senaryosu ile muhtemel afetin nerede olduğu, ne kadar alanı etkilediği, kaç kişiyi etkilediği ve bu etkilenenlerin ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik bir uygulamadan nasıl yararlanılacağı incelenmiştir.

Altıncı bölümde ise tez çalışması sonucunda afet yönetimi alanında ülkemizde görülen eksikliklerin ve bu eksikliklere göre yapılması gerekenlerin yer aldığı sonuç ve önerilerin yer aldığı bölümdür.

1.1 ÇALIŞMANIN AMACI

Deprem başta olmak üzere birçok afetin ne zaman ortaya çıkacağı bilinmemekte, bırakacağı etki de kestirilememektedir. Bu nedenle afetlerin oluşturacağı olumsuz etkilerin azaltılması için devamlı hazır olmayı gerektirmektedir. Afet anında ve hemen sonrasında devletin tüm güç ve kaynaklarını etkin ve hızlı bir şekilde afet bölgesine seferber ederek daha çok insan hayatı kurtarmak son derece önem arz etmektedir.

Afetin meydana gelmesinden hemen sonra afetin meydana geldiği bölgenin, ne kadar etkilendiği, derecesinin ve hasarının boyutunun ne kadar olduğu ile ilgili bilgiler bilinmemekle beraber bu belirsizlik afet yönetim merkezlerinin koordinasyon görevi sırasında da karışıklığa sebep olmaktadır. Buna afet bölgesinden gelecek olan bilgilerin eksik ve yetersiz olabileceğinin eklenmesi karışıklığın boyutunu daha da büyütmektedir. Günümüzde meydana gelen değişimler doğrultusunda bilimde ve teknolojinin ulaştığı son noktanın da yardımıyla afetlerin ortaya çıkmasından önce ya da meydana geldikten sonra oluşturacağı etkinin, nereyi ne kadar etkileyeceği, kaç kişiyi etkileyeceği ve neye ne kadar ihtiyaç duyulacağı gibi soruların cevapları aranmaktadır. Meydana gelen afet sonrasında ilgili birimlerin gerekli bilgilere anında ulaşabileceği ve ekipleri yönlendirebileceği bütünleşik bir sistem mevcut değildir.

Bu tez çalışmasının amacı iki amaca hizmet etmektedir. Bunlardan birincisi riskin belirlenmesi, ikincisi afet sonrası ortaya çıkacak problemlerin ve gereksinimlerin simülasyonunu oluşturacak Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi tasarlamak ve sonuç olarak da her iki amacın bütünleştirilmesidir. Bu sayede afetin ortaya çıkmasının hemen akabinde, afet yönetim merkezlerinin hazırlıksız yakalanmasını engelleyecek, afetin büyüklüğü hakkında bilgi verecek, nerelerin ne kadar etkilendiği ve ne kadar kişinin yardıma muhtaç olduğu konusunda bilgi vererek eldeki imkânları seferber ederek etkin ve hızlı bir müdahaleyi sağlayabilecek bir sistem ortaya koymaktır.

Bu sayede insanların hayatlarını etkileyen ya da kesintiye uğratan ve acil durum gerektiren olayların etkilerinin tespit edilmesi ve gerekli müdahalenin bir an önce yapılması meydana gelecek ikincil tehlikelerin ve bunlarla birlikte yaşanan pek çok

olumsuzlukların ortadan kaldırılmasına ya da etkilerinin azaltılmasına olanak sağlayacaktır.

Coğrafi veriler kullanılarak afet öncesi, afet anı ve sonrasına yönelik yapılan afete yönelik çalışmalarda, yöneticilerin, hiç paniğe kapılmadan etkin ve akılcı kararlar verebilmesi için bilgilere hızlı ve kolay ulaşmaları gerekmektedir. Yapılan bu çalışma ile yöneticilere ihtiyacı olan bu bilgilerin sağlanacaktır.

Bu bağlamda sistem sayesinde senaryolar oluşturulabilecek, bu senaryolar sayesinde Afet yönetim merkezleri, ortaya çıkan sonuçları kullanarak geleceğe yönelik kestirimlerde bulunarak kaynakların nasıl kullanılacağı da belirleyebilecektir. Bunun yanında sistem sayesinde arama-kurtarma ekipleri ve lojistik desteğin afet bölgesine hangi güzergâhı kullanarak ulaşabileceği de belirlenecektir. Bu noktada amaç, mümkün olan en kısa zamanda en fazla insana ulaşabilmektir.

Bu çalışma sonucunda Afet ve Acil Durum Planları, acil duruma göre hızla değişen gereksinimleri karşılamada gerekli esneklik ve uyuma sahip bir yapıya ulaşacaktır.

1.2 ÇALIŞMANIN ÖNEMİ

Afetlerin oluşturduğu tehlikeler ve ortaya çıkarabileceği muhtemel tehditler, günler veya haftalar sürer; bazen de aniden veya herhangi bir uyarı olmadan ortaya çıkarlar. Her yıl bu olaylardan etkilenen milyonlarca insan afetlerin korkutucu sonuçlarıyla karşı karşıya kalmaktadır. Ülkemiz coğrafyası itibari ile de tarih boyunca birçok kere afete uğramış ve büyük kayıplar vermiştir. Özellikle zemin durumu ve yapılaşma özellikleri nedeniyle afetlerin etkileri daha yıkıcı olmuştur.

Olağanüstü durumların ilk saatlerinde erken müdahalenin yapılması çok önemlidir. Devletin tüm güç ve kaynaklarının en hızlı şekilde ve etkili yöntemlerle kullanabilmesi zamana bağlı çok iyi bir koordinasyonu gerektirir. İmkânların yerinde ve zamanında kullanılamaması, yetki karmaşası, önceliklerin belirlenememesi vb. olumsuzluklar can ve mal kaybının artmasının dışında ikincil afetlerin oluşmasına da neden olabilmektedir. Bu

durumun en iyi örneği Türkiye’de 17 Ağustos 1999’da meydana gelen depremde yaşanan olumsuzluklarla kendini göstermiştir. Koordinasyonsuzluk büyük bir felakete yol açmış, can ve mal açısından büyük kayıpların oluşmasına neden olmuştur. Afetlerin neden olduğu ağır kayıpların yanında yönetimin, kriz yönetimi açısından birçok sorunu da ortaya çıkarmıştır.

Tüm bu kayıpları minimuma indirmek maksadıyla; hasarın şiddeti, dağılımı, can kayıpları, yaralıları ile kurtarılmayı bekleyenlerin sayısı tespit edilip sistem üzerinden durumları ve konumları belli olan arama-kurtarma ve lojistik ekipleri en yakın afet bölgesine en kısa süre içerisinde ulaşması sağlanarak enkaz altında kalmış olan afetzedeleri enkaz altından çıkarmak, riskli alanlarda bulunanları uygun yerlere tahliye ederek zarar görmelerini engellemektir.

Çalışmanın önemi bu bilgilere ışığında özelden ölü ve yaralı sayısının azaltılması hedeflenmektedir.

2. AFET YÖNETİMİNDE ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİTİ

Afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması, afet sonucunu doğuran olaylara zamanında, hızlı ve etkili olarak müdahale edilmesi ve afetten etkilenen topluluklar için daha güvenli ve gelişmiş yeni bir yaşam çevresi oluşturulabilmesi için, toplumca yapılması gereken top yekûn bir mücadele sürecini ifade eder. Başka bir deyişle; afetlerin önlenmesi ve zararlarının azaltılması amacıyla, afet öncesi, sırası ve sonrasında alınması gereken önlemler ve yapılması gereken çalışmaların planlanması, yönlendirilmesi, koordine edilmesi, desteklenmesi ve etkin olarak uygulanabilmesi için toplumun tüm kurum ve kuruluşlarıyla, İmkân ve kaynaklarının belirlenen stratejik hedefler ve öncelikler doğrultusunda kullanılmasını gerektiren çok yönlü, çok disiplinli ve çok aktörlü bir yönetim süreci olarak ta tanımlanabilir (Kadioğlu ve Özdamar 2008, s.305).

Özetle “Afet Yönetimi”;

- a. Afet risklerinin azaltılması,
- b. Afetlerin şiddetinin ve oluşturacağı kötü sonuçlarının zararlarının önlenmesi ve azaltılması,
- c. Senaryo ile olası hasar ve ihtiyaçların tahmin edilmesi,
- d. Acil durumlara müdahaleye planlama ve hazırlık,
- e. Eğitim ve tatbikatlar,
- f. Erken uyarı, tahmin, izleme,
- g. Afet sonrası hızlı etki ve ihtiyaç analizi,
- h. Afet anında hızlı ve etkili müdahale ve iyileştirme,
- i. Afet sonrası iyileştirme ve rehabilitasyon vb. için sürekli, bütünlük, kapsamlı, çok sektörlü, çok disiplinli sosyoekonomik yöntem, planlama ve önlemlerin uygulanması,

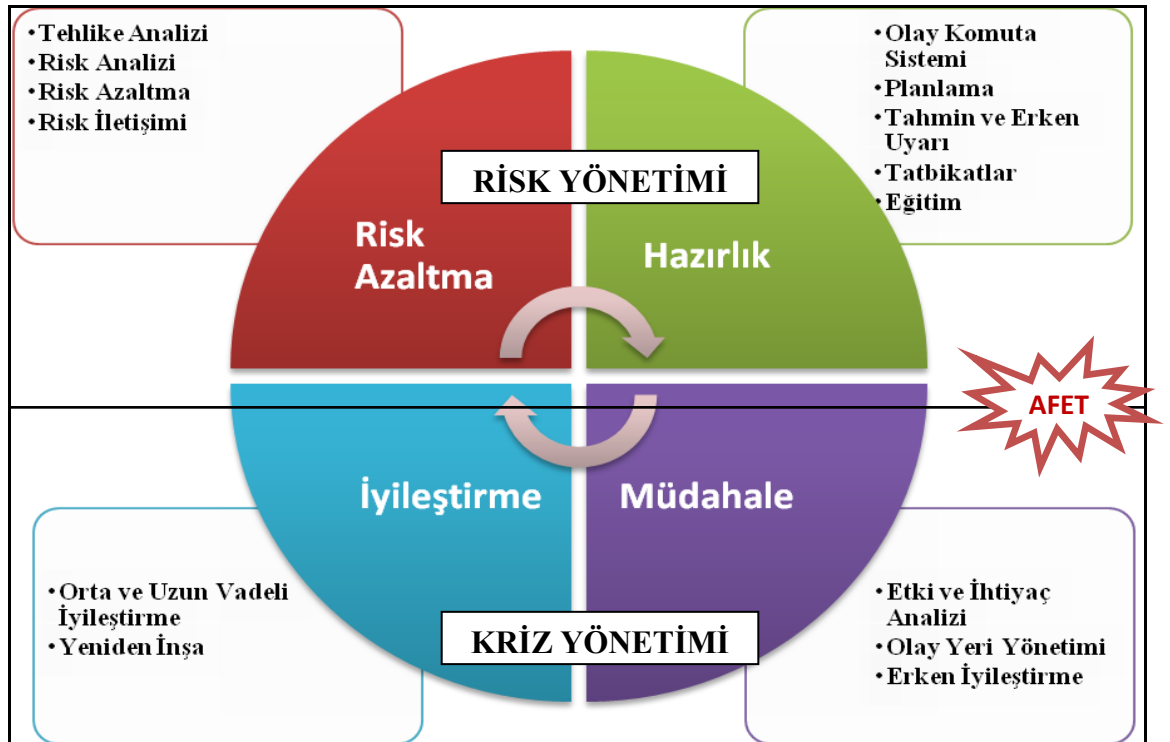
faaliyetlerinin tümüdür. Bu bağlamda, afet yönetiminin temel hedef ve amaçları; “can ve mal kaybını ortadan kaldırmak, kaldırılamıyorsa en aza indirmek, etkin bir müdahale ile zarar görenleri kurtarmak, ortaya çıkacak ikincil tehlikeleri bertaraf etmek, doğal çevre ile her türlü mal ve mülkü korumak, hayatı normalinden daha iyi bir şekle dönüştürmek,

iş kaybını önleyecek her türlü tedbiri alarak sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak” şeklinde özetleyebiliriz (Kadioğlu 2011, s.49).

Özetlenen hedef ve amaçlar doğrultusunda yapılacak çalışmalarda başarının sağlanması için afet öncesi alınacak gerekli önlemlerin afet sonrası yapılacak etkin müdahaleyi negatif etkilememesi adına afet öncesi yapılacak çalışmaların da en az afet sırasındaki etkin müdahale kadar önemli olduğu unutulmamalı ve bir bütünün parçası gibi değerlendirilmelidir.

Günümüzde afet yönetimi, risk ve zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme gibi dört ana evreden oluşur. Ancak bu evreler, tahmin ve erken uyarı, afetlerin anlaşılması, etki ve ihtiyaç analizi ile birlikte yeniden yapılanma gibi alt evreleri de kapsar (Şekil 1). Risk yönetimi afet öncesi, kriz yönetimi de afet sonrası faaliyetlerin çalışma sistemini belirler (Kadioğlu 2011, ss.49-51).

Şekil 2.1: Klasik afet yönetimi döngüsü



Kaynak: Afet Yönetimi “Beklenilmeyeni beklemek, en kötüsünü yönetmek”, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını (Kadioğlu 2011, s.51)

Etkin bir afet yönetimi çalışması, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası ihtiyaç duyulan tüm çalışmaları kapsamaktadır. Afet yönetiminin başarılı olabilmesi için çalışmalar ve planlar devamlı yenilenmeli, gözden geçirilerek değiştirilmeli ve ana faaliyetlere ayrılan tüm evrelerde faaliyetler süreklilik arz etmelidir. Modern afet yönetimi, içeriği aşağıda kısaca açıklanan belli başlı dört evreden oluşur (Kadıoğlu ve Özdamar, 2008).

- a. Risk azaltma: Afetlerin etkisini azaltma ve/veya yok etmek için atılan adımlar.
- b. Hazırlık: Plan, prosedürler, eğitim, öğretim, koordinasyon çalışmaları.
- c. Müdahale: Can ve mal kurtarma çalışmaları.
- d. İyileştirme: Afet öncesinden daha iyi bir duruma dönmek için atılan adımlar.

Afet yönetim döngüsü, afet öncesi yapılacak risk yönetimi ve afet sonrası yapılacak kriz yönetimi evrelerini göstermektedir. Bu evreler bir bütünlük içinde ele alınmalı afet öncesi, sırası ve sonrasında etkin bir şekilde uygulanmalıdır. Burada dikkat edilmesi gereken afet yönetimi çalışmalarının mutlaka ve sadece bir birinin peşi sıra yapılacağı anlamı çıkartılmamasıdır. Bu evreler arasındaki ilişkinin doğrusal olmadığı, döngüsel olduğu unutulmamalıdır.

Günümüzde modern afet yönetimi, Şekil 2.1’de verildiği gibi dört ana ve birçok alt evreden oluşmaktadır. Bahsedilen ana ve alt yönetim evreleri bir afet olayını izleyen ve bir sonraki afete kadar birbirini takip eden aşamaların tümünü ifade eder. Burada her bir evrenin başarısı bir önceki evrenin başarısına bağlıdır. Afet yönetiminin başarıya ulaşabilmesi için sistematik ve bütüncül bir yaklaşım söz konusudur. Yapılacak faaliyetler bir süreklilik arz etmelidir (Kadıoğlu 2011, ss. 53-54).

Modern afet yönetim yaklaşımı, ulusal düzeyden en küçük idari birime kadar uygulanmalıdır. Afet yönetimi “dinamik ve yaşayan” bir yönetimdir; sürekli yenilenmeli, gözden geçirilerek geliştirilmelidir. Afet yönetimi evrelerinin başarıyla ve etkin bir şekilde uygulanması, yapılacak organizasyonun olası tüm afetlerin göz önünde bulundurulması ve sorumluluğun paylaşılmasıyla mümkündür (Kadıoğlu 2011, ss. 49-50).

Kadıoğlu (2005)'ün, sistematik ve bütüncül bir afet yönetiminden söz edilemediği durumundaki afet yönetimi yaklaşımı; “Risk yönetimi olmazsa kriz yönetimi de olmaz” tespitini doğrulamaktadır.

Kadıoğlu'nun (2005, 10 Ekim, Hürriyet Gazetesi) yazısında açıkladığı gibi:

“Modern afet yönetimi sisteminde, kayıp ve zarar azaltma, hazırlık, tahmin ve erken uyarı, afetler, etki analizi gibi afet öncesi korumaya yönelik olan çalışmalara ‘risk yönetimi’ denilirken; müdahale, iyileştirme, yeniden yapılanma gibi afet sonrası düzeltmeye yönelik olarak yapılan çalışmalara ise ‘kriz yönetimi’ adı verilir. Risk yönetiminin ihmal edildiği yerlerde kriz yönetimi de başarılı olamaz. Hatta tek başına uygulanan kriz yönetimi, ‘keriz yönetimi’ olarak bile adlandırılabilir! Maalesef, ülkemizde sadece ‘kriz merkezleri’ ve ‘kriz masaları’ bulunmakta; ‘risk merkezi’ veya ‘risk masası’ gibi bir şey ise düşünülmemekte...”

olduğunu belirtmektedir. Sonuç olarak afet yönetim sürecinin her aşaması içerdđi faaliyetler bakımından birbirine bağlı bütüncül bir yaklaşım içinde düşünölmeli ve çalışmalar süreklilik arz etmelidir.

Her evredeki ve süreçteki çalışmaların başarısına bağlı olarak muhtemel bir afetin kötü sonuçları ile oluşturabileceği zararları azaltabilmek mümkündür. Burada unutulmaması gereken, risk yönetimi ve kriz yönetiminin bir kerede yapıp bitirilebilecek bir şey olmadığıdır. Bu çalışmalar, sürüp giden gündelik hayatla birlikte sürekli olarak ve her afet yönetimi aşamasında değişen risklere karşı periyodik olarak geliştirilerek devam ettirilmesi gereken bir süreçtir. Burada risk yönetiminin ihmal edilmesi gibi bir durum düşünölemez. Bu gibi durumlarda kriz yönetiminin başarıya ulaşması beklenemez. Tek başına kriz yönetimine yönelmek durumunda ise kriz yönetimi; tepkisel, eşgüdümsüz, yanlış hedef kitleli, etkisiz, zamansız, güven vermez ve afetin felakete dönüşmesine neden olabilen reflekse dayalı ilkel bir yönetim tarzını ortaya çıkarmak durumunda kalır. Her ne kadar afet yönetimi eşgüdümsel ve bütüncül bir yaklaşım biçimi olarak ifade edilse de modern afet yönetiminin gerekleri doğrultusunda risk yönetimine ağrılık verilmesi yani müdahale ve iyileştirmeden daha çok afetin oluşmaması, önceden zararlarının azaltılması, hazırlık, tahmin ve erken uyarı konularına önem verilmelisi gerekliliğini ortaya koymaktadır (Özer 2009).

Ayrıca afet yönetiminin tüm evrelerinde yapılacak çalışmalarda coğrafi bilgi sistemleri etkin bir şekilde kullanılarak, sistemin gerekliliği için kullanılacak her türlü bilginin toplaması, güncelleştirilmesi, analiz ve sentezlenmesi çok daha kolay olacaktır.

2.1 RİSK VE ZARAR AZALTMA

Bütünleşik afet yönetimi, her biri kendi içinde birbirinden farklı özelliklere sahip süreçlerdir. Afet öncesi yapılması gereken risk yönetimi ve afet sonrası yapılacak kriz yönetimi çalışmaları farklılıklar gösterse de birbirinden bağımsız olarak düşünülmemelidir. Yönetim anlayışı olarak tehlikelere ve risklere karşı tedbirlerin alınmasının yanında toplumun risklere karşı daha dirençli hale getirilmesi afet yönetiminin yara sarma faaliyetlerinden ibaret olmadığı göz önünde bulundurulmalıdır.

Afet öncesi zarar azaltma çalışmalarına yeterince önem verilmediği durumlarda; afet anında ve hemen sonrasında yardıma muhtaç sayısında artışa sebebiyet vermekte ve kurtarma ekiplerinin ihtiyaç sahiplerine ulaşmakta yeterli olmadığı görülmektedir. Bu durumda afet sonrası ortaya çıkan sonuçlar ile devletin baş etmesi güç hale gelmektedir. Yani risk yönetiminin ihmal edildiği yerlerde kriz yönetimi istenilen başarıyı sağlayamamaktadır.

Risk azaltma ya da zarar azaltma denilen süreç oluşacak muhtemel tehlikelerin önlenmesi, önlenemiyorsa oluşturacağı etkinin minimuma düşürülmesi için alınacak önlemler ve yapılacak faaliyetlerin tamamıdır. İyileştirme evresindeki faaliyetler ile birlikte başlayan, uzun vadeli ve çok farklı disiplinlerin ortak bir hedef doğrultusunda çalışmasını gerektiren uzun vadeli çalışmalardır. Bu evrede yürütülen faaliyetler, ülke, bölge ve yerleşme birimi ölçeğinde olmak üzere çok geniş uygulama alanı göstermektedir (Şahin 2009).

Risk azaltma süreci iki aşamada incelenmelidir. Bunlardan birincisi herhangi bir afette zarar görebilecek var olan çevrenin güvenliğini artırmak, ikincisi ise oluşturulacak yeni çevreleri afet oluşturmayacak şekilde yaratmaktır (Şengezer ve Kansu 2001, ss.27-29, 132-134).

Afet olmadan önce muhtemel risklere göre oluşturulan senaryolar ile hesaplanan, hasar dağılımı, yayılımı ve şiddetine göre tespit edilen muhtemel az, orta ve ağır hasarlı yapıları, ölü, yaralı ve acil barınma ihtiyacı olanlar, üstyapı ve altyapı hasarına belirlenmesi ile oluşturulacak risk haritaları amacı doğrultusunda ölçeklendirilerek karar vericilerin afetin boyutunu daha kolay anlayabilmesi sağlanacaktır.

Ayrıca bir afet sonrası yönetimin sağlıklı yürütülmesi sağlamak amacıyla AYM merkezleri, itfaiye vb. ve çadır alanları, su depoları, yiyecek giyecek ve barınma gibi lojistik destek merkezleri vb. yapıların hasargörebilirlikleri dikkatlice incelenmeli ve önceliklendirilmelidir. Bu senaryolar altında ulaşım ağlarının durumları incelenerek kritik köprüler ve birinci öncelikli ulaşım ağlarında oluşabilecek hasarların tespiti yapılarak gerekli zarar azaltma eylemleri gerçekleştirilmelidir.

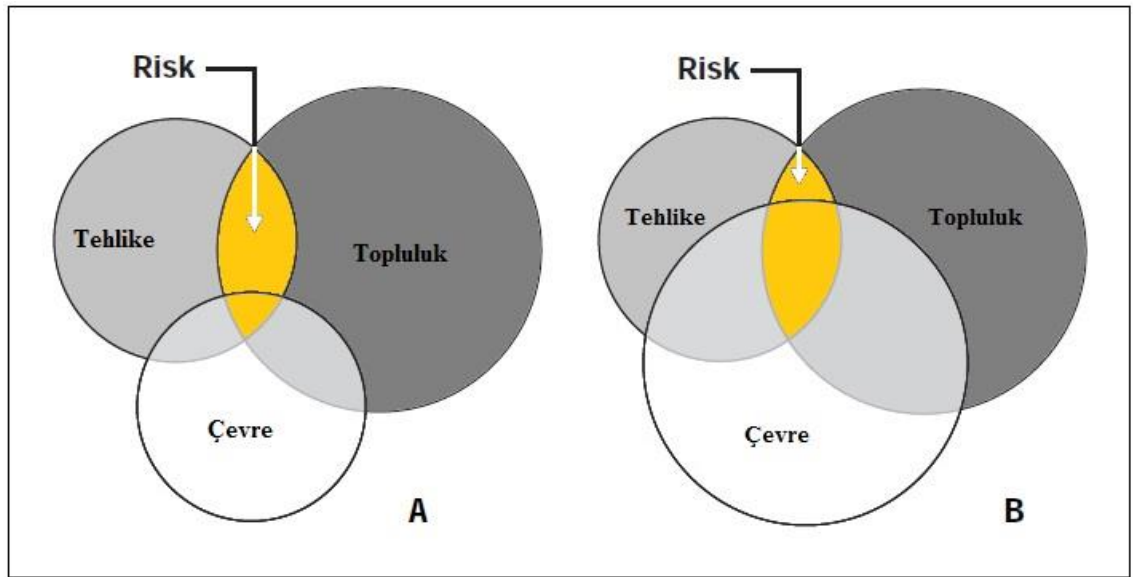
Afet olmadan olması muhtemel afet durumun doğru algılanması ve teşhisinin doğru şekilde kurgulanması ile oluşturulacak risk haritaları yapılacak zarar azaltma çalışmalarına önayak olacaktır. Beklenen tehlikeler ve bu tehlikelerin yol açacağı sonuçlar üzerine kurulan senaryolar ve senaryolardan çıkartılan sonuçlar doğrultusunda acil durum eylemleri ve organizasyonu oluşturulması gerekmektedir. Aynı zamanda senaryolar sayesinde geleceğe yönelik yapılan kestirimler, kaynakların nasıl kullanılacağını, neye öncelik verileceğini saptamak, karar vermek için bu tip bilgilere de gereksinim duyulmaktadır. Beklenen afetlere hazırlanmanın en iyi yöntemi yapılacak risk azaltma çalışmalarına önayak olacak senaryoların hazırlanmasıdır. Senaryolar ile analizleri yapılan ve sorgu sonucu oluşturulan risk haritaları tematik renklendirmeler yapılarak hasar ve kayıpların daha iyi belirtilmesi sağlanacaktır. Değişen verilere bağlı olarak afet sonucu oluşan risk değişimleri görülebilecektir. Bu sayede risk azaltma adına yapılan iyileştirme çalışmaları süreç yönetimi mantığı ile izlenip yönetilebilecektir.

Teknolojik gelişmeler doğrultusunda zarar azaltmanın afet yönetimi içinde uygulanmasını sağlayacak sistemlerin, güncel veriler ile tehlikelerin oluşturulacağı risklerin tespit edilmesini sağlayacak ilk aşama oluşturulan senaryolar olarak görülmektedir. Yapılacak risk analizleri ile afet ve acil durum planları oluşturulmalı ve etkinleştirilmelidir. Yine bu oluşturulacak senaryolar ile yapılacak ihtiyaç tespitlerinin

gerek yöneticilere gerekse de oluşturulacak haritalar ile internet üzerinden yayınlanarak halkın hareket tarzına da yön verilebilecektir. Sadece zarar azaltma evresinde olmayıp afet yönetiminin tüm evrelerinde uygulanacak eylem planlarının belirlenmesinde kritik bir öneme sahip olacaktır.

Risk, genel olarak doğal afet tehlikesi ile tehlike oluştuğunda doğuracağı sonuçların bütünü olarak tanımlanır. Bu riskin belirlenmesi için yapılan risk analizleri aynı zamanda fiziksel tehlikelerin belirlenmesinin yanında hasar görebilecek binaların tahmin edilmesi de sağlanacaktır (Şahin ve Tecim, 2006). Oluşturulacak risk modelleri tek bir afet için oluşturulabileceği gibi bu afetin oluşturacağı ikincil riskleri içine alan ve tüm riskleri ortaya koyabilecek bütünlük bir risk harita modeli de ortaya koyabilecektir. Bu risklerin daha iyi algılanması ve gözümüzde canlanmasını sağlamak amacıyla iki boyutlu ya da üç boyutlu arazi modelleri kullanılması faydalı olacaktır.

Şekil 2.2: Riskin, tehlike, çevre ve topluluk arasındaki etkileşimi



Kaynak: Risk yönetimi için genel kurallar (Boughton 1997)

Risk, tehlike, çevre ve topluluk arasındaki etkileşime göre belirlenir. Şekil 2.2'de de gösterildiği gibi afet yönetiminde çevremizin değişimi ve düzenlenmesi ile toplumların afetlerden kaynaklanan zararlarını azaltmanın mümkün olduğu gösterilmektedir (Boughton 1997).

Riskin tanımlanması, ölçümü, görüntülemesi ve değerlendirmesi gibi bir dizi faaliyeti içeren risk yönetimi (Torben Juul Andersen, 2002), eylem planları çerçevesinde oluşturulacak faaliyetler kapsamında risk azaltmaya dönüştürülmeli ve riskler ortadan kaldırılmalı ya da indirgenmelidir. Modern anlamda afet yönetimi, süreçlerin her aşamasında zarar azaltma çalışmalarının aktif bir şekilde uygulanan bir yaklaşım sergilemelidir.

Zarar azaltma safhasında yapılacak çalışmaları dört ana başlık altında toplamak mümkündür. Bunlar;

- a. Senaryoların Üretilmesi
- b. Mevzuat ve Yasal Düzenleme
- c. Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetleri
- d. Planlama ve Proje Geliştirme

olarak sayabiliriz. Tüm bu çalışmalara altlık oluşturması açısından eldeki güncel verilerin kullanılarak tehlikenin, hasar görülebilirliği ve riskin ilk tahmininin belirlenmesinde tüm tehlikeleri göz önüne alan senaryolar üretilmelidir.

a. Senaryoların Üretilmesi

Zarar azaltma evresinde yapılacak çalışmaların neler olabileceğini belirlemek için eldeki verilerin kullanılması ile üretilecek senaryolar ile tehlikelerin ve bunların oluşturacağı risklerin profillerinin öncelikle belirlenmesini içermektedir. Bu sayede ortaya çıkartılacak tehlike haritaları ve olası hasarın belirlenmesi ile yapılacak ve yapılamayacak işlerin ve eylemlerin ortaya çıkmasını sağlayacaktır.

Afet tehlikesinin ve mevcut risklerin her ölçüde belirlenmesi, geliştirilmesi ve afet tehlike haritalarının hazırlanması yapılacak çalışmaların hedef ve doğrultusunu göstermek bakımından oldukça faydalı olacaktır. Bu bakımdan senaryolar ile tespitleri yapılan bölgelerin taşıdıkları afet risklerini gösteren haritalar sürekli güncellemeye tabi tutulmalı ve mevcut afet senaryoları sürekli güncellenmelidir. Senaryoların sürekli güncellenmesi ayrıca yapılmış ve yapılmamış faaliyetlerin tespiti içinde gerekli olacaktır.

Sistem, senaryo verilerinin kullanılması ile yapılan analizlerin sonucu elde edilen senaryo verileri ile zarar azaltma faaliyetleri gerçekleştirilmelidir. Mevzuat ve yasal düzenlemeler, eğitim ve bilinçlendirme faaliyetleri ile planlama ve proje geliştirme süreçleri ile ilgili faaliyetler de birbirini takip etmelidir.

b. Mevzuat ve Yasal Düzenleme

Afet anında uygulanacak yasal mevzuatın gözden geçirilmesi ve ihtiyaç halinde yeniden düzenlenmelidir (Ergünay 1996, s.263). Senaryolardan elde edilen sonuçların değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan yapı stokunun yoğun şekilde hasar görmesi ve fiziki şartlarının kötü olması, yapı ve deprem yönetmelikleri, imar mevzuatı ve alan kullanımı yönetmeliklerinin gözden geçirilmesi ve gerekiyorsa yeniden düzenlenmesini gerektirecektir. Afet tehlikesine karşı güçlendirilmelere ve yeni yapılaşmalara yönelik belirli standartların geliştirilmeli, afetlerde uygulanacak mevzuatın gözden geçirilmesi, gerekli hallerde ilgili kanuni düzenlemelerin yapılmasının sağlanmasıdır. Yapı ve Deprem Yönetmelikleri ile alanların kullanımına dair yönetmeliklerin uygulamaya hazır hale getirilmesi (Ergünay 2002, s.6), gerekmektedir.

Şeffaflık ve bilgiye ulaşımın sağlanması, demokratik ortamların oluşturulması, sigorta sistemlerinin geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması gibi yeni düzenlemeler ele alınmalıdır (Şengezer ve Kansu 2001, s-9).

c. Eğitim ve Bilinçlendirme Faaliyetleri

Afet zararlarının azaltılması konusunda ilgili her kesimi kapsayan geniş kapsamlı eğitim faaliyetlerinin yürütülmesi gerekmektedir. Özellikle risk azaltma çalışmalarında riskin azaltılamadığı ya da transferinin mümkün olmadığı yerleşmeler üzerinde tehlikeli bölgelerin yeri, meydana gelebilecek zararı, korunmak için alınması gereken önlemleri konusunda topluma bilgi vermek eğitmek ve bilinçlendirme faaliyetleri yürütülmesi gerekmektedir.

Toplumu oluşturan her kesimin zararların azaltılması ve afetlerden korunma konusunda eğitimden geçirilmeleridir. Bu eğitimler okul öncesi eğitim ile başlanmalı ve afetlere ilişkin temel bilgilerin tüm eğitim müfredatında yer alması gerekmektedir. Kamu ve özel kesim, bu konudaki radyo ve televizyon yayınlarına yer verilmesi vb. nitelikteki faaliyetler ile, gerekli bilincin oluşturulması konusunda işbirliği içinde olmalıdır.

Risklere karşı duyarlılığın oluşmasını sağlamak ve afet sonrası yapılması gerekenler konusunda toplumun tüm kesiminin katılımının sağlandığı yaşam boyu eğitim duyarlılığı oluşturulmalıdır. Ayrıca yaşadığımız yapay çevrenin oluşumunda katkısı olan mühendis, mimar, usta çırak gibi ilgili tüm meslek elemanlarının teknik personelin afetler konusunda eğitilmesi çok büyük önem arz etmektedir (Şengezer ve Kansu 2001, s-9).

d. Planlama ve Proje Geliştirme

Zarar azaltma planları mutlaka tehlike ve risk analizlerine dayandırılmalıdır. Afet etki tespit sisteminde oluşturulacak senaryo analizleri sonucu ihtiyaç duyulacak bilimsel ve teknik araştırma-geliştirme faaliyetlerinin planlanması ve uygulanması, afet tehlikesi ve riskinin makro ve mikro ölçekte yeniden belirlenmesi, geliştirilmesi ve tehlike haritalarının hazırlanması gerekmektedir.

Afet zararlarının azaltılması konusu sadece insanların afet öncesi ve sonrasında korumaya yönelik olmadığı, ülkenin kalkınmasının önünde bir engel olarak durduğu da gözden kaçmamalıdır. Özellikle gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerin afetlerden daha fazla etkilendikleri gözlemlenmektedir.

Yılmaz'ın (2003, ss.23-66) açıkladığı gibi:

Şöyle ki, kalkınma ile afet olgusu arasındaki ilişki oldukça önemli olup, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, afetler, kalkınma planlarını sekteye uğratabilmekte ve yıllarca süren kalkınma gayretlerini bir anda tahrip edebilmekte; afet sonrasındaki yeniden inşa çalışmaları kalkınma planlarının güncellenebilmesi için önemli fırsatlar sunabilmekte; kalkınma planları, bir bölgenin afet riskini arttırabilmekte ya da bu riski ve de afetlerin olumsuz etkilerini azaltabilmektedir.

Dolayısıyla afet zararlarının azaltılması kavramının, kalkınmanın her aşamasında dâhil edilmesi ve uygulanmasının sağlanması gerekmektedir. Buna kapsamda yapılacak çalışmalara, ülke için gerekli afet erken uyarı ve kontrol sistemleri gibi afetlere karşı önleyici ve zarar azaltıcı mühendislik tedbirlerinin planlanması, kurulması ve geliştirilmesi gibi pek çok faaliyet sayılabilir.

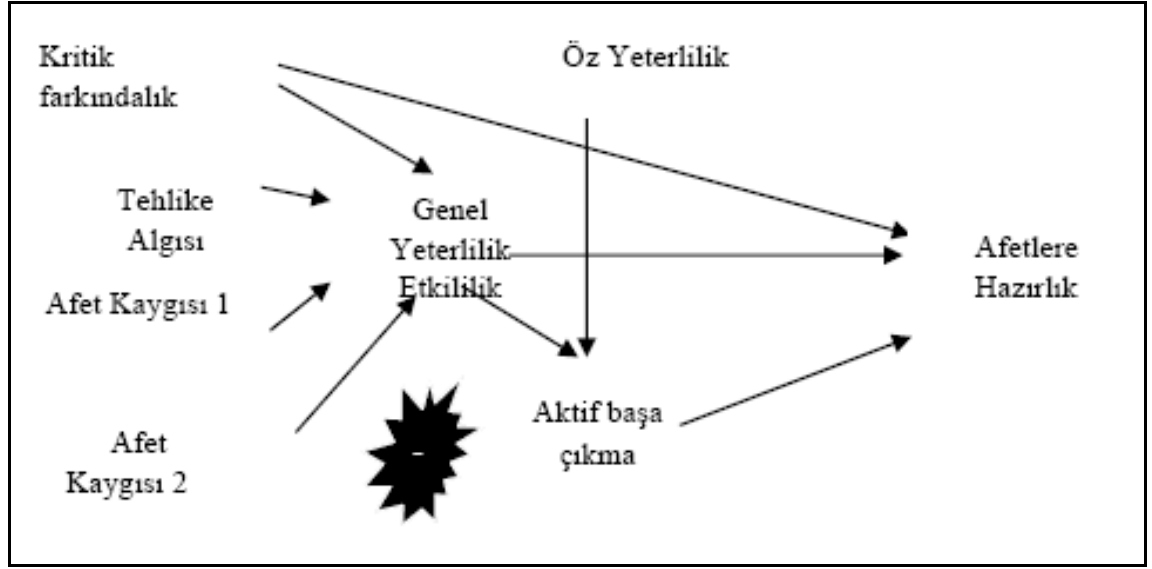
Mevcut planların güncelleştirilmesi ve geliştirilmesi ile risk altındaki yapı, tesis ve alt yapının güçlendirilmesi projelendirilmeli, bunun mümkün olmadığı durumlarda risk altındaki yapıların ve bu yapılarda yaşayan insanların kamulaştırma ve nakil ile korunması sağlanmalıdır. Yer seçimi ilkelerinden başlayarak yapılaşmada daha yüksek standartlar belirlenmeli ve bunları sağlamak üzere ekonomik yöntemler geliştirilmelidir (İnan 2008, ss.24-25). Özellikle afet esnasında ve sonrasında görev alacak ve kullanılacak İtfaiye, karakollar, okullar, hastane vb hayati tesislerin güçlendirilmesi sağlanmalıdır. Çevre ve doğal hayatı korumaya ve yaşam kalitesini arttırmaya yönelik yapılan çalışmalar doğrultusunda afet tehlikesine karşı güçlendirmeleri ve yeni yapılaşmalara yönelik belirli standartların da geliştirilmesi gerekmektedir (Doğan 2007, s.133). Örneğin deprem riski yüksek olan bir bölgede yapılacak konut vb. yapı stokunun depreme dayanıklı hale getirilmesi, güçlendirilmesi veya önceden belirlenen standartlara uygun inşasının sağlanması gerekebilecektir.

2.2 HAZIRLIK

Afet öncesi yönetimin ikinci aşaması olan hazırlıklı olma aşaması, “önceden hazırlık aşaması” olarak da ifade edilmekte olup; zarar azaltma aşamasında yürütülen faaliyetlerin, afetleri tamamen önleyemeyeceği gerçeğinin ve de dolayısıyla, bir afete karşı her zaman hazırlıklı olma gereğinin bir sonucudur. Buna göre, bu aşama, bir afetin meydana gelmesi halinde, ortaya çıkabilecek olumsuz etkileri ve vereceği zararı azaltmak için yapılan çalışmaları kapsamaktadır diye ifade edilmektedir.

Risk yönetimi kapsamında hazırlıklı olma sürecini Paton, Smith ve Johnston (2000) Afetlere Hazırlıklı Olma Modeli’ yle şekillendirmişlerdir (Karancı 2008).

Şekil 2.2: Afetlere Hazırlık Modeli (Karancı 2008)



Kaynak: Afetlere Hazırlık Modeli (Karancı 2008)

Kriz yönetim aşamalarından daha önemli bir afet yönetim aşaması olan hazırlık, temel amacı, bir afet meydana geldikten sonra, acilen ve etkin bir şekilde mümkün olan en fazla sayıda insana yardım ulaşmasını sağlayarak, can kaybını ve yaralı sayısını azaltmak ve de afete ilişkin iyileştirme çalışmalarına hız kazandırmaktır. Fakat tüm bunların afet öncesi kestirimlerinin yapılması ve ona göre hazırlanılması için senaryolar oluşturulmalıdır. Zarar azaltma aşamasında oluşturulan senaryolar bu aşamada da kullanılabilir. Bu nedenle Bu süreci, risk azaltma aşamasından kesin çizgilerle ayırmak mümkün değildir. Risk azaltma aşamasında oluşturulan kurumsal yapıların, hazırlanan senaryoların afet sonrası çalışmalara doğru hız kazandığı, güncelleştirildiği, tatbikatların yoğunlaştığı bir dönem olarak algılamak gerekmektedir. Risk azaltma aşamasında, riski azaltmaya yönelik uzun soluklu çalışmalar ne denli yapılmış ise, afete karşı hazırlık çalışması o denli sağlıklı ve kolay olabilecek, bu dönem ağırlıklı olarak afet sonrası insan kaynaklarının organizasyonuna yönelik çalışmaları kapsayacaktır (Şengezer ve Kansu, 2001).

İnsanların hayatlarını etkileyen ya da kesintiye uğratan ve acil durum gerektiren olayların etkilerinin tespit edilmesi ve gerekli müdahalenin bir an önce yapılması öncelikli olarak çok iyi bir hazırlık döneminin geçirilmesi ile mümkün olacaktır. Hazırlık döneminin iyi

olması müdahalenin hızlı yapılmasına ve meydana gelecek ikincil tehlikelerin ve bunlarla birlikte yaşanan pek çok olumsuzlukların ortadan kaldırılmasına ya da etkilerinin azaltılmasına olanak da sağlayacaktır.

Tehlikeler, risk yönetimi kapsamında uygulanmaya çalışılan zarar azaltma çalışmalarında, yapılan tüm çalışmalara ve alınan tüm önlemlere rağmen risk oluşturmaya devam edebilmektedir. Buna mevcut riskin transfer edilememesi gibi olumsuzların da eklenmesiyle tehlikelerin oluşturacağı muhtemel sonuçlar çok daha ağır olacaktır. Afet risklerinin ortadan kaldırılması ya da azaltılması sağlanamıyorsa beklenen tehlikeler ve bu tehlikelerin yol açacağı sonuçlar üzerine kurulan senaryolar ve senaryolardan çıkartılan sonuçlar doğrultusunda acil durum eylemleri ve organizasyonu oluşturulması gerekmektedir. Organizasyonun ihtiyaçları doğrultusunda riskin yüksek olduğu bölgelere kurulacak lojistik merkezlerin yerlerinin tespiti içinde kullanılabilir. Bu sonuçların önceden görülebilmesi ve ona göre hazırlıkların yapılması çok büyük önem arz etmektedir.

Yapacağımız afet senaryolarının amacı özellikle var olan tehlikelerin özelliklerini saptamak, bu tehlikenin var olan yaşam ortamları üzerindeki etkilerinin ne olabileceğinin tahmini yapmak, risk önceliklerini belirlemek, afete kadar bu riskin azaltılması yönünde alınması gerekli önlemlerin ve stratejilerin çerçevesini belirlenmesinin yanında afet öncesi yapılacak hazırlık çalışmalarına, organizasyon yapılanmalarına girdi oluşturacaktır.

Hazırlanan senaryolar doğrultusunda öncelikle planlamada gereksinimler saptanır. Bu planlar yalnızca tek bir tehlikeye yönelik belirli yaklaşımlardan çok bütün tehlikeler bakımından düşünülmelidir. Risk analizleri sonucu hesaplanan can kaybı, yaralı sayısı, üstyapı ve altyapı hasarına göre lojistik ihtiyaçlar daha gerçekçi belirlenerek, imkânların doğru kullanılması sağlanacaktır. Oluşturulan senaryolar gereği yetersiz kalan yerel kaynaklar planlar doğrultusunda ulusal kanallardan, onlarında yetersiz kaldığı durumlarda ise uluslararası kaynaklardan temini yoluna gidilmelidir. Afet yönetim merkezleri senaryolar ile ortaya çıkan sonuçları kullanarak geleceğe yönelik kestirimlerde bulunarak kaynakların nasıl kullanılacağı da belirlenebilmektedir.

Depremler başta olmakla üzere bazı afetler oluş zamanı belli olmayan ve oluşturmuş oldukları ağır olumsuz sonuçlar nedeniyle sürekli hazır olunmayı gerektirmektedir. Afet anlarında ve sonrasında hızlı müdahale insan hayatını kurtarmada son derece önemlidir. Olayın gerçekleştiği andan itibaren her türlü yardıma hazır olmak ise ancak afet öncesi hazırlık çalışmaları kapsamında yapılan iyi bir planlama ile mümkündür (Erkal ve Değerliyurt 2009, ss.152-153). Bu nedenle, afet anında ve sonrasında seferber edilecek imkânlar ile kurtarma faaliyetlerinde kullanılacak teçhizatın ve acil yardım malzemesinin farklı noktalardaki malzeme depolarında önceden bulundurulması gerekir. Kurtarma ve yardım görevini yerine getirecek kurumlar ellerindeki stokları uygun şartlarda ve afet anında en kısa sürede harekete geçirecek biçimde muhafaza etmelidirler. Lojistik destek planları çerçevesinde ihtiyaç duyulan miktardaki malzemenin sevkiyatı mevcut durum değerlendirilip doğru kararlar verilerek yapıldıktan sonra afete müdahale başlatılmalıdır. Bunun için de afetin büyüklüğüne bağlı olarak acilen veya daha sonradan ihtiyaç duyulacak malzemelerin nereden hangi sürede ve ne maliyetle temin edileceği hususunda afete hazırlık aşamasında çalışma yapılarak bilgi/veri tabanları ve karar destek mekanizmaları oluşturulmalıdır. Afet bölgesine yurtiçi ve yurtdışından gönderilecek yardım malzemelerinin nerede ve nasıl geçici olarak depolanacağı, koordinasyon sağlanarak nasıl dağıtılacağı konusundaki çalışmalar da afet bilgi ve karar destek teknolojisi kullanılarak afete hazırlık aşamasında yapılmalıdır (Kadioğlu ve Özdamar 2008, s.1-34). Çok sayıda resmi, özel birim ve toplum kuruluşlarının eşgüdümünü, ortaklaştırılmış eğitim ve donanımlarının (Doğan 2007, s.130), ortak bir amaç doğrultusunda kullanımının nasıl olacağı hazırlık kapsamında planlara dâhil edilmelidir. Bireylerin afet anında nasıl davranacağı ve nasıl hareket etmesinin gerektiği de afete hazırlık aşamasında tespitinin yapılarak gerekli eğitimlerinin ve bilinçlendirme faaliyetlerinin eksiksiz ve sürekli bir şekilde yenilenmesi gerekmektedir.

Senaryoların hazırlanması, acil durum planlarının hazırlanması ve geliştirilmesi, bu planlarda görev ve sorumluluk verilen personelin, eğitim ve tatbikatlarla, bilgi düzeyinin geliştirilmesi, arama- kurtarma faaliyetlerinin örgütlenmesi, geliştirilmesi ve yaygınlaştırılması, alarm ve erken uyarı sistemlerinin kurulması ve geliştirilmesi, gerektiğinde bölgesel ve yerel ölçekte acil yardım malzemelerinin stoklanması gibi faaliyetler bu aşamada yapılmaktadır (Deprem Şurası 2004, s.17).

Genel bir tanımla acil yardım planı, bir yerleşme biriminin, bu birim köy, ilçe veya il olabilir, karşı karşıya bulunduğu tehlikeleri, bu tehlikelerin meydana gelmesi halinde uğranacak, kayıp ve zararları gerçekçi bir biçimde ortaya koyan ve bu kayıp ve zararların en düşük düzeyde tutulabilmesi için, kimlerin, ne zaman, hangi görev ve yetkiyle, hangi kaynaklar kullanılarak görev üstleneceklerini açıkça tanımlayan bir belgedir (Ergünay 1999, s.7).

Oluşturulacak senaryolar kapsamında afete hazırlanmak, ne ile karşılaşılacağına bilinmesini ve önlemlerle afetin yol açabileceği can, mal, sağlık vb. gibi kayıpların en az seviyede olmasını sağlar. Bu sonuçlara göre merkezi ve yerel nitelikteki afet ve acil durum planları hazırlanmalı ve sürekli güncellenerek geliştirilmelidir. Sürekli güncelleştirilen afet senaryoları temel altlık oluşturmalı, hızlı sonuçlara ulaşabilmek için planların bu senaryolar ile sürekli güncelleştirilmesi resmin tekrar görülmesi açısından önem taşımaktadır. Oluşturulan afet senaryolarının muhtemel sonuçlarına göre arama-kurtarma personelini de bu kapsamda belirlenmeli, eğitimler ile kabiliyetlerini geliştirmeli, tatbikatlar ile devamlı hazır halde bulundurulmalıdır. Afet anında ve sonrasında görevlilerin kullanacağı her türlü teçhizat, yiyecek, içecek giysi gibi günlük tüketim malzemelerinin ve tıbbi malzemelerin stoklanması ve dağıtımını ile ilgili tüm ilkelerin belirlenmesini de gerektirmektedir. Afet planlarında kurtarma ve ilkyardım faaliyetlerine katılacak hizmet gruplarının oluşturulması, görevleri, çalışma esasları, yetki ve sorumlulukları açık ve kesin ifadelerle belirtilmelidir. Hazırlanacak planlar doğrultusunda görev alacak diğer personelle ilgili görev ve sorumlulukların belirlenmesinin yanında personelin gerekli eğitimler ve tatbikatlar ile devamlı hazır halde bulunmaları gerekecektir.

Ayrıca hazırlık kapsamında yapılacak çalışmalarda afetin önceden tespit edilmesine yönelik alarm ve erken uyarı sistemlerinin kurulması, işletilmesi ve geliştirilmesi gibi faaliyetler göz önüne alınmalıdır (Ergünay 2002, s.7). Gerek arama-kurtarma anında gerekse afet sonrası kullanılacak muhtemel her türlü lojistik malzemenin tespit edilmesi de sağlanmalıdır. Gerekli her türlü malzemenin nerde ve hangi depolarda stoklanacağını tespit edilmesi de önemli bir husus olarak karşımıza çıkacaktır. Tüm bu hazırlıkların

yerine getirilebilmesi afet anında sonrasındaki çalışmalarda kolaylık sağlamanın yanında afet sonrası karmaşıklığı da önleyebilecektir.

Tahliye için güvenli alanları oluşturulması gibi acil eylemler için alanların sağlanması, uyarı sistemlerinin tasarlanmış olması, acil haberleşme sistemlerinin oluşturulması, kamu eğitiminin sağlanması, eğitim programlarının oluşturulması, yayınların yapılması, katalogların hazırlanması faaliyetlerin güncelleştirilmesi çalışmaları bu aşamada yoğunlaştırılmalı ve gerçekleştirilmelidir (Şengezer ve Kansu 2001, s.9).

Afet sonrası krize hazırlıklı olunabilmesi için kriz sırasında görev alacak personel ve kullanılacak ekipman ile ilgili envantere gereksinim vardır. Bu envanter, gerek yerel gerekse merkezi yönetimin afet etki alanı içinden ve dışından hatta uluslar arası boyutta afet sonrası yararlanılacak tüm insan gücü ve ekipman açısından potansiyeli ortaya koyar. Bu envanterin kriz anında kullanılacak araç-gereç ve oluşacak riskin büyüklüğüne ve bu büyüklüğe bağlı olarak yapılacak işlerin dökümüne, dolayısıyla afet senaryolarına bağlıdır (Şengezer ve Kansu 2001).

Personelin bulunduğu alana nasıl ve ne kadar sürede ulaşabileceği, görevlendirilecek personelin afetten etkilenip etkilenmeyeceği dikkate alınması gerekli konulardır. Erişim sorunu dikkate alındığında hemen deprem sonrası kurtarma ve acil yardım konularında depremden etkilenen insanların önemli bir insan kaynağını oluşturacağını ve unutmamak gerekmemekte, bu açıdan da deprem öncesi halkın bu konularda eğitimi ve araç-gereç teminine erişebilecek mesafelerde bulunması, bu anlamda planlanması önemli noktalardan biri olmaktadır (Şengezer ve Kansu 2001).

Ayrıca hazırlık kapsamında yapılacak çalışmalar arasında kentsel dönüşüm projelerinin faaliyete geçirilmesi ile bazı kritik yapı ve tesislerin güçlendirilmesini de söyleyebiliriz.

2.3 MÜDAHALE

Bir afetin oluşumundan hemen sonra başlayarak, afetin türüne, büyüklüğüne, afetin meydana geldiği bölgenin özelliklerine göre azami olarak 1–2 aylık bir süre içinde gerçekleştirilen faaliyetlerdir (Ergünay 1996, s.266).

Bu faaliyetlerin ana hedefi, arama ve kurtarma ekiplerinin en kısa sürede bölgeye ulaşmasını sağlamak ve mümkün olan en kısa süre içerisinde çok sayıda insan hayatını kurtarmaktır. Yaralıların tedavisini sağlamak, açıkta kalanların barınma, beslenme, tahliye, korunma, ısınma, güvenlik, psikolojik destek gibi hayati gereksinimlerini en kısa süre içerisinde ve en uygun yöntemlerle karşılamaktır (Deprem Şurası 2004).

Bu safhada yapılan faaliyetler arasında (Ergünay 1996, s.266); haber alma ve ulaşım, ihtiyaçların belirlenmesi, arama ve kurtarma, tıbbi malzemenin sağlanması, sağlık birimlerinin kurulması, İlk yardım, tedavi, tahliye, geçici iskân, yiyecek, içecek, giyecek, yakacak temini, güvenlik, çevre sağlığı ve koruyucu hekimlik, hasar tespiti, tehlikeli yıkıntıların kaldırılması, ölümlerin defnedilmesi, salgın hastalık gibi ikincil afetleri önleyecek tedbirlerin alınması, eğer varsa yangın ve sel gibi zincirleme afetlerin büyümesinin önlenmesi, elektrik, su gibi altyapı sistemlerinin çalışır duruma getirilmesi ve yağmalamalara karşı güvenlik tedbirleri gibi birçok faaliyet sıralanabilmektedir.

Müdahale evresinde ilk saatler çok önemlidir. Afet veya acil durumlar sonrası yapılacak kurtarma ve ilk yardım faaliyetleri kamunun tüm güç ve kaynaklarının en hızlı şekilde ve etkili yöntemlerle afet bölgesinde kullanılmasını sağlamalıdır. 1999 yılında yaşanmış olan her iki deprem gerek koordinasyon eksikliği gerekse de afet öncesi hazırlık aşamasında yapılacak çalışmaların yetersizliği nedeniyle kayıpların büyük olmasına yol açmıştır.

Müdahale aşamasında yapılacak çalışmaların başarısı, risk yönetim süreci içerisinde yapılan zarar azaltma ve hazırlık çalışmalarının başarısına bağlıdır. Uluslararası Kızılay-Kızıllaç Federasyonu (IFRC), Afet Planları Hazırlama Yönerge Taslağı'na göre; "Afet müdahale planlamasına harcanan zaman; afet meydana geldiğinde kazanılan zamandır"

(IFRC Afet Planları Hazırlama Yönerge Taslağı), diye belirtilmektedir. Afet müdahalesi temelde bir kaynak yönetimi sürecidir. Mevcut kaynakların, ihtiyacı olanlara doğru şekil ve zamanda ulaşmasını sağlama çalışmalarıdır. Afet anında mevcut imkânlarla en hızlı erişimin çok büyük önem kaydettiği bu aşamadaki çalışmaların başarısı afet öncesi yapılan çalışmaların başarısı ile doğru orantılıdır. Müdahale aşamasında yaşanacak herhangi bir gecikme, afetzedelerin etkilenmesinin yanında toplumun tüm kesimlerini etkileyebilecektir. Aksaklıkların yaşanmaması, zamanında ve etkili bir erken müdahale sistemi oluşturmak planlanmanın realist gerçekler göz önüne alınarak hazırlık aşamasında inşa edilmesi ile gerekmektedir. Hazırlanan planlar, alıştırmalar ve tatbikatlar doğrultusunda değerlendirilip geliştirilerek gerçeğe yakın yapılan operasyonlar yoluyla müdahalenin değeri ölçülebilmeli ve stratejik olarak hazırlanan planlar acil eylem planlarına dönüştürülmelidir.

İleride olacak / olası bir afet sırasında gereksinimlerin saptanması / hesap edilmesi iki ana kaynak üzerine oturtulur. Bunlardan birincisi afette hizmet konu / amaçları ve bunların gerektirdiği işlerin tanımlandığı ve listelenmesi ile oluşan kaynaktır. Bunun için birinci adımda afet türüne göre, sunulacak olan hizmetlerin / konuların (kurtarma, sağlık, ulaşım, iletişim, ölümlerin defni, yerleştirme, enkazın kaldırılması vb.) bir listesi yapılır. İkinci adımda; bu konuların gerektirdiği, işlerin (örneğin sağlıkta; triaj, yaşam idamesi bakımı, yaralı tahliyesi, hastane bakımı, çevre sağlığı vb) listelenmesi ve tanımlanması yapılır. Üçüncü adımda ise; bu işlerin altına, bu işi gerçekleştirmek için gerekli olan şeyler (insangücü, araç-gereç, fizik yapı, para vb) nicel ve nitel olarak tanımlanır ve listelenir. Aslında, bunlar bilinen şeylerdir, dolayısı ile de listelenmesi çok kolaydır.

Hazırlık aşamasında karşı karşıya kalınabilecek afetlere karşı plan yapmak, var olan kaynakların belirlenmesi, afet sonrası gereksinimlerin hesaplanması ya da tahmin edilmesi ve kaynaklar ile gereksinimlerin karşı karşıya getirilerek oluşturulan stratejik ve eylem içeren işlemlerdir. Afet durumunda neye ve ne kadar gereksinim duyulacağını tahmin edilebilmesi, eldeki kaynakların hangilerinden ve nasıl yararlanacağı çıkarılır. Bir afet sırasında gereksinimlerin miktarlarının saptanması / hesap edilmesi iki ana veri üzerine oturtulur. Bunlardan birincisi, afette hizmet konu / amaçları ve bunların gerektirdiği işlerin tanımlandığı ve listelenmesi ile oluşan kaynaktır. Yani, iş ve eylemler

ile bunlar için gerekli olan araç-gereç ve insangücü listesidir. İkincisi ise afet varsayım ve senaryolarıdır.

Senaryoların esası, belli bir olay türünün (deprem, sel, yangın vb.) ve farklı şiddetlerinin olması halinde sonuçlarının (kırım ve yıkımlarının) öngörülmesine - hesaplanmasına dayanır. Senaryoların farklı afet türü ve farklı şiddetlere göre kurulması çok önemlidir. Aksi takdirde tek bir plan ortaya çıkar ve bu pratikte bir işe yaramaz. Örneğin; sel için oluşturulan bir planın depremde hiçbir yararı olmaz. Aynı şekilde, deprem için tek bir senaryoya dayalı planlar, olayın haber alınması ile yapılması gereken ön değerlendirme ve planın revize edilmesi işlemlerinin çok uzamasına ve yanıtın gecikmesine neden olur. Dolayısı ile de pratikte çok fazla bir yararı olmaz. Oysa çok seçenekli senaryolara dayalı deprem planları var ise, bunlardan biri gerçek olaya çok yakındır ve plan hemen yürürlüğe sokulabilir. Gerçek olay ile plan arasındaki küçük farklılıklar da olayın akışı sırasında revize edilebilir.

Oluşturulacak olan senaryolarda; olayın türüne ve farklı şiddet varsayımlarına göre, beklenen hasar miktarları hesaplanır. Böylece, her varsayım için, beklenen bina hasarı, ölüm ve afetzede sayısı gibi tahminlerde bulunularak, afet senaryo seçenekleri oluşturulur. Hazırlık aşamasında hazırlanmış olan listelerden hareketle, bu senaryoların gerektirdiği, insangücü, çadır, araç - gereç hesaplanır. Böylece, bir afet halinde ortaya çıkacak olan gereksinimlerin miktarları tahmin edilmiş olur (Serdar Esin ve diğ. (2000) ss.26-27).

Deprem olduğunda ilk bilinmesi gereken, depremin nerde olduğu ve nereleri etkilemiş olabileceğidir. Deprem olmadan önce, olası bir depremin hangi bölgeleri etkileyeceği, hangi bölgelerin etki alanı dışında kalacağına ilişkin tahminler, deprem sonrasında yapılacak işlemlerin organizasyonunda büyük kolaylık sağlar. Böylece ilk yardım çalışmaları doğru yerlere yönlendirilebilir. Ülke afet master planı içinde bu çalışmaların yapılması, olası bir depreme karşı, meydana gelebilecek hasarın önceden bilinmesi, afet sonrası gerekli önlemlerin hızla alınmasına ve deprem anında zaman kazanılmasına yardım eder (Şengezer ve Kansu 2001, ss. 27-29,132-134).

Günümüzde meydana gelen değişimler doğrultusunda bilimde ve teknolojinin ulaştığı son noktanın da yardımıyla afetlerin ortaya çıkmasından önce ya da meydana geldikten sonra oluşturacağı etkinin, nereyi ne kadar etkileyeceği gibi soruların cevapları aranmaktadır. Bunların bilinmesi ile aynı zamanda neye ne kadar ihtiyaç duyulacağını tespit de yapılmış olacaktır. Müdahale aşamasını en önemli argümanlarından bir tanesi olan insangücünün planlaması, kaynak tanımlama ve kapasite analizi gibi insangücü planlarını geliştirmenin en önemli adımlarından ikisidir (Doğan 2007, s.175). Bu çalışmayla aynı zamanda müdahale aşamasının en önemli noktalarından bir tanesi olan ve genelde kısıtlı bulunan insan kaynağını da bu etki tespiti ile planlamasının doğru bir şekilde yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Afet olmadan önce muhtemel risklere göre oluşturulan senaryolar ile afet sonrası afet ile ilgili bilgiler kullanılarak hesaplanan hasar dağılımı, araziden gelecek veriler ile kıyaslanarak, güncel hasar yayılımı ve şiddetine göre, en uygun afet planı en kısa sürede uygulanabilecektir. Afet öncesi hazırlanan senaryolar ile afet sonrası ortaya çıkan sonuçların karşılaştırılması sonucu gerçek vakaya en uygun olan senaryo devreye alınarak senaryo gereği hazırlanan acil eylem planları devreye sokulmalıdır. Afet anında gerek iletişimin yetersiz olacağı gerekse afet bölgesinden gelecek bilgilerin yanlış ve eksik oluşu yöneticilerin doğru karar almasını engelleyecektir. Afet öncesi hazırlık aşamasında oluşturulacak senaryolar için harcanan zamanın acil durumların en belirgin özelliği olan karışıklıkların önlenmesinde önemli bir rol oynayacak ve kaos anı ile baş edebilmek daha kolay olabilecektir. Meydana gelen afet sonrasında ilgili birimlerin gerekli bilgilere anında ulaşabileceği ve ekipleri yönlendirmeye olanak sağlayacak, kazanılan zaman ve insan gücünün rasyonel kullanımı ile daha fazla can kaybı önlenilecektir.

Kurulacak sistemler ile ölü, yaralı ve acil barınma ihtiyacı gibi önem arz eden durumları kestirimler ile tahmin edebilmek, kurtarma ekiplerinin ve yardım malzemelerin açık olan en uygun güzergâhı kullanarak afet bölgesine ulaşarak mümkün olan en fazla sayıda insanı enkaz içerisinden kurtarmak ve tahliye etmeyi sağlayabilecektir.

2.4 İYİLEŞTİRME

İyileştirme aşamasındaki çalışmaları “iyileştirme (recovery)” ve “yeniden inşa (reconstruction)” faaliyetleri olarak iki başlık altında irdelemek mümkündür. Bu safhada yürütülen faaliyetlerin ana hedefi kısa vadede hayati ihtiyaçlarının minimum düzeyde karşılanabilmesi uzun vadede ise afetten etkilenen veya zarar gören tüm insan aktivitelerinin afetten önceki düzeyden daha ileri bir düzeyde karşılanabilmesi amaçlanmaktadır. Afet yönetim sürecinin son aşaması olup herhangi bir afet meydana geldikten sonraki uzun vadede daimi iskân ve normal yaşama geçiş ile ilgili tüm önlemlerin alınması gerektirmektedir (Ergünay 1996).

Ana hatlarıyla;

- a. Afetin doğurabileceği ekonomik ve sosyal kayıpların en düşük düzeyde kalmasını ve yaraların bir an önce sarılmasının sağlanması;
- b. Afetten etkilenen topluluklar için güvenli ve gelişmiş yeni bir yaşam çevresinin oluşturulması, faaliyetlerini içerir (Ergünay 1996, s.269).

Toplumun zarar görmesini engelleyecek her türlü zarar azaltma çalışmalarının uygulanması, bertaraf edilemeyen risklere karşı hazırlıkları yapmak, afetin meydana geldiği andan itibaren müdahaleyi etkin bir şekilde uygulayarak enkaz altında bulunanları kurtarmak ve riskli yerde bulunanları bir an önce tahliye etmek gerekmektedir. Tüm hasar tespit çalışmaları sonrasında da iyileştirme faaliyetlerine başlayarak mevcut durumu eskisinden daha iyi bir duruma getirmek gerekecektir. Burada önemli olan bu süreçlerin bilinmesi değil bu süreçler içindeki faaliyetlerin nasıl gerçekleştirileceğidir (Ergünay 1999).

İyileştirme Aşaması, Ergünay’ın (1999) belirttiğine göre ana hedefi; “.. Afete uğramış toplulukların haberleşme, ulaşım, su, elektrik, kanalizasyon, eğitim, uzun süreli geçici iskân, ekonomik ve sosyal faaliyetler ve yaşamsal aktivitelerin minimum düzeyde karşılanabilmesi için gereken tüm çalışmaları yapmak...” (Ergünay 1999), olan “iyileştirme aşaması” afet sonrası safhasının ilk aşamasıdır. Bu aşamadaki en önemli problem afetzedelerin uzun süreli geçici iskân sorunudur.

Afetzedelerin barınma sorunları genelde üç şekilde çözümlenmektedir (Ervan 1996, s.305).

- a. Başka bölgelerde geçici iskân,
- b. Afet bölgesi içinde toplu barınma,
- c. Geçici barınaklar.

Sağlıklı bir barınma ve aile hayatına en uygun olan iskân geçici barınaklar ile sağlanabilmektedir. Bu sayede toplu yaşama ile ortaya çıkabilecek sağlık sorunlarının da önüne geçilmiş olur. İyileştirme evresinde idarenin normal yasama dönüş için gerekli tedbirleri mümkün olduğunca hızlı alması gerekir. Çünkü afetlerin üzerinden kısa bir süre geçtikten sonra medya ve kamuoyunun azalan ilgisi ile afetzedelerin sorunları çözümsüz kalabilmektedir.

Yeniden inşa aşaması; toplumun afet nedeniyle bozulan sosyo-ekonomik yapısının ve afetzedelerin psiko-sosyal yaşantısının en azından afet öncesindeki düzeye yükseltilmesi, yıkılan veya hasar gören tüm yapıların yeniden inşası gibi çok geniş alanlara yayılan faaliyetleri kapsamaktadır (Yılmaz 2003, s.66). Kamu hizmetlerin eskisinden daha etkin ve verimli olarak sağlanması, zarar gören yapıların ve kent altyapı tesislerinin onarımı ya da yeniden inşası, ekonominin yeniden canlandırılması gibi çalışmalar yeniden inşa evresinde yapılır. Söz konusu faaliyetler afetin büyüklüğüne bağlı olarak birkaç yıl sürebilir. Bu faaliyetler uzun dönemli bir planlama ile yapılmalı, kalkınma planlarına uygun olmalı ve afet veya acil durum tehdidi göz ardı edilmemelidir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, sınırlı olan kaynakların etkin kullanımı için yeniden inşa evresinin çok iyi planlanması ve plana uygun hareket edilmesi bir zorunluluktur.

Yeniden inşa evresinin asıl amacı bir afet veya acil durum sonrası ortaya çıkan olumsuzlukların ortadan kaldırılmasına yönelik olsa da gelecekte olası afetlere karşı risklerin azaltma aşamasının başlangıcı ve hazırlanmanın ön koşulu olduğu için de önemlidir. Onun için bu evre kriz yönetimi çalışmaları ile risk yönetimi çalışmalarını birbirine ilişkilendiren evredir.

Afet acil durumun bertaraf edilmesi sonrasında öncelikli olan asıl hedefin, zarara uğramış birey ve toplulukların desteklenmesi olduğu kadar, yerel ekonomik canlılığın yeniden kazanılması, alt yapının geliştirilmesi, sanayinin ve ticaretin desteklenmesi, toplumun eğitimi, sosyal ve psikolojik destek hizmetlerinin sağlanarak toplumun olası bir yeni afet karşısında daha dirençli kılınması yönündeki çalışmalardır (Doğan 2007, s.132).

Her sektörde mal ve can kaybının ve ekonomik bedelin ortaya konması, yapıların durumunun ortaya çıkarılması ve hangilerinin tekrar kullanılabileceğinin tespit edilmesinin yanında afet bölgesinde yaşayan halkın sosyo-ekonomik yapısını tanımlamaya yönelik olarak anket çalışması yapılmasında da yarar vardır. Hasar tespit sonuçları ve sosyo-ekonomik analizler, gerek planlama gerekse inşa sırasında yeniden yapılanma için kullanılacak olan önemli girdiler olacaktır (Şengezer ve Kansu 2001, s.11). Bu aşamada da tüm afet yönetim aşamalarında olduğu gibi kent bilgi sistemleri ve afet bilgi sistemleri ve CBS tekniği ve marifeti kullanılarak iyileştirme ve yeniden inşa faaliyetleri planlanabilmektedir.

CBS teknikleri kullanılarak net hasar tespiti, teknik çalışmalar, durum değerlendirmeleri ve yeni bilgilerin revizyonu sağlanarak afet sonrası durumun iyileştirilmesinde etkin bir şekilde yapılabilmektedir. Afetin ne zaman yaşanacağı ve afet anında kimin nerede olduğu ve afetten ne şekilde etkilendiği ve afet anında hangi yapıda kimlerin bulunduğu gibi bilgilere ulaşmak hayati önem taşımaktadır. Bütün bu ve benzeri bilinmeyen bilgilere CBS teknikleri kullanılarak ulaşmak son derece hızlı olmanın yanı sıra güvenilir niteliktedir. Bunun için bütünlük bir CBS veritabanı altyapısı gerekmektedir (Döker 2010).

İyileştirme ve yeniden inşa faaliyetleri, insan topluluklarının maruz kalmış olduğu afetlerin sonuçları dikkate alınarak yapılacak çalışmalarda yasal, idari ve teknik yönden bir çerçeveye oturtulmalı ve kalıcı yeni yerleşim alanları bu konular dikkate alınarak hazırlanmalıdır. Özellikle afetlere karşı zarar azaltma ve hazırlık çalışmaları bu yönden irdelenmeli, afet olduktan sonra ortaya çıkacak olumsuzlukların azalması, müdahale edilecek vakaların azalmasına dolayısıyla müdahalenin daha etkin olmasına olanak sağlayacaktır. Kent bilgi sistemi için oluşturulan veriler kurulacak sistemlere de altlık

veri oluşturmalı, çalışmalar bu tablo üzerinden gerçekleştirilmelidir. Bu nedenle geçmiş afet yönetim anlayışı değiştirilmeli, modern, bilimsel ve bütünleşik afet yönetimi sistemi uygulanma olanakları geliştirilmelidir.

İyileştirme ve yeniden inşa faaliyetleri gerçekleştirilirken yaşanmış olan afetin sonuçları ve ona ek mevcut riskler göz önüne alınarak kalıcı yerleşimler dizayn edilmelidir. Arazi kullanım planlarıyla, imar için güvenli ve uygun olan alanların belirlenmesi, yeni altyapı planlamasında, projelendirmede ve inşaatlarda afet hafifletici ilkelerin uygulanması sağlanmalıdır. Kaynakların, anahtar altyapı unsurlarının, özellikle afet ertesinde hasar görmüş ya da risk teşkil eden önemli unsurlarının dayanıklılığını artırma yönelik çalışmalar gelecek içinde hazırlamaya fırsat tanımış olacaktır.

Örneğin bir deprem sonrası yapıların beklenen limitlerin üstünde hasara uğraması, yapım süreçlerinin gözden geçirilmesine, yapı denetimi, sigorta sistemi gibi yeni sistemlerin ve bu sistemlerin yürütülmesini sağlayacak organlar, bir başka deyişle yani kurumsal yapıları ortaya çıkarmakta, yasal sistemde düzenlemelere gidilebilmektedir.

Bu aşamadaki en önemli sorunlardan bir tanesi de enkazların durumudur. Enkazların hayatın normal seyrine etki etmeden ortadan kaldırılması, afet öncesi hazırlık aşamasında hasarın boyutu ile ilgili hazırlanan senaryolar kapsamında enkazın boyutu ve kaldırılması gereken alanlar için gelişen teknolojiler kapsamında planlanmalıdır.

3. DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ

Afetlerin birçoğunun ne zaman olacağı bilinmeyen ve etkilerinin çok yıkıcı olduğu bilinmekle beraber bu yıkıcı etkilere devamlı hazır olmayı gerektirecek önlemlerin alınmasında yetersiz kalınmaktadır. Alınmayan önlemler nedeniyle ortaya çıkan yıkıcı etkenlerden dolayı meydana gelecek ölüm ve yaralanma olaylarını azaltması ve bunun için erken müdahale ve erken uyarının son derece önemli olduğu vurgulanmalıdır. Erken müdahalenin ilk şartlarından bir tanesi afet sonrası ortaya çıkabilecek durumun bilinebilmesi ya da en yakın sonuçlarla tahmin edilebilmesine bağlıdır.

Geçmiş dönemlerde hazırlanan planlarının oluşabilecek etkilere bağlı olmadan hazırlanmış olmaları, planların, eylem planı seviyesine ulaşamamasına stratejik plan düzeyinde kalmasına neden olmuştur. 1990'lı yıllarda itibaren risklerin azaltılması ve sakınım planlarına daha çok önem verilmiş ise de 'arama-kurtarma' ve 'yara sarma' gibi reaktif hazırlıklar gibi kriz yönetiminin öneminin de kaçınılmaz bir gerçek olduğu ve geri planda kalmaması gerektiğini göstermektedir.

Afetlerin her safhasında afeti yönetmek insan kaybını ve ekonomik kayıpları en aza indirmek için konuyla ilgili veriler ve bilginin eşgüdüm içinde zamanında sağlandığı ve değişiminin sanal bir ağ ortamında kolaylıkla yapılabildiği bütünleşik ve teknolojik sistemlere ihtiyaç duyulmaktadır.

Günümüzde teknolojinin giderek artan olanakları verilerin sayısal ortamlarda saklanmasını kolaylaştırırken verinin anlamlandırılarak bilgiye dönüştürülmesini ve bilginin karar süreçlerinde kullanılması için veri ve bilginin yönetimine dayalı sistemleri zorunlu kılmıştır (www.acikders.org.tr).

Araştırma, planlama ve yönetimdeki karar verme yeteneklerini artırmak amacıyla çeşitli kaynaklardan (Kadıoğlu ve Özdamar 2008, s.310) gelen verilerin toplanması, depolanması, işlenmesi ve anlamlandırılması için geliştirilen bu sistemler ile bilgiye kolayca erişip, daha verimli kullanarak karar verme işlemini kolaylaştırmak ve karar

verme sürecini kısaltmakta ve doğru karar verme işlevine de katkıda bulunur (Yomralıoğlu 1994, s.21).

Bu sistemler ile;

- a. Verileri etkin yöneterek kullanıcıya sunar.
- b. Verilerin anlaşılabilir olarak bilgiye, dönüştürülmesi sürecindeki işlemlere altlık teşkil eder.
- c. Verilerin problem çözümünde kullanılması ve analiz edilmesi olanakları sağlar.
- d. Karar vericilerin kararlarını destekleyen analiz imkânı sunar
(www.acikders.org.tr).

Ayrıca afet yönetiminin çok paydaşlı bir yapı olduğunu düşünürsek bilgi paylaşımı ve ortaklık modelinin geliştirilmesine çok büyük katkılar sağlayarak kurumlar arasında uyum ve tanımlı bir organizasyona dayalı doğru ve koordineli bir çalışma olarak sağlayacaktır.

Ülkemizde ve Dünyada son yıllarda meydana gelen doğal afetlerdeki artışa paralel olarak yaşanan kayıp ve hasarlar her yıl artmakta ve milyonlarca insanın hayatını olumsuz etkilemektedir. Bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması için gerek Türkiye’de gerekse gelişmiş dünya ülkelerinde birçok çalışma yapılmaktadır.

Yapılan bu çalışmalarda kriz tabanlı uluslararası afet yönetimi yerine afet risklerinin azaltılması ve hazırlık aşamalarına önem veren afet risk yönetim anlayışında fikir birliği oluşmuş ve risk yönetiminin afet yönetim uygulama aşamalarının en önemli bileşeni haline gelmiştir. Ancak kriz yönetiminin de kapsamlı afet yönetimi anlayışında vazgeçilmez bir unsur olarak her afette göze çarpmıştır. Tüm bu konular ile ilgili küresel programlar geliştirilmeye başlanmıştır. Özellikle 20. yy ikinci yarısında bu olumsuzlukların ortadan kaldırılması ya da azaltılabilmesi için uluslararası birçok çalışma yapılmış ve teknolojik gelişmeler ile sürekli desteklenmiştir. Bu çalışmalar afet öncesine yönelik olabildiği gibi afet sonrası muhtemel sonuçların neler olabileceğine yönelik de yapılabilmektedir.

Afetlerin neden olduğu hasarın etkili ve hızlı bir biçimde azaltılması amacıyla ülkelerin kapasitesinin geliştirilmesi; olası afet hasarlarının tespit edilmesi, alarm ve erken uyarı sistemlerinin vaktinde ve doğru bir şekilde kurgulanarak yaygınlaştırılması, afet bilgi sistemlerinin kurulması, gözlem ağıları ile değerlendirilmesi ve izlenmesi ile afete dayanıklı yapıların oluşturulması konularında özellikle gelişmekte olan ülkelerin kriz yönetimi adına izlemesi gereken önemli yollardan bazılarıdır.

Öyle ki “Hyogo Bildirgesi ile Ulusların ve Topulukların Afetlere Karşı Dirençlerinin Artırılması Çerçeve Eylem Planı (2005-2015) doğrultusunda, 2008 yılında yayımlanan ilk değerlendirme raporuna göre birçok ülkede, afetlere hazırlık, müdahale, erken uyarı ve afet bilgi sistemlerinin kurulması konularında kurumsal ve yasal düzenlemeler yapıldığı; böylece, tayfun, sel gibi olaylarda ölüm oranlarında az da olsa düşüş yaşandığı” (Boduroğlu 2012, s.5), belirtilmektedir.

Afet risklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaların en detaylıları afet senaryolarına dayanan hasar tahmini çalışmalarıdır. Bu çalışmalar, bir yerleşim yerinin maruz kalacağı olası tehlike ve/veya tehlikeleri, tehlike/tehlikelere maruz kalacak yerleşim yerlerinin karakteristiklerini ve tehlikenin gerçekleşeceği ortamın özelliklerini dikkate alarak, tehlike ve zarar görülebilirliğin etkileşimini tahmin ederek, olası can ve mal kayıplarını tahmin etmeye çalışmaktadır (Erkan 2010, s.17).

Hazırlanacak tez kapsamında metodoloji olarak sunulacak Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi, muhtemel risk, hasarın boyutu ve can kaybı ile ilgili yapılacak kestirimler senaryolar üzerinden yapılabilecektir. Gerek dünyada gerekse ülkemizde yapılan birçok önemli model araştırılmış ve önemli olan çalışmalara yer verilmiştir. Özellikle Amerika Birleşik Devletleri ve Japonya gibi gelişmiş ülkelerde son derece önemli modeller kullanılmaktadır. Genelde CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ağırlıklı olan bu modellere ABD'nin kullandığı “HAZUS” ve Japonya'nın kullandığı “PHOENIX” örnek verilebilir. AB MATRIX projesini de bu kapsamda sayabiliriz. Bu konuda ülkemizde HAZUS yazılımının Türkiye versiyonu olan “HAZTURK” yazılımı için önemli gayretler gösterilmiş olmasına rağmen çok fazla kullanım alanı bulamamıştır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesinin AB projeleri kapsamında hazırlanmış olan “ELER”

yazılımı 2011 Van Depreminde kullanılmış ve verdiği sonuçlar açısından son derece önemli bir yazılım olduğunu göstermiştir. Bu modellerin ortak özellikleri, sistem tarafından oluşturulan tehlike ve risk haritalarının değerlendirilmesi afet yöneticilerine düşmektedir.

Olma olasılığı düşük olmakla beraber etkisi çok büyük olumsuzluklara yol açan depremlerin ikincil etkileri olabilmekte ve bunlar bazen olumsuz meteorolojik hadiseler ile aynı anda ortaya çıkabilmektedirler. Meteorolojik hadiselerin tekil olarak düşünüldüğü ve özellikle kış aylarında meydana gelebilecek yağış ve buzlanmanın ulaşım ağı üzerindeki olumsuz etkilerini engellemek, arama kurtarma faaliyetlerini sekteye uğratmasını engelleyebilecek Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) ve yoğun yağış sonrası oluşabilecek taşkınların tespitinde kullanılacak Taşkın Erken Uyarı Sistemi (TEUS) söylenebilir.

Hava durumunun daha doğru ve ayrıntılı izlenip tedbirlerin önceden alınabilmesi sağlayacak Otomatik Meteoroloji İstasyonları (AWOS) verilerinin anlık gözlemlerine dayanılarak geleceğe yönelik yapılan tahminlerle ilgili birimleri uyarılarak gerekli tedbirlerin en kısa zamanda alınması sağlayabilecek sistemler arasındadır.

Afet Yönetim Merkezlerinde kurulan Afet ve Acil Durum İhbar Alım ve Yönetim Sistemi (AİAYS) ile afet ve acil durumlarda merkeze gelen tüm çağrılar (telefon, telsiz vb.) sayısal ortamda karşılanmakta ve türüne göre değerlendirilerek arşivlenmektedir. Sisteme aktarılan ihbar verileri aynı zamanda GIS ortamında görülerek olayın boyutunun ve sınırlarının görülmesi mümkün olmaktadır. Sisteme altlıklar entegre edilerek oluşturulacak interaktif haritalar ve dinamik katmanlardan (sel risk haritaları, deprem risk haritaları, trafik kameraları, meteorolojik radar, itfaiye ve Hızır Acil İstasyonları, araç takip sistemi vb.) bölgenin durumu hakkında detaylı bilgi alma ve görsel algılamının sağlanacağı web tabanlı komple bir sistem olarak kullanılmaktadır.

3.1 DÜNYADA AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ

Bir ülke ne kadar gelişmiş olursa olsun, afetlerden etkilenmektedir. En gelişmiş ülkeler bile afetlerin oluşmasını engelleyememekte, sadece önceden önlemler alarak bu olayların olumsuz etkilerini en aza indirmeye çalışmaktadır.

Dönemsel artışlar olmasına rağmen afetlerin sıklıklarının arttığına dair kesin bir bilgi olmamasına rağmen Dünya Bankası ve diğer pek çok veriye göre afetlerin ekonomik zararlarının hızla arttığı görülmektedir. Birçok sebebe bağlı olarak zararlarının artmasına neden olan afetler, gelişmekte olan ülkelere nazaran gelişmemiş olan ülkelerin daha fazla etkilendiği ve daha fazla risk altında olduğu görülmektedir.

Gelişmişliğe paralel olarak afet yönetimine önem veren ülkeler özellikle risk yönetimini eksiksiz yerine getirmeleri kriz yönetiminden de başarı bir şekilde çıkmalarına olanak tanımaktadır. Afetlerin karakteristik özellikleri nedeniyle en gelişmiş ülkelerin bile oluşmasını engelleyememekte, alınan önlemler sayesinde olumsuz sonuçların oluşmasını minimuma indirmeye çalışmaktadır.

Yıldız Teknik Üniversitesi Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi'nin hazırladığı 2013 Afet Raporu "Dünya ve Türkiye" adlı çalışmada "2012 yılında Dünya'da toplam 357 afetin meydana geldiğini ve can kaybı ortalamasının 9,655 olduğunu belirtmektedir. Meydana gelen 357 afette 124,5 milyon insanın mağdur (ölen ve etkilenen insanların toplamı) olduğu ve ekonomik kaybın ise tahminen 157 milyar dolar olduğu belirtilmiştir (Ersoy 2013, s.2).

Yine 2013 Afet Raporu "Dünya ve Türkiye" adlı çalışmaya göre "2012 yılında Meksika'da yapılan G20 toplantısında afet öncesi önlem stratejisiyle "doğal afetlerin artan maliyetlerine karşı eylem" kararı alınmıştır. Türkiye'nin ne üye, ne de gözlemci olarak bulunmadığı Afet Azaltma ve Yeniden Yapılanma Küresel Tesisi (GFDRR)'nin 2013-2015 strateji raporuna göre; 2012 yaşanan afetlerde can kayıpları açısından en ölümcülleri 10 ülkeden 6'sı gelişmemiş ya da az gelişmiş ülkelerde meydana gelirken; diğer 4'ü orta gelişmiş ya da gelişmiş zengin ülkelerde meydana gelmiştir. Filipinlerdeki

Bobha Tayfunu en ölümcül afet olup 1901 kişi hayatını kaybetmiştir. Amerika Birleşik Devletlerdeki Sandy Tayfunu, 2012 yılının en büyük felaketi olup 50 milyar dolarlık ekonomik kayıp meydana gelmiştir. Kuraklığın maliyeti ise 20 milyar dolardır. İtalya'daki 20 ve 29 Mayıs depremleri 15,8 milyar dolar; Çin'deki Beijing bölgesindeki seller 8 milyar dolar ve ABD'da hortumlar ise 5 milyar dolarlık kayıp yaratmıştır.” denilmektedir.

Yukarıda belirtildiği gibi yaşanan olumsuz sonuçların gelişmemiş, az gelişmiş ya da gelişmekte olan ülkeler kategorisinde olan ülkeler sınıfında meydana geldiği ve ülkelerin kalkınmalarında önemli bir engel olarak göze çarptığı görülmektedir. Her ülke küresel olmamakla beraber bu olumsuz sonuçların ortadan kaldırılması, etkilerinin azaltılması ve etkilerinin tespitine yönelik birçok proje geliştirmiştir. Bu projelerin en başında Amerika Birleşik Devletleri'nin afetlerden nükleer savaşımlara kadar uzanan tüm acil haller yelpazesi içinde faaliyet sürdüren, ülke yönetiminin her kademesini ve özel sektörü ilgi alanı içine alan, FEMA tarafından yürütölen HAZUS (HAZARDS US) çalışmasıdır.

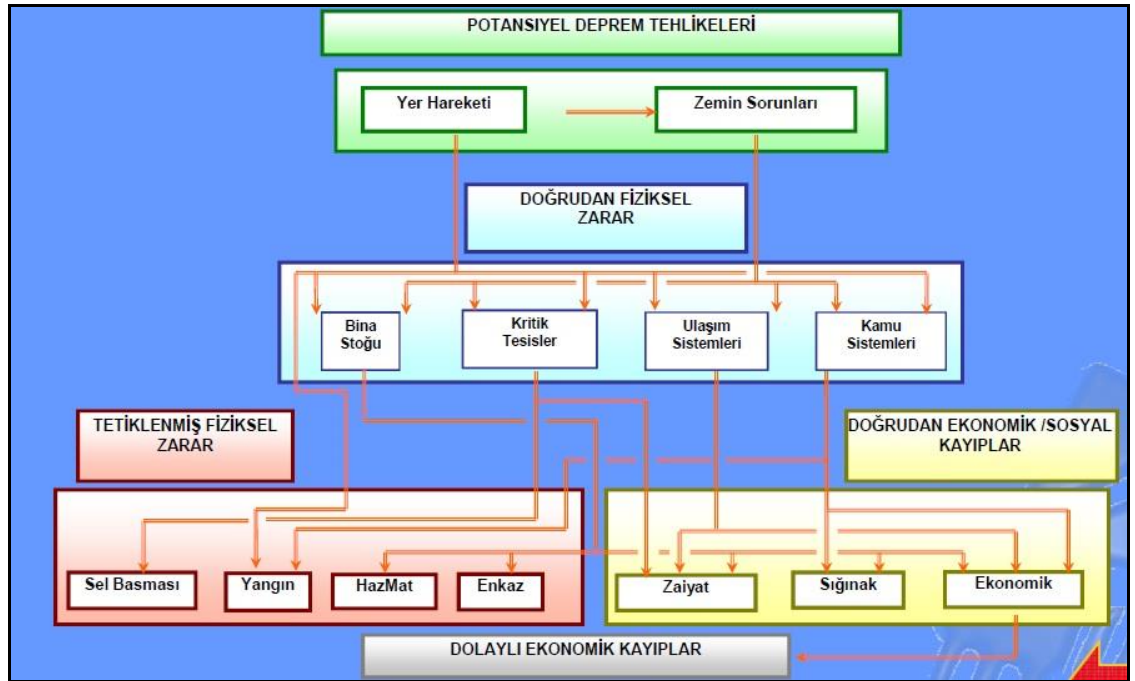
HAZARDS Risk Assessment Program/HAZUS

HAZUS programı ilk olarak Ulusal Bilim Kurumu'nun (National Science Foundation) 1989 yılında yapılan bir çalışmayı takiben 1992 yılında Ulusal Deprem Hasarlarını Azaltma Programı (National Earthquake Hazards Reduction Program) tarafından risk azaltma, planlama, hazırlıklı olma, müdahale ve iyileştirme konularındaki ulusal programlara destek olmak amacıyla, etraflıca risk-tabanlı zarar azaltmak, insanları ve kurumları afetlerden korumak amacıyla başlatılmıştır (Karaman 2009).

1997 yılı itibari ile deprem riskinin belirlenmesi konusunda araştırma ve uygulamalarda meydana gelen değişiklikler çerçevesinde yoğunluk kazanan HAZUS Metodolojisi 2010 yılında yayınlanmış olan en son sürümü HAZUS-MH MR5 (<http://www.hazus.org>) yazılımı ile ABD kapsamında deprem risk analizlerinin yapılması rutin bir uygulama haline gelmiştir.

FEMA; HAZUS deprem hasarları tahmini metodolojisi kayıpların tahmini için matematiksel formüller ve bina stoğu, yerel jeoloji ve potansiyel depremlerin konumu ve büyüklüğü, ekonomik veri ve diğer bilgileri kullanan bir yazılım programıdır. HAZUS Arc GIS'i, yer sarsıntısını, bina hasar modelini ve toplum hakkındaki nüfus bilgisini harita üzerinde göstermek için kullanır.

Şekil 3.1: HAZUS hasar tahmin metodolojisi



Kaynak: CBS ve UA ile Afet Yönetimi, HAZUS (HAZARDS US) (Karaman 2009, s.20)

Varsayımsal depremin konumu ve büyüklüğü tanımlandıktan sonra, HAZUS aşağıda sıralanan verileri tahmin edecektir (Karaman 2009):

- Yer sarsıntısı
- Hasarlı binaların sayısı
- Ölü sayısı
- Ulaşım sistemlerindeki hasarların miktarı
- Elektrik ve su hatlarındaki kesiklikler
- Evlerinden ayrılmak zorunda kalan insan sayısı
- Öngörülen hasarı ve diğer etkileri onarmak için tahmin edilen bütçe

HAZUS, deprem tahminlerini, hasarları, insanların durumunu ve ekonomik tahminleri, gelecek depremlerin sonuçlarını ortaya koyan bir programdır. Program sayesinde ortaya konan tahminler tam ifadeyle durumu izah etmese de yöneticilerin durumu algılanmasında yardımcı olmaktadır.

FEMA; HAZUS kayıplarının hesaplanışında coğrafi bilgi sistemleri, matematiksel formüller ve bilimsel verileri kullanarak hesaplama yapar, deprem haritaları oluşturur. Ayrıca kayıpların hesaplanışında bina standartları, coğrafi durum, deprem potansiyelleri, demografik bilgiler ve ekonomik veriler gibi bilgilerde yer alır. Örneğin depremin şiddetle yaşandığı bir bölgede HAZUS'a has matematiksel verileri kullanarak depremin büyüklüğü ve yer hareketleri arasında bir ilişki kurar ve deprem sonucu oluşan yer sarsıntı şiddetini, bina hasar durumunu, ne kadar insanın bölgeden ayrılması ya da tahliye edilmesi gerektiği, elektrik, su vb. gibi altyapı hasarlarını, ekonomik bozulmaları tahmin eder. Yapı ve kamu sistemindeki hasarlar ile yeniden yapılanma masraflarını da bildirir. Deprem kayıp tahminlerini yapma en önemli nedenlerinden biri gelecek depremleri tahmin etmek, bu da afete karşı hazırlıklı bir ortam sağlar. Haritalar üzerinde analizler (deprem sarsıntuları, deprem şiddetlerini ve binaların alabileceği en büyük hasar değeri) yapılır. Bu tür haritalar, kent planlamada kullanılır ve yerleşim kararlarında kolaylıklar sunar. Yerel, bölgesel ve ulusal düzeyde yapılan bina hasar tahminleri, ilk yardım hazırlıklarına girdi sağlayarak, ilgili kurumların hazırlıklı olmasını sağlar.

FEMA, HAZUS programı ile hem afet öncesi, hem de afet sonrasına yönelik çalışmalara yön vermektedir. FEMA, olası afet kayıplarını afet öncesinde metodolojik bir şekilde tahmin eder. Bu metodoloji ile fiziksel hasarlar nedeniyle risk altında bulunan toplulukların ve yapı stokunun, olası bir depremin sonucunda görmesi muhtemel hasarı tahmin etmek ve afet oluşmadan iyileştirme yapmaktır. Aynı zamanda ortaya çıkacak acil duruma göre nüfusun ihtiyaçlarını değerlendirir. Bu metodolojinin etkinliği, sürekli güncellenerek arttırılmalıdır. Deprem kayıplarını azaltmak için yapılan tahminler, kamu ve özel sektörün birlikteliğiyle yapılır. Kayıp tahminleri ile olayın etkisi, alternatifler ve maddi kaybın büyüklüğü kestirilebilmektedir. Yani gelecekte olabilecek kayıpların önüne geçmektir. Ayrıca depremin verebileceği hasarın tahmin edilebilmesi ile afetlere karşı nasıl hazırlanacağı ile ilgili görev dağılımlarının hazırlanmasında da yol gösterici

olarak kullanılabilir. Yaşanabilecek muhtemel afetin boyutlarına göre esnek bir Acil Durum Müdahale Planı Hazırlanabilmekte ve bu plana göre yerel, bölgesel ve ulusal tatbikatlar ile egzersizleri yapılabilir.

Ayrıca tehlikelere karşı dayanıklı bina kodlarının elde edilmesi için yapılacak uygulamalar ile zayıf zeminli yerlerde bina yapımını engellemek için arazi kullanım planlarını da ortaya koymaktadır.

Afet anı ve hemen sonrasında hızlı durum tespiti ve konum doğrulama sayesinde müdahalenin etkin ve hızlı olabilmesi sağlanacak, sorumlulukların etkin bir biçimde yerine getirilmesi ile mümkün mertebe hayat kurtarmak mümkün olabilmektedir. Bu durumda HAZUS programı önemli bir karar aracıdır. Depremden hemen sonra HAZUS programı ile hasarın niteliği hızlı tahmin edilip gerekenler tedarik edilerek bölgeye ilk yardım gönderilir. Federal ölçekte veya belirli bir bölgede HAZUS tahminleri kamu hizmetlerinin yerine getirilmesinde de kullanılabilir. Afet öncesi uygun veriler ile kullanılarak yapılacak analizlerden elde edilecek sonuçlar ile iyileştirme ve yeniden inşaa faaliyetlerinin planlaması için gereken imar yönetmeliğinin ortaya konmasını da sağlamaktadır.

Bina hasar seviyeleri beş hasar durumuna göre tanımlanmıştır;

- a. Hasarsız
- b. Az
- c. Orta
- d. Büyük
- e. Tamamen

Deprem Hasar Tahmini Modeli, Potansiyel Deprem Tehlikeleri (PESH), Envanter Verisi (ID), Doğrudan Fiziksel Zarar (DPD), Tetiklenmiş Fiziksel Zarar (IPD), Doğrudan Ekonomik/Sosyal Kayıplar (DSEL) ve Dolaylı Ekonomik Kayıplar (IEL) adlı modüllerden oluşmaktadır. Bu modüller, bazı modüllerin çıktuları ile diğer modüller için girdi olacak şekilde birbirlerine bağlıdır.

HAZUS Hazırlanmasında İhtiyaç Duyulan Bilgiler güncel ve doğru bilgilere dayanmalıdır. Gerekli olan veri envanteri;

- a. Genel Bina Stoku
- b. Temel Tesisler
- c. Kritik Tesisler
- d. Kullanıcı Tanımlı Yapılar
- e. Tehlikeli Bölgeler
- f. Toplumsal İstatistikler
- g. Ulaşım ve Hizmet Hatları

oluşmaktadır.

Tahminlerin gerçekleştirilmesinde yapılan çalışmalar üç aşamalıdır.

- i. Aşama: Deprem kayıp tahminlerine ilişkin her türlü bilgi alınır. Doğru bilgiler, ulusal ve uluslar arası düzeyde coğrafi bölgelere göre tanımlanır. Bina durumu, toplumun ekonomik yapısı konusunda bilgiler verir. Bu bilgiler doğrultusunda birinci aşamada kayıp tahminleri yapılabilir.
- ii. Aşama: Kayıp tahminleri daha ayrıntılı bilgileri içerir. Jeoteknik ve yapı mühendisleri bu aşamada gerekli olabilir.
- iii. Aşama: Diğer ikinci aşamadan daha ayrıntılı ve doğru bilgileri jeoteknik ve mühendislik bilgilerini girdi olarak kullanılır (Şengezer ve Kansu 2001, ss.27-29, 132-134, 114-115).

Üç aşamalı gerçekleştirilen çalışma kapsamında birinci ve ikinci aşamada yapılan çalışmalar, planlama ve ilk yardım çalışmalarını yürüten yerel yönetimler tarafından sürdürülürken, üçüncü aşama tahminlerini ise inşaat mühendisleri ve jeologlar tarafından hazırlanır.

MATRIX (New Multi-Hazard and Multi-Risk Assessment Methods for Europe)

Afetlerin vermiş olduğu zararların önüne geçilememesi ve son yıllarda teknolojiye meydana gelen gelişiminde yardımıyla afet yönetim anlayışının bir değişime ihtiyaç olduğu gerekliliğini doğurmuş ve yapılacak çalışmalara yeni bir boyut kazandırmıştır.

Afet yönetim sistemi içinde yapılacak çalışmaların bir bütün içinde ele alınması gerekliliğini ortaya çıkarmış ve birçok projeyi önyak olmuştur. Bu projelerin en başında MATRIX (New Multi-Hazard and Multi-Risk Assessment Methods for Europe) projesi göze çarpmış ve Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi için çok güzel bir örnek oluşturmuştur.

Avrupa için yeni çoklu-tehlike ve çoklu-risk değerlendirme yöntemleri projesi olan ve Almanya Ulusal Yerbilimleri Araştırma Merkezi (GFZ) tarafından koordine edilen MATRIX Projesi (New Multi-Hazard and Multi-Risk Assessment Methods for Europe) Avrupa Birliği 7. Çerçeve Programı (FP7) kapsamında 2010 yılında başlamış ve 2013 yılının sonunda bitmiştir.

Afetlerin tekil olarak hasar bıraktıkları gibi bazı afetler oluşturmuş oldukları ikincil tehlikeler nedeniyle büyük hasarlara neden olmaktadır. Etkileşimler nedeniyle birbirini tetikleyen ve ardışık birçok tehlikeyi barındıran afetler bütünleşik afet yönetim sistemi içinde değerlendirilmeli risk azaltma yöntemleri bu bağlamda irdelenmelidir.

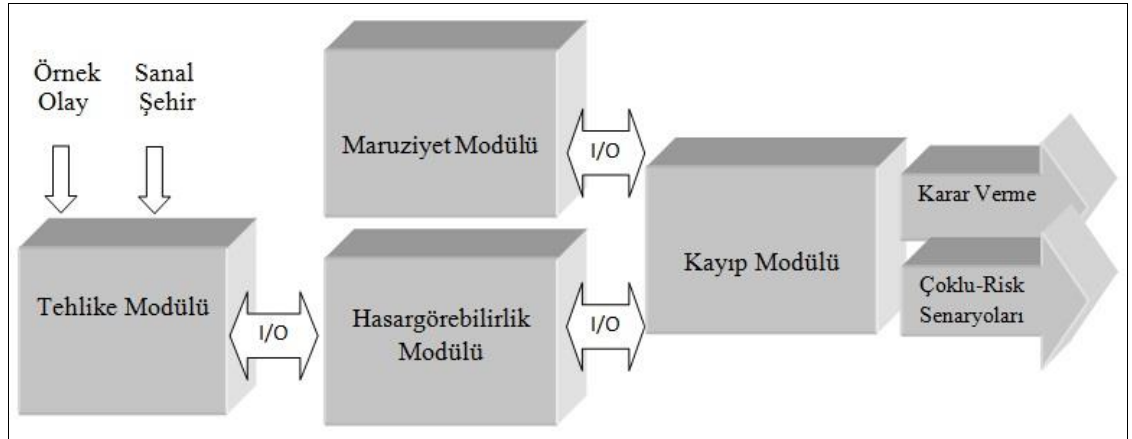
Çoklu tehlike ve oluşturduğu risk hemen hemen tüm afetlerde gözükmektedir. Çoğu zaman bilim adamları afetlerin oluşturmuş tehlikeleri ayrı ayrı ele almaktadır. Bir tehlikenin domino etkisi yaratarak başka bir tehlikeyi ortaya çıkartacağı düşünülmemekte ve ihmal edilmektedir. Zamansal ve nedensel ilişkiler gözden kaçmakta tehlike/tehlikelerin oluşturacağı riskleri artırmaktadır.

Bu bağlamda AB Projesi olarak geliştirilen MATRIX'in ana amacı farklı türdeki afetlerin oluşturdukları riskler ile mücadele kapsamında ortak bir çerçeve içinde yöntem ve tehlikelerle mücadele için araçlar geliştirmektir. Bu araçlar yapısal ve yapısal olmayan risklerin azaltılması veya ortadan kaldırılmasına yönelik önlemlerin alınması ve veri yönetimine rasyonel katkı sağlaması hedeflenmektedir.

Domino etkisiyle gelişen farklı tipteki tehlike ve risklerin değerlendirilmesine odaklanarak yöntemler geliştirilmesinin yanında MATRIX projesi ayrıca aşağıdaki konular üzerinde yoğunlaşmaktadır (MATRIX Projesi (FP7), 2013).

- i. Çoklu tehlike ve risk değerlendirilmesi için yeni metodolojilerin geliştirilmesi için
 - a) Risk karşılaştırması
 - b) İkincil tehlikeler (domino etkisi)
 - c) Zamandan bağımsız hasar görülebilirlik
 - ii. Son geliştirilen probabilistik tekil risk analizini, bu yeni çoklu tehlike ve çoklu risk analitik çerçevesi ile karşılaştırmak.
 - iii. Çoklu risk yaklaşımı ile örnek olarak seçilen olaylar için bilgi teknolojilerin (IT) oluşturulması
 - iv. İlgili kurumlar ve son kullanıcılara sonuçların dağıtılması
- konularına odaklanmaktadır.

Şekil 3.2: MATRIX Çoklu risk bilgi teknolojileri (IT) platform taslağı



Kaynak: <http://matrix.gpi.kit.edu/downloads/MATRIX-Brussels-28.04.11.pdf>

Bilgi teknolojileri kullanılarak performans analizi ve ilgili senaryolar görselleştirilerek çoklu risk analizini destekleyecek, veri değişimi prosedürleri (uyum) ile tehlike ve risk hesaplamalarını ortak veri modellerine uygulayacak MATRIX-IT mimarisinde araçlar üretecektir. MATRIX, sinoptik görünümü tek-tip tehlike ve risk analizi için geliştirilen yöntemlere göre sonuçlar veya potansiyel kötü sonuçlar önemli ölçüde farklı ve daha iyi sonuçları sağlayan koşulları belirleyecektir. Bu nedenle etkili ve verimli bir risk azaltmak için konum tabanlı sinoptik görünüme ihtiyaç duyulmaktadır (Komendantova ve diğ. 2014).

Afet ve acil durumların ortaya çıkardığı sonuçların tetiklediği ve oluşturduğu ikincil etkiler nedeniyle meydana gelen afetler çeşitlenmekte, sorun büyümekte ve başa çıkılamayacak sonuçlar doğurmaktadır. Ortaya çıkan bu sonuçlar genellikle birbirleri ile zamansal ve nedensel ilişki içerisinde olduğu tespiti ile sorunların çözümü noktasında da beraber düşünülmelidir. Farklı tehlikeler aynı anda ya da kısa bir süre içinde ortaya çıktığında, doğal afetlerin yol açtığı kayıplar önemli ölçüde artabilir.

Çoklu-Tehlike + Çoklu-Risk= Dinamik Risk Çerçevesi

Farklı tehlikeler arasındaki etkileşimin sınıfları tetikleyen olaylar ve çağlayan etkilerin dikkate alındığı, zamana bağımlı maruziyet ve zamana bağımlı risklerin çerçevesinin çizildiği dinamik çoklu tip değerlendirmesinin gerekliliğini göstermektedir. Bu bağlamda Avrupa'nın farklı bölgelerini tehdit eden ve MATRIX projesinin başlangıcında kullanılması beklenen tehlike türleri; depremler, heyelanlar, volkanik patlamalar, tsunamiler, orman yangınları, kış fırtınaları, soğuk ve sıcak hava dalgaları, nehir selleri ve kıyı selleri olarak belirlenmiştir. Ortaya çıkan bu tehlike türleri birbirini etkilemekte ve risk seviyesini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu bağlamda uygun zarar azaltma araçları geliştirilerek farklı afet türlerine ait tehlike ve riskler değerlendirilmektedir.

Projenin ilk etabında sebep-sonuç ilişkileri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda afetlerin, gerçekleşme ihtimali ile gerçekleşmesi halinde oluşturacağı sonucun değerlendirildiği, ölçümü yapılarak tehlike ve risk analizleri ile maruz kalınabilecek afet türlerine ait önem sırasının tespit edildiği ve belirsizliklerin uyumlu hale getirilmesi planlanmıştır.

İkinci etapta ise bir afetin tetiklemesi sonucu oluşan başka afetlerin (ikincil afetler) etkilerinin gösterildiği senaryo afetler üzerine kurulmuştur. İtalya'nın Napoli kenti, Almanya'nın Köln kenti ve Fransız Batı Hint Adaları proje kapsamında değerlendirmeye alınmış ve test bölgeleri oluşturulmuştur. MATRIX tarafından geliştirilen çeşitli araçlar ve yöntemler bu üç çalışma alanlarında test edilerek değerlendirilmiştir. İlk aşamada mevcut tehlikeler bağımsız olarak ayrı ayrı ele alınmış sonraki adımda ise tehlikelerin

birbirini tetiklediği varsayılarak ortaya çıkabilecek tüm tehlikeler için çok-tehlike ve çoklu-risk senaryoları ile bütünleşik bir anlayışla değerlendirmeye alınmıştır.

Sonuç olarak ortaya çıkış esnasında birbirleri ile zamansal ve nedensel bir ilişki içerisinde bulunan birbirinden ayrı tehlikeler ve bunların oluşturduğu risklerin çözümü için etkin risk azaltma tedbirleri uygulamak ve yetenekleri geliştirmek ve bunlar gerçekleştirilirken, doğal afetler konusunda toplumların duyarlılığı ve dayanıklılığın güçlendirmesi gerekliliği doğurmaktadır.

3.2 TÜRKİYE'DE AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ

Ülkemiz, jeolojik yapısı, topografyası ve iklim özellikleri nedeniyle afet riski yüksek ülkeler arasında olup deprem başta olmak üzere sel, çığ, yangın ve heyelan gibi birçok afetle sürekli karşılaşmaktadır. Afetlere karşı dayanaksız/hazırlıksız ülkelerden biri olduğu için de afetlerden oldukça etkilenmektedir. Son yıllarda yaşanan ve yıkıcı etkiler bırakan afetlerde bunun bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

1996 yılında Bakanlar Kurulu Kararı ile uygulamaya giren Deprem Tehlike Haritasına göre Türkiye'nin toplam yüzey alanının yüzde 96'sının I., II., III. ve IV. derece deprem bölgelerinde olduğu ve toplam nüfusun yüzde 98'inin de bu bölgelerde yaşadığı, yüzde 44'ünün ise birinci derece deprem bölgesinde yaşamaktadır.

Bu tablo neden ülkemizde meydana gelen afetlerin yüzde 61'inin depremler olduğunu göstermektedir. Son yüzyılda, 1900-2007 yılları arasında ülkemizde 195 tane büyük ölçekli deprem meydana gelmiştir. Eldeki kayıtlara göre bu depremlerde 600,000'den fazla bina yıkılmış, 100,000'in üzerinde kişi hayatını kaybetmiş, yaklaşık 200,000 kişi yaralanmıştır. Bu rakamlardan, her yıl ortalama; 5,600 adet binanın yıkıldığı ve yaklaşık 1000 vatandaşımızın hayatını kaybettiği 9,000 konutun da hasar gördüğünü göstermektedir (Kadioğlu ve Özdamar 2008, s.126). Bu veriler doğrultusunda ülkedeki en zarar verici afetin deprem olduğu gözükmektedir. Her ne kadar depremlerin can alıcı ve hasar verici etkileri diğer afetlere oranla daha fazla olsa da yakın tarihimiz olan 9 Eylül 2009 tarihinde İstanbul Halkalı'da Ayamama Deresinin taşması sonucu yaşanan sel

felaketinde otuz bir kişi hayatını kaybetmiş 100 milyon doların üzerinde maddi bir kayıp yaşanmıştır.

Bu realite doğrultusunda yaşanan kayıpların ülkenin afet yönetim modelinin yetersiz, plansız ve bir sisteme dayanmayan anlık reflekslerle yönetildiğini göstermektedir. Kriz Yönetimi'nden Risk Yönetimi'ne geçilmesi gerektiği ve yeni modelin bu doğrultu üzerinde kurulması Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi için olması gereken bir ön koşul olarak ortaya çıkmıştır.

Tehlike ve riskleri önceden tespit etmek suretiyle ortaya çıkabilecek zararların önlenmesi veya minimuma düşürecek önlemlerin alınması, etkin müdahalenin ve koordinasyonun sağlanması ve afet sonrasında iyileştirme çalışmalarının bir bütünlük içerisinde yürütülmesi için kurulan hasar tespit, erken uyarı vb. sistemlerinin geliştirilmesi ve gerektiğinde aynı çatı altında kullanılabilir hale getirilmesi gerekmektedir.

Bu sistemler ile müdahalenin hemen öncesinde ve sırasında (yıkımın ve acil müdahale ihtiyaçlarının belirlenebilmesi için) durum değerlendirmesi sürekli ve hızlı bir şekilde yapılmalıdır. Durum değerlendirmesi yapılırken sorulabilecek sorular; ne kadar geniş bir alanın ve nüfusun etkilendiği, afet bölgesine ulaşımın hangi güzergâh üzerinden güvenle yapılabileceği, etkilenmiş topluma müdahale edebilecek en yakın birimleri ve kapasiteleri vb. gibidir. Müdahalenin en önemli argümanlarından bir tanesi olan etkilenecek nüfus ve alanların kestirilebilmesi aynı zamanda ihtiyaçların belirlenmesinde çok önemli bir rol oynayacaktır. Afet yönetimi açısından bu sayılanların hiçbir sorun teşkil etmeden çalışabilmesi için hazırlık aşamasında CBS kullanılarak hazırlanan ve kullanılabilir tüm verilerin afet bilgi sistemleri ve haritalara işlenerek oluşturulacak güncel veri envanteri ile afet anında oluşabilecek hasar ve diğer durumları online olarak izleme ve müdahale etme kapasitesini de artırmış olacaktır. Müdahale esnasında, afete müdahalede bulunacak kapasitenin (personel, araç vb.) sayısı ve yeri ile ilgili bilgiler, açık ve kapalı yol bilgisi ile araç takip sisteminden takip edilecek araçların seyir durum bilgileri ile bina ve içindeki insan sayısı gibi önem arz eden ve online haritalar üzerinden görülmesi sağlanan bilgiler yöneticinin olayı görsel boyutta takip edebilmesini

sağlayarak zamanında ve doğru karar almasını sağlayarak müdahalenin etkinliği ile afete hâkim olması sağlanacaktır.

Yoksulluk, az gelişmişlik, işsizlik, bilgisizlik, bilinçsizlik ve eğitim eksikliği, hızlı nüfus artışı ve buna bağlı olarak hızlı ve denetimsiz kentleşme, yapılaşma ve sanayileşme, ormanların ve çevrenin tahribine ek küresel iklim değişimleri gibi nedenlerden dolayı insan topluluklarının ve yerleşmelerin zarar görebilirliğini artırmakta kriz yönetiminin de etkin yapılmasını da engellemektedir. Bilindiği gibi afet risklerinin azaltılmasının ana ilkeleri; mevcut risklerin arttırılmaması, mevcut riskin azaltılması ve riskin transferi olarak gösterilmektedir. Bunlardan bazılarının başarılabilmesi kriz yönetiminin de başarılabilmesinde önayak oluşturmaktadır.

Dünya’da gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler de olduğu gibi gelişmekte olan ülkeler sınıfında olan ülkemiz, etkin bir afet yönetim sisteminden uzak yönetim anlayışı ile afet zararları her geçen yıl katlanarak artmaktadır. Kurumların bütünleşik bir afet yönetim sisteminden uzak olması ve sistemlerin tekil olarak düşünülmesi bir afet esnasında başka bir afet olmayacağı anlayışı benimsenmesi, kurumlar arasında sistemsel paylaşımın olmaması çalışmaların yerel düzeyde kalmasına neden olmuştur.

AYM’lerin afet ve acil durum anında hayati önem taşıyan hızlı ve doğru kararların alınması belirli sistemlerin aynı platform üzerinde çalışmasıyla elde edilecek gerçek zamanlı bilgiler doğrultusunda etkinlik kazanmaktadır. Bu sistemlerin tümünün ortak beklentisi hasar tahmin çalışmalarının ilk parametresi olan ve gerçekleşen veya gerçekleşmesi beklenen tehlikenin türü ve büyüklüğünün tespiti yönündedir.

Afet ve acil durumlarda etki ve ihtiyaçların tespitine yönelik başarının doğru kararların hızlı alınması hatta çoğu kez anlık olarak alınabilmesine bağlıdır. Bu kararların anlık ya da hızlı alınabilmesi içinde kent ölçeğinden ülke ve uluslararası ölçeğe kadar her düzeyde konumsal veri altyapıları tamamlanmış sitemlerin birbirine entegre edilmesi ile mümkün olabilir.

Ülkemizde etki ve ihtiyacın tespitine yönelik sistemlerin geliştirilmesi için çok sayıda girişimde bulunulmasına rağmen bugüne kadar bütünleşik, etkin ve tam fonksiyonel bir sistem henüz gerçekleştirilememiştir. Kurulan sistemlerin tekil olarak düşünülmesinin yanında kurumların konumsal veri altyapılarına yönelik çalışmaların eksikliği ve üretmiş oldukları konumsal veri altyapılarına yönelik çalışmaların paylaşımdan uzak kurumsal yapıların etkili olduğu görülmektedir.

Ülkemizde afet ve acil durumlara yönelik hasar tespit ve erken uyarı çalışmaları gibi çalışmalar ile etkinin ve ihtiyaçların belirlenmesi çalışmalarında deprem başta olmak üzere meteorolojik karakterli afetler üzerine yoğunlaşmıştır.

Bir deprem ülkesi olması nedeniyle beklenen depreme en iyi şekilde hazırlanmak için afetin hangi bölgeleri, hangi tipteki yapı ve altyapıları en çok etkileyeceği, nasıl bir ekonomik bilanço çıkaracağını afet olmadan önce tahmin etmek gerekmektedir. Bu nedenle bir çalışma başlatılmış dünya üzerinde deprem için kullanılan ve tatmin edici sonuçlara ulaşılan ve çalışma yapılan bölgedeki tüm olası senaryoları uygulayabilecek ve bu senaryoların ilgili bölge yapıları üzerindeki etkilerinin görülmesini sağlayan ve bu etkilerin azaltılması için gerekli güçlendirmeleri önerecek bir yazılıma ihtiyacı olan Türkiye, FEMA tarafından yürütülen HAZUS projesini örnek almıştır.

HAZUS'un Türkiye'de meydana gelen kentsel depremlerde ve özellikle 1999 Kocaeli Depremi'nde başlayan Türkiye kullanımındaki gözlemler neticesinde çok katlı betonarme binalarda ağır hasar ve/veya yıkım neticesinde meydana gelen ölüm oranlarının HAZUS (1997)'da verilenlerden yaklaşık beş katı olduğu ortaya çıkmıştır. Dünyanın en önemli sismik kayıp analizi yazılımı olan HAZUS'un sonuçlarının doğruluğu geliştirildiği ülkeyle sınırlı kaldığı ve bu tür yazılımların başka ülkelerde de kullanabilmesi için büyük değişimlere gitmek gerektiği sonucunu doğurmuştur. Bu nedenle HAZUS yazılımının Türkiye'de kullanılabilmesi için yazılımın ve veri tipinin İstanbul ve Türkiye'ye özgü sismik kayıp analizi yapabilecek şekilde geliştirilmiştir. HAZUS'un bir devamı ve Türkiye sürümü olarak düşünülen HAZTURK olası depremden kaynaklanacak zararların en aza indirgenmesinde kullanılacak ve hasar tahmin ederek deprem öncesinde zarar azaltma çalışmalarında kullanılacağı gibi aynı

zamanda deprem sonrasında, daha önce öngörülen senaryolara göre acil müdahalede öncelik tanınacak yerlerin belirlenmesi için de kullanılması düşünülmüştür.

Bu amaç ile 2005 yılında başlayan ve İBB Şehir Planlama Müdürlüğü, TÜBİTAK ve İTÜ ile ortak yürütülen proje kapsamında acil durum yönetimi, zarar azaltma, planlama, hazırlık, müdahale ve iyileştirme konularına katkıda bulunmak amacı olan HAZTURK projesinde, yöntem olarak Mid-America Earthquake (MAE) Center tarafından geliştirilen Sonuç Bazlı Risk Yönetimi (CRM) modeli kullanılmıştır. Çalışma, tehlike, envanter ve kırılganlık olmak üzere üç ana konuya ayrılmış ve bu konulardan elde edilen sonuçlara göre deprem kayıp analizi çalışması hazırlanmıştır.

Deprem risklerinin en aza indirilmesi için başlatılan HAZTURK projesinin ilk adımı;

- a. Deprem tehlikesinin tanımlanarak modellenmesi (HAZUS tabanlı).
- b. Zarar tahmini için ulusal bir veri tabanı oluşturmak
- c. HAZUS'a ek olarak altyapı sistemlerindeki riskler için hasar görülebilirlik fonksiyonlarının geliştirmek.
- d. Türkiye koşulları için yaralı ve can kaybının tespiti, barınak ihtiyaçları ve ekonomik kayıpları ortaya koyacak parametrelerin geliştirilmesi
- e. Türkiye verilerine dayalı gerçek zamanlı, kapsamlı hasar ve zarar tahmininin yapılabilmesi.
- f. CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ve internet tabanlı bir yazılım geliştirilmesi.
- g. Türkiye'de herkesin kullanabileceği, özellikle acil durum yöneticileri, bilim adamları ve karar vericiler için kullanıcıya kolaylık sağlayacak bilgisayar programı arayüzü geliştirilmesi planlanmıştır.

İkinci adımda ise;

- a. Hasar hafifletme analizi için bir ilk örnek yazılım aracı geliştirmek.
- b. Bina hasar değerlendirme çalışması yapmak.
- c. Hasar hafifletme analizi çalışması yapmak
- d. Sınamak ve doğruluğunu onaylamak
- e. Belediyelere birer rapor hazırlamak

değerlerine dayanmaktadır. Kuvvetli zemin hareket kayıtlarının eksikliği nedeniyle, Türkiye için çok sayıda azalım ilişkisi bulunmamaktadır. Buna rağmen Next Generation Attenuation Model (NGA) olarak adlandırılan ve Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER Center) tarafından gerçekleştirilen yeni nesil azalım modellerinden Türkiye ve özellikle İstanbul için de kullanılabilir. Bu azalım ilişkileri Türkiye’de ilk kez HAZTÜRK yazılımında kullanılmış ve sisteme eklenmiştir. Bu yeni nesil azalım ilişkileri günümüzde kuvvetli yer hareketlerini en iyi tahmin edebilen modellerdir. Bu modellerin önemi, oluşturulurken kullanılan kuvvetli yer hareketi veritabanından kaynaklanmaktadır (Karaman 2008).

Tablo 3.1: HAZTÜRK’te Türkiye için kullanılabilir tanımlı azalım ilişkileri

<i>Yazar</i>	<i>Yersel Hareket Parametresi</i>	<i>Mesafe Türü</i>
Kalkan & Gülkan (2004)	PGA&PSA	Joyner ve Boore mesafesi
Özbey vd., (2004)	PGA&SA	Joyner ve Boore mesafesi
Ulusay vd., (2004)	PGA	Episantr mesafesi
Boore vd., (1997)	PGA&SA	Joyner ve Boore mesafesi
Sadigh vd., (1997)	PGA&SA	Joyner ve Boore mesafesi
Yeni Jenerasyon Azalım Modelleri (şu ana kadar bu modellerle çalışma ilk kez HAZTURK ile Türkiye için yapılmıştır)		
Boore ve Atkinson (2006)	PGA, PGV, SA	Joyner ve Boore mesafesi
Campbell ve Bozorgnia (2006)	PGA, PGV, PGD, SA	Kırılma yüzeyine olan mesafe
Chiou ve Youngs (2006)	PGA&SA	Kırılma yüzeyine olan mesafe

Kaynak: Sistemde bulunan İstanbul için kullanılabilir azalım ilişkileri (Şahin ve diğ. 2007, s.20)

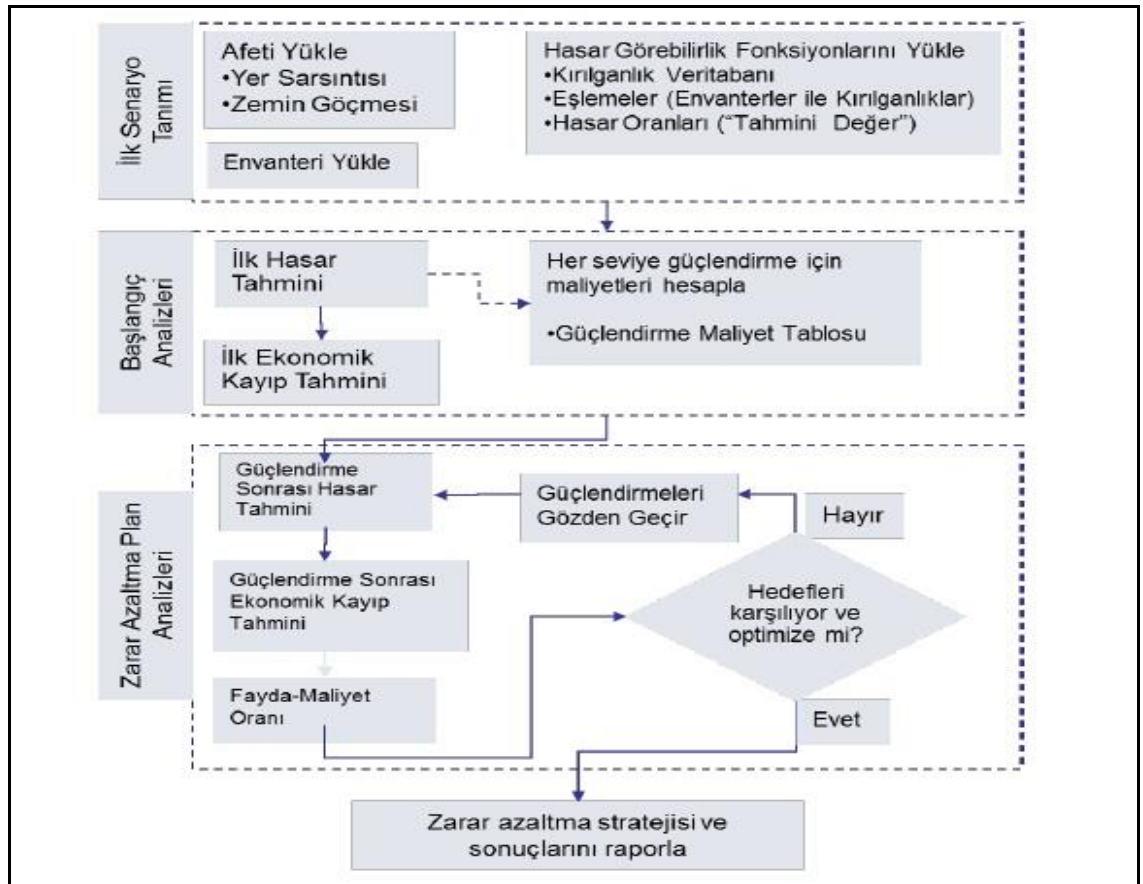
Geliştirilen HAZTURK programını kullanarak deprem senaryo analizi gerçekleştirilmesi sekiz ön tanımlı ve ayarlanabilir azalım ilişkisi ayrı ayrı ya da yine ön tanımlı ağırlıklar kullanılarak birlikte gerçekleştirilebilmektedir. Senaryo tanımını takiben yapısal hasar ve güçlendirme analizleri gerçekleştirilmektedir. Binalarda oluşabilecek hasar olasılıkları veri setindeki her binanın, bina kat sayısı, yapım yılı, yapı tipi ve binaya denk gelen

konumda tahmin edilen deprem ivmesi ilgili kırılma eğrileri ile eşleştirilerek hesaplanmıştır.

Hasar durumları Az, Orta, Ağır Hasar ve Yıkık olarak derecelendirilen yapıların hasarına ait ekonomik analizlerin elde edilebilmesi için kırılma ilişkileri maliyet fonksiyonları ile eşleştirilmiştir. Hasara ait ortalama ve standart dağılımı elde etmek için hasar olasılıkları ağırlıklandırılmıştır (Elnashai vd., 2008). Analizin ilk aşamasında ayrıca gömülü boru hatları gibi altyapı hasarı depremin akabinde hesaplanıp işlem girdileri kullanılarak kilometre başına tamir oranı da hesaplanarak sonuçlanır.

HAZTÜRK yazılımına ait ilk aşama analizlerine ait akış şeması Şekil 3.4’de verilmektedir (Şahin ve diğ. 2011, s.4).

Şekil 3.4: HAZTÜRK ilk aşama analiz akış diyagramı



Kaynak: Türkiye için deprem risk analizi yazılımı gelişimi: HAZTURK. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı

HAZTÜRK İkinci Aşama:

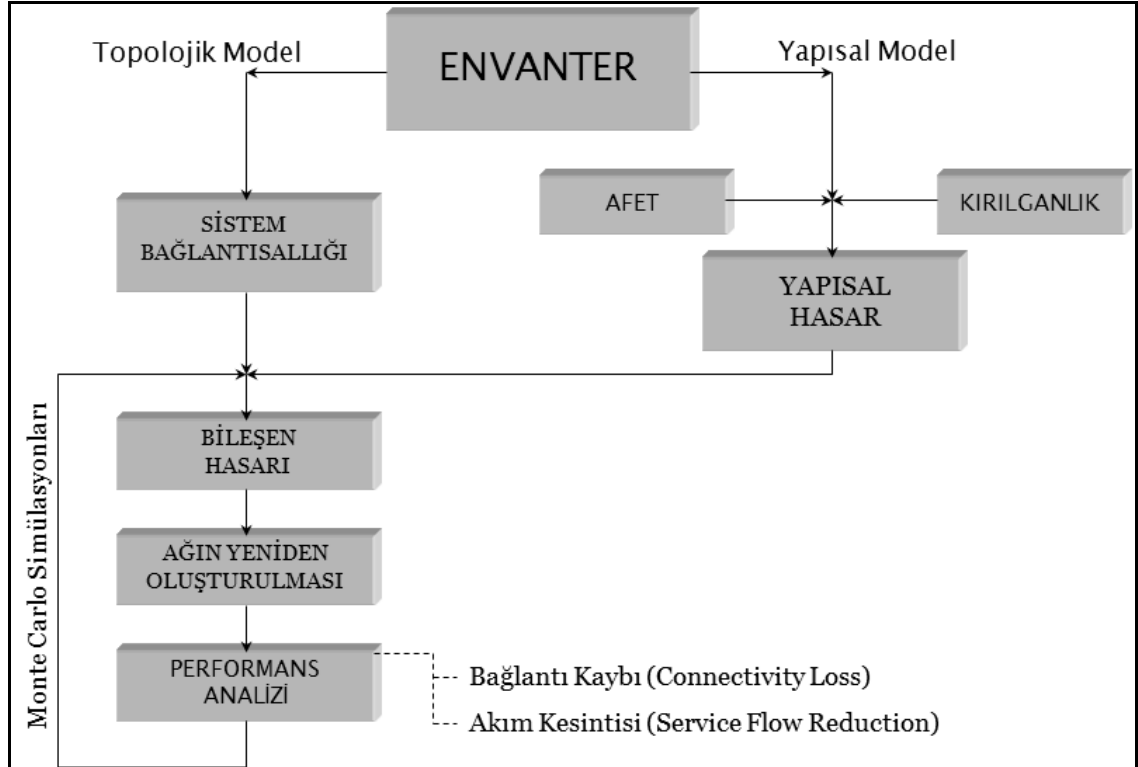
Afete maruz kalan nüfusun hayatını idame ettirebilmesi, yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmesi için gerekli olan su, elektrik, doğalgaz ve iletişim gibi temel hizmetlerin deprem sonrasında görev alacak acil müdahale ekiplerinin kurtarma ve ilkyardım faaliyetlerini etkin bir şekilde yerine getirilebilmesinde de gerektiği gerçeği nedeniyle alt yapıda meydana gelen hasar ve kesintilerin çok kısa süre içerisinde tespit ve tedavisi gerekmektedir.

Bu nedenle HAZTÜRK yazılımının geliştirilmesindeki ikinci aşama olarak tüm altyapı şebekelerinin karşılıklı bağımlılıkları dikkate alınarak deprem sonrası hasar ve kullanılabilirliklerinin tahmini gerçekleştirilmiştir. Deprem hasar analizi ile anlaşılan bina hasarının dışında kalan altyapı sistemlerinde meydana gelen hasarın tespitinin yapıldığı ikinci aşamada büyük depremlerin ardından yürütülen müdahale ve iyileştirme çalışmalarının sekteye uğramasına doğrudan ya da dolaylı olarak neden olan altyapı hasarlarının tespitinin yapılmasını sağlayan analizleri barındırmaktadır.

Altyapı hasarına ilişkin analizlerinde altyapı şebekelerinde karşılıklı bağımlılığı şu şekilde tanımlamıştır: “İki altyapı sistemi arasındaki, bir sistemin durumunun diğer sisteme bağlı ya da o sistemle ilişkili olduğu çift yönlü etkileşim” Rinaldi ve diğ. (2001). Altyapı ağlarının deprem sonrası performans analizini gerçekleştirmek üzere, Duenas-Osorio (2005) tarafından geliştirilen topolojik olarak modellenen ağların hizmet verilebilirliğini inceleyen çalışmayı temel alan, Kim (2007) tarafından oluşturulan bir yöntem kullanılmaktadır. Modelde, mekânsal yakınlık yöntemiyle belirlenen farklı seviyelerde karşılıklı bağımlılıklar tanımlanmış topolojik ağlardan oluşmaktadır. Analiz, altyapı şebekelerinin hem yapısal hem de topolojik olarak modellenmesini gerektirmektedir. Analizlerde envanter, kırılma ve afet veri setleri arasındaki eşleştirmelerin gerçekleştirilebilmesi için kullanılan veri setlerinde anahtar konumda bulunan belirli öznelik değerlerinin girilmesi gerekmektedir. Karşılıklı bağımlı sismik performans analiz yönteminin genel yapısı Şekil 3.5’de gösterilmektedir. Yöntem, yapısal ve topolojik olmak üzere iki modele bölünerek incelenebilir. Yapısal modelde afet, kırılma ve envanter bilgileri kullanılarak deprem hasarı hesaplanmaktadır.

Topolojik modelde ise, yapısal hasar tahmin değerlerine bağlı olarak şebekelerin deprem sonrası çalışır durumda kalan kısımları ve şebekenin afet sonrası hizmet verebilirlik durumu modellenmektedir. Analizi gerçekleştirilecek envanter verisi, iki modele de uygun bir veri yapısına sahip olmalıdır.

Şekil 3.5: Karşılıklı bağımlı sismik ağ performans analizi akış şeması



Kaynak: Türkiye için deprem risk analizi yazılımı geliştirmesi: HAZTURK. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı

Yapısal modelde gerçekleştirilen hasar analizi, belirlenen senaryo depreminin oluşturacağı yer hareketleri ve zemin sıvılaşması sonucunda gerçekleşmesi beklenen yapısal hasar hesaplanmaktadır. Topolojik modelde ise altyapı sistemleri akım ve topolojik bağlantı ilişkilerine göre incelenmektedir. Şebeke elemanlarının kaybı, yürütülen her simülasyon içinde deprem hasarı ve karşılıklı bağımlılık etkileri göz önüne alınarak belirlenmektedir. Bu işlem, Monte Carlo simülasyonları kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Topolojik analizler, sistemlerdeki akım ve bağlantı kayıplarını hesaplayarak şebekelerin sunduğu hizmetlerden faydalanan nüfusun ne derecede etkilenebileceği hakkında fikir vermektedir.

Karşılıklı bağımlı analiz aracında, MAE Center ve İTÜ tarafından gerçekleştirilen ortak çalışmaların ürünü olarak çeşitli güncelleme ve iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. İyileştirilmiş yöntem, FEMA ve US Army Corps of Engineers tarafından desteklenen “New Madrid Seismic Zone Catastrophic Earthquake Response Planning Project” adlı proje kapsamında Memphis ve St. Louis şehirlerinin altyapı şebekelerinin sismik analizinde kullanılmıştır (Elnashai ve diğ. 2010). Yöntemdeki belli başlı eklenti ve iyileştirmeler şu şekilde sıralanabilir; zemin sıvılaşması kaynaklı gömülü boru hasar analizi, karşılıklı bağımlı modele doğalgaz şebekelerinin de eklenmesi ve sistem bağımlılıklarını modellendiği homojen bağımlılık modeli yerine, sistem içerisindeki tüm bağımlılıkların ayrı ayrı değerlendirildiği heterojen bir bağımlılık modelinin oluşturulması sayılabilir.

HAZTURK Üçüncü Aşama:

HAZTURK yazılımı gelişiminde üçüncü aşamanın amacı deprem sonrası ulaşım ağlarının kullanılabilirlik analizi algoritmasının geliştirilmesidir. Bu kapsamda ilgili afet bölgesindeki ulaştırma yapılarının deprem sonrasında köprü, viyadük ve geçit yıkılması, yol çökmesi, bina enkazı engeli gibi farklı olasılıkların göz önüne alınmasıyla ilgili afet bölgesine ulaşımında kullanılabilecek ulaşım ağlarının depremin hemen sonrasında ve takip eden afet yönetimi süreci içerisinde kullanılabilirliklerinin analiz ve tahmininin gerçekleştirilmesi amaçlanmaktadır (Şahin ve diğ. 2011).

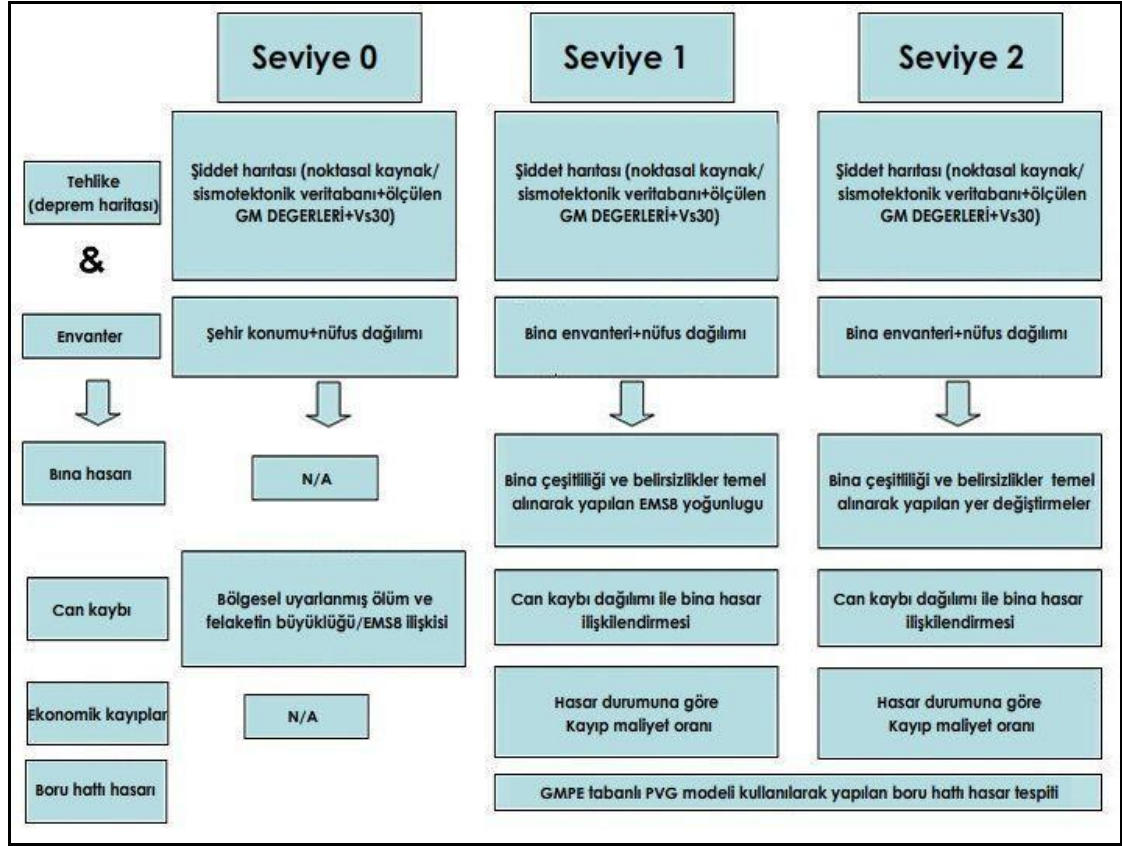
ELER (Deprem Kayıp Tahmini Programı):

Özellikle zemin durumu ve yapılaşma özellikleri nedeniyle daha yıkıcı bir etkiye sahip olan depremler ülkemizde afet yönetim sisteminin etkinleştirilmesi ve afet risklerinin azaltılması amacıyla risk alanlarının belirlenmesi ve bu alanlarda doğru müdahale yöntemlerini geliştirebilmek amacıyla geliştirilen bir diğer proje olan ELER ile bütünleştirilmiş bölge ölçeğinde risk haritalarının hazırlanması, yüksek risk taşıyan yerleşmelerin tespit edilmesi gibi gerek risk yönetimi gerekse kriz yönetimi açısından kullanılabilir bir model geliştirilmiştir.

Avrupa Birliği 6. Çerçeve Programı NERIES Projesi (<http://www.neries-eu.org/>) dâhilinde JRA-3 bileşeni altında Avrupa ve Akdeniz bölgesi için hazırlanan ve depremde yapıların hasar görebilirliği ve kayıpların hızlı tahmini konusunda bir araştırma projesi olan ELER (Deprem Kayıp Tahmini Programı) yazılımı ile gerek deprem yer hareketi haritalarının ve gerekse deprem riskinin belirlenmesi yönelik hazırlanmış bir projedir. (Erdik ve diğ. 2010; http://www.neries-eu.org/main.php/JRA3_D3_v2.pĞf?filefem=9502731) (Erdik ve diğ. 2011, s.8). Proje, Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi başkanlığında Avrupa'nın seçkin araştırma enstitüleri Imperial Collage (İngiltere), NORSAR (Norveç), EMSC (Avrupa Akdeniz Ortak Sismoloji Merkezi) ile birlikte yürütülmüştür. 2006 yılında başlanan projenin ilk versiyonu olan ELER V1.0 2009 yılında tamamlandı. ELER'in V3.1 versiyonu ile altyapı boru hatları hasar tahmini ve ekonomik kayıpların tahmini de yazılıma eklenmiştir. ELER'in 2011 yılında tamamlanan son versiyonu V3.2 kayıpların tahminini içeren en güncel program özelliği taşımasının yanında yazılımın açık kaynak kodlu olması sebebiyle herkesin kullanımına açıktır. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü tarafından yürütücülüğünün yapıldığı ELER projesinin yazılımı Matlab programlama dili ile geliştirilmiş, sonuç ürünleri, örnek verileri ve dokümantasyonu ile birlikte web sayfasında (http://www.koeri.boun.edu.tr/Haberler/NERIES%20ELER%20V3.1_6_176.depmuh) kullanıcılara sunulmuştur.

Yazılım deprem tehlikesi ve hasargörebilirlik gibi iki temel aşamadan oluşmaktadır. Deprem tehlikesi, mevcut jeolojik, sismolojik veriler ile bölgenin depremselliğine bağlı deprem dönüş periyodu (oluş sıklığı) kullanılarak "Yer Hareketi Tahmin Modeli" oluşturulur. Hasargörebilirlik ise, bina envanteri ve nüfus bilgileri de dâhil edilerek, olası bina hasar dağılımı haritası ve can kaybı ile yaralanma sayıları belirlenir. Yazılım gerek verilerin depolanmasında gerekse deprem kayıplarının hesaplanmasında esnek bir yapıya sahiptir. ELER programın yapısı modülerdir ve aşığıdaki gibi oluşturulmuştur:

Şekil 3.6: ELER çok seviyeli analiz metodolojisi akış şeması

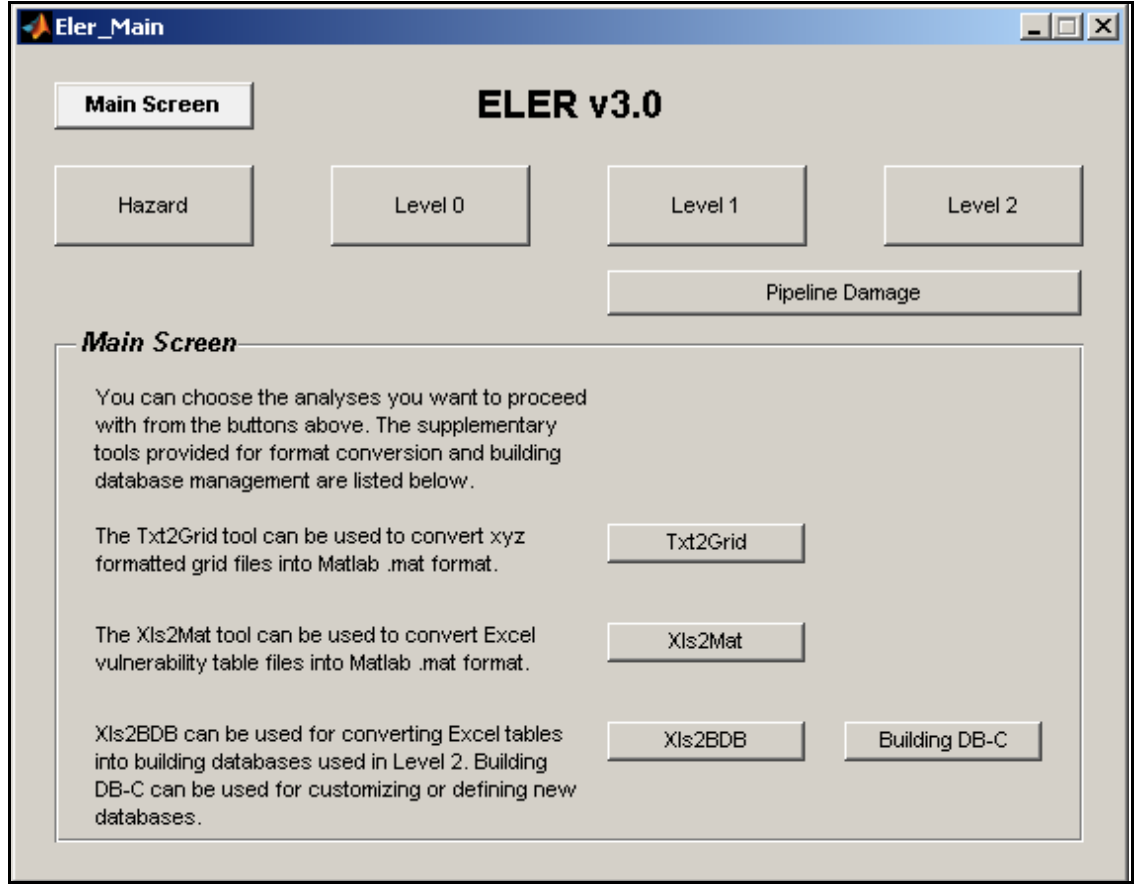


Kaynak: http://www.koeri.boun.edu.tr/depremmuh/eski/ELER/ELER_v3_Manual.pdf

ELER, deprem tehlike ve zarar değerlendirmeler için dört modülden oluşmaktadır (Şekil 3.7).

1. Hazard
2. Level 0
3. Level 1
4. Level 2 (NERIES Projesi 2010, s.17).

Şekil 3.7: ELER programı modüllerin görünüşü



Kaynak: http://www.koeri.boun.edu.tr/depremmuh/eski/ELER/ELER_v3_Manual.pdf

Tehlike Tahmin Modülü ve Hasar Kayıp Tahmin Modeli gibi iki modülü bulunan ELER’de Tehlike Tahmin Modülü ile zemin hareketi tahmin denklemlerini, şiddet ve zemin hareketi arasındaki korelasyonu ve zemin durumu bilgisini kullanarak zemin hareketi hesaplaması ve şiddet dağılımını içerir. USGS Shake Map’te olduğu gibi tehlike modülü depremin episantrını, magnitudünü ve eğer mevcut ise fay bilgisini girdi olarak kullanmaktadır. Ampirik zemin hareketi tahmin modeline göre zemin sarsıntı haritası hem yüzeyde hem de bedrock seviyesinde üretilmektedir. Zemin hareketi kayıtları var ise daha doğru tahmin için kullanılabilir.

Tehlike Tahmin Modülü (HAZARD) modülünde zemin hareketi tahmin denklemleri, şiddet ile zemin hareketi parametresinin korelasyonu ve zemin durumu bilgisine ilişkin hesaplamalar yer almaktadır. Zemin hareketin hesaplanmasında magnitud ile olayın

episantrının lokasyonuna ilişkin bilgiler gerekmektedir. Bunun dışında kırılma parametreleri veya fayın veritabanı ve ivme datası kullanıcının ihtiyaçlarına göre kullanılabilir. Sismik tehlike analizi deterministik olarak ampirik zemin hareketi veya makrosismik şiddet tahmin modelleri ile hesaplanmaktadır.

Hasar Kayıp Tahmin Modülünde ise Tehlike Tahmin Modülünden zemin hareketi ve şiddet bilgisini alarak nüfus ve bina envanteri veritabanını kullanır. Bu modül bina hasarının ve can kayıplarının hesaplanması için şekilde görüldüğü gibi üç seviyeyi (Level 0, Level 1, Level 2) içerir. Level 0 ve Level 1 analizleri şiddet dağılımına bağlı olup Level 1 analizleri EMS98 şiddet dağılımına göre hazırlanmaktadır.

ELER software'nin iki seviyesi (Level 0 ve Level 1) şiddet dağılımını elde etmek ve toplam can kayıplarının sayısını hesaplamak için şiddet-can kaybı veya büyüklük-can kaybı korelasyonuna göre (Seviye 0) bölgesel nüfus ve bina envanterini kullanır. Seviye 0 analizleri USGS'in PAGER'ına benzerdir. Level 1'de hasarlı binalar ve can kayıpları hesaplanmaktadır. Hasarlı bina sayısı şiddete bağlı olarak hesaplanmaktadır. Can kayıpları ise hasarlı binaların sayısına göre hesaplanmaktadır.

ELER software'nin Level 2 analizleri HAZUS ve SELENA'ya benzerdir ve kentsel alanlarda deprem kayıplarının tahmini için iyi bir araçtır. Bina gruplaması için EC-FP5 RISK-UE Projesi kapsamında geliştirilen Avrupa bina taksonomisi ve HAZUS-MH bina tipleri modeli kullanılmaktadır. Software veritabanı her bina taksonomisi için bina kapasitesi ve analitik kırılma parametrelerini içermektedir. Ayrıca kullanıcı BDC (Building Database Creator) ile kendi geliştireceği kapasite ve kırılma eğrisini de kullanabilmektedir. Level 2 analizi ayrıca bina hasarlarına dayalı direk maddi kayıpları ve bu kayıplara bağlı onarım maliyeti tahminlerini ivmeye göre hesaplayabilmektedir (NERIES Projesi 2010).

Belirlenen bir deprem sonrası ELER programı otomatik olarak başlayacağı gibi manuel olarak da başlatılabilmektedir. Deprem kaydının otomatik gelmediği durumda öğrenilmiş olan deprem kaydına ait deprem episantrının X, Y, derinlik ve deprem büyüklüğü girilerek analize edilebilmektedir. ELER programı ile senaryo deprem veya deprem

olduktan sonra hızlıca 5 seviyeli (tamamen, ağır, orta, hafif, hasarsız) yapı hasar analizi yapılarak, can kaybı, yaralı sayısı, acil barınma ihtiyacı ve ekonomik kayıpları belirlenebilmektedir.

ELER programıyla deprem hasar ve kayıp analizi yapabilmek için bazı veri setlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Analizde kullanılacak veriler;

- a. Deprem Senaryosu
- b. Fay Verisi
- c. Bina Verisi
- d. Nüfus Verisi
- e. Referans Grid Verisi
- f. Vs30 Verisi
- g. Topografya Verisinden oluşmaktadır.

ELER ile afet sonrası en kısa sürede hasar dağılımını görebilmek, araziden gelen veriler ile analizi kıyaslayarak hasarın yayılımını, şiddetini belirleyerek en uygun afet planını devreye almak ve değişen verilere bağlı olarak deprem sonucu oluşan risk değişimlerini amacı doğrultusunda renklendirerek daha üst seviyeli afet planı altyapısına destek sağlamaktadır.

Yazılım ile afet öncesi oluşturulacak senaryolar kapsamında tespit edilecek can kaybı ve yaralanma analizlerine paralel acil barınma ihtiyacı olan kişi sayısı ve yaklaşık ekonomik kayıplar belirlenebilmekte, güncel veriler ile çeşitli senaryolara bağlı oluşturulan risk analizlerinin sonuçları sayısal ortamda haritalanmaktadır.

Afet riskini azaltıcı en önemli etkenlerin başında, risk faktörlerini/alanlarını doğru tanımlayabilmek ve bu alanlarda doğru müdahale yöntemlerini geliştirebilmek gelmektedir. ELER yazılımı ile afet bölgelerine ait bütünleştirilmiş bölge ölçeğinde risk haritalarının hazırlanması, yüksek risk taşıyan yerleşmelerin tespiti yapılabilmektedir. Bu ifadeler doğrultusunda ELER yazılımı ile deprem riskine karşı risk alanlarının belirlenmesi, kayıpların tahmini ve afet riskinin azaltılması amaçlanmaktadır.

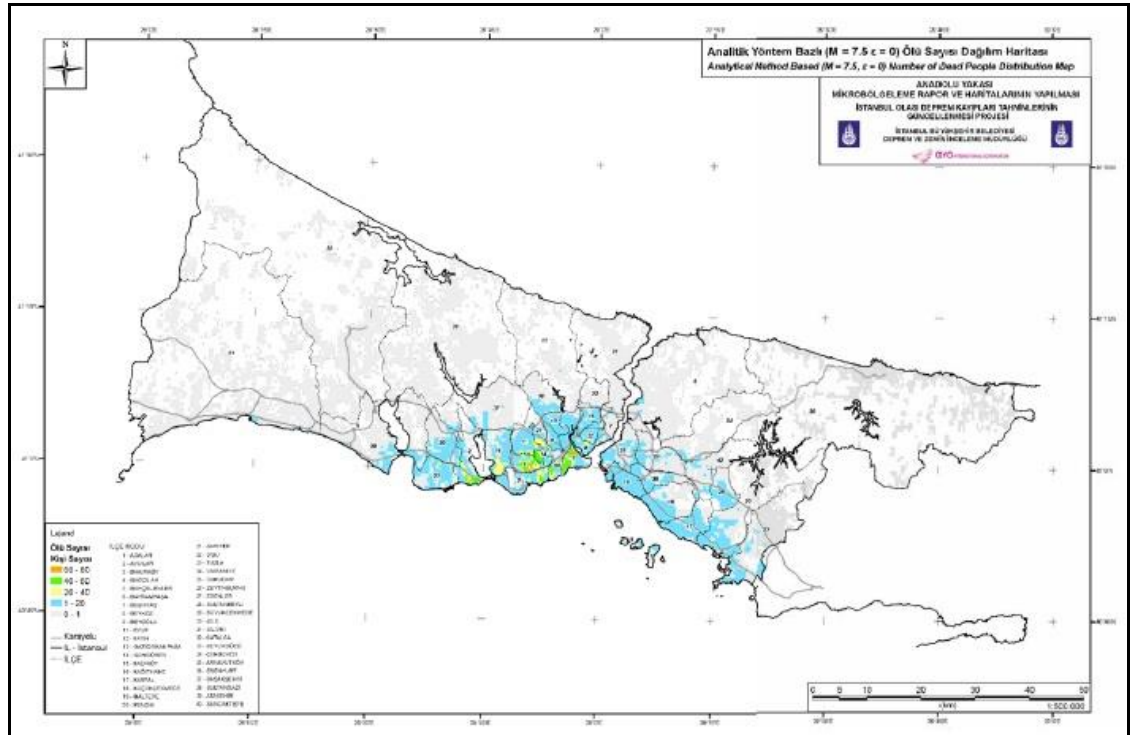
ELER yazılımı ile güncel veriler kullanılarak yapılan analiz sonucu özetle;

- a. Afet sonrası hesaplanan hasar dağılımı, araziden gelecek veriler ile kıyaslanarak, güncel hasar yayılımı ve şiddetine göre, en uygun afet planı en kısa sürede uygulanabilmektedir.
- b. Risk analizleri sonucu hesaplanan can kaybı, yaralı sayısı, üstyapı ve altyapı hasarına göre lojistik ihtiyaçlar daha gerçekçi belirlenerek, imkânların doğru kullanılması sağlanabilmektedir.
- c. Değişen verilere bağlı olarak deprem sonucu oluşan risk değişimleri görülebilmekte ve amacı doğrultusunda renklendirilen bu risk haritaları karar vericilerin olaylara daha vakıf olması sağlanmaktadır.
- d. Risk haritalarının kısa sürede oluşturulması kısa sürede etkin müdahale sağlamakta deprem ile paralel gelişebilecek ikincil afetlerin etkisi azaltılabilmektedir.
- e. Deprem sonrası araziden gelecek, adrese veya bölgeye dayalı veriler, diğer afet verileri ile (sel, taksın, yangın, heyelan) değerlendirilerek afetin ilerlemesi ve yapılan iyileştirmeler süreç yönetimi mantığı ile izlenip yönetilebilmektedir.
- f. Hasar tahmin programı ile deprem sonrası hızlı hasar değerlendirmesi yapılarak acil kurtarma ekiplerinin doğru bölgeye en hızlı ve etkin şekilde müdahale sağlanmakta, değişen koşullara ve elde edilen yeni verilere göre dinamik risk analizi yapılabilmektedir.
- g. AYM'lerin oluşturacağı Afet ve Acil Durum Eylem Planı kapsamında, deprem sonrası hasar büyüklükleri ve müdahale bölgelerinin tespiti ile müdahale ve benzeri konularda görev alacak birimlerinin dağılımı ile ilgili koordinasyon sağlanmaktadır.
- h. Afet öncesi senaryo depremler ile bütünleştirilmiş bölge ölçeğinde risk haritalarının hazırlanması, yüksek risk taşıyan yerleşmelerin tespit edilmesi sağlanmakta, iyileştirme modelleri geliştirilebilmektedir.
- i. Bu haritaların diğer kamu kurumları ile paylaşılarak mevcut risklerin bertaraf edilmesi veya azaltılması yoluyla deprem sonrası muhtemel can kaybı ve hasarın minimuma indirilmesi sağlanabilmektedir.

Deprem kayıp sonuçları bir deprem hasarının önceden belirlenmesinden ziyade oluşabilecek kayıpların bir göstergesi olarak algılanmalıdır. Özellikle “ilk 72 saat”ın müdahale ve arama kurtarma çalışmalarında çok önemli olduğu varsayılırsa kayıpların kısa sürede tespiti oldukça önem arz etmektedir.

İstanbul ilinin güncelleştirilmiş yapı ve altyapı envanteri, zemin bilgileri ve deprem yer hareketi modellerine dayalı bir yapı ve altyapı hasarı, can kaybı ve doğrudan ekonomik kayıp tahmininin gerçekleştirilmesi, güncel deprem kaybı değerlendirmesi, afet planlaması ve yapısal iyileştirme ve dönüşüm girişimlerinde öncelikli bölgelerin saptaması daha doğru ve güncel bilgiler ışığında yapılabilmesi için hazırlanan ve Şekil 3.8’te gösterilen “İstanbul’un Olası Deprem Kayıpları Tahminlerinin Güncellenmesi İşi” projesi kapsamında deprem kayıplarını belirlemede ELER yazılımı kullanılmıştır. Kayıplarla ilgili tahminler “analitik” ve “makrosismik” yöntemle belirlenmiştir.

Şekil 3.8: Analitik yöntemlerin ortalaması alınarak belirlenmiş can kaybı sayısı dağılım haritası



Kaynak: İstanbul’un olası deprem kayıpları tahminlerinin güncellenmesi işi sonuç raporu. Kasım, 2009.

Boğaziçi Üniversitesi (BÜ) Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Müdürü Prof. Dr. Mustafa Erdik 2011 yılında yaşanan 7.2'lik Van Depremi'nden dakikalar sonra ELER'le yapılan analiz sonucunda ölü sayısının 710 olarak tahmin ettiklerini ve yanılma paylarının 500 ila 1000 arasında olabileceğini belirtmiş, ölü sayısının 601 olarak açıklanması üzerine analizin çok kısa bir süre içerisinde bu kadar isabetli bir tahmin yapması ELER'in ne denli önemli bir yazılım olduğu gösterdiğini belirtmiştir(www.sabah.com.tr/Yasam/2011/11/10/depremde-dogru-tahminin-sirri-eller).

AİAYS (Afet/Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi)

Afet ve acil durumlarda, afetin yayılım alanı ve şiddetini belirleyebilmek oldukça önem arz etmektedir. Ülkemizde hâlihazır kullanılan birçok sistem mevcuttur. Her ne kadar bu tip sistemlerin varlığından söz ediyor olsak da bunlardan bazılarının afet anında hasar görüp etkilenebileceği düşünülerek alternatiflerin çoğaltılması sağlanmalıdır. Hızlı, kolay ve etkili yürüyebilecek bir yönetim, komuta, kontrol ve bilgi akışı sistemleri ile afetin etkisi, yayılımı, müdahale kapasitesi ve ihtiyaçların tespitine yönelik hazırlanan Afet ve Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi gibi sistemlerin diğer sistemlerle birlikte geliştirilmesi gerekmektedir.

Özellikle büyük depremler sonrası sistemlerde meydana gelebilecek hasarlara ek olarak yardım taleplerinde ortaya çıkacak yoğunluk dolayısıyla haberleşme olanaklarının kesintilere uğrayabileceği ve AYM'lere sağlıklı bilgi akışının sağlanamamasına neden olacaktır. AYM'lere sağlıklı bilgilerin ulaştırılabilmesi ve bunların sayısal olarak kaydedilerek haritalanması, yöneticilerin olaya vakıf olması ve yönlendirilmesi açısından kolaylık sağlamaktadır.

Afet ve acil durumda kurtarma, ilkyardım ve yol bakım gibi faaliyet gösteren birimlerin koordine edildiği merkezlerde bulunan çağrı ve komuta merkezlerine gelen çağrılarının kabul edildiği ve sayısallaştırdığı taleplerin farklı komuta merkezlerinde aynı aciliyet, şiddet, büyüklük ve değerinde anlaşılabilmesi için kriterler belirlemek ve bu şekilde araziden gelen bilgilerin aciliyet önemi ve türüne göre harita üzerinde gösterilebilmektedir. Afet sonrası ortaya çıkan duruma bağlı olarak etkilenen nüfusun

telefon, telsiz vs. gibi iletişim araçları ile olayın durumu ve kendi durumları ile ilgili bilgilerin bulunduğu ihbarların nokta, güzergâh, alan ve lokasyon bazında interaktif harita üzerinde gösterilerek eş şiddet değerine göre renklendirilmekte afetin yayılımı ve şiddeti hakkında ilk bilgiler elde edilmektedir.

Ayrıca sistem ile gerek afete maruz kalmış vatandaşlar ve ekipler tarafından gelecek gerekse afet sonrası görev için araziye çıkan kurtarma ve lojistik ekiplerin vereceği bilgiler kapsamında kapalı yollar tespit edilecek ve haritalara işlenerek olayın görülmesi sağlanmış olacaktır. Hasar tahminlerine göre kısa yol analizleri ile en uygun iş dağıtım analizleri ile ekiplerin yönlendirilmesinde alternatif güzergâhlar değerlendirilmesi de sistem sayesinde olanaklı hale gelmektedir.

Sistemi kullanarak koordinasyon görevini üstlenen AYM afete maruz kalmış nüfusun tespit edilmesinde ve miktarına bağlı olarak en uygun kapasitedeki ve yakınlıktaki geçici toplanma alanlarının belirlenmesinde kullanılacak interaktif haritalar ile aynı zamanda bölgeye gidecek ihtiyaçlar hakkında yöneticilere fikir vermiş olmaktadır. Müdahalenin başarısı aynı zamanda afet öncesi bilgilerin toplanması kadar afet sonrası süreçlerde görev verilen veya görev alanı önceden belirli olan ekiplere sorumlu oldukları bölge ve amirliklerde haberleşme sistemlerinin aktif olarak kullanılmasına bağlıdır. Afet sonrası hasar görmüş müdahale merkezleri ve ekipler ile ilgili bilgilerin iletişim kanalları ile AYM ulaştırılmasıyla aynı zamanda afet müdahale kapasitesinin de tespit edilmesi sağlanmış olacaktır.

Hasar kayıp sistemlerinden analizler sonucu elde edilen verilerin komuta merkezlerine gelecek çağrılar ve arazide bulunan ekiplerden gelen durum bilgileri ile doğrulanması sağlanmakta bu sayede hasar ve kayıplara ilişkin haritaların dinamik olarak güncel kalması sağlanmaktadır.

Hızlı, doğru ve etkin bir afet yönetimi, bir kentte veya bölgeye ait harita verilerinin tutulduğu, işlendiği ve analiz edildiği CBS tabanlı bir yönetim ve karar destek sistemi ile mümkün olabilmektedir. Gereksinim duyulacak kentsel verilerin tespitini ve elde edilmesini, mekânsal veritabanının tasarlanmasını, afet ve acil durum ihbarlarının alındığı,

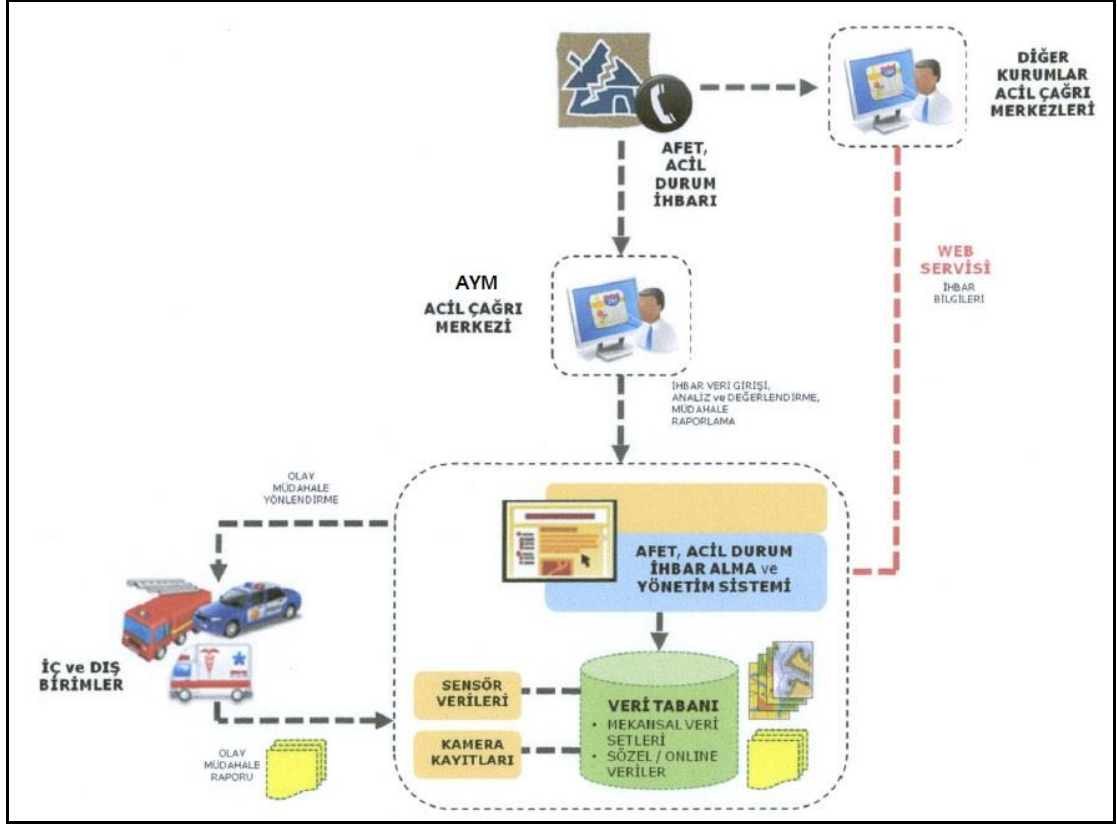
değerlendirildiği ve müdahalenin yönetildiği CBS ve web tabanlı bir uygulama olan ve acil durum anında ve sonrasında karar verme mekanizmasını direk etkileyen Afet/Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemleri kullanılmaktadır.

Bu sistem ile;

- a. İhbar alma, görüntüleme, değerlendirme ve ilgili birimlere yönlendirme (müdahale)
- b. Afet ve acil durumların görüntülenmesi
- c. Olay yerlerinin/sınırlarının belirlenmesi ve haritalanması; ihbar verilerinin interaktif haritalara aktarılarak afet bölgelerini belirleme
- d. Varolan veri kaynaklarının yönetimine ilaveten, ilgili dinamik verilere ulaşma ve gösterme
- e. İhbar arşiv ve sorgulama ve sonuçların analizi
- f. Bilgi paylaşımı esaslarına göre istenen sistemlerle entegrasyon sağlanarak kurum içi ve dışı birimler arasında bilgi paylaşımına olanak tanımaktadır.

Sistem, gerekli bilgilere erişimi kolaylaştırarak müdahale süresini kısaltmada yardımcı olmakta, ayrıca müdahale açısından gerek personel gerekse araç gereç konusunda mükerrer görevlendirmelerin önüne geçilmesini de sağlamaktadır. Güncel, doğru, standart ve tutarlı verilerin analizi ile görsel ve kolay anlaşılabilir kapsamlı raporlama ve mekânsal sorgu imkânları sunmaktadır (İBB-AKOM, http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/bilimsel_teknik.html).

Şekil 3.9: Afet/Acil durum ihbar alma ve yönetim sistemi tasarımı



Kaynak: http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/bilimsel_teknik.html

“Afet/Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi” üç bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölüm; ihbarın ayrıntı bir şekilde alındığı ve sayısallaştırıldığı bu bölümde alınan ihbarın lokasyona dönüştürüldüğü ve olayın türüne göre farklı semboller ile ifade edildiği olaylar aynı zamanda GIS ortamında görülerek olayın boyutunun ve sınırlarının görülmesinin sağlandığı bölümdür. Bu bölümde interaktif ve dinamik katmanlar (sel risk haritası, derem risk haritası, meteorolojik radar vb.) eklenerek bölgenin durumu hakkında görsel algılama sağlanmaktadır.

Şekil 3.10: Afet/Acil durum ihbar alma ve yönetim sistemi ihbar veri giriş ve görüntüleme modülü

The screenshot displays the 'AiAYS Olay Monitörü' web application. The interface includes a top navigation bar with icons for 'Yeni İhbar', 'Taşı', 'Kapat', 'Yenile', 'Düzenle', and 'Filtre'. The main content area is divided into several sections: 'Kişi Bilgileri' (Person Information) with fields for Ad, Soyad, Tip (Gerçek), Telefon, and Kendisi; 'Olay Bilgileri' (Incident Information) with a large text area for 'İhbar' and a 'Zamanı' field (8/11/2014 11:02:39); 'Seçim Menüsü' (Selection Menu) with a counter '0.000 / 0.000' and buttons for 'Nokta Seç', 'Alan Seç', and 'Git'; 'Adres Bilgileri' (Address Information) with fields for İlçe, Mahalle, Cadde-Sokak, Kapı No, Adres Notu, and Adres; 'Ölü-Yaralı Bilgileri' (Dead-Injured Information) with checkboxes for 'Ölü', 'Ağır Yaralı', 'Yaralı', and 'Kayıp', and a dropdown for 'Afet Türü' (Genel); and 'Maddi Hasar' (Material Damage). At the bottom, there are radio buttons for 'Normal', 'Acil', and 'Çok Acil', and buttons for 'Temizle' and 'Kaydet'. A 'Rapor Oluştur' button is also visible in the top right corner.

Kaynak: http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/bilimsel_teknik.html

Ayrıca dinamik ve istikrarlı bir ihbar alım sürecinin oluşturulması ve birimler arasında bir iş akışının yapılandırılmasına yardımcı olmaktadır. Bu bölümde afet ve acil durumlar haricindeki normal zamanlarda da gelen çağrılar karşılanmakta, alınan çağrılar ihbar, talep, şikâyet vb. türüne göre değerlendirilmektedir. İnteraktif haritalar üzerinde doğru konumlandırılmış olayların boyutlarının görülmesi yöneticilerin olay karşısında müdahalede karar vermelerine yardımcı olacaktır.

İkinci bölüm; alınan ihbarın dökümüyle ilgili bilgilerin yer aldığı bölümdür. Bu bölümde yapılan müdahale çalışmaları ile ilgili bilgi ve raporların yer almaktadır. Sistem üzerinden alınan ihbarlar çözüm sürecine yönelik ilgili birimlere yönlendirilmesi sağlanmakta ve ilgili birimlerin olaylara müdahale durumları bu bölümden takip edilmektedir. Alınan ihbarın çözümünde geriye dönük kontrollerin yapılabilmesi,

müdahale sırasında gerek ofis çalışanları gerek sahada olaya müdahale eden birimlerin olaya müdahale edilip edilmediği ile ilgili raporların girildiği bölümdür.

Şekil 3.11: İhbarların mekânsal görünümü, müdahale ve iş akış modülü

İHBARLAR	Durum	Ad	Başlama	Bitiş	Ölü	Ağır Yaralı
<input checked="" type="checkbox"/>	Aktif	SARIYER	09.06.2015 15:31:11	09.06.2015 15:31:11	0	0
<input checked="" type="checkbox"/>	Mudahale Edilmedi	KAGITHANE	09.06.2015 15:53:49	09.06.2015 15:53:49	0	0

Kaynak: http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/bilimsel_teknik.html

Üçüncü bölüm; alınan ihbarlarla ilgili raporlamanın ve veri sorgulamasının yapıldığı alandır. İkinci bölümde elde edilen verilerin arşivlenmesi ve bu kapsamda bölgesel yoğunlukları harita üzerinde analiz edilmesi ve raporlaması olanaklarını sunmaktadır. Bu veriler ışığında sadece geçmişe yönelik değerlerin değil, gelecekle ilgili tahminlerin de yapılabilmesine olanak sağlamaktadır. Bu alanda yapılan sorgulamalar ilçe bazında ve olay doğrultusunda olabileceği gibi belirli bir tarih aralığında da yapılabilmektedir.

Arşiv, sorgulama ve raporlama modülü ile toplanan ihbarların geriye dönük sorgulanması ve bu sorgunun interaktif haritalar üzerinde gösterilerek olayların olduğu bölgelerin risk haritalarının da çıkarılması sağlanmış olacaktır.

Sayıllaştırılarak elde edilen bilgilerin sistem ile arşivlenmesi sağlanarak bilgi ve verimliliğin artırılması hedeflenmektedir. CBS tabanlı bütün sistemlerde olduğu gibi “Afet/Acil durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi’nde” en önemli bileşen “veri” dir. Bu tip sistemlerde gerekli verilerin elde edilmesi, depolanması ve güncellenmesi sistemlerin doğru sonuçlar üretmesi açısından gereklidir.

TEUS (Taşkın Erken Uyarı Sistemi):

Ülkemizde depremden sonra en büyük can ve mal kaybına neden olan doğal afet türü sellerdir. Her ne kadar küresel iklim değişimi ve meteorolojik oluşumlar nedeniyle ortaya çıkmış olsalar da gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkeler sınıfında olan ülkelerin özellikle akarsu havzalarındaki insan faaliyetlerindeki artış ve çarpık kentleşme nedeniyle sık sık bu tür afetlere maruz kaldıkları ortadadır. Afetlerden korunma stratejileri kapsamında tüm dünyada kriz yönetimi çalışmalarından risk yönetimi çalışmalarına geçilmekte ve bu kapsamda taşkınların olumsuz sonuçlarının ortadan kaldırılmasına yönelik birçok proje geliştirilmektedir.

Gelişen teknoloji ile birlikte afetlerin önceden tahmin edilmesine yönelik çalışmalar hızla artmakta CBS ve uzaktan algılama yardımıyla koruma ve uyarı sistemlerini gelişmesi önyak oluşturmaktadır. Buna paralel taşkın riski, seyri ve yönetilmesine yönelik çalışmalar gerek dünyada gerekse ülkemizde afet yönetimi kapsamında önemli bir çalışma alanı bulmaktadır.

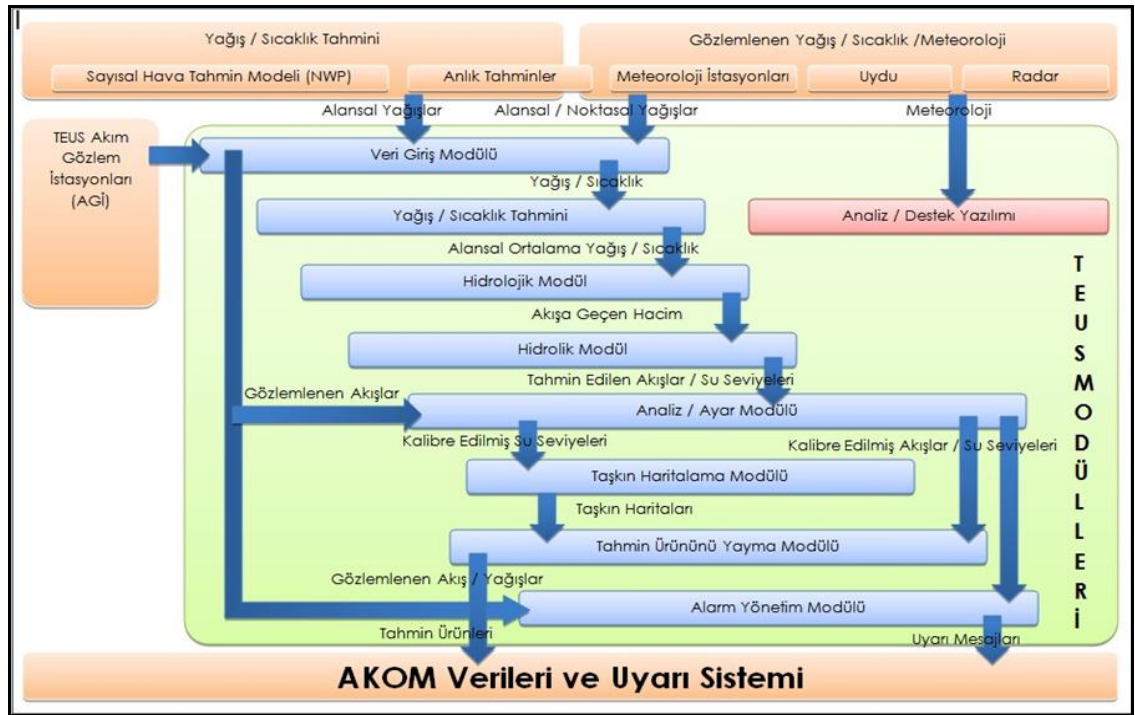
Taşkın erken uyarı sistemleri, yağış tahminleri ve su akışlarının izlenmesinin yanı sıra havzaların modellenmesine dayanmakta ve taşkınlara neden olan hidrolojik, meteorolojik ve fizyolojik etkenler incelenmektedir.

Geçmişte ülkemizde merkezi yönetim tarafından yürütülen faaliyetler bugün yerel yönetimler (İBB-AKOM) tarafından da geliştirilmektedir. Karmaşık modellerin ihtiyaç duyulduğu bu sistemlerin uygulanmasında farklı kurumlardan büyük miktarda konumsal veri setleri ve servislerine ihtiyaç duyulmaktadır. Kamu kurum ve kuruluşlar arasında servisler ile paylaşılan veriler kapsamında oluşturulan taşkın erken uyarı sistemleri ile

muhtemel taşkınların önceden tahmin edilmesi ve farklı tekerrür aralıkları için taşkından etkilenecek alanların belirlenmesi mümkün olabilmekte, böylece taşkın öncesinde gerekli tedbirler alınabilecek ve taşkın esnasında etkin müdahale imkânı sağlanabilmektedir. TEUS ile meydana gelebilecek taşkınlar saatler öncesinde tespit edilmesiyle, ilgililer haberdar edilerek gerekli tedbirleri almaları sağlanarak, taşkın bölgesinde yaşayan vatandaşların uyarılması; böylece muhtemel can ve mal kayıplarının en aza indirilmesi sağlanmış olmaktadır (İBB-AKOM, İstanbul Taşkın Erken Uyarı Sistemi Projesi (TEUS), 2012).

9 Eylül 2009 tarihinde İstanbul Halkalı’da Ayamama Deresinin taşması sonucu yaşanan sel felaketinde otuz bir kişi hayatını kaybetmiş 100 milyon doların üzerinde maddi kayıp yaşanmıştır (Erdoğan 2011, s.66). Bu açı tablo karşısında İstanbul Büyükşehir Belediyesi Afet Koordinasyon Merkezi tarafından Taşkın Erken Uyarı Sistemi projesi uygulamaya konmuş ve sistem modülleri Şekil 3.12’deki gibi geliştirilmiştir.

Şekil 3.12: TEUS’un modülleri



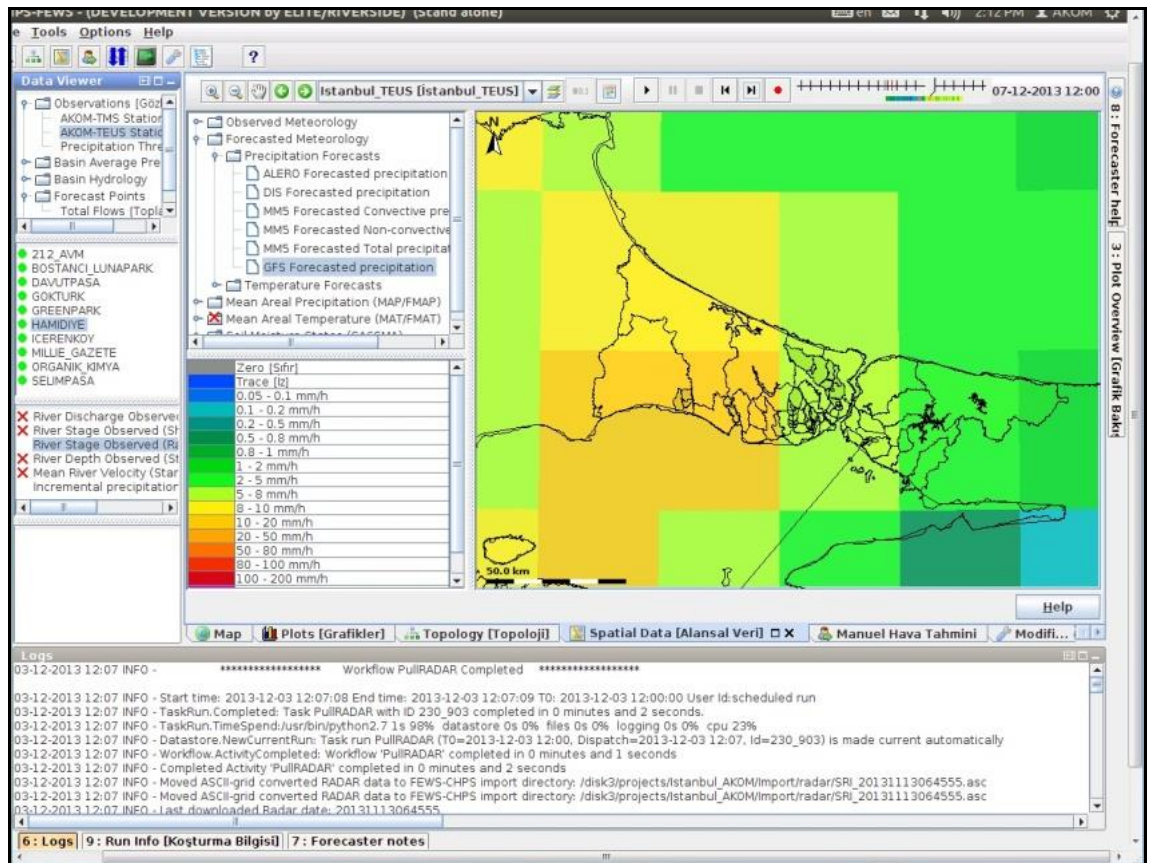
Kaynak: <http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/SELveTASKINUYARISISTEMI.ppt>

TEUS çalışma şekli olarak aşağıdaki veriler kullanılmaktadır;

- Taşkın risk haritaları
- Yağış tahmin model çıktıları
- Meteorolojik uydu ve radar verileri
- Meteorolojik istasyon verileri (sıcaklık, yağış, toprak doygunluğu)
- Akım Gözlem İstasyonları (AGİ) ve kameralar

Tüm bu verilerin entegrasyonunu sağlayan uluslararası kabul görmüş bir yazılım olan Delft-FEWS platformudur ve aşağıdaki arayüzü kullanmaktadır.

Şekil 3.13: Delft-FEWS platformu TEUS arayüzü



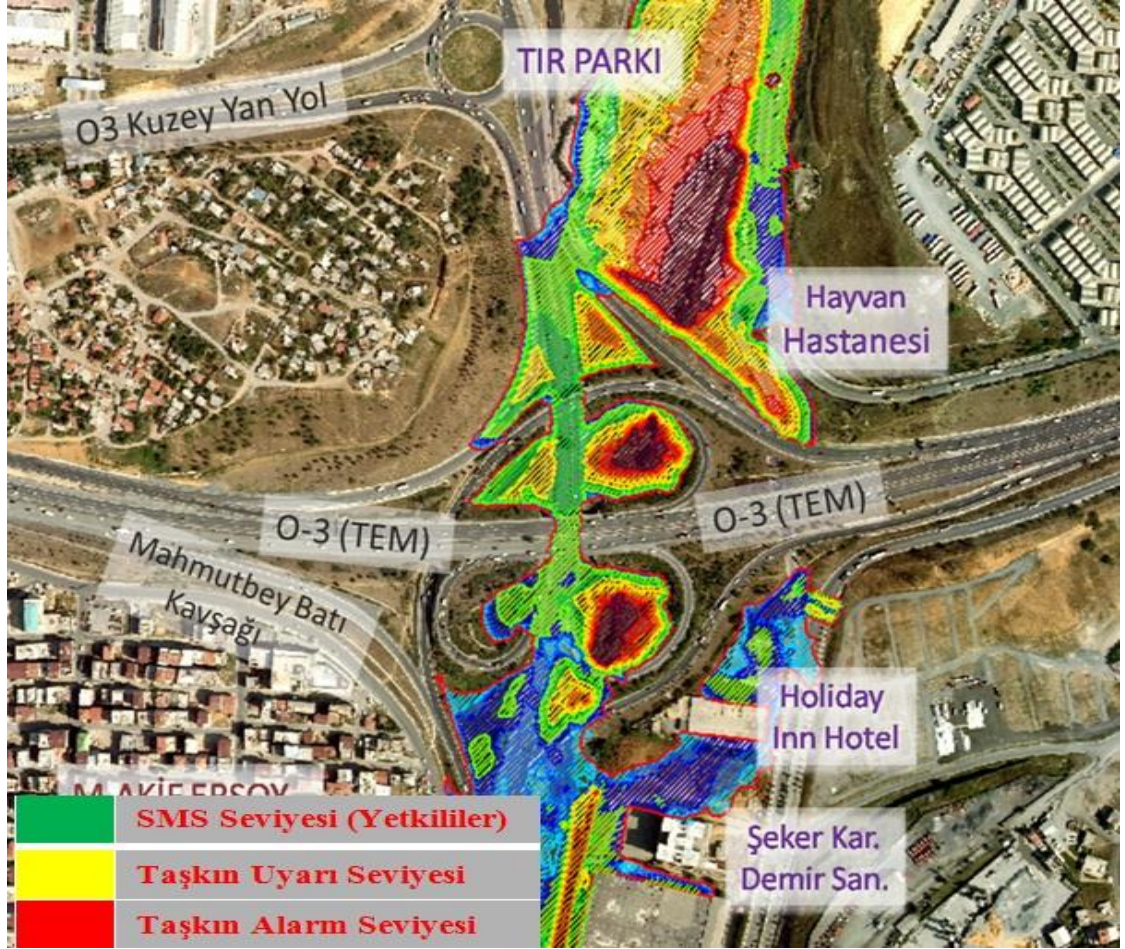
Kaynak: İBB- AKOM TEUS Projesi

Şekil 3.14' de çalışma prensibi verilen TEUS sekiz ayrı modülden oluşmaktadır;

- a. Veri Giriş Modülü: Su seviyesi, akarsu debisi ve yağmur gözlemlerinin yanısıra meteorolojik sistemlerden alınan gerçek zamanlı iklim verilerini kullanarak TEUS modülleri çalıştırılmakta, Meteoroloji Genel Müdürlüğü tarafından sağlanan gerçek zamanlı ve tahmini radar ve uydu yağış verileri ile desteklenerek alınan tüm veriler bu modül ile sisteme girilir.
- b. Yağış/Sıcaklık Tahmin modülü: Bu modül ile sıcaklık ve yağış verileri gözlem ve tahmin edilmekte ve kullanılmak üzere Hidrolojik Modüle gönderilmektedir.
- c. Hidrolojik Modül: Pilot havzalardaki akış hacimlerini hesaplanmaktadır.
- d. Hidrolik Modül: Pilot havzaların kanal ağındaki akış ve su seviyelerini hesaplamaktadır.
- e. Analiz/Ayar Modülü: TEUS operatörlerine simüle ve tahmin edilen akış ve su seviyelerini ayarlayarak tahmin doğruluğunun geliştirilmesini sağlar.
- f. Taşkın Haritalama Modülü: Dinamik ya da önceden üretilen sel haritalarının seçilmesi için kullanılır.
- g. Tahmin Ürünü Yayma Modülü: Grafikselleştirilmiş ya da çizgisel tahmin ürünleri ile raporlar bu modül tarafından üretilir.
- h. Alarm Yönetim Modülü: Tahmin edilen ya da gözlemlenen sel riski için otomatik uyarı mesajı göndermektedir.

Tasarlanan sistem, yukarıda belirtilen modüllerin gereksinimler karşılandıktan sonra çeşitli havzalarda pilot uygulamalarla test edilmelidir, varsa uygulamada karşılaşılan eksiklikleri giderilmeli ve tam işlevsel olarak kullanıma sunulmalıdır. Kalibrasyon çalışmaları tamamlanan, yağış tahmin modellerinden elde edilen yağış miktarı verileri, AWOS verileri ve meteorolojik amaçlı uydu ve radar verilerini kullanabilen TEUS, bu verilerden hidrolojik bazlı akışları hesaplar, bu akışların basit rotasını çıkarır ve hem gözlenen hem de tahmini verilerin grafikselleştirilmiş ve çizgisel çıktılarını sağlar.

Şekil 3.14: TEM Otoyolu (TIR Parkı) taşkın risk haritası



Kaynak: <http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/SELveTASKINUYARISISTEMI.ppt>

Taşkın Erken Uyarı Sistemi (TEUS), taşkın tahmini yapılırken güvenilir olan, son on iki saatlik meteorolojik verileri ve ölçümleri kullanarak, 1 ile 3 saat öncesinden uyarılarını gerçekleştirebilmektedir. Bu süre meydana gelebilecek taşkın boyutuna göre artırılması, mümkün olabilmektedir. Sistemin verimli bir şekilde tahmin üretebilmesi için gerekli süre zarfında kalibrasyon çalışmaları yapılmalıdır.

Kalibrasyon çalışmaları tamamlanan Taşkın Erken Uyarı Sistemi ile yapılan analizler sonucunda;

- Risk analizlerinin yapılması.
- Afet planlarının yapılması.
- Kriz planlarının yapılması.

Bu planlar doğrultusunda;

- a. TEUS'tan gelecek uyarılara göre taşkın ve sele maruz kalacak kesimlerde önlem alınması ya da boşaltılması.
- b. Taşkın riski taşıyan alanların belirlenmesi (flood inundation map- taşkın haritası) ve bu alanların kent imar planlarında dikkate alınması.
- c. Akarsu yatakları içerisinde suyun kabarmasına neden olan, akım rejimini değiştiren bent ve köprü ayakları ve benzeri tesislerin yapılmasının önlenmesi.
- d. Dere yataklarında kıyı oyulmalarına neden olacak şekilde kum ve çakıl ocaklarının açılması ve kontrolsüz malzeme alımlarının önlenmesi.
- e. Islahı yapılmamış akarsu yataklarında taşkın barajları ve sel kapanlarının yapılması.
- f. Halkın bilinçlendirilmesi

sağlanacaktır. Ayrıca TEUS, gerek simülasyon sonuçlarına göre karşılaşılabilecek olumsuzlukların önüne geçmek için gerekli zarar azaltma ve iyileştirme faaliyetlerinin gerçekleştirmek gerekse de afet anının hemen öncesinde gerekli afet ve acil durumlar ile ilgili planların devreye alınması için olanak sağlamaktadır.

BEUS (Buzlanma Erken Uyarı Sistemi):

BEUS, Yol Hava Bilgi Sistemleri standart hava sıcaklığı, görüş mesafesi, rüzgâr hızı gibi hava durumu bilgileri dışında yol yüzeyinin durumu hakkında bilgiler veren özel olarak yapılmış hava istasyonları ile özel olarak hazırlanmış algoritmalar içeren hava tahmin ve karar destek yazılımlarından oluşur. Otomatik Yol Meteoroloji Gözlem İstasyonları (BEUS) ile standart hava istasyonlarının elde ettiği bilgilere ilave olarak yüzey bilgisi, asfalt sıcaklığı, rutubet, tuz ve kimyasalların oranı, yol yüzeyindeki sıvının donma sıcaklığı ve asfalt durumunun ilerleyen saatlerde ne olabileceği gibi ekstra bilgiler verir (Gökdemir 2013, s.44). Günümüzde yağış ve buzlanmanın ulaşım ağı üzerindeki olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması için kurulan ve erken uyarı sistemleri içerisinde yerini alan bu sistem, yollardaki buzlanma ve donmayı önceden tespit ederek yetkilileri uyarılmasını ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlar.

Özellikle büyük kentlerde kent ölçeğinde ulaşım yükünü çeken yolların çiyli, kırılgan ve kar yağışlı günlerde oluşabilecek buzlanma nedeniyle etkilenebileceği, bununda yılın çok kısa bir süresine tekabül edeceğini düşünmek ve bu kapsamda alınacak önlemlerin yılda sadece birkaç gün yaşandığı için hafife almak afet yönetim anlayışında doğru bir karar olmamaktadır. Buzlanma ve yoğun kar nedeniyle ulaşım kazaları ve kesintiler meydana gelmekte bazen de trafiğin tamamen durmasına neden olabilmekte ve çoğu kez can ve mal kaybı gibi büyük zararlara neden olmaktadır. Bu nedenle ulaşımın sağlandığı ana arterlerde buzlanma nedeniyle oluşabilecek olumsuz koşulların önceden belirli gözlem ve ölçümlere dayanarak tahmin edilmesi ve gereken önlemlerin zamanında alınmasına gerekmektedir.

Gerekli müdahalenin yapılmaması nedeniyle ulaşım aksalarında meydana gelecek buzlanma ya da yoğun kar yağışı nedeniyle birikmelere ve ulaşım aksalarına neden olmaktadır. Bu aksamaların önüne geçilmesi için gerekli erken uyarının yapılmasına olanak tanıyan Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) buzlanmanın tespiti ve ekiplerin müdahale şeklini de belirlemektedir.

Ne zaman olacağı bilinmeyen ve büyük alanları etkileme kapasitesi çok yüksek olan depremlerin kış mevsimi içerisinde olabileceği ihtimali ile kent içerisinde yapılacak afete yönelik çalışmalar Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi içerisinde düşünülmelidir. Ulaşım aksalarında meydana gelecek aksamaların gerek arama kurtarma ve ilkyardım görevinde bulunacak ekiplerin gerekse tahliye ve lojistik destek faaliyetlerinin afet bölgesine ulaştırılması/uzaklaştırılmasını engelleyerek afetin boyutlarının büyümesine sebebiyet verebilecektir.

Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) 7 gün / 24 saat esası ile karayollarında meteorolojik parametrelerin ölçülmesi ve yol yüzey şartlarının belirlenmesi, değerlendirilmesi, kayıt edilmesi, görüntülenmesi, bu bilgilerin veri toplama merkezlerine ve Değişken Mesaj Panoları güvenilir bir şekilde iletilmesi amacıyla kullanılmaktadır. BEUS'ta özel bir durum oluştuğunda Şekil 3.15'de görüldüğü gibi yazılım operatörü en az üç saat önceden uyarırken, otomatik olarak GSM ile yetkili kişilerin cep telefonuna mesaj yollayarak durum hakkında bilgi vermektedir.

Şekil 3.15: Buzlanma erken uyarı sistemi (BEUS) çalışma prensibi



Kaynak: http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/bilimsel_teknik.html

Sistem sayesinde buzlanmanın nerelerde ve ne zaman başlayacağı önceden belirlenebilmekte ve anlık yol ile hava durumu bilgilerinin DMS (Değişken Mesaj Sistemi), SMS ve internet vasıtası ile ilgililere iletilmekte, kar küreme araçlarının, buzlanma tahmin edilen bölgeye daha hızlı yönlendirilmeleri ve erken müdahaleleri sağlanmaktadır. Yollara atılan kimyasalların doğru zamanda ve yeterli miktarda kullanılması sağlanmaktadır. Erken ve doğru müdahale ile trafik güvenliği sağlanarak meydana gelebilecek can ve mal kaybının oluşmasını engellemek veya minimuma indirmek mümkün olmaktadır. Ayrıca doğru, zamanında ve yeterli miktarda kimyasal kullanımı sağlanarak kaynak israfı da önlenmiş olmaktadır.

Şekil 3.16: Buzlanma erken uyarı sistemi (BEUS) kullanıcı arabirimi



Kaynak: http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/bilimsel_teknik.html

Şekil 3.16’da Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) kullanıcı arabirimine elektronik olarak hava ölçümü yapan sensörlerden uydu aracılığıyla gelen veriler bu bölümde analiz edilerek yolların o anki durumu belirlenmektedir. BEUS’ da kullanılan parametreler Tablo 3.2’de verilmiştir (Gökdemir 2013).

Bu parametrelerin istasyonlarında ölçüm aralığı dakikalık olup, bu parametreler aşağıdaki gibidir:

Tablo 3.2: BEUS ölçüm parametreleri

Görüş Mesafesi	metre
Yağış Miktarı	Kg/m ²
Bağıl Nem	%
Asfalt Durumu (Buzlanma, Kuru, Islak vb.)	0 dan 8'e kadar nümerik değerler
Asfalt Sıcaklığı	derece celcius
Asfalt Donma Noktası	derece celcius
Asfalt Yüzeyindeki Kimyasal Doygunluk Oranı	%
Asfalt Su Derinliği	mm
Asfalt iletkenliği	milimhos/cm
Asfalt Üzerindeki Çözeltideki Buz Kristali Oranı	%
Çiy Sıcaklığı	%
Hava Sıcaklığı (Maksimum, Minimum ve Ortalama)	derece celcius
Nem (Maksimum, Minimum ve Ortalama)	%
Rüzgar Hızı	m/s
Rüzgar Yönü	derece
Hissedilen Sıcaklık	derece celcius
Asfalt Üzerindeki Suda Bulunan Kimyasal Miktarı	derece celcius

Kaynak: Buzlanma erken uyarı sistemi uygulamaları ve İstanbul örneği (Gökdemir 2013)

Genelde trafiğin yoğun olduğu ana arterlere kurulan bu sensörler sayesinde oluşması muhtemel buzlanma üç saat öncesinde tahmin edilmesi sağlanarak gerekli çalışmaların yapılması için çalışan ekiplerin bilgilendirilmesi sağlanmaktadır. İlk bilgilendirmeden sonra son 45 dakika da olumsuzluklar oluşmaması için ekipler sevk ve idare edilerek zaman kaybı ve gereksiz malzeme kullanımı da engellenmektedir. Gerekli tuz ve solüsyon miktarının belirlenmesi ayrıca kötü hava koşullarıyla mücadelede maliyetin düşmesine ve etkinliğin artmasına da olanak tanımaktadır.

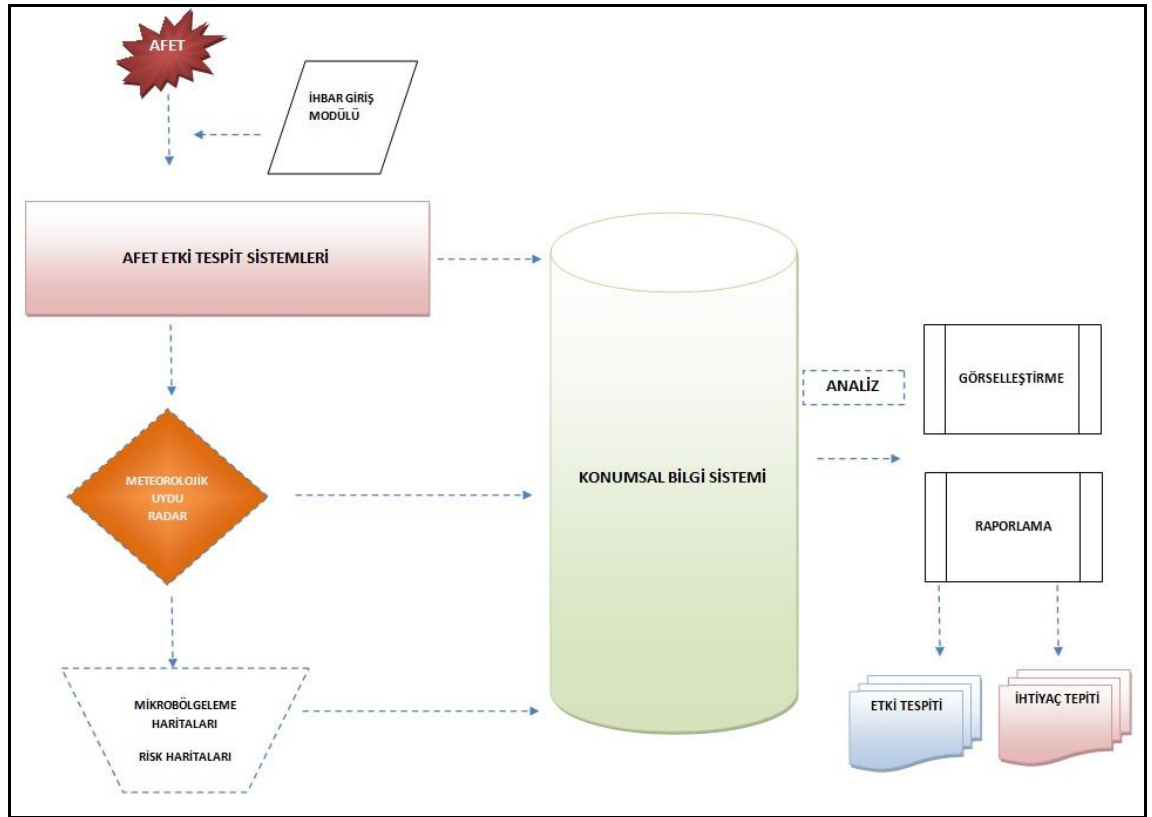
4. BÜTÜNLEŞİK AFET ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİT SİSTEMİNİN TASARLANMASI

Farklı tipte birçok afeti kendi içinde barındıran ülkemiz, afetlerle mücadelede birçok çalışma yapmakla beraber çözüm sürecinde yetersiz kalmaktadır. Başlıca görevi can ve mal kaybının ortadan kaldırmak veya azaltmak olan afet yönetim anlayışının genelde kriz yönetimine ağırlık vermesi, risk yönetiminin yeterince önemsenmemesi yaşanan olumsuzlukların devam etmesine neden olmuştur. Risk yönetiminde başarı sağlayamayan bir yönetim anlayışının kriz yönetiminde de başarılı olamayacağı ortadadır. Son zamanlarda modern, kapsamlı ve bütünleşik bir yönetim tarzının benimsenmesi, zarar azaltma ve riskin ön planda tutulmasını sağlayan bir bakış tarzı ile yapılan çalışmalar, afet yönetimine farklı bir perspektif kazandırmıştır.

Deprem başta olmak üzere sel, heyelan, yangın, fırtına vb. afetlerin bir kısmının ne zaman ortaya çıkacağı önceden bilinmemekle beraber bir kısmının ise erken uyarı sistemleri ile önceden tespit edilebildiği vurgulanmaktadır. Özellikle teknolojinin gelişimi ile son yıllarda sorunun çözümü noktasında CBS ve UA sistemlerinin yoğun olarak kullanıldığı ve tüm afetlerin bir platform üzerinde ele alındığı afet yönetim modeli, süreklilik gerektiren ve iç içe girmiş evrelerden oluşan modeller geliştirilmekte ve kullanılmaktadır. Bu haliyle CBS etkin bir şekilde kullanılmasının verilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve saklanması yanında tüm verileri yeryüzündeki ait oldukları mekâna bağlı olarak depolaması ve bunlar arasında çok çeşitli mekânsal ilişkilendirmeler, yani çeşitli analizler yapılabilmesine imkân tanımaktadır. İşte; bu çok çeşitli analizlere ve sorgulamalara imkân tanıyan ve tüm verilerin ve sonuçların, alanla ilişkili vaziyette, harita şeklinde görüntülenmesine olanak tanıyan CBS, afetlerle ilgili araştırmalarda ve afet yönetimi ile ilgili tüm çalışmalarda kullanılabilecek en önemli bilgi sistemini oluşturmaktadır (Demirci ve Karakuyu 2004). Ayrıca güvenilir, hızlı ve kolay kullanımı açısından son derece önemlidir. Afet öncesi ve sonrasında yapılacak pek çok çalışmaya yön verebileceği gibi doğal afetlerin yerinin belirlenmesi, gözlemlenmesi, etkilerinin ve yayılımını belirlenmesinde etkin olarak kullanılan CBS ve UA yöntemlerinden hangilerinin ne şekilde kullanılabileceği tespit edilmelidir.

Afet yönetim anlayışı içerisinde zarar azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme faaliyetleri bir bütün içerisinde düşünülmeli ve afet öncesi, anı ve sonrasına yönelik yapılması gereken çalışmalar ve önlemler bu çerçevede değerlendirilmelidir. Burada unutulmaması gereken en önemli özelliğin afet yönetiminin yaşayan bir yönetim sistemi oluşu ve sürekli yenilenmeli, gözden geçirilerek değiştirilebilir olduğudur. Afet yönetimi evrelerinin başarıyla ve etkin bir şekilde uygulanması yapılacak organizasyonun olası tüm afetlerin göz önünde bulundurulması ve sorumluluğun paylaşılmasıyla mümkün olacaktır. Bu nedenle bölgesel ya da ulusal ölçekte hazırlanan ve olay profillerinin de içinde bulunduğu risk analizlerine afetlerin domino etkisiyle başka afetler doğurabileceği gibi art arda farklı afetlerin olabileceği ihtimali düşünülmeli, sistemler bu afetlerin tümüne cevap verebilecek şekilde kurgulanıp tasarlanmaları gerekmektedir. Bu durumun ortaya konması açısından önemli olmasının yanında mevcut planların oluşturulması ve güncellenmesi de ancak bu şekilde mümkün olacaktır.

Şekil 4.1: Sistemin tasarımı



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Sistemin için Şekil 4.1’de verilen görsel, kurgunun çok katmanlı ve çok aşamalı bir tasarımını gerektirmektedir. Burada çok aşamalı olması afet yönetim aşamalarını, çok katmanlı olması farklı kurumların farklı afet türleri için tasarlanan sistemleri ifade etmektedir. Metodoloji olarak sunulmaya çalışılan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi’nin tasarımında dikkat edilmesi gerekenler şöyle sıralayabiliriz;

- a. Tasarımın etkin bir veri paylaşım aracı olmasına
- b. Verilerin kolay güncellenebilmesine
- c. Hızlı veri analizleri yapabilmesi ve kolay çözümler sunabilmesi
- d. Katmanlı ve çok yönlü görselleştirme imkânı sunabilmesini sayabiliriz.

Afet yönetiminde aktif olarak görev alan ilgili kurum ve kuruluşlar tarafından üretilen her türlü verinin toplanması, depolanması, paylaşılabilmesi ve erişilebilir olması gerekmektedir. Aynı zamanda bu verilerin sürekli güncel olması gerekmektedir. Verilerin güncel olması özellikle ne zaman olacağı kestirilemeyen doğal afetlere müdahale için büyük önem taşımaktadır. Kurumlar tarafından üretilen ve anında güncellenen veriler, otomatik olarak sistem tarafından da güncellenmiş olacaktır. Güncel olmayan veriler ile afet yönetiminde amaçlanan hedeflere ulaşılması mümkün değildir. Afet sırasında ve sonrasında mevcut veri tabanı içinden çok farklı veri ve verilere ihtiyaç duyulabilmektedir. Farklı verilerin gözlenmesi ve haritalanması gerekebilmekte bu nedenle gerek tasarım gerekse yazılım ile hızlı veri analizleri yapabilmesi ve kolay çözümler sunabilmesi gerekmektedir. Afet yönetiminde farklı durum ve zamanlara ait verilere bağlı olarak çok değişik haritalara ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu haritalar çok yönlü görselleştirme imkânı sunabilmesi gerekebilmektedir. Bu imkânı sunabilen CBS ile her türlü veri, sistemde farklı tabakalar halinde birbirlerinden bağımsız olarak tutulabilmekte ve istenildiğinde gösterilebilmektedir. Tüm bunların afet yönetimindeki planlamaların yapılmasında son derecede önemlidir (Arca 2012, ss.53-61).

4.1 SİSTEM VE YAZILIM

Tüm afetlerin ortak bir sistem üzerinden takip edilmesi ve milyonları bulan verilerin işlenmesi ve analiz edilmesini sağlayacak çok gelişmiş yazılımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Yazılımın gerek masaüstü bilgisayarlar gerekse mobil araçlar gibi

internet erişimine sahip tüm cihazlar ile sisteme erişilebilmeli ayrıca web tabanlı olması nedeniyle Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera ve Safari gibi tarayıcılarının güncel sürümlerinde desteklemesi gerekmektedir. Yazılımın web tabanlı olması, gerek AYM gerekse arazide görev alacak personelin tüm bilgilere anında erişebilmesini olanak sağlayacaktır. Uygulama wfs, wms ve tile cache servis türlerinin en son versiyonlarını desteklemelidir. Google, Bing ve benzeri uluslararası harita servislerini altlık olarak sorunsuzca kullanılabilmelidir.

Gerek masaüstü bilgisayarlarda gerekse mobil araçlarda sağladığı birçok yenilikçi yapı, avantajlar ve yukarıda tarifi yapılmak istenen beklentileri gerçekleştirme açısından yazılımın web tabanlı olması ve HTML5 ile geliştirilmesi gerekmektedir. Geleceğin web teknolojisi olarak gösterilen HTML5 gelişmiş multimedia desteği sunmaktadır. WEB 2.0 teknolojisine uyumlu formları rahatlıkla oluşturmanın mümkün olması ve oluşturulmak istenilen formlara renk ve tarih araçlarını kolaylıkla eklenebilmesi oldukça önemlidir. HTML5' in tercih edilecek olmasının diğer bir sebebi her platformda çalışması, eski tarayıcıları ile uyumlu olması ve zarif bir şekilde hata yönetimini sağlamak için bazı temel ilkelere göre tasarlanmış olmasıdır (World Wide Web Consortium). ArcGis, MapInfo gibi masaüstü yazılımlarının Web tabanlı bir çalışmaya olanak vermemesi HTML5'in tercih edilmesinin başka bir sebebi olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca kodlama yapısına kattığı ses ve video, çizim alanı, çevrimdışı web uygulamaları ve depolama, web soket, web worker, sürükle – bırak teknolojileri ve uygulamaları ile öne çıkmaktadır. Özellikle HTML5 ile gelen çevrimdışı web uygulamaları ve web depolama gibi birçok teknoloji mobil araçlar düşünülerek geliştirilmiştir. Kısaca HTML5 ile gelen tüm yenilikler web uygulamaları geliştirirken geliştiriciye kullanım, erişim ve kodlama açısından kolaylık sağlamaktadır.

Web sayfası üzerinde iki boyutlu ya da üç boyutlu çizim yapılmasına olanaklı kılmaktadır. Bu sayede afet bölgesi alanı ile ilgili çizim yapılabilmekte ve alan tanımlanabilmektedir. Sistemin web tabanlı olmasına nedeniyle online çalışacaktır. Afet esnasında internet bağlantısının kesilmesi ve uygulamaların yarım kalmasına ve işlemlerin gerçekleştirilmemesine karşı ayrıca offline kullanılacaktır. "SQL tabanlı yerel veri depolamak için bir SQL veritabanı API (SQL-based database API) 'si ve

uygulamalara erişimi sağlamak için bir çevrimdışı uygulama HTTP önbelleği (offline application HTTP cache)” sayesinde İnternet bağlantısı olmasa bile işlemlerinizi gerçekleştirmeye olanak sağlayabilmektedir (Uzun, Demirel-Uzun, & Özden, 2011). Offline üretilen haritalar CarryMap yazılımı (ücretsiz mobil harita görüntüleme programı) ile yayınlanabilecektir. Bu şekilde hedef grupların risk haritalarına erişebilmesi için güncellenmiş verilere bağlı analiz edilmiş risk haritalarını kullanabilmek amacıyla belirli periyotlar ile offline haritalar da üretilecektir. Akıllı telefonlar ile kullanılacak bu haritalar, her koşulda veriye erişimi sağlayacaktır. Offline haritaların güncelliği, haritaların kullanımına tarih sınırlandırması getirilerek sağlanabilecektir.

HTML5 web platformu gelişmiş birçok fonksiyonu yanında özellikle mobil cihazlarda kamera ve GPS dahil olmak üzere birçok fonksiyonu servera gitmeden çok kolaylıkla yapabilmektedir. Kaldı ki ekran kartının fonksiyonlarını kullandığı için bir masaüstü yazılımı gibi rahatlıkla kullanılmaktadır. Sistem, uygulama üzerinde adres arama, parsel arama, istasyon, önemli nokta arama gibi hazır arama menüleri olacak ve tasarımında ergonomi, en geniş ekranda harita kullanımı vb. özelliklere önem verilebilecektir. Ekran üzerinde klikleme ile bilgi alınabilmelidir. Hasar ve kayıp haritaları ile sorgu sonucu elde edilen haritalar ile analiz esnasında oluşturulacak tematik haritalar ölçeklere göre renklendirme ayarları da yapılabilecektir. Yazılım, çok katmanlı mimariye uygun olarak hazırlanmalıdır. Vektör veriler spatial veritabanından okunarak web uygulaması üzerinde doğrudan çizdirilecek, kullanıcı bazında bir veri katmanında çizgi tipi, rengi, kalınlığı, kapalı alan ve tarama tipi değişiklikleri yapılabilmelidir. Uygulamada temel katman listesine ihtiyaç duyulması halinde, yönetici sistemde mevcut olan servislerden katman listesinde katman silme, ekleme ve katman ayarlarını değiştirebilme özelliklerine sahip olmalıdır.

Google, Bing ve benzeri uluslararası harita servislerini altlık olarak sorunsuzca kullanılabilmelidir. Gerektiğinde uydu görüntüsü, hava fotoğrafı, hâlihazır harita, kadastral parseller ve numarataj verileri eklenmelidir. Sisteme karşılaştırılabilir ve uzaklık yakınlık ilişkisi kurulabilmesi için istenildiğinde yeni bir katman oluşturularak eklenebilmelidir. Ayrıca her türlü riske ait hazırlanmış haritaları sisteme kamanlar

şeklinde eklenebilmeli, katmanlara ait verilerin katman sırası, saydamlık, ölçek faktörleri, stiller vb. ayarlarını yapabilmelidir. Uygulama ile nokta, çizgi, çoklu çizgi (multiline) ve alan çizimi yapılabilmesi ve istenilen veri üzerinde editleme yapılabilmesidir. Çizim işlemi yaptıktan sonra seçilen objeye ait öznitelik bilgileri rakam, tarih, ondalıklı sayı, yazı biçiminde girilebilmelidir. İstenilen türde veri girişine olanak tanımalı ve sözel veri giriş konsolundan yapılan arama sonuçları istenildiğinde harita modülünde görüntülenebilmelidir.

Geliştirilecek yazılım, istemci sunucu ilişkisi korunarak vektör veri ile çalışabilecektir. Vektör verinin istemciden sunucuya gönderilmesi sırasında düşük bant genişlikleri düşünülmeli her bir tile'ın boyutu 30 kb geçmemelidir. Afet sonrası verilerin analiz edilerek hızlı bir şekilde sunulabilmesi için yazılım hızlı render yetenekleri içermelidir. İstemci sunucu ilişkisi korunarak, istemciden sunucuya sorgu, bu sorgunun sonucunun sunucudan istemciye ulaşması ve istemcinin sorgu sonucunu ekrana çizdirmesi işleminin tamamı çok kısa süre içerisinde yapabilmelidir. Teknolojik olarak afet yönetim uygulamalarının olmazsa olmazı olarak görülen GIS uygulamalarının mutlaka kullanılması gerekmektedir. Bu bakımdan webte milyonlarca objeyi hiçbir API kullanmadan vektör veriyi publish yapabilmektedir.

Afet durumunda her türlü verinin değişken olabileceğini kabul etmek zorundayız. Burada resim tabanlı yani vms servis dediğimiz servisleri kullanmak teknik olarak mümkün değildir. Çünkü afetin yayılımı ve şekli değişken olabileceği için mecburen her verinin vektör olarak kullanılması gerekecektir. O nedenle HTML5, GIS anlamında kullanmak zorunda olunan bir teknolojidir. Deprem, tsunami ve sel gibi farklı türdeki afetlerde kullanılan analiz yöntemleri de farklılık göstermektedir. Deprem mikrobölgeleme ile taşkın TUFLOW analizi veya HEC-RAS gibi farklı metodolojik yöntemler kullanılmaktadır. Dolayısıyla deprem analizlerinden yağış analizlerine fırtına analizlerine tsunamiye kadar aynı metodolojiler üzerine çözüm yöntemleri geliştirmesi gerekmektedir. Riski gözlemlenmesi ve nasıl çözüleceğine yönelik kısayol analizlerden tutunda lojistiğin dağıtılmasına kadar durum tespiti aynı sistem içerisinde hesaplanabilir olması gerekir.

4.2 ARAYÜZ VE KATMANLARIN TANIMLANMASI, ÇİZİM VE EDİT İŞLEMLERİ

Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi, internet tabanlı ve Coğrafi Bilgi Sistemleri ile ilişkilendirilmiş, afet/acil durumla ilgili bütün çalışmalara altlık oluşturmak, oluşturulan planların uygulanmasına destek veren ve afete yönelik gerekli bilgilerin toplandığı, sorgulandığı, analiz yapıldığı bir yapı arz etmektedir.

ARAYÜZ ÖZELLİKLERİ

Metodoloji olarak sunulmaya çalışılan uygulamanın tüm fonksiyonları, web tabanlı olarak çalışacaktır. Afetin ne zaman ve nerde meydana geleceği bilinmediğinde internet tabanlı kullanıcı arayüzü ile istenilen yerde ve zamanda sisteme erişim imkânı sağlanmalıdır.

Sitemde bulunması gereken arayüzler ana hatları ile;

- a. Kullanıcı Yetkilendirme
- b. Veri Giriş ve Güncelleme
- c. Uygulama ve Analiz
- d. Harita ve Görselleştirme
- e. Sorgulama ve Raporlama
- f. Karşılaştırma ve Bütünleştirme

diye sayabiliriz.

a. Kullanıcı yetkilendirme

Kullanıcı yetkilendirme arayüzü ile oluşturulmuş güvenlik rollerinin tümüne tek bir ekrandan erişilebilmeli, gerektiğinde bu güvenlik rolleri aynı ekrandan silinebilmeli veya güvenlik rolü üzerinde değişiklik yapılabilirdir. Kullanıcı penceresine girildiğinde iletişim bilgilerine, yöneticisine ve birimine erişilebilmelidir.

b. Veri giriş ve Güncelleme

İstenilen türde verinin girilebilmesi, var olan verinin güncellenebilmesi ve istenildiğinde doğrudan Database'den veri güncellemesi yapabilmesi için sisteme kolay veri girişi için ergonomik web arayüzü oluşturulmalıdır. Bu arayüzlerin kullanımının yetkilendirilmesi kullanıcı yetkilendirilmesi ile kontrol altına alınması gerekmektedir. Mevcut kullanıcıların hangi verilere ulaşacağı, hangi tür analizleri gerçekleştireceği ve analiz sonuçlarının ne kadarını göreceği bu kapsamda tanımlanmalıdır. Sistem ve veri güvenliği ve tutarlılığının artırılması bu kapsamda oluşacak risklerin önüne geçilmesini sağlayacaktır.

c. Uygulama ve Analiz

Hasar tespit amacıyla bütünleşik afet etki ve ihtiyaç tespit sistemi içerisinde farklı afet türleri ile ilgili hasar tespit sistemlerinin otomatik olarak çalıştıracak ve sonuç ürünlerinin görülebildiği arayüz oluşturulmalıdır. Gerek önceden ayarlanmış veriler gerekse afet anındaki gerçek verilerin girişlerini yaparak sonuçlandırılabilirdiği uygulamayı manuel olarak çalıştırdıktan sonra tüm veri girişlerinin web üzerinden yapılabilirdir. Yine sonuç ürünlerin ve sonuç ürün seçeneklerinin hangisinin yayınlanacağı seçilebilirdir. Yapılan analizin raporu her analiz için ayrı ayrı çıkarılabilir.

d. Harita ve Görselleştirme

Google, Bing ve benzeri uluslararası harita servislerini altlık olarak sorunsuzca kullanılabilen ve gerektiğinde uydu görüntüsü, hava fotoğrafı, hâlihazır harita, kadastral parseller ve numarataj verilerinin katmanlı bir şekilde sunulduğu arayüzdür. CBS ile ilişkili kullanımla mekânsal destek sağlanan bir yazılım alt yapısıyla hazırlanacak arayüz ile analiz sonuçları ve raporlarının altlık haritalarla beraber görüntülendiği web tabanlı harita uygulaması bu arayüzde hazırlanmış olacaktır.

Hasar analizi, can kaybı, yaralı sayısı ve acil barınma ihtiyacı analizlerini yapılması ve sonuçlarının her analiz için ayrı ayrı gösterilebildiği bu arayüz ile ayrıca analiz sonucu

afetin ortaya çıkardığı etkinin haritalar ile görselleştirilmesi, plan doğrultusunda ekiplere görev atmasının ve takibinin yapılmasına imkân tanımış olacaktır. Araziden gelecek bilgiler doğrultusunda veriler güncellenmesi görselleştirmenin dinamik olmasını sağlamanın yanında farklı risklere ait risk haritalar ile aynı ekrandan takip edilebilmekte, haritaya yaklaşma, uzaklaşma, kaydırma, bilgi alma, arama/sorgulama, katman kontrolü sağlayabilmelidir.

e. Sorgulama ve Raporlama

Her türlü sorgula yapılabilecek bu arayüz aracılığıyla kullanıcı, afet türüne, olayın cinsine ve belirli bir zaman aralığına bağlı sorgula yapılabileceği gibi belirli bir yer, mahalle, ilçe ve/veya bölge olarak da sorgulama yapılabilecektir. Aynı zamanda afete müdahale eden birim, müdahale edilip edilmediği, saha durum raporu olup olmadığı vb. gibi parametreleri göz önüne alarak mekânsal sorgu yapabilecek ve raporlarını üretebilecektir.

Toplanan ihbarların geriye dönük sorgulanması ve bu sorgu sonucu ortaya çıkan tablonun interaktif haritalar üzerinde gösterilmesi suretiyle olayların olduğu alanların risk haritaları da çıkarılmış olacaktır. Her sorgulamanın ayrı ayrı yapılabildiği gibi tüm afet türlerine ait sorgulamaların aynı anda yapılarak arayüz üzerinde gösterilebilmeli ve kapsamlı raporlama imkânı sunabilmelidir.

f. Karşılaştırma ve Bütünleştirme

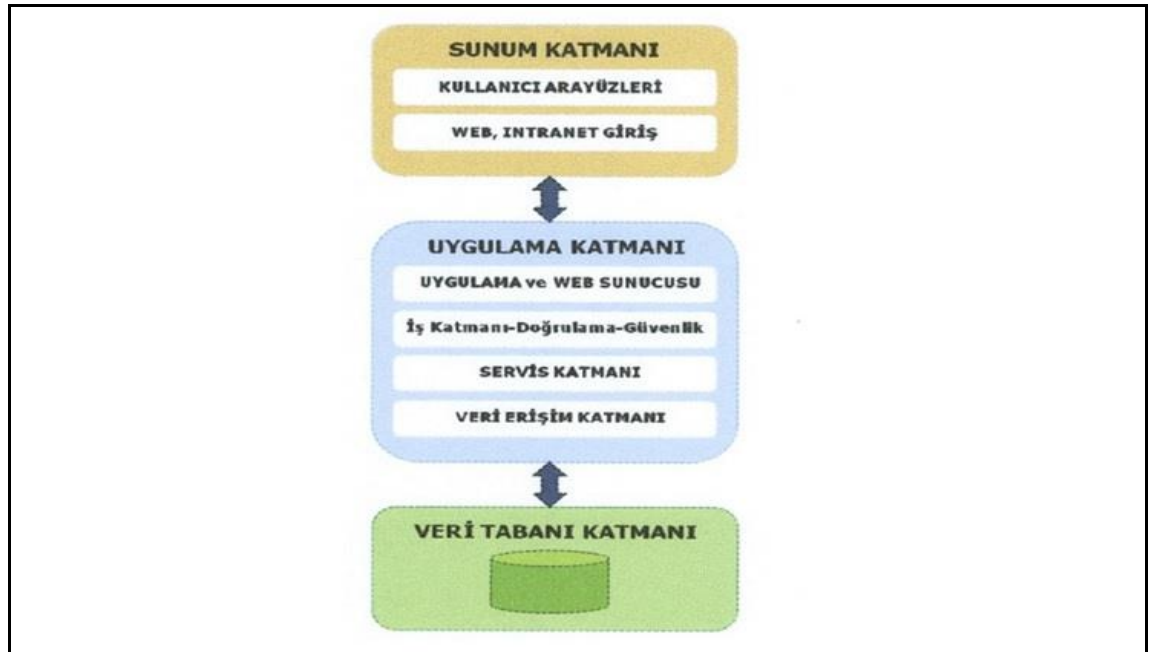
Uygulama ve analiz bölümünde afet öncesi hazırlanan senaryoların afetin olduğu andan itibaren gerçek veriler ile elde edilen analiz sonuçlarının karşılaştırıldığı ve en uygun senaryo için oluşturulan planın belirlendiği arayüzdür. Afetin ilerleyen saatlerinde araziden gelecek olan veriler doğrultusunda olayın netleşmeye başlaması ve boyutunun çizilmesi ile hangi senaryoya daha çok benzediği daha net hale gelecektir. Planlama açısından, afetin ilk dakikalarının hayat kurtarma açısından çok önemli olduğu gerçeğiyle afet yönetim merkezlerinin yeni bir planlama yapmasına gerek kalmadan müdahalede etkinliğin artması sağlanacaktır. Varsayılan tüm arayüzlerin birbirleri ile

entegrasyonu ile kullanıcılar tek bir arayüz kullanarak tüm işlemlerini gerçekleştirebilmelidir.

KATMAN ÖZELLİKLERİ

Günümüz web uygulamalarında genel kabul görmüş bir yaklaşım olan, içerik, sunum ve davranışların fiziksel olarak birbirinden tamamen bağımsız katmanlara ayrılmasıdır. Kullanıcı ile etkileşimi sağlayacak olan sunum katmanı, veritabanı ile etkileşimi yapacak olan uygulama katmanı ve verilerimizi saklayacak olan veri tabanı katmanıdır. Bunlar yazılımlar için yüksek performans ve yönetim kolaylığı sağlayan katmanlardır. Bu katmanlara ek olarak içeriğin üzerine CSS katmanı geçirilerek ortaya içeriğin sunumla birleşmiş hali çıkarılması ve Javascript (kullanıcı taraflı script dili) katmanı kullanılarak, içeriğe davranışların eklenmesidir. Web uygulamaları geliştirilirken ayrı katmanlar halinde tanımlanması kullanıcı erişilebilirliğini en üst noktaya taşıyacaktı. Ayrıca katmanların birbirinden ayrı olması web uygulamalarının değişik platform ve koşullar altında kararlı çalışması, erişilebilir olması ve yönetilebilir olması sağlar.

Şekil 4.2: Katman Yazılım Mimarisi



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Uygulamanın genel olan katman özellikleri;

Kullanıcı farklı beklentiler karşısında admin veya yönetici düzeyinde sisteme yeni bir katman oluşturarak ekleyebilmelidir. Verilere bağlı olarak açılan katmanlar, katman sırası, haritanın görünebilirlik düzeyi (extent), saydamlık, renk ve sembolojiler, ölçek faktörleri, stiller vb. ayarlarını yapabilmelidir. Kullanıcı yetki profiline göre değiştirip, saklanabilmelidir.

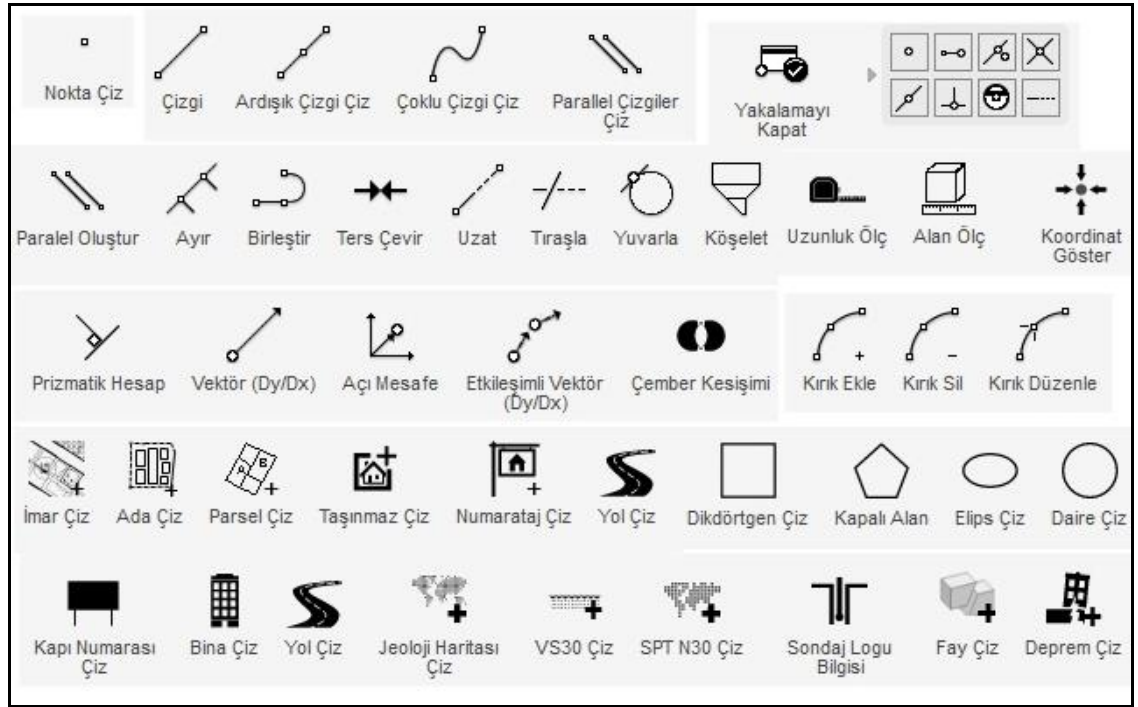
Katmanların görüntülenmesinde ölçek faktörü kullanılabilir. İstenilen ölçekte katman görünür veya görünmez yapılabilir. Tile olarak üretilmiş ve belli bir ölçek altında veya üzerinde görüntülenememesi durumunda katman sembolü pasif hale getirilerek kullanıcı bilgilendirilebilir. Haritaya eklenen katmanların ekranda görünür veya görünmez olması işaretleme kutucuğu ile yapılabilir. Haritaya eklenmiş olan veriler katmanlar arasında alta veya üste taşınabilir. Haritaya eklenmiş katmanlarda şeffaflık ayarının yanında verilerde gruplama yapılabilir. Her katmanın lejantı ve meta datası oluşturulabilir. Katman özelliklerinin görüntülenebileceği bir alan oluşturulmalıdır. Katmanla ilgili projeksiyon adı ve değerleri, sahibi, oluşturma tarihi, servis edildiği adres, servisin ölçek sayısı vb. bilgilere erişilebilir. Lejant dinamik olarak çağrılan vektör katmanlarda dinamik gelmelidir.

Uygulamada basit etiket düzenleme aracı olmalıdır. Herhangi bir katmandan seçilen objeler aynı geometri tipindeki diğer bir katmanın içine eklenebilir. Katmana ait bir öznitelik değerine göre bir renk skalasında tematik harita üretilebilir ve istenen katmana ait öznitelik bilgilerinden etiket ekleyebilir. Etiketler seçilen ölçeğe göre görüntülenebilir, font, büyüklük ve renk değişiklikleri yapılabilir. Ekran üzerinde düzenleme işlemine açılmış katmana ait objeye (nokta, çizgi, alan) çift tıklendiğinde, objenin geometri düzenleme işlemleri başlatılabilir. Ayrıca nokta, çizgi ve alan için sembolü kullanabilir, renk paleti (en az 16 bit), çizgi tipi ve alan tarama fonksiyonu olmalıdır. Tüm numarataj verileri (ilçe, köy, mahalle, yol, yapı) küçük ölçekte tile mimarisinde görüntülenebilir, büyük ölçeklerin gösterimi vektör veri üzerinden dinamik olarak yapılabilir.

ÇİZİM VE EDİT İŞLEMLERİ

Afetin meydana geldiği alan veya risk içeren bir yere ait alanın harita üzerinde çizilmesi ve bu alan içinde kalan bölge için etki ve ihtiyaç analizinin yapılarak sınırlarının belirlenmesi önemlidir. Öte yandan afetin farklı nedenlerden dolayı ilerleyişinin de harita üzerinde çizilerek gösterilebilmesi de gerekmektedir. Bu alanların sınırlarının belirlenmesi uygulanacak faaliyetleri de içeriğini belirleyecektir. Bu nedenle idari sınırlara ait düzenlemelerin, yol, bina, parsel ve kapı gibi grafik verilerin çizim editörleri ile yerlerinin belirlenmesi, düzenlenmesi, güncellenmesi afet yönetimi açısından son derece önemlidir.

Şekil 4.3: Çizgi, ölçü ve hesaplama argümanları



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Şekil 4.3'de gösterilen ve uygulama içerisinde yer alması gereken çizim ve editleme işlemlerine ait özellikler genel olarak;

Uygulamada web servis yolu ile gelen verilerin dışında kalan ve sistem içinde kullanılan her türlü verinin editlenebilmesi ve bunun yanında uygulama ile nokta, çizgi, çoklu çizgi (multiline) ve alan çizimi yapılabilmelidir. Bunun için uygulamaya ait çizim editöründe

gerekli tüm çizim araçları hazırlanmalı ve çizim araçları ile ilgili en temel ayarlar olan snap, tolerans, veri giriş ekranı vb. bir menü içinde toplamalıdır. Bu araçlar CBS mantığında veri üretebilecek ve CAD çizim araçlarının kabiliyetine sahip olmalıdır. İdari sınır düzenlemeleri, yol, bina, parsel ve kapı gibi verilerin grafik veri giriş düzenlemeleri bilinen CAD/CBS yazılımları esnekliğinde yapılabilmelidir. Çizim işlemi yaptıktan sonra seçilen objeye ait öznitelik bilgileri rakam, tarih, ondalıklı sayı, yazı biçiminde girilebilmelidir. Birden çok alan, çizgi ve nokta verisinin aynı anda seçilmesi durumunda, seçilen bu verilere ait ortak alanlara tek tek veya çoklu olarak veri girişi yapılabilmelidir.

Veri düzeltme, obje seçimi ve çizim yapılırken yakalama (snap) özellikleri farenin sol tuşu kullanılarak tek klikde komut seçilmeli, işlemin gerçekleştirilmesine karar verildikten sonra sağ tuşu ile komut işlemi tamamlanabilmelidir. Çizim işlemleri fare ile serbest olarak yapılabildiği gibi, sıralı koordinat dizisi girerek veya koordinatlar tanımlı formattan bir text dosyası halinde alınarak da çizim yapılabilmelidir. Yakalama özelliği objenin köşesi, üzeri, ortası, ağırlık merkezi, en yakını, dik, teğet olarak seçilebilmelidir. Çizim yapılırken komşu objenin ortak kenarı ve/veya obje seçilerek kenar izleme (trace) komutu ile ortak kenar üzerinden çizilebilmelidir. Çizim işlemleri sırasında açı, mesafe, hem açı hem mesafe, koordinat vb. yöntemler kullanıldığında ilgili bilgilerin girileceği bir text alan olmalıdır. Kullanıcı bu alanı kullanarak kontrollü bir şekilde değerleri girebilmelidir. Çizilmiş olan objeleri taşıma, döndürme, bölme, uzatma ve kopyalama gibi çok çeşitli çizim araçlarına sahip olmalıdır. Bu araçları kullanırken referans noktalar kullanılarak, klavyeden, snap yardımı ile veya koordinat girilerek yapılabilmelidir. Çizim araç menüsünde kare, dikdörtgen daire vb. geometrik şekiller hazır olmalıdır. Bu çizimler yapılırken boyut, çap ve merkez koordinat girişleri klavyeden veya fare ile serbest olarak yapılabilmelidir. Ayrıca seçilen alan veya çizgiye istenilen mesafede tampon bölge (buffer) oluşturulabilmelidir.

Objeler açı, mesafe, hem açı hem mesafe girilerek çizilebilmelidir. Gerekirse objeler koordinat girilerek veya açı mesafe ile referans noktaya göre taşınabilmelidir. Objeler referans çizgi veya poligona göre kırılabilir ve uzatılabilir. Poligon veya çizgi objeler düzeltilirken objenin istenilen kenarına kırık noktası (vertex) eklenebilir veya

obje silinmeden kırık noktası (vertex) silinebilmelidir. Hangi çizim fonksiyonu seçilmişse o fonksiyonun alt seçenekleri farenin sağ tuş menüsünde yer almalıdır. Örneğin çizim fonksiyonu seçildiğinde sağ tuş menüde paralel çiz, dik çiz, mesafe ve açıya göre çiz, geri al, çizimi bitir vb. komutlar yer almalı bunun yanında düzenleme işlemlerinde geriye al (undo) veya ileriye al (redo) komutu olmalıdır. İleri ve geri alma sayısı en son kaydetme yapılan işleme kadar olmalıdır. Afete maruz kalan bölge ile ilgili çizim işlemi yapılırken son girilen noktaya ait koordinat, mesafe ve toplam çizim mesafesi ve açı bilgisi fare işaretçisinin olduğu yerde görülebilmelidir. Yukarıda tarifi yapılmaya çalışılan editleme ve çizim işlemlerine ait araçları kullanılarak işlem yapılırken mümkün olduğunca az işlem adımları ile çalışılabilmelidir.

4.3 VERİTABANI VE VERİLER

Herhangi bir proje kapsamında kullanılması gereken verilerin saklandığı ortamlar “Veri Tabanı” olarak adlandırılmaktadır. Veri tabanı, hem konumsal hem de konumsal olmayan (özniteliksel) verilerin verimli bir şekilde düzenlenmesi ve istenildiği kadar kullanıcının aynı anda bu bilgiye erişebilmesini sağlayan ve bu bilgilerin düzenli bir şekilde saklanmasına olanak tanıyan alanlardır. Kısaca veri tabanı ile verilerinizi kaydedebilir, silebilir, güncelleyebilir, yeni veriler ekleyip mevcut verileriniz üzerinde sorgulamalar yapabilirsiniz.

Veritabanı desteği ile CBS, farklı tipte verilerin tek bir ortamda depolanmasını sağlamakta ve vermiş olduğu destekle verilerin tek ortam üzerinden yönetimi ile analiz aşamalarında zaman kayıplarını en aza indirmekte ve gerektiğinde karar desteği sağlamaktadır. Veritabanı programı da diğer tüm programlarda olduğu gibi birtakım nesnelere meydana gelmektedir. Bunlar; tablolar, formlar, raporlar, sorgular, makrolar ve modüllerdir.

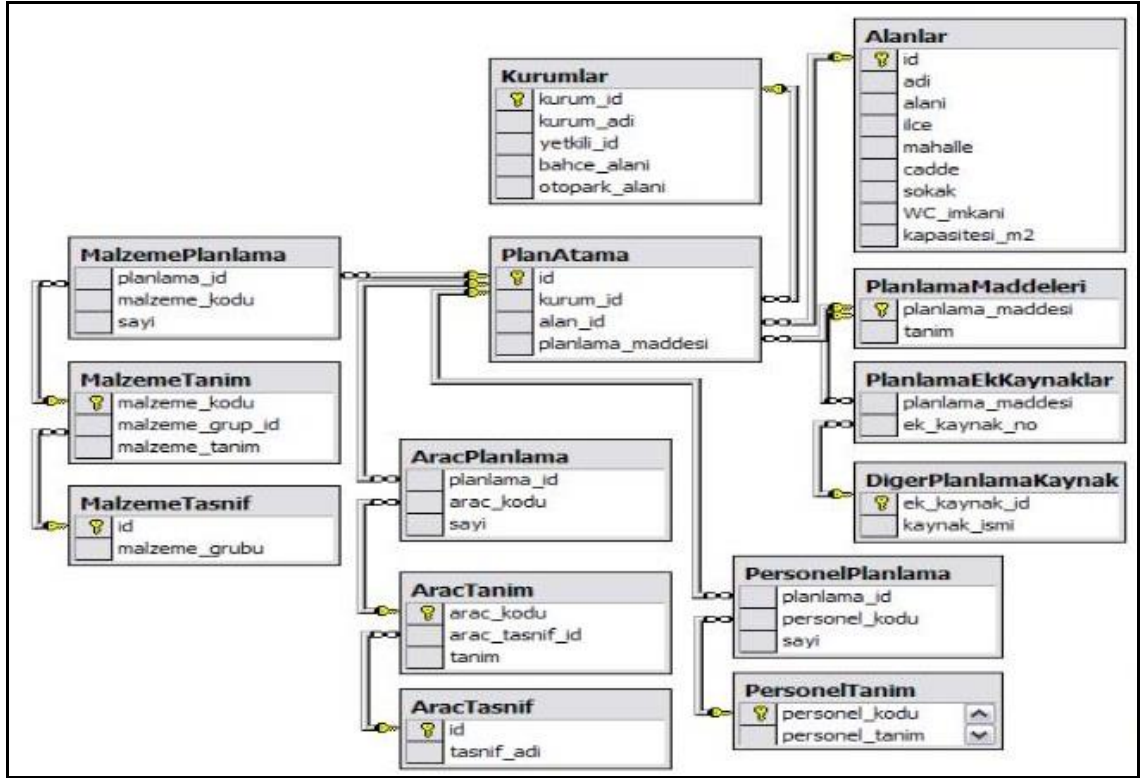
Veritabanı uygulamalarını “Düz dosya veri tabanı” ve “İlişkisel veritabanı” olmak üzere iki temel türe ayırmak mümkündür. Metodoloji olarak sunulan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi’nde çok fazla sayıda ve birbirinden farklı tablolara yerleştirilmiş olan verilerin birbirleri ile belirli alanlara göre ilişkilendirilerek düzenlenmesi

gerekmekte olduğu için uygulamada ilişkisel veritabanı kullanılacaktır. Bu tür veri tabanları arasında PostgreSQL, MySQL, Oracle, dBase, , Informix, Ingres başta gelmektedir.

Herhangi bir bölgesel afet karşısında afet çalışmalarında beraber çalışacağı iller ile bütünleşik çalışabilmesi için sistemde ülkemizde en fazla tercih edilen veritabanı türü olan PostgreSQL veritabanı kullanılmalıdır. Veritabanları için ilişkisel modeli kullanan PostgreSQL, veritabanı yönetim sistemi olan SQL standart sorgu dili kullanılmalıdır. SQL dili (Structured Query Language), veri tabanındaki verileri okumak, güncellemek, yeni veri eklemek, verileri silmek vb. gibi işlemleri yapan, program yazarken kolaylıklar sağlayan, satırlarca kodun yaptığı işlemi tek bir sorguda yapabilen, yapısal bir sorgulama dilidir. PostgreSQL, aynı zamanda iyi performans veren, güvenli ve geniş özellikleri olan bir Veri Tabanı Yönetim Sistemi olmasının yanında yazılımının ücretsiz ve açık kaynak kodlu olması tercih edilmesinin bir başka nedenini oluşturmaktadır.

Uygulamada kullanılacak tüm grafik ve grafik olmayan veriler, normal ve spatial ilişkisel bir model ile veritabanına aktarılmalıdır. Farklı tipde verilerin çokluğu nedeniyle veritabanında gerekli performans, indeksleme ve yetkilendirme işlemleri yapılmalıdır. Analiz yapılabilmesi için gerekli olan verilerin veritabanına yazdırılması için veri giriş ara yüzlerinin hazırlanması gerekmektedir. Bu arayüzler veritabanında bulunan bina geometrisi, tür, kat sayısı, nüfus ve zemin bilgileri gibi bilgilerin güncelleme işlemleri yapılabilmelidir. Hazırlanacak veritabanı ile afet ve acil durumla ilgili kurumların üretmiş oldukları ve gerek afet öncesi gerekse afet sonrasında kullanılacak verilerin web server ile veritabanına yazdırılması ve analizlerde kullanılması için gerekli altyapı oluşturulmalıdır. Uygulama wfs, wms ve tile cache servis türlerinin en son versiyonlarını desteklemelidir. Farklı kurumların üretmiş oldukları verinin tablo yapısının sistemin kullanacağı hale ayrıca getirilmesi gerekmektedir. Tüm veriler gibi planlama ve lojistik veriler fiziksel olarak ilişkilendirilmeli ve veritabanında tablolar halinde tutulmalıdır. Afeti yönetmek için ihtiyaç duyulabilecek planlama faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi bu tablolar üzerinden gerçekleştirilecektir (Şekil 4.4).

Şekil 4.4: Örnek planlama veritabanı şeması



Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü. İstanbul İçin Deprem Master Planı.

(http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/IDMP_TUR.pdf). s.975

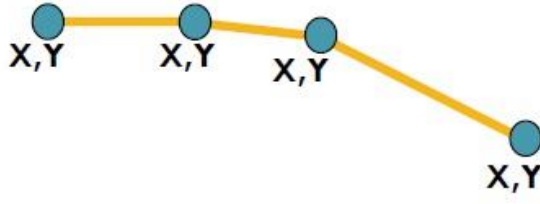
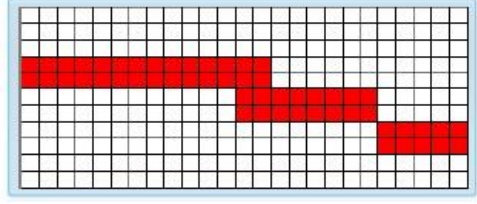
Metodoloji olarak sunulmaya çalışılan uygulamada servis tabanlı bir mimari tercih edilecektir. Mümkün olduğu kadar hiçbir uygulama veritabanına doğrudan erişerek veri kullanımı yapmayacaktır. İyi kurgulanmış hızlı çalışan ve kolay yönetilebilen bir servis mimarisi ile veri yönetimi sağlanacaktır. UAVT (Ulusal Adres Veritabanı), WMS (Web Map Service), WFS (Web Feature Service), TILE CACHE SERVICE, GDAL (Geospatial Data Abstraction Library), OPENScales, OPENLAYERS, GISCLOUD, API gibi servis türlerini desteklemelidir.

Bir afet durumunda özellikle afet yönetimi açısından afetin etkisinin ve ihtiyaçların belirlenmesini sağlayacak sistemin aktif çalışabilmesi ve analizlerin doğru sonuç üretebilmesi verilerin zenginliği ve güncelliği ile doğru orantılıdır. Verilerin veritabanı yapısına uygun olması da sistem açısından önemlidir. Sistem tarafından analize tabi tutulacak alan, ilçe, il veya bölgeyi pek çok yönden ifade eden verilerin temin edilmesi

gerekmektedir. Unutulmamalıdır ki bu yerlere ait idari ve mülki sınırlar, ulaşım ağları, altyapı ağları, planlama alanları ve bunları destekleyen sözel veriler, ilgili belediye birimleri ve diğer kurumlar tarafından sağlanmaktadır. Bu bakımdan veriler, edinildiği kurumun çalışma alanına göre farklı içeriğe ve formata sahip olabilmektedir. Bu yüzden proje kapsamında kullanılacak veriler incelenerek bir veri envanteri hazırlanmalı, formatı farklı olan verilerin veritabanının anlayacağı dile dönüştürülmelidir. Verilerin ilişkisel veri tabanı ile grid mimarisinde çalışabilmesi ve özellikle coğrafi veri (geodata) ile çalışabilir olması, verinin projedeki temel kurgusunu oluşturmaktadır.

Vektörel veri ve Raster veri olmak üzere iki tip veri tipi kullanılmaktadır (http://www.karsozelidare.gov.tr/ortak_icerik/karsozelidare/cbs/pdf/CBS_NEDIR.pdf).

Tablo 4.1: Veri tipleri

Vektör veri	Raster Veri
Noktalara bağlı olarak temsil edilen veri türüdür, her noktanın bir x,y koordinat değeri vardır.	Hücelere bağlı olarak temsil edilen veri türüdür
	
Vektör veri tipleri <ul style="list-style-type: none"> • Shape File • Feature Class • Coverage 	Raster veri tipleri <ul style="list-style-type: none"> • GRID

Kaynak: http://www.karsozelidare.gov.tr/ortak_icerik/karsozelidare/cbs/pdf/CBS_NEDIR.pdf

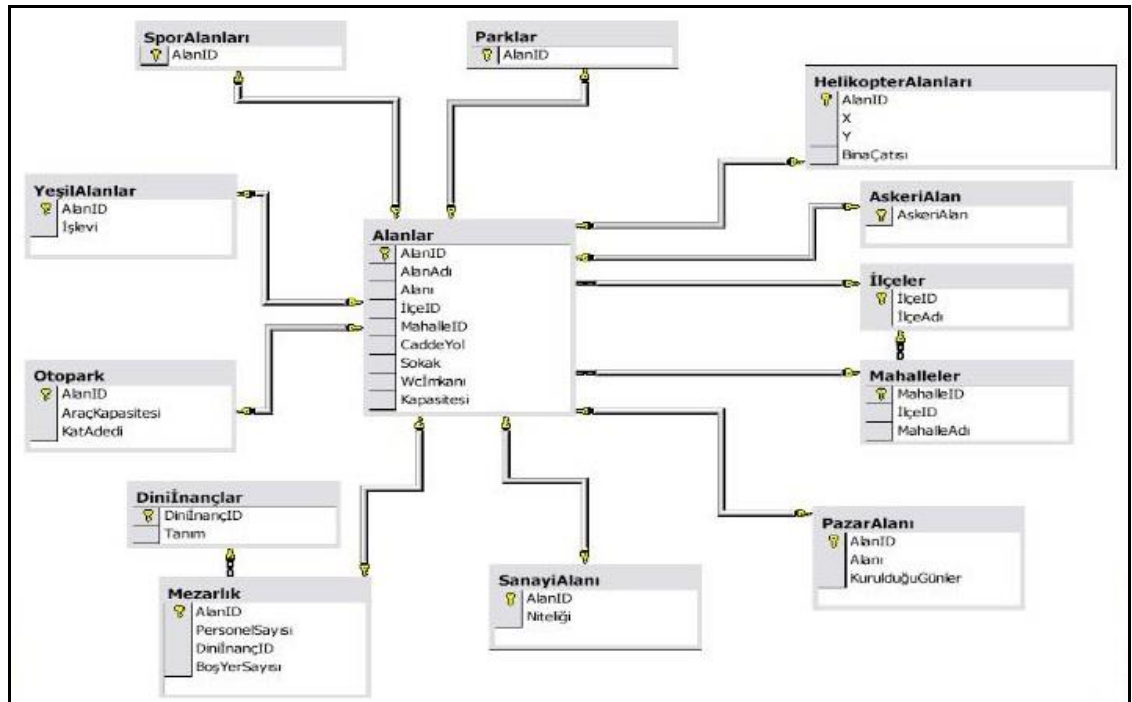
Sistem, afet öncesini, anı ve sonrasında gerek analizlerde gerekse planlama esnasında kullanacağı veriler;

- a. Demografik veriler (Demographic data)
- b. Konumsal veriler (Spatial data)

- c. İstihdam verileri (Employment data)
- d. Ulaştırma verileri (Transport data)
- e. Uydu verileri (Satallite data)
- f. Çevresel veriler (Enviromental data)
- g. Diğer tablo verileri (Other tabular data) (müdahale, lojistik bilgileri vb.)

vb. verileri içermelidir. Şehre ait grafik veriler olan imar planı, kadastro, halihazır harita, mahalle, pafta, ada, parsel, bina, yol, kapı, jeolojik harita, alt yapı bilgileri (su, kanalizasyon, doğalgaz, elektrik, telefon) uydu görüntüsü ile şehre ait grafik olmayan numarataj verileri, tapu bilgileri ve inşaat ruhsat bilgileri gibi verileri bir araya getirerek, günümüz teknolojisinden faydalanarak bu verileri tek bir veritabanında tanımlamayı hedeflenmelidir.

Şekil 4.5: Örnek alanlara ait ilişkisel veritabanı



Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi. Planlama ve İmar Dairesi Zemin ve Deprem İnceleme Müdürlüğü. İstanbul İçin Deprem Master Planı.

(http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/IDMP_TUR.pdf) s.967

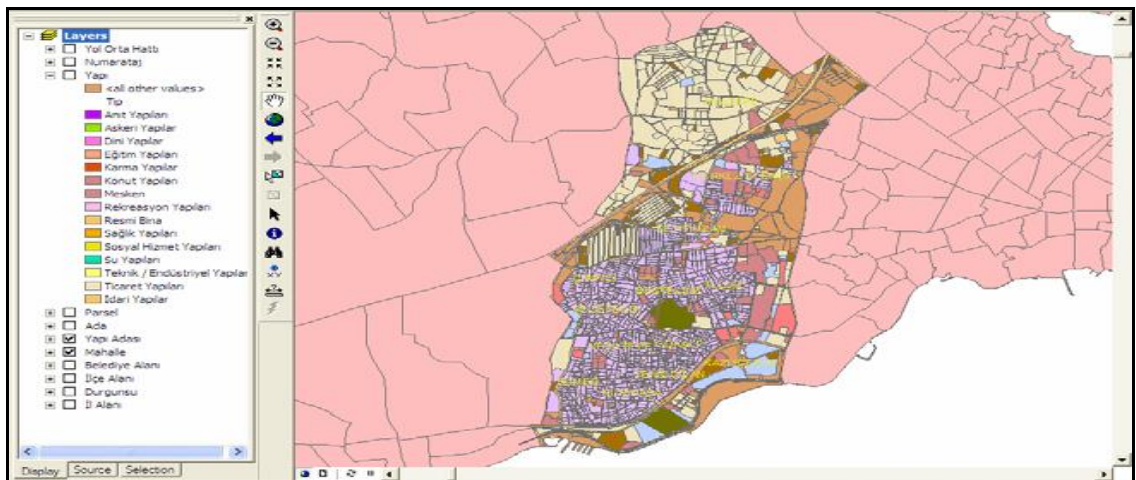
Belediye tarafından üretilen zemin bilgisi (zemin özellikleri belirleyen mevcut Vs30 verisi) ve bina bilgisi (yapım yılı, yapım türü, kat yükseklikleri, bina nüfusu) gibi

verilerin elde edilmesi ve sistemin kullanabileceği hale getirilmesi gerekmektedir. Risk analizlerinde en önemli unsur olan nüfus verisinin Merkezi Nüfus İdaresi Sistemi (MERNİS) tarafından verilen adres web servisinin veritabanını güncellemek üzere sisteme entegrasyonu sağlanmalıdır. Binaların numaralandırılması ve numaralandırılan binalara ait adreslerin tutulduğu Ulusal Adres Veri Tabanına (UAVT) ait verilerinin temin edilmesi ve MERNİS verileri ve CBS verilerinin eşleştirilmesi ve eşleştirme sonucunda eksik, hatalı ve tekrarlı kayıtlar var ise veritabanından tespit edilmesi ve düzeltilmesi gerekmektedir. Ayrıca belediyelerin Harita Müdürlüğü tarafından güncellenen adres, meydan ve park isimleri doğrudan sisteme girilerek güncellenebileceği gibi, sayısal ortamda temin edilip sisteme girilmesi gerekmektedir. Kandilli Rasathanesinden depremlere ait verilerin online bir şekilde alımı, oluşabilecek taşkın risklerine karşı DSİ veya ilgili su kurumundan elde edilecek havza ve derelerle ilgili tüm veriler, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden anlık alınabilecek verilerin yanında uydu ve radar vb. gerekli verilerin web servis yöntemiyle alınması gerekmektedir. Araziden gelecek ihbar verilerinde olay yerinin netleştirilmesi açısından başta elektrik kurumu tarafından numaralandırma işlemi yapılan direk bilgileri, her türlü numaralandırma işlemi yapılan sokak ve duvar tabela bilgileri gibi verilerin elde edilmelidir. Acil durum ve afet müdahalesinde gerek risk belirlemede gerekse lojistik kaynak olarak kullanabilmek amacıyla olarak belediyelerden işyerleri bilgileri, ticaret odasının elinde bulunan güncel firma bilgileri ve sanayi odasının elinde bulunan işletme kayıtlarının da temin edilmesi haritalara işlenilmesi gerekmektedir.

Acil durum müdahalesi talebi isteyenlere hızlı destek verilebilmesi, olay yerinin hızlı bir şekilde tanımlanması için telekom ve GSM operatörlerinden abone bilgilerinin temin edilmesi ve bunların lokasyonlarının belirlenmesine yönelik altlık harita bilgilerinin oluşturulması gerekmektedir. Hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinden istenilen her ölçekte ve datumda, siyah/beyaz ve renkli olarak ortofoto harita üreten Harita Genel Komutanlığı'ndan temin edilmesi ve sistem tarafından özel formatlar çevrilmesi gerekmektedir. Ayrıca tüm tehlikelere ait tehlike ve risk haritalarının sisteme entegre edilmesi gerekmekte, risklerde meydana gelen değişiklikler güncellenebilmelidir. Müdahale ekiplerin ulaşımını kolaylaştırma amacıyla referans olabilecek nokta ve mekân bilgilerinden oluşan veri setinin hazırlanması gerekmekte, temel acil durum müdahale

birliklerine altyapı ve lojistik destek veren elektrik, su ve doğalgaz, kanalizasyon ve telefon kurumlarının müdahale ile ilgili sorumlu tüm kaynaklarını gösteren bilgiler kurumlardan temin edilmelidir. Güncel network yol verisinin (karayolu, deniz ve demir yolu) temin edilmesi gerekmektedir. Bu verinin ulaşım kıstas değerlerinin afet durumuna göre düzenlenmesi ve afet anında kullanılabilir güzergâhın tespit edilmesine yönelik analizler ile birinci derece acil ulaşım güzergâhlarının belirlenmesi için gereklidir. Ayrıca köprü, viyadük, üst geçit, alt geçit, iskele ve gar gibi olabildiğince veriler yol verisine eklenmelidir. Araç, personel, yiyecek, içecek, giyecek ve ilkyardım malzemesi gibi verilerin tespit edilip kayıt altına alınması, spor alanları, parklar, yeşil alanlar, otoparklar, pazar alanları, sanayi alanları, askeri alanlar, lojistik destek merkezleri, barınma merkezleri, çadır alanları, mezarlık alanları ve helikopter pist alanlarının (Şekil 4.5) ve acil durumda helikopterin inebileceği alanlar gibi yerlerin tespit edilerek veritabanına ve dolayısıyla haritalara işlenmesi mahalle ve ilçe bazında analize hazır hale getirilmesi gerekmektedir. Temel acil durum müdahale birlikleri olan başta İtfaiye, emniyet, arama kurtarma birlikleri, AYM vb. tüm merkezlerin haritalara işlenmesi, gerek kamusal gerekse özel sektöre ait personel, araç, alet, malzeme, gibi kapasite ve kaynaklarının tespit edilmesi ve bu bilgilerin ilgili kurumlardan uygun altyapısı olanlardan kurulacak data bağlantısı ile web servis yöntemiyle temin edilmesi, altyapısı uygun olmayan kurumlardan ise hazırlanacak veri giriş arayüzleri ile veritabanına eklenmesi gerekmektedir.

Şekil 4.6: Türkiye afet bilgi sistemi (TABİS) veri tabanı proje bölgesi haritası



Kaynak: İstanbul Afet Bilgi Sistemi Uygulaması. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri 2007 Kongresi

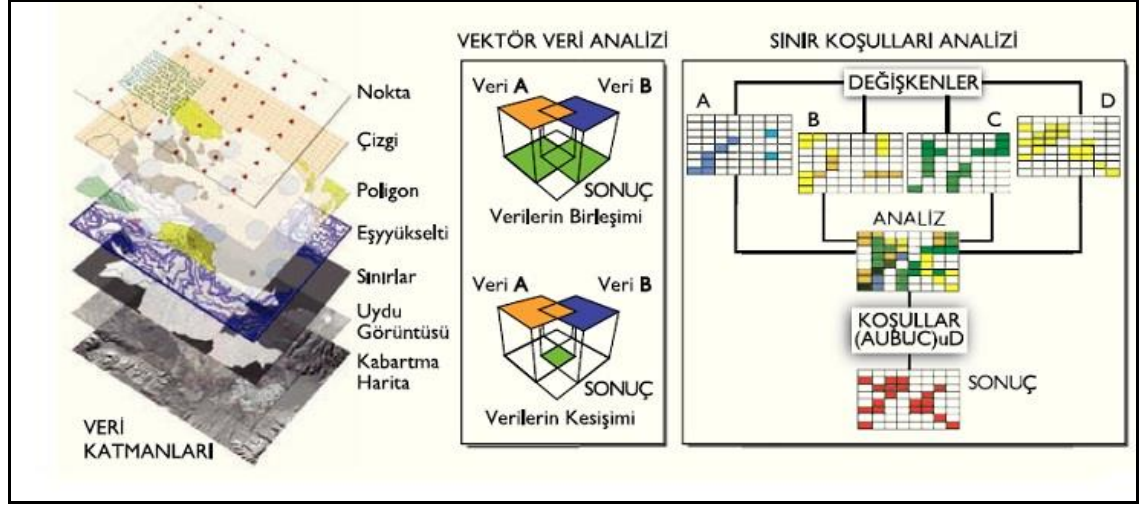
Türkiye Afet Bilgi Sistemi (TABİS) için hazırlanmış ve proje bölgesi haritaları ile veri tabanında bulunan verilerin ilişkilendirildiği gibi (Şekil 4.6) adres bilgi sistemi verilerinin harita ile ilişkilendirilmeleri sağlanmalı bu şekilde afete yönelik katman ve tablolara anlam kazandırılmalıdır. Analizlerde kullanılacak verilerin bu bağlamda güncelliği ve güvenilirliği yapılacak analizin ne kadar doğru sonuç üretmesiyle doğru orantılı olduğu için verilerin güncelliği son derece önemlidir. Bu nedenle verilerin düzenli periyotlarla güncellenmesi uygun olacaktır.

4.4 CBS VE HARİTALAR

Teknolojik gelişmelere paralel bilgi teknolojilerinde medya gelen gelişmelerden ülkemizde pozitif yönde etkilenmiştir. Fakat bir afet ülkesi konumunda olan ülkemiz afet yönetim konusunda bilgi teknolojilerini etkin çözüm sunma açısından yeterince kullanamamaktadır. Afet yönetiminin tüm aşamalarında etkin çözümler sunan ve karar süreçlerinde karar vericilere yardımcı olacak bir teknoloji olan CBS teknolojisi ile coğrafi veriler ile bu verilerle ilişkili olan veya olmayan sözel bilgilerin tamamını entegre bir sistem içerisinde birlikte yönetmek mümkündür. Afet öncesi ve sonrası analizleri ile harita üzerinde görüntü değişimleri ile durum tespiti ve ihtiyaçlara yönelik çözümler sunmakta, hazırlanacak afet senaryoları kapsamında CBS tabanlı haritalarla çözümler ve avantajlar sağlanmaktadır.

Yeryüzüne ait her türlü verinin bilgisayar ortamına aktarılması ve bu verilerin kullanılan özel programlar vasıtasıyla depolanması, sınıflandırılması, birbirleri ile karşılaştırılması, güncellenmesi ve istenilen şekilde harita, grafik ve tablo olarak görsel hale getirilmesi sağlayan Coğrafi Bilgi Sistemleri ile tüm verileri yeryüzündeki ait oldukları mekâna bağlı olarak çeşitli mekânsal ilişkilendirmeler sağlanarak analizlerin yapılabilmesine imkan tanımaktadır. İşte; bu çok çeşitli analizlere ve sorgulamalara imkân tanıyan ve tüm sonuçların ve verilerin, alanla ilişkili vaziyette, harita şeklinde görüntülenmesine olanak tanıyan CBS, afetlerle ilgili araştırmalarda ve afet yönetimi ile ilgili tüm çalışmalarda kullanılabilen en önemli bilgi sistemini oluşturmaktadır (Demirci ve Karakuyu 2004).

Şekil.4.7: Farklı özellikler ve öznitelik bilgilerine sahip raster ve vektör veri katmanlarının irdelenmesi



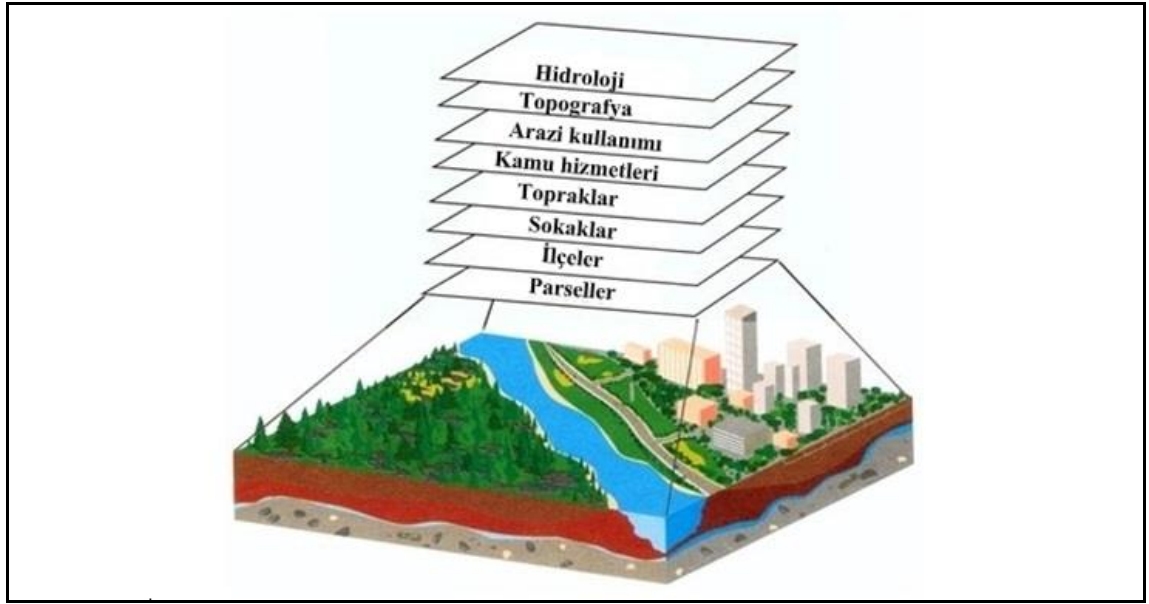
Kaynak: Afet ve Acil Müdahale Bilgi Sistemi "Afet Sonrası Müdahalede UZAL ve CBS teknolojilerinin İstanbul için Önemi" ,İstanbul'un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu

Metodoloji kapsamında veri toplama, depolama, analiz, sorgulama, görüntüleme ve çıktı alabilme imkânları sunan CBS afet riski belirleme çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılmalıdır. Farklı özelliklere ve öznitelik bilgilerine sahip raster ve vektör verilerin haritalara işlenmesine olanak tanımaktadır (Şekil 4.7). Yapılaşmaya bağlı risk alanlarının tespiti ve arazi kullanımı ile bina kodlaması, mevcut servis altyapı yeterliliğinin sorgulanması, acil karar destek yönetim sisteminin karar vericileri için metodoloji geliştirilmesi, grafik ve grafik olmayan ilgili destek, altyapı vb. verilerin toplanması, birbiriyle ilişkilendirilmesi, karşılaştırılması ve analizi, sistem önerisi, risk zonlarının belirlenmesi; nüfus, arazi kullanımı ve yapı karakteristik özellikleri, erişilebilirlik tespitleri; altyapı, yoğunluk, hız gibi birçok alanda CBS tabanlı yönetim sistemi avantajlar sunmaktadır (Demir 2011).

Mekansal olmayan veriler coğrafi detaylar ile ilişkilendirilerek sisteme entegre edilmesi, görsel olarak da yorum yapabilirlik sağlanmakta ve daha hızlı ve etkin karar verebilme imkânına sahip olunmaktadır. Fakat elde edilecek başarı istenilen türde tüm verilerin toplanması, verilere uygun bir veritabanını tasarlanması ve veritabanı-CBS yazılımı arasındaki ilişkinin çok iyi kurgulanması gerekmektedir. Özellikle afet yönetimi alanında

bir proje gerçekleştirilmek için kullanılacak bilgilerin bütünleşmiş olarak tek bir sistemin altında birleştirilmeli ve CBS'nin bu sistem içerisinde yeri ve önemi proje başlangıcında belirlenmesi gerekmektedir. Burada CBS ve haritanın önemi, bir olay karşısında afet yönetimi açısından en önemli sorunlarından bir tanesi olan nerede sorunun cevabının bulunması görsel olarak sağlayacak argüman olmasıdır. Meydana gelen afeti ve gelişiminin takibinin görsel olarak harita üzerinde takip edilmesi çok daha etkili olmaktadır. Oluş yerinin harita üzerinde bir nokta şeklinde kayıt altına alınması, olay yerine en yakın ekibin yönlendirilebilmesi ve takibinin başka herhangi bir tarif yapmaksızın harita üzerinde sağlanması afet anında kıt olan kaynak ve zamanın etkin bir şekilde kullanılmasını sağlayacaktır.

Şekil 4.8: Mekânsal kent yönetim sistemleri



Kaynak: https://www.ischool.utexas.edu/~i385df04/StudentPPT/HTML/liu_x/xjliu.htm

CBS yeryüzüne ait bilgileri, coğrafik anlamda birbiriyle ilişkilendirilmiş tematik harita katmanları gibi kabul ederek saklar. Bu basit ancak konumsal bilgilerin değerlendirilmesi açısından son derece önemlidir. Kent yönetim sistemleri olarak da bilinen çevre yönetimi, doğal kaynak yönetimi, mülkiyet-idari yönetim, belediye faaliyetleri, eğitim, sağlık yönetimi, ulaşım planlaması, turizm, orman ve tarım, ticaret ve sanayi, savunma, güvenlik ve bayındırlık hizmetlerinin yönetiminde CBS aktif olarak kullanılmaktadır (Şekil 4.8). Tüm bu sektörler ile etkileşim içerisinde bulunan afet yönetimi CBS etkin bir

şekilde kullanılmalıdır. Elde edilen bu tematik haritaların tehlike haritaları ile çakıştırılması sonucu muhtemel risklerin ortaya çıkarılmasını sağlayacaktır.

Özellikle Afet Yönetiminde konum tabanlı bilgilerin yönetilmesi son derece önem arz etmektedir. Oluşturulacak bilgi sisteminin afet anında ihtiyaç duyulabilecek tüm varlıkları içermesi gerekmektedir. Gereksinim duyulacak tüm haritaların koordinatlı bir şekilde gerçek ölçeklerde üretilmesinin yanı sıra varlıkların yönetilmesi, planlanması ve karar aşamaları için bilgilerin tutulduğu bir veritabanının oluşturulması gerekmektedir. Bu veritabanında dinamik olarak kayıt altına alınan tüm varlıkların CBS ile analiz edilmesi ve yönetilebilmesi, sonuçlarının da harita üzerinde gösterilmesi kurulan sistemin olmazsa olmazını oluşturmaktadır. Bu nedenle gelişmiş ülkeler afet yönetimi konusunda kent yönetim sistemleri nazarında her türlü yer ve konum bilgilerinin yönetilmesinde çok çeşitli haritalar kullanmaktadırlar. Bir afet durumunda oluşacak kriz durumuna müdahale için uygulanacak afet ve acil durum planlarının harita üzerinde yapılandırılması afeti yönetecekler için son derece önemlidir. Tüm bunları sağlayacak sistemlerin CBS ile entegre bir şekilde çalışmalarını sağlayacak sistemler geliştirilmektedir. Örneğin yoğun yağışın ya da fırtınanın meteoroloji kurumundan web servis yöntemiyle elde edeceği verilerin harita üzerinde katmanlar halinde gösterilmesi ve uydular aracılığıyla takip edilmesi ile fırtınanın ne zaman sonra hangi bölgeleri etkileyeceğinin tahmini, orman yangınlarının ne tarafa yayıldığına tespiti, bir sel olayının hangi bölgeleri etkilediği ve gelişimini hangi alanlara doğru sürdürdüğü gibi konular bu veriler ile rahatlıkla açıklığa kavuşturulmakta, dolayısıyla afetlere karşı erken uyarı sistemleri, önlem ve kurtarma çalışmalarının görsel olarak da yapılmasını sağlayacaktır.

Hazırlık aşamasında hazırlanan afet bilgi sistemlerine yönelik çalışmalar güncel bilgilere sahip olmamızı sağlarsa afet anında oluşabilecek hasar ve diğer durumları online olarak izleme ve müdahale etme imkânı sağlanmış olur. Afet Yönetimi açısından önemli mesafe kat eden CBS Afet Yönetimini mümkün hale getirmiştir. Afet Yönetim Haritaları ile olası bir afet halinde müdahale bilgileri, bina bilgileri, yol ve araç durum bilgileri gibi hayati önem taşıyan bilgiler harita üzerinden takip edilerek afete, hâkim olunabilecek, zamanında ve doğru müdahale edilmesi söz konusu olabilecektir.

Yerel yönetimlerin kent yönetim sistemleri için toplamış olduğu veriler oluşturulacak sistemin veri katalogunun önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Bunlar MERNİS verilerinin UAVT verileri ile eşleştirilmesi ve harita üzerinde sokak, bina ve kapı bilgileri ile ilişkilendirilmesi sonucu oluşturulacak yerleşim alanlarının güncel durumlarını ve arazi kullanımını gösteren haritaların, ikamet alanlarının ve ulaşım sistemlerinin tespiti ve gözlenmesi sonucu elde edilecek veriler ve il, ilçe sınırları, yol, köprü, viyadük, iskele, helikopter pist alanları, lojistik destek merkezleri, mezarlık, itfaiye binaları, AYM, spor salonları, çadır alanları, tahliye alanları, kamu binaları, okullar, sağlık merkezleri, bankalar, sanayi bölgeleri, ticaret alanları, dini tesisler, turistik yerler vb. gibi veriler ile afetin tüm aşamalarında etkin bir yönetim sağlamak için ortak bir veri havuzu oluşturmak ve bu veriler ile haritalar eşleştirilmeli ve istenilen harita tipiyle katmanlar halinde gösterilebilmelidir. Her tehlikeye ait risk haritaları hazırlanmalı ve ikincil tehlikelere karşı istenildiğinde tek tek istenildiğinde tüm risklerin içinde barındırdığı çoklu/bütünleşik risk haritası şeklinde gösterilebilmelidir.

Meydana gelen bütün afetlerin ortak paydası coğrafik boyutunun son derece önemli olmasıdır. Bu nedenle afet yönetiminde farklı durum ve zamanlarda çok değişik haritalara ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu haritalar aynı zamanda planların yapılması açısından da son derece önemlidir. Bu boyutun tespit edilmesine yönelik CBS çok etkin olarak kullanılabilir. Bunun için afet öncesi, sırası ve sonrasında mevcut veri tabanı içinden çok farklı veri ve verilere ihtiyaç duyulabilmektedir. Bu nedenle CBS’de her türlü veri, sistemde farklı tabakalar halinde birbirlerinden bağımsız olarak tutulabilmelidir. İstenildiği takdirde verilerden bir veya birkaçı sisteme çağrılarak bunlar üzerinde istenilen araştırma ve analizler kolaylıkla yapılabilir ve yeni durumlar karşısında ihtiyaçlara cevap verebilecek yeni haritalar geliştirilebilir.

Son yıllarda kanunlardan almış oldukları yetkiler itibari ile yerel yönetimler afet yönetimi adına birçok çalışmaya imza atmış, kendi bölgelerine ait afet risk haritalarını hazırlama olanakları bulmuşlardır. Kapsam içerisinde hazırlanan bu haritalar kullanım sırasında kişiselleştirilebilecek bir harita katmanı ile web uygulamalarının içinde yer almaktadır. Her kurum görevi gereği üretmiş oldukları ve afet yönetiminde kullanılması

gereken veriler afet yönetimi için oluşturulmuş olan sistemin veritabanında saklanmakta ve istenildiğinde bu farklı olan bu veriler aynı formatta farklı katmanlarda gösterilebilmekte ve bu veriler ışığında farklı tipte haritalar oluşturulabilmektedir. Yapılan analizler doğrultusunda çakıştırma, sentez özellikleriyle şehirlerdeki karar vericileri harita üzerinde daha hassas sonuçlara götürmektedir. Sistem ile haritalarla tabloları ve dokümanları bağlayarak mekânsal ilişkiler kurmakta ve sorgular yapılabilmektedir. Sistem tahminler için senaryolar kurarak karar vericilere yardımcı olmaktadır. Afetleri ve afetlerin oluşturacağı ikincil etkilerin bütünleşik bir sistem üzerinde farklı türde veri katmanlarının aynı harita üzerinde kolaylıkla karşılaştırabilmekte ve sonuçlar üretilebilmektedir (Yalçın 2002).

Proje kapsamında sistemde oluşturulacak harita modülü ve haritalar ile ilgili özellikler; Sistem Google, Bing ve benzeri uluslararası harita servislerini altlık olarak sorunsuzca kullanılabilir. Gerektiğinde uydu görüntüsü, hava fotoğrafı, hâlihazır harita, kadastral parseller ve numarataj verileri eklenebilir. Sistem karşılaştırılabilir ve uzaklık yakınlık ilişkisi kurulabilmesi için istenildiğinde yeni bir katman oluşturularak eklenebilir. Katmanlar, verilerin katman sırası, saydamlık, ölçek faktörleri, stiller vb. ayarlarını yapabilir. Uygulama ile nokta, çizgi, çoklu çizgi (multiline) ve alan çizimi yapılabilir ve istenilen veri üzerinde editleme yapılabilir. Çizim işlemi yaptıktan sonra seçilen objeye ait öznitelik bilgileri rakam, tarih, ondalıklı sayı, yazı biçiminde girilebilir. İstenilen türde veri girişine olanak tanımalı ve sözel veri giriş konsolundan yapılan arama sonuçları istenildiğinde harita modülünde görüntülenebilir.

Harita ekranı üzerinde temel görüntüleme araçları (zoom in, zoom out, pan, info, undo, redo, full extend, select, measure vb.) ile en çok kullanılacak fonksiyonların araçları yer alacaktır. Harita modülünde numaratajla ilgili katmanlar belli seviyeden sonra dinamik olarak gelmelidir, tüm güncelleme işlemleri anlık olarak görüntülenebilir. Harita modülünde uydu görüntüsü, hava fotoğrafı, halihazır harita, kadastral parseller ve numarataj verileri bu modülde default olarak görüntülenecektir. İl, ilçe, köy, mahalle, yol, bina, kapı isim ve numaraları ölçeğe bağlı okunabilecek ve düzenlenebilecek nitelikte olacaktır. Harita ekranında temel görüntüleme ve çizim fonksiyonları ekran

üzerinden seçilebildiği gibi fare ve klavyede de bu araçlar ve fonksiyonlar kısayol olarak tanımlanmalıdır. Örneğin klavyede yön tuşları kaydırma işlemlerini + ve – tuşları yaklaştırma ve uzaklaştırmayı gerçekleştirmeli, farenin tekerleği yaklaştırıp, uzaklaştırabilmelidir. Windows kısa yolları ve klavyenin tanımlı tuşları aynı amaçla kullanılabilir. Örneğin delete - silme, ctrl+c kopyalama, ctrl+v yapıştırma, ctrl+p çıktı alma vb. işlemlerini yapabilmelidir.

Harita modülünde katman yönetim paneli olmalıdır. Katmanların görünürlük ayarı, obje seçilebilme durumu, etiketlerin açık kapalı oluşu, snap özelliğinin aktifliği ve türleri, katmanın düzenlemeye (edit) açık olup olmadığı görsel olarak onay kutucuklarıyla yönetilebilmelidir. Yönetim menüsü ekran içinde kolaylıkla gizlenip açılabilir. Harita ekranı üzerindeki katman veya katmanlardan “info” aracı kullanılarak bilgi alınabilir. Bilgi alınacak katman veya katmanlar seçilebilir. Tıklanan noktadaki tüm katmanlara ait bilgiler bir düzen içerisinde görüntülenebilir. Görüntüleme numarataja en uygun kartografik dizayn ve sembolojiye göre yapılmalıdır. Haritanın kartografik gösterimi ayrıca ele alınmalıdır. Verilerin her türlü vektörel düzenlemesi ve yeni üretimler bu modülde yapılacaktır. Sözel veri giriş konsolundan yapılan arama sonuçları istenildiğinde harita modülünde gösterilebilir. Harita ekranında ölçek-kuzey oku olmalıdır, ayarlardan görünür görünmez yapılabilir.

Uydu görüntülerinden ve/veya tematik haritalardan oluşan altlık harita seçenekleri web uygulaması içerisinde yer almalı, kullanıcı seçimine göre dinamik olarak değiştirilebilir. Harita ekranı üzerinde ölçüm ve çizim yapılabilir. Bu sayede karar destek mekanizmalarının sistem üzerinden çalışmaları kolaylaşacak, yer belirleme ve risk tahminleri hızlanacaktır. Seçilen bir veya birden fazla noktadan tampon bölge analizi (buffer) yapılabilir. Bu sayede stratejik bir noktanın tampon analizi yapılabilecektir. Sahadan, sensörlerden veya operatör tarafından verile bilgiler doğrultusunda kapalı yol analizleri veya bariyer tanımlamaları ile kısa yol analizi harita üzerinde yapılabilir. Sağlık, İtfaiye, Polis, Arama Kurtarma Ekibi gibi afet noktasına yönlendirilmesi gereken hizmetlerin araç takip sistemi ile harita üzerinden takibi ile en yakın olanını alternatifleri ile birlikte bulması sağlıklı hizmet verebilmek için önemlidir.

Afet Acil Yardım Planları harita üzerinde gerçekleştirileceği için Afet Yönetim çalışmaları daha aktif ve koordineli yapılacaktır.

4.5 TEHLİKE VE RİSK HARİTALARI

4.5.1 Deprem Tehlike Haritaları

Oluşum sıklığı açısından nadir, bırakmış olduğu etki nedeniyle diğer afetlere nazaran ciddi olumsuzluklara neden olan depremler, ülkemizin büyük bir bölümünün de birinci derece deprem kuşağı üzerinde bulunması nedeniyle geçmiş yıllardan beri çok fazla etkilenmiştir. Bu nedenle afet yönetimi alanında yapılan çalışmaların çoğu deprem üzerine odaklanmıştır. Yapılan çalışmalar depreme odaklanmakta fakat ortaya çıkan ikincil tehlikeler dikkate alınmamakta bu nedenle sonuçları çok daha ağır olmaktadır. Bu nedenle deprem tehlikesi nedeniyle ortaya çıkacak tüm tehlikelere ait riskler dikkate alınmalı bütünleşik risk haritaları üretilmelidir. Deprem özellikle şehirleşmenin yoğun olduğu bölgeleri etkilemektedir. Bu bakımdan bir deprem ülkesi olan ülkemizde özellikle İstanbul gibi nüfus yoğunluğunun çok yüksek ve yerleşimin çok sık olduğu kentlerde depremlerin yaratabileceği yıkım büyük can ve mal kaybına yol açabilecek seviyededir. Depremin sebep olacağı zararların tahmini amacıyla uygulanan metodoloji kapsamında, jeolojik yapının üç boyutlu olarak belirlenmesi ve haritalanması, bölgenin geçmiş deprem kayıtlarının araştırılması, jeofizik ölçümler ve değerlendirme, geoteknik altyapının tayin edilmesi ve zemin tepki analizlerinin uygulanması sonucunda geliştirilen mikrobölgeleme haritalar birinci aşamayı oluşturur.

Türkiye'nin bir deprem ülkesi olması sebebiyle CBS kullanımının daha fazla önem kazandığı ülkemizde, CBS ile depremde hasarlı alanların tespitine yönelik kurulacak sistemler ile birçok analiz yapmak gerekmektedir. Yapılacak çalışmalarda verilerin CBS ile etkin kullanımı ile nüfusun izlenmesi, geçici yerleşim alanlarının kapasiteleri ile birlikte takibi, yeni yerleşim alanlarının analizi ve tespiti, arazi kullanım bilgilerinin tutulması ve sorgulanması gibi birçok uygulama gerçekleştirilebilmektedir. Ulaşım her daim açık tutulacak yollar, arama, kurtarmaya ve tahliyeye yönelik tüm teknik araç ve

gereçlerin listesine erişim sağlanabilecek bir veritabanı yapısı oluşturulmalıdır. Haritalar üzerine yerleştirilen bu bilgiler bölgenin eğimi, jeolojik yapısı ve fay hatlarının geçtiği yerler üst üste çakıştırılarak olası deprem senaryoları uygulanabilmektedir. Bu depremler için olası etki alanları, bina hasar durumları, yaralı ve ölü sayıları bilimsel olarak tahmin edilebilmesi gelecek yardımlar için çadır alanları, depolama alanları, dağıtımların yönetimi, acil durum müdahale araçlarının kullanabileceği ulaşım hatları, CBS tabanlı yönetim sistemi ile analiz edilebilecek, çıkan sonuçlar renk skalaları ile ölçeklendirilmiş şekilde harita üzerinde gösterilebilmektedir.

Depreme hazırlık için öncelikle deprem tehlike haritalarına gereksinim vardır. Bu haritalar, hem Türkiye ölçeğinde, hem de bölgesel ölçekte üretilmelidir ki, genel ve yerel planlama açısından sağlıklı olarak kullanılabilsin. Fakat deprem, su baskını tehlike haritaları gibi ülke ölçeğinde hazırlanan tehlike haritalarında yerel koşullardan kaynaklanan tehlikeleri belirlemek ve göstermek olanağı yoktur. Örneğin Şekil 4.9'da görülen Türkiye Deprem Bölgeleri Haritası deprem tehlikesini, yalnızca ortalama bir zemin cinsi kabul ederek, yer hareketinin ivmesi cinsinden göstermektedir. Bu haritada yerel zemin koşullarının yol açabileceği zemin büyütmesi, faylanma, sıvılaşma, farklı oturma, yanal yayılma, heyelan veya kaya düşmeleri gibi yerel tehlikeler mevcut olmadığı görülmektedir.

üzerinden farklı kriterlere göre senaryolar ile belirlenebilecek ve meydana gelecek hasarların boyutlarına harita üzerinde görüntülenebilecek ve buna göre önlemler alınabilecektir. Yapı stoku çalışmaları sonuçları sisteme işlenip planlaması ve takibi sistem üzerinden yapılabilir. Deprem esnasında meydana gelen hasarlar sistem üzerine işlenerek takip edilebilir. Sistemin en önemli ayağı olan MERNİS verisinin adres veritabanına eşleştirilmesi ve tehlike haritalarının çakıştırılması yöntemiyle kimlerin etkilendiğinin bilgisine ulaşılabilecektir. Afet sonrası iyileştirme süreçleri sistemde afet bilgileri ile ilişkili olarak saklanıp, takibi yapılabilir.

Örneğin, afetzede bilgileri, yıkılan mahalleler, altyapı arızaları, afet konutları ile ilgili bilgiler, kalıcı ve geçici hastanelerin konumu haritalar üzerine işlenmeli ve güncel tutulmalıdır. Hangi bölgede, ne kadar insanın etkilendiği ve açıkta kaldığı ile nasıl hareket edilmesi gerektiği bu bilgiler ışığında karar verilmelidir.

4.5.2 Sel Tehlike Haritaları

Düzensiz yağışlar, sel baskınlarını önleyen ormanların yok edilmesi ve akarsuların akış düzeninin kontrolü için gerekli önlemlerin alınmaması nedeniyle, suların yükselip ekili alanları kaplaması; çıplak tepelere düşen yağışların emilip tutulamaması sonucunda taş, mil, vs. yüklü sel sularının yamaçlardan inmesi; yer altı sularının aşırı yağışlar sonucu yükselerek yer yüzeyini basması vb. etkiler sonucu oluşan seller, insan yaşamını, bitki ve hayvan varlıkları ile yerleşim yerlerini tehdit eden afetler olarak karşımıza çıkmaktadır (Yılmaz 2003, s.23).

Seller zaman bakımından yavaş, hızlı ve ani gelişen diye üçe ayrılmaktadır. Seller ayrıca oluştuğu yere göre ayrılmaktadır. Oluşum yerlerine göre seller literatürde;

- a. Dere ve Nehir Selleri (Taşkınlar),
- b. Dağlık Alan (Kuru Vadi) Selleri,
- c. Şehir Selleri,
- d. Kıyı Selleri ve
- e. Baraj Selleri

gibi beşe ayrılmakta ve dünyada bu seller ayrı ayrı incelemektedir. Ülkemizde ise seller sadece dere ve nehir selleri (taşkınlar) olarak bilinmekte, sel olması için mutlaka bir derenin veya nehrin taşması gerekmediği gerçeği görmezden gelinmiştir. Dünyada bu konuya gelişmiş ülkeler geniş bir perspektif içinde bakmış ve bütün yerel yönetimler, sel yatakları, dere yatakları ve sel tehlike bölgeleri ile ilgili haritalarını üretmişlerdir.

Türkiye’de sel yatakları ve sel tehlike haritalarının olmadığını, bu yüzden meteoroloji sel uyarısı yaptığı zaman, yerel yönetimlerin nereyi su basacağını bilemediğini bu yüzden uyarılar ve ihbarlar çok genel yapılmakta olduğunu belirten Kadioğlu (2003), uyarının tüm şehre yönelik yapıldığını ve kimin selden etkileneceğini, sel ortaya çıkınca, selden etkilenince belli olduğunu belirtmektedir. Böyle bir durumda erken müdahaleden söz etmenin mümkün olmadığı ve sonuçlarının kaçınılmaz olduğu gerçeği ile karşı karşıya kalınmış olmaktadır. Bu nedenle sel nedeniyle ortaya çıkacak tehlikelerin belirlenmesi ülke, bölge ve alan bazında sel tehlike haritalarının hazırlanması ve buna göre risklerin belirlenerek sel risk haritalarının hazırlanması son derece önem arz etmektedir.

Ülkemizde sel riskinin algılanmasında toplum genellikle tehlikeyi küçümser. Bu nedenle sel haritaları vb. çalışmalara halkın katılımı da esas olmalıdır (JICA, 2007). Özellikle dere ve nehir alanlarında meydana gelebilecek taşkın zararlarıyla mücadele için taşkınların meydana gelebileceği nehir havzaları bazında Taşkın Tehlike ve Risk Haritaları hazırlanması gerekmektedir. Taşkınların havza bazında bir bütün olarak değerlendirilmesi, taşkın öncesinde, esnasında ve sonrasında iyileştirme, müdahale etme gibi çalışmaların planlanması ve yönlendirilmesinin hedeflenmesi gerekmekte bunun içinde öncelikle tehlike ve risk haritalarının hazırlanması gerektirmektedir. Türkiye’de hazırlanan sel tehlike haritaları çok genel hazırlanmaktadır. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Başkanlığı’nın hazırlamış olduğu Şekil 4.10’da görülen Türkiye’deki sel olaylarının dağılımının ve Şekil 4.11’de da Afet İşleri Genel Müdürlüğü’nün hazırlamamış olduğu ülkemizde yaşanan sel zararlarının illere göre dağılımı haritalarının çok genel olduğu bu nedenle planlama düzeyinde bu haritalardan çok fazla düzeyde yararlanılamayacaktır.

Şekil 4.10: Sel olaylarının dağılımı



Kaynak: Afet Yönetimi ve Sel Risk Değerlendirmesi-AFAD. 3. Ulusal Taşkın Sempozyumu Sunuları

Türkiye’de can kaybı ve etkilenen yerleşim yerleri açısından sellerin etkisi yüzde 10’dur. Farklı nedenlerden dolayı ortaya çıkmakla beraber tüm canlılara zarar vermek suretiyle doğal yaşamı olumsuz etkilemekte ve normal hayatı kesintiye uğratmakta olan seller, küresel iklim değişimi, plansız yerleşimler ve yetersiz altyapı nedeniyle beraber gündelik hayatımızı daha fazla etkileyeceği bilim dünyasınca kabul görmektedir. Ülkemizde her yıl ortalama iki yüz civarında sel felaketi yaşanmakta ve bu felaketler sonucu yılda ortalama 100 milyon dolar maddi kayıp meydana gelmektedir. Dolayısıyla tıpkı depremlerde olduğu gibi, sel için de hazırlıklı olunmalıdır. Bu nedenle başta şehirlerde hızlı şehirleşmenin etkisiyle derelerin bir bölümü yerleşim alanı içerisinde kalması kentte, tekerrür aralığı yirmi beş yılı aşan yağış görüldüğünde, derelerde irili ufaklı taşkınlar oluşarak yerleşim alanlarında sel oluşmakta ve ciddi zararlara neden olmaktadır.

Şekil 4.11: Afet İşleri Genel Müdürlüğü'ne göre ülkemizde yaşanan sel zararlarının illere göre dağılımı



Kaynak: Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi (Kadioğlu ve Özdamar 2008 ss.251-254)

Buradan yola çıkarak riskli olarak tespit edilen sahalarda ikamet eden insan sayısının, ekonomik aktivite seviyesinin, muhtemel ekonomik zararların ve taşkında meydana gelebilecek çevresel zararın belirlendiği Taşkın Risk Haritaları hazırlanmalıdır. Taşkın Tehlike ve Risk Haritalarına göre de risk yönetimi ve tedbirleri içeren afet yönetim planlarına dâhil edilmelidir. Böylece ilmi verilere ve bölge şartlarına dayanan gerçekçi bir yaklaşımla sellere karşı önceden hazırlıklı olunacak, sadece can değil mal kayıplarının da önüne geçilmesi sağlanacaktır.

Ülke, bölge ve kent ölçeğinde makro ve mikro planların olmayışından dolayı meydana gelen sellerde hasarın boyutu yüksektir. Bilimsel esaslara göre hem ulusal ve bölgesel ölçekte hazırlanan makro planların, hem de bunlara uyumlu hazırlanması zorunlu alt planların uygulanabilirlikleri birçok etkene bağlı bulunmaktadır. Ülkemizde meydana gelen tüm afetlerde hasar boyutunun çok yüksek olmasının en önemli nedenlerinden birinin planlama eksikliğinden kaynaklandığı vurgulanmaktadır. Bu

nedenle planlamaya yeterince önemin gösterilmesi ve her şeyden önce planların, güncel ve en son bilgileri yansıtması beklenmelidir. Planlar, ilgili kamu kurum ve kuruluşlarının sorumluluklarını açıkça tanımlamalı ve sorumluluğu olanların faaliyetleri arasındaki eşgüdüm sağlanmalıdır.

Sel Gözetleme ve Sel Uyarısı yapabilmek için, gözlenen meteorolojik özelliklerin neye işaret ettiği ancak daha önceki sellere ait bilgilerin bilimsel olarak değerlendirilmesiyle mümkündür. Bu nedenle sel ve fırtına tahmini için önceki sellerin ayrıntılı meteorolojik etütlerinin yapılması ve benzer olayların tekrarında olanları çok önceden teşhis edebilmekte kullanılacak ipuçlarının belirlenmesi gerekir. Bunun için daha önceleri Türkiye’de sel ve taşkınlara neden olan yağmur fırtınalarına ait hava sistemleri sürekli ve bilimsel araştırmalara tabi tutulmalıdır.

Bölgesel, kentsel vb. düzeylerde tehlikeleri tespiti ve haritalanmasına yönelik yapılan tüm çalışmaların akabinde riskin belirlenmesine yönelik yapılan çalışmalar yine bölgesel, kentsel vb. düzeylerde yürütülmelidir. Hızlı ve çarpık kentleşme sorunu yaşayan kentlere ait riskin belirlenmesi diğerlerine nazaran daha karmaşıktır. Riskin tanımlanması, risk analizi ve risk miktarının belirlenmesi gibi sistematik bir süreç olan risk yönetimi olası bir sel karşısında can ve mal kaybını minimuma indirmek ve selin neden olacağı olumsuz etkilerin azaltılmasına yönelik yapılacak tüm planlama faaliyetleri risk haritalarının hazırlanma sürecini takip edecektir. Ayrıca hazırlanacak risk haritalarıyla, senaryoları hazırlanması, hangi korunma ve zarar azaltma önlemlerinin uygulanacağını tespit edilmesine ve sonuçlarının güncel haritalar ve grafiklerle ortaya konmasını sağlayacaktır. Kullanılabilecek kaynak ve imkânlarında bu senaryolar çerçevesinde belirlenmesi sağlanacak ve zarar azaltma ve müdahale aşamasında uygun seçenekler ve öncelikler seçilerek karmaşıklığında önüne geçilecektir. Sel bölgesine ait tehlike ve riskleri gösteren haritaların diğer afetlere yönelik hazırlanmış olan tehlike ve risk haritalarıyla birleştirilmesiyle ortaya tüm tehlike ve riskleri içinde barındıran bütünleşik haritalar ortaya çıkacaktır.

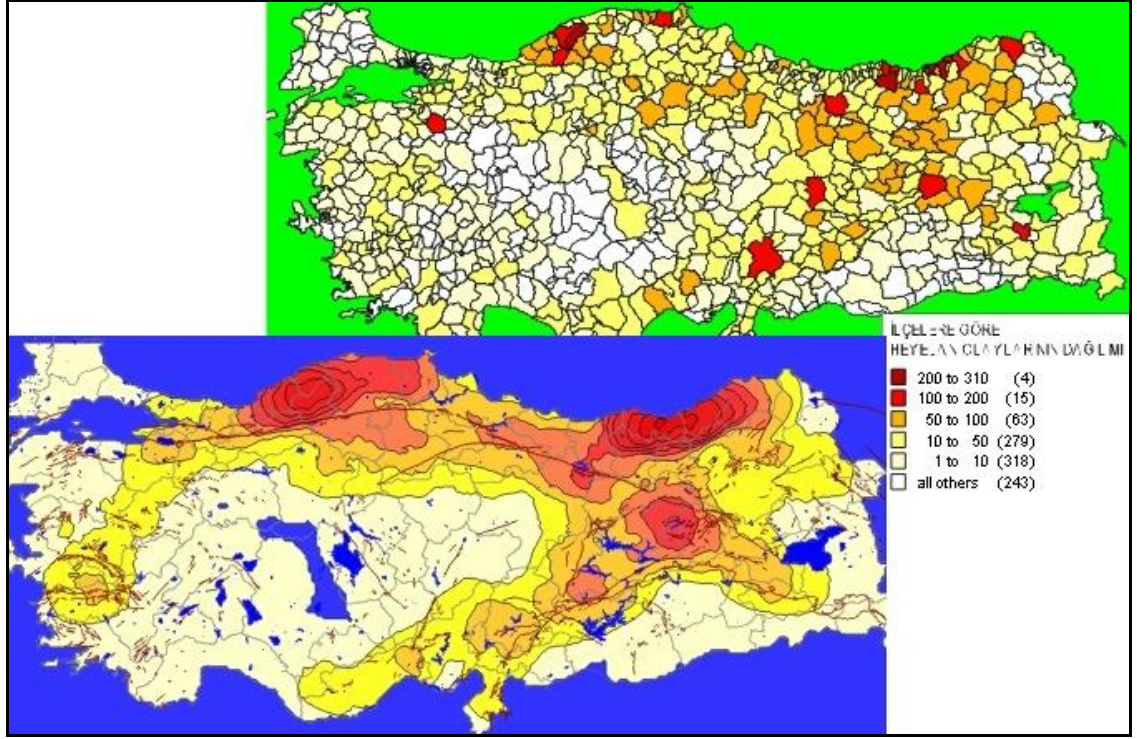
4.5.3 Heyelan Tehlike Haritası

Heyelanlar, kaya, toprak veya diğerk doğa kalıntılarının yer çekimi etkisiyle yamaç aşağıya ve dışa doğru kaymasıyla oluşur. Bu kaymalara, depremler, yangınlarla bitki örtüsünün tahribatı, insanların yer yüzeyinde yaptığı değişiklikler, volkan patlamaları, aşırı yağışlar ve deniz dalgaları neden olabilir. Yamaçlarda oluşan çatlaklar, eğilen ağaçlar, direkler ve duvarlar, kaya ve toprağın aşağı doğru yavaşça kayması bir heyelana dair uyarı işaretleridir (Kadioğlu ve Özdamar 2008).

Dağlık ve sismik bölgelerde sıkça meydana gelen ve yer olayları olarak adlandırılan heyelanlar özellikle sürekli veya sağanak yağışların meydana geldiği aylarda meydana gelmektedirler. Bu özellikler nedeniyle ülkemizde dağlık ve bol yağış alan bölgelerde çok sık meydana gelmektedirler. Bu heyelanların en büyüğü genellikle bol yağışlı ve dik eğimli sahalarda, özellikle kuvvetle yarılmış, nemli ve litoloji bakımından da elverişli olan Kuzey Anadolu dağlık alanlarında oluşmaktadır.

2003-2007 yılları arasında Afet İşleri Genel Müdürlüğü Faaliyet Kitabından derlenen bilgiler doğrultusunda heyelanlar için yapılan değerlendirmede, seksen bir ilin de heyelandan belirli derecelerde etkilendiği görülmektedir. Heyelanlı yerleşim birimleri, özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi (Trabzon ve Rize civarı), Orta ve Batı Karadeniz Bölgesi (Karabük, Bartın, Zonguldak ve Kastamonu civarı) ile aktif fay ve fay zonları boyunca yoğunlaşmaktadır. Trabzon ve Rize illerinde dik yamaçlarının çok olması ve yıl boyunca ülke genelinde çok fazla yağış alması nedeniyle en çok heyelan olayı buralarda gözlemlenmiştir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın hazırlamış olduğu (Şekil 4.12) ülkemizde yaşanan heyelan sayılarının illere göre dağılımını gösteren harita gerçeği yansıtmakta ve geneli ifade etmektedir. Analiz aşamasında sistemsel olarak bir şey ifade etmemektedir.

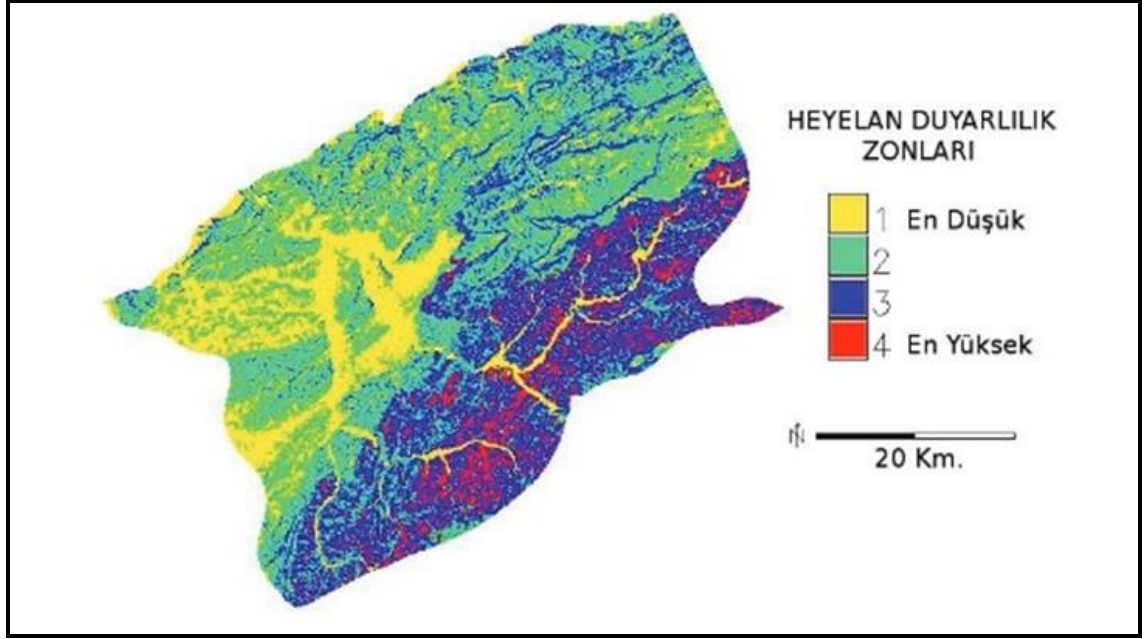
Şekil 4.12: Türkiye ulusal bazda heyelan tehlike haritası ve ilçeler göre heyelan olaylarının dağılımı



Kaynak: AFAD (<https://www.afad.gov.tr/Dokuman/TR/24092012162638.pdf>)

Heyelanların tespitine yönelik yapılacak çalışmalarda gözlemler sonucunda heyelanların yoğunlaştığı bölgeler üzerinde heyelan duyarlılık haritalarının oluşturulması gerekmektedir. Heyelan duyarlılık haritasının oluşturulması için bölgeye ait eğim, litoloji, yükseklik, arazi örtüsü ve bakı faktörleri öncelikle belirlenmelidir. Şekil 4,13’de görüldüğü gibi CBS ortamında hazırlanan Bartın ilinin heyelan duyarlılık haritasının oluşturulması için bölgeye ait eğim, litoloji, yükseklik, arazi örtüsü ve bakı faktörleri öncelikle belirlenmiştir. Belirlenen bu faktörlere ait analizler sonucu oluşan heyelana duyarlı alanların doğruluğunun saptanması amacıyla mevcut heyelan envanteri haritasından faydalanılmıştır. Ayrıca heyelan duyarlılık zonları derecelendirilmiştir. Heyelanların tipi, coğrafi konumu ve eğer biliniyorsa oluşum zamanlarının belirtildiği haritalar olan heyelan envanter haritalarına ait veriler heyelanın meydana gelmesinden sonra bölgeden elde edilen verilerden oluşmaktadır.

Şekil 4.13: CBS ortamında hazırlanan Bartın ilinin heyelan duyarlılık haritası

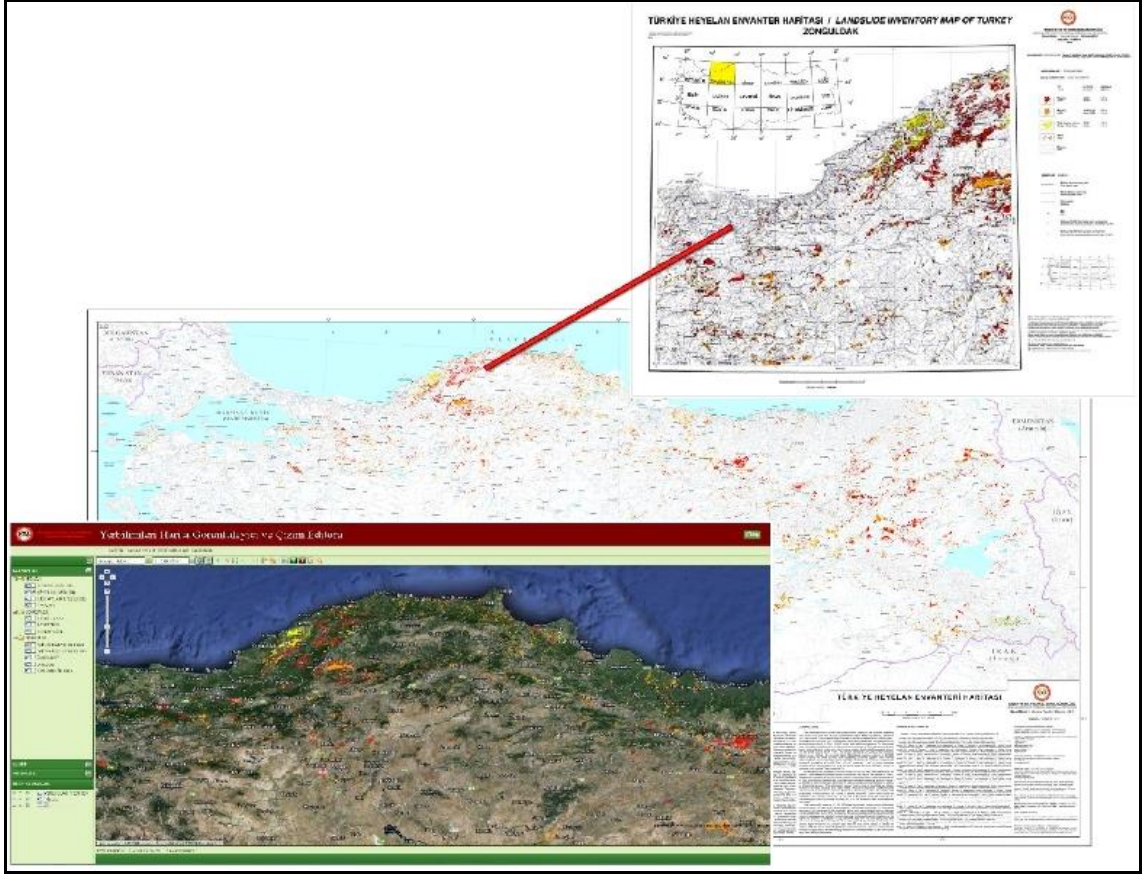


Kaynak: Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar. AFAD-Planlama ve Zarar Azaltma Dairesi Bilgi İşlem CBS Grubu

Heyelan envanter, duyarlılık ve olası tehlike haritalamalarında ve heyelan risk değerlendirme çalışmalarında heyelanların tipi, çalışma alanın büyüklüğü ve eldeki mevcut verilerin çeşidine göre farklı yaklaşımlar ile değişik yöntem ve tekniklerin birlikte kullanılması gerekmektedir. Heyelan olası tehlike haritaları, belirli bir zamanda, belirli bir tip ve büyüklükteki heyelanların oluşma olasılığını gösteren haritalar olarak tanımlanmaktadır. Bu tanım heyelanların lokasyon, zaman ve büyüklük gibi kavramlarının bilinmesini gerektirmektedir (Duman ve diğ. 2011).

Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü tarafından ülke genelinde heyelanların mekânsal dağılımının toplu olarak ortaya konulması amacıyla ölçek sınırlamaları dahilinde sadece alansal olarak haritalanmış heyelanlar göz önünde bulundurularak 1:1.500.000 ölçekli (Şekil 4.14) Türkiye heyelan envanter haritası 2011 yılında hazırlanmıştır (Duman ve diğ. 2011).

Şekil 4.14: 1:1.500.000 ölçekli Türkiye heyelan envanter haritası ve Zonguldak paftası örneği ile heyelan veritabanının MTA Yer Bilimleri web portal görünümü



Kaynak: 1:1.500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası," MTA Özel Yayınlar Serisi-27 (Duman ve diğ. 2011)

Ulusal heyelan veri tabanı son olarak, MTA Genel Müdürlüğü ait Yerbilimleri Portalında (<http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx>) jeoloji, deprem ve aktif fay veri tabanları ile birlikte web sunucusuna yüklenerek yasal uyarılar kapsamında kullanıcıların hizmetine sunulmuştur (Şekil 4.14). Hazırlanacak sistem kapsamında MTA Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Türkiye Heyelan Haritası web servis yöntemi ile alınarak hazırlanacak sisteme tehlike harita katmanı olarak eklenebilir. Metodoloji olarak sunulan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi ile gerek yoğun yağış esnasında gerekse yaşanan bir deprem sonrası istenilen türdeki analizlerin harita üzerinde gösterilmesi aşamasında katmanların aktifleştirilmesi sonucu ortaya çıkabilecek ikincil tehlikeler hakkında bilgi sahibi olunabilecektir. Heyelan haritalarının afet çalışmalarında kullanımı afet öncesinde, afet sırasında ve afet sonrasında karar verici ve uygulayıcılara geniş

imkânlar sağladığı, planlama ve karar alma sürecini hızlandırdığı, olaylara müdahalede isabet derecesini arttırdığı genel kabul gören bir gerçektir.

Heyelanların mekânsal olabilirliğinin belirlenmesi amacıyla mantıksal regresyon yöntemi kullanılarak belirli zaman aralığında gelişmiş heyelanlar için heyelan duyarlılık haritaları üretilmelidir. Oluşum tarihleri bilinen heyelan olayları göz önünde bulundurularak, zamansal olabilirlik değerleri, poisson dağılımı kullanılarak gerçekleştirilmeli, buradan 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık zaman dilimi içinde heyelan oluşma olasılıkları hesaplanmalıdır. Heyelanların alansal olarak olabilirliği, heyelan olay envanter haritasından elde edilen frekans dağılımlarına göre belirlenmiştir. Sonuç olarak 5, 10, 25, 50 ve 100 yıllık heyelan oluşma olasılıklarına göre farklı büyüklüklerde (0.1km^2 , 0.05km^2 ve 0.01km^2) olabilecek heyelanların mekânsal ve zamansal olabilirliğini gösteren heyelan olası tehlike haritaları üretilmelidir. Heyelan olası tehlike haritaları, heyelan risk değerlendirme çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Bu nedenle üretilen olası tehlike haritaları bölgesel heyelan risk azaltma çalışmalarına önemli katkı sağlayacağı unutulmamalıdır (Duman ve diğ. 2011).

Heyelan izlenmesinde ve afet sonrası çalışmalara ışık tutulmasında uzaktan algılama ve gerçek zamanlı (real time) coğrafi bilgi sistemleri büyük kolaylıklar sağlamaktadır. CBS destekli tehlike ve risk haritaları afet çalışmalarında kullanımı gerek afet öncesi, gerek afet anı ve gerekse de afet sonrasında karar verici ve uygulayıcı mekanizmaya çok önemli faydalar getirmektedir. Bu yüzden, UA ve CBS'den yararlanılarak erken uyarı sistemleri süratle geliştirilmeli ve uygulamaya konulmalıdır. Bunun için Heyelan erken uyarı sistemi için veri tabanı oluşturmak gerekmektedir. Tarihsel olay profili araştırılmalı ve oluşturulan heyelan raporları vaka tarih ve saatini belirtmelidir. Bölgeye ait yağış istasyonlarının sayısını artırılması ve verilerin veritabanına otomatik gelmesi sağlanmalıdır. Veritabanında değişime uğrayan verilere dönük belirli periyotlar içerisinde veritabanındaki bilgiler güncellenmelidir.

Heyelan duyarlılık haritalarının doğru ve güncel olarak üretilmesi afet planlaması başta olmak üzere heyelan kaynaklı maddi ve manevi kayıpların önlenmesi amacıyla gerçekleştirilen planlama faaliyetleri açısından son derece önemlidir. Söz konusu haritaların üretilmesi işlemi, etki eden tüm faktörlerin bir arada değerlendirilmesini ve

analizini gerektirmektedir. Son yıllarda farklı yapı ve özellikteki veri setlerinin bir arada değerlendirilmesinde ve heyelan duyarlılık haritalarının üretilmesinde veri madenciliği teknikleri kullanılmaktadır. Karmaşık problemleri aşamalı bir hale getirerek çözebilme kabiliyetine sahip karar ağaçları söz konusu veri madenciliği yöntemleri arasında önemli bir kullanıma sahiptir. Normal standartlarda hazırlanan veriler ile uygun veri tabanlarının kurulabilmesi ve Coğrafi Bilgi Sistemine (CBS) altlık olan sayısal temel haritaların elde edilmesi ve heyelan risk haritalarının hazırlanmasına yönelik CBS destekli bir veritabanı hazırlanması ve aşağıdaki verilerin temin edilmesi gerekmektedir.

- a. Ölçme ve jeodezi için; tapu ve kadastro verileri, sayısal arazi modeli verileri
 - b. Jeoloji için; jeolojik veriler ve haritaları
 - c. Hidroloji için; hidrografik ve su yönetim verilerinin kaydı
 - d. Meteoroloji: Yağış istasyon verileri
 - e. Arazi kullanımı için; toprak verileri ve haritaları
 - f. Çevre koruma için; çevre ve orman bilgi sistemleri
 - g. İstatistik; istatistik bilgi sistemi (Tarihsel olaylar ve gerçek zamanlı veriler)
- (Yeşilkuş 2011, s.76).

Mevcut verilerin derlenmesi ve CBS ortamına aktarılması ile oluşturulan heyelan risk haritaları ile risk altında bulunan nüfusa ait nakilleri öngörülen yerleşim birimlerinin dağılımının yine harita üzerinde uygun yerlere yapılmasını sağlayacaktır. Heyelanlar genellikle yavaş gelişen doğal afetlerdir. Ancak çok dik yamaçların üzerine inşa edilen ve yamaçların altındaki evlerin ani gelişen heyelanlara maruz kalabileceği unutulmamalıdır. Yapılacak analizler doğrultusunda riskli görülen alanlar hiçbir belirti beklenmeden hızla boşaltılmalıdır.

4.5.4 Meteorolojik Tehlike Haritaları

Tüm dünyada olduğu gibi, büyük bir coğrafya ve farklı iklim bölgelerine sahip ülkemizde de, başta kuraklık ve seller olmak üzere meteorolojik ve hidrolojik afetler oldukça sık meydana gelmekte ve ciddi can ve mal kayıplarına yol açmaktadır. Gerek ülkemizin coğrafi konumu, demografik ve iklimsel yapısı gerekse dünyada son yıllarda hissedilen küresel iklim değişikliği ve sera etkisi, meteorolojik karakterli afetlerin sayısında ve

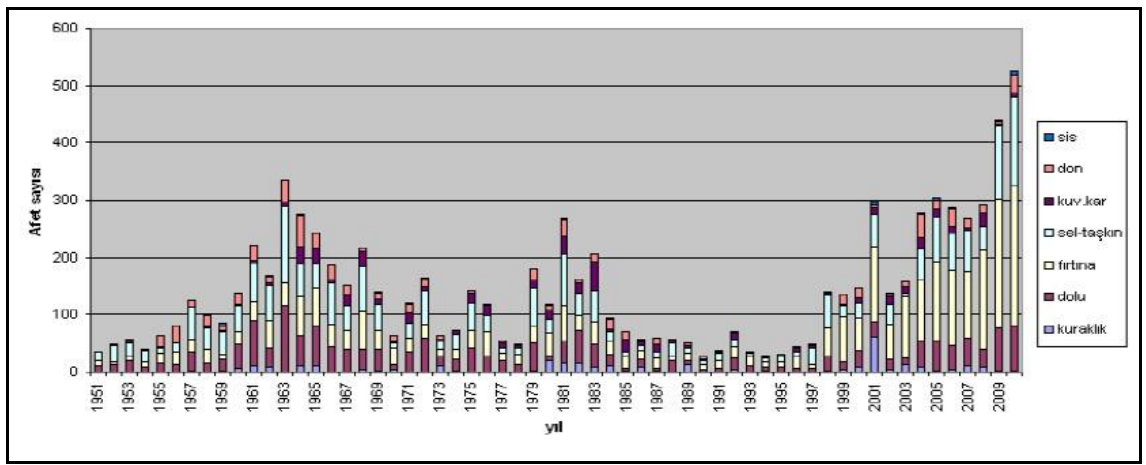
şiddetinde önemli artışlar olduğu gözlemlenmektedir. Günümüzde İklim Değişikliği küresel sorunların en başında gelmektedir. Maalesef iklim modelleri, can ve mal kayıplarının, küresel iklim değişikliğiyle birlikte ekstrem hava olaylarının sıklığı, süresi ve şiddetindeki artışa paralel olarak daha da büyüyeceğini öngörmektedir. Akdeniz Havzası'nda bulunan Türkiye'nin ikliminde de küresel değişikliklere benzer değişiklikler gözlenmektedir. Özellikle kış yağışlarında azalmalar, sıcaklıklarda artışlar, son dönemde maruz kaldığımız kuraklık ve sel bunlar arasında sayılabilir (Kadıoğlu 2012, s.18). Bu artışlar ve vermiş oldukları can ve mal kayıpları ciddi boyuta ulaşmıştır. İklim değişimi nedeniyle sayılarında artış görülen meteoroloji karakterli afetlerin etkilerinin azaltılmasına yönelik iklim değişikliğinin önlenmesi için emisyon azaltımı kadar iklim değişikliğinin etkilerine uyum (adaptasyon) konusunu da ön plana çıkartmaktadır. Öncelikle iklim değişikliğinin etkilerinin belirlenmesi, duyarlılık ve uyum süreçlerinin anlaşılması ve bunlara yönelik değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Ayrıca kuvvetlenen sera etkisi bağlı iklim değişikliğinin meteorolojik afetlerin bugüne kadar görülmedikleri bölgelerde oluşmalarına yol açabilecek oluşudur (Türkeş 1999).

Ülkemizde meydana gelen ve neredeyse tüm şiddetli hava olaylarının bir afete dönüşmesi, topoğrafik koşulların, yanlış yerleşme ve yanlış arazi kullanımı uygulamaları gibi yerel ya da bölgesel coğrafya etmenlerinin yanı sıra, temel olarak insan sistemlerinin 'olası' yerel hava tiplerine karşı hazırlıklı olma ve önlemler almadaki başarısızlığının doğal bir sonucudur. Bu büyük tehlike, günümüzde dramatik olarak şiddetlenmektedir. İnsanın doğal iklim sistemi üzerindeki müdahalesi, küresel iklim değişikliğini, toplumun bu gelişmeye gerektiği kadar hızlı uyum göstermeyebileceği ölçüde hızlandırabilir (Türkeş 2001, ss.187-205).

Büyük bir coğrafya ve farklı iklim bölgelerine sahip Türkiye'de, başta kuraklık ve seller olmak üzere meteorolojik karakterli afetler oldukça sık meydana gelmektedir. Bunları çığ, don, aşırı soğuk, fırtına, tipi, yıldırım, heyelan, sıcak hava dalgaları, dolu, sis, aşırı kar ve orman yangınları izlemektedir. Ülkemizde iklim değişikliğine bağlı olarak sellerin neden olduğu ekonomik kayıplar depremlerin neden olduğu ekonomik kayıplara eşit hale gelmiştir. Sadece fırtınalarla birlikte görülen yıldırımların neden olduğu can kayıplarının son yıllarda büyük bir artış göstererek 400'e ulaştığı verilerle tespit edilmiştir. Buna

paralel olarak 2000’li yıllarda meydana gelen meteorolojik afetlerin sayısında 1960’lı yıllara göre üç kat, sigorta kayıpları açısından on beş kat ve ekonomik kayıplar açısından dokuz kat artış olduğu belirlenmiştir. (Kadıoğlu 2012). Meteorolojik afet sayılarındaki artış ülkemizi küresel iklim değişikliğinin potansiyel etkileri açısından riskli ülkeler arasına sokmuştur.

Şekil 4.15: 1950-2010 yılları arasında Türkiye’de oluşan hidro-meteorolojik afetlerin yıllık toplam sayılarının zamanla değişimi



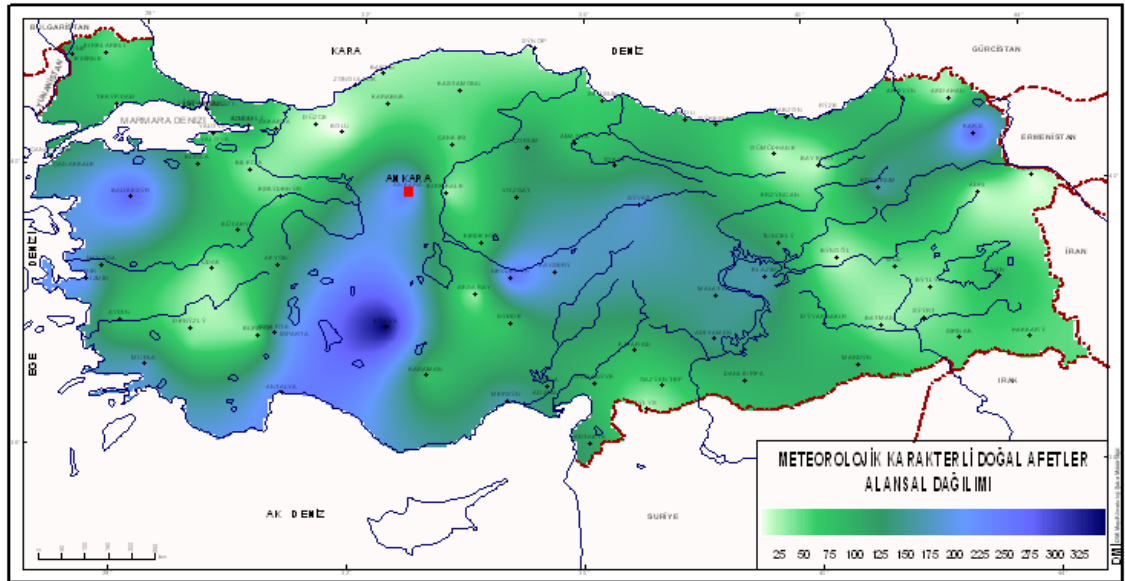
Kaynak: Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını (Kadıoğlu 2012, s.15)

Meteoroloji karakterli farklı afet türlerine göre afet oluşum sayıları Şekil 4.15’de gösterilmektedir. 1940 yılından bu yana en fazla ekstrem olay bildirimleri 2010 yılında (555 olay) gerçekleşmiştir. 2010 yılında neredeyse tüm ekstrem olayların yarısını (yüzde 46) fırtınalar oluşturmuştur. Seller yüzde 29 ile ikinci sırada yer almaktadır ve bunu yüzde 14 ile dolu olayları takip etmektedir. Zamanla afetlerin sayılarında bir artış gözleniyor olmasının şüphesiz çok farklı nedenleri vardır. Nüfus baskısı, arazi kullanımı uygulamaları, yetersiz altyapı ve plansız şehirleşme bu afetlerin oluşumunu ve zararlarını daha da artırmaktadır (Kadıoğlu 2012, s.14).

İklim ile ilgili çalışmalarda en temel unsur meteorolojik aletlerle yapılan ölçümlerden elde edilen kayıtlar ve meteorolojik gözlemlerdir. Gözlemler sonucu elde edilen klimatolojik verilerin; gerekli düzeltme ve kontrollerin yapılarak tasniflenmesi ve iyi

muhafaza edilmesi gerekmektedir. Hata yapma olasılığına karşı yapılacak meteorolojik gözlemler kesintisiz uzun bir dönemi kapsamalıdır. Ayrıca teknolojinin gelişmesiyle DOPPLER prensibi ile çalışan ve havadaki su damlacıklarından yansıyan veriyi algılama kapasitesine sahip olan meteorolojik radarlar ile yağması beklenen yağışın miktarı, süresi, şiddeti, geçiş hızı ve güzergâhı hakkında önceden detaylı bilgi sunan meteorolojik aletler ile meteorolojik afetlerin büyük ölçüde erken uyarısı mümkündür. Gelişmiş ülkeler meteorolojik erken uyarı sistemlerini kullanarak afet öncesi tehlikelere karşı zamanında ve gerektiği gibi davranmalarını olanak tanıyacak şekilde halkı uyarmak, ilgili kurum ve kuruluşların kendi aralarında koordinasyonun sağlanması, standartların belirlenmesi ve ilgili politikaları üretilmesini sağlayarak hazırlık evresinin verimli geçirmesi sağlanır. Ayrıca gözlemlerle elde edilen klimatolojik veriler ile birçok sektörün geliştirilmesi ve planlanmasının yanında sel, kuraklık ve benzeri meteorolojik karakterli afetlerin önlenmesi, tahmini ve bu afetlere ilişkin hazırlık planlamalarının yapılmasında temel girdileri oluşturmaktadır. Bu verilerin kullanılması ile ülke kaynaklarında verimliliğinin sağlanması, oluşabilecek ekonomik, sosyal ve insan kayıplarının önüne geçmek mümkün olabilecektir.

Şekil 4.16: Meteoroloji Genel Müdürlüğü kayıtlarına göre ülkemizde görülen meteorolojik karakterli doğal afet oluşum sayılarının mekânsal dağılımı



Kaynak: Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını (Kadıoğlu 2012, s.16)

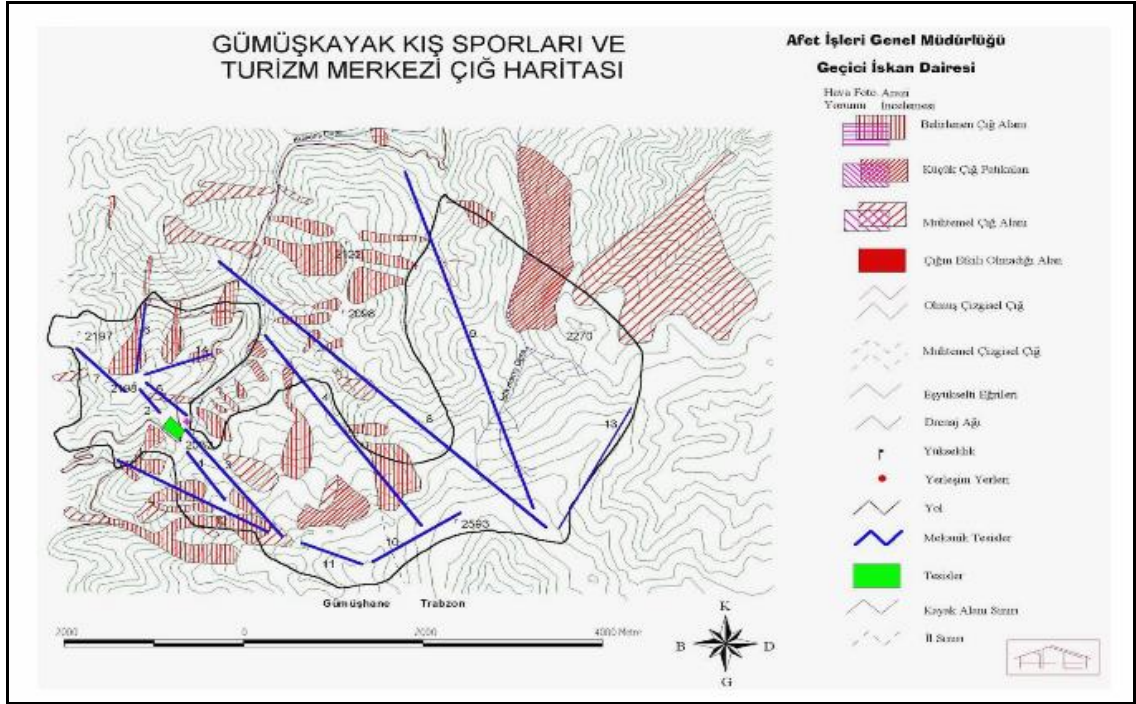
Şekil 4.16'da meteorolojik karakterli doğal afetlerin alansal dağılımı görülmektedir. Rüzgâr fırtınası, kar fırtınası, don ve sis, kış ve bahar aylarında daha çok oluşurken; dolu, sel, yıldırım ve hortumun oluşumu ilkbaharın sonu, yaz aylarında ve sonbaharın başlarında yoğunlaşmaktadır. Tüm afetlerde olduğu gibi meteorolojik karakterli afetlerin meydana gelmesinde iki temel faktör rol oynar. Bunlardan ilki afeti oluşturan tehlikenin kendisidir. İkincisi ise tehlikeden etkilenecekler için oluşturmuş olduğu risktir. Çoğu zaman tehlikenin ortadan kaldırılması mümkün değildir. Fakat alınacak önlemler uygulanacak zarar azaltma faaliyetleri ile riskleri ortadan kaldırmak veya minimuma indirmek mümkündür. Yapılacak çalışmaların başında çeşitli yağış düzeylerinin, şiddetli yağışların ve kuraklık olaylarının olasılıklarını veren çeşitli tehlike ve risk haritaları üretilmesidir. Ancak bu tip olasılık çalışmalarının doğru ve doyurucu bir düzeyde yapılabilmesi, oldukça uzun süreli bir gözlem dizisinin varlığını gerektirir. Bu süre, yağış için en az 40 yıl, sıcaklık için en az 30 yıl olmalıdır (Türkeş 2001).

Metodoloji olarak sunulan bütünleşik afet etki ve ihtiyaç tespit sisteminde kullanmak üzere meteorolojik afetlere ait tehlike ve risk haritalarının hazırlanması sistemin harita modülüne eklenmesi gerekmektedir. Bunlar farklı kurumlar tarafından hazırlanmış olan her afete ait tehlike haritalarının sistem üzerinde risk üretecek diğer haritalar (konumsal insan, mal) ile karşılaştırılması suretiyle bütünleşik tehlike ve risk haritalarını üretmek gerekmektedir.

Sel ve heyelana yönelik üst bölümde bilgi verilmiştir. *Meteorolojik karakterli diğer önemli afetlere kısaca değinmek gerekirse;*

Çığ Tehlike Haritaları, bu haritalarda çığ potansiyeli taşıyan bütün alanlar işaretlenmektedir. Eldeki tarihi çığ verilerine, topografik özelliklere (eğim, bakı vb.), bitki örtüsüne vb. dayanarak, işaretlenen bu alanlar; muhtemel çığ patikası, kesin çığ patikası, akma hattı, muhtemel akma hattı olarak sınıflandırılmaktadır. Çığ Tehlike Haritalarında kullanılan bu sınıflama (ülkemizde kullanılan ölçütler) aynı zamanda tehlikenin büyüklüğünü-küçüklüğünü ve tehlikeli alanı işaret etmektedir. Dünyada çığ tehlikesine maruz diğer tüm ülkelerde olduğu gibi 1:25000 ölçeğinde hazırlanmaktadır (Şekil 4.17).

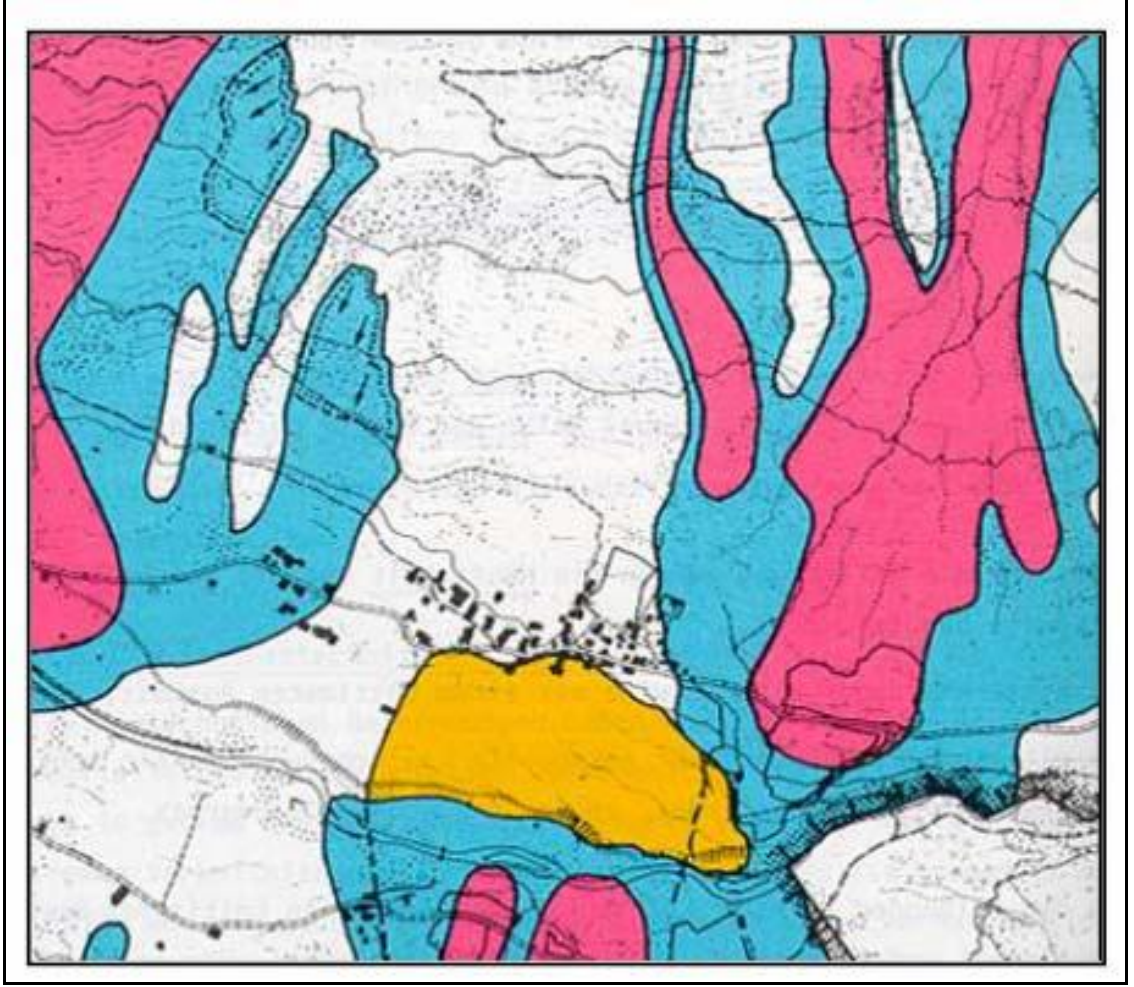
Şekil 4.17: Çığ tehlike haritası



Kaynak: Türkiye'de Çığ Afeti Zararlarını Azaltma Çalışmaları. TMMOB AFET SEMPOZYUMU (Şahin ve Yavaş 2007, ss.397-398)

Çığ Risk Haritaları, Risk haritalarının yapımında ise daha fazla sayısal verilere ihtiyaç vardır. Çığ tehlikesinin bulunduğu bir alanda çığın olma olasılığı başta dikkate alınacak olmasıyla beraber, Kar tutma potansiyeli (kar örtüsü kalınlığı), çığ tehlikesinin olduğu bir alanda daha önce olmuş (mümkün olan en eski verilerle) en büyük çığlar ve tekrarlama periyotları, hangi büyüklükte olabileceği, hangi alanları ne derecede etkileyebileceği, hangi basınçla çarpacağı, bitki örtüsü vb kriterler dikkate alınması gerekmektedir. Genellikle 1:5000 ya da 1:1000 ölçekte hazırlanmaktadır (Şekil 4.18).

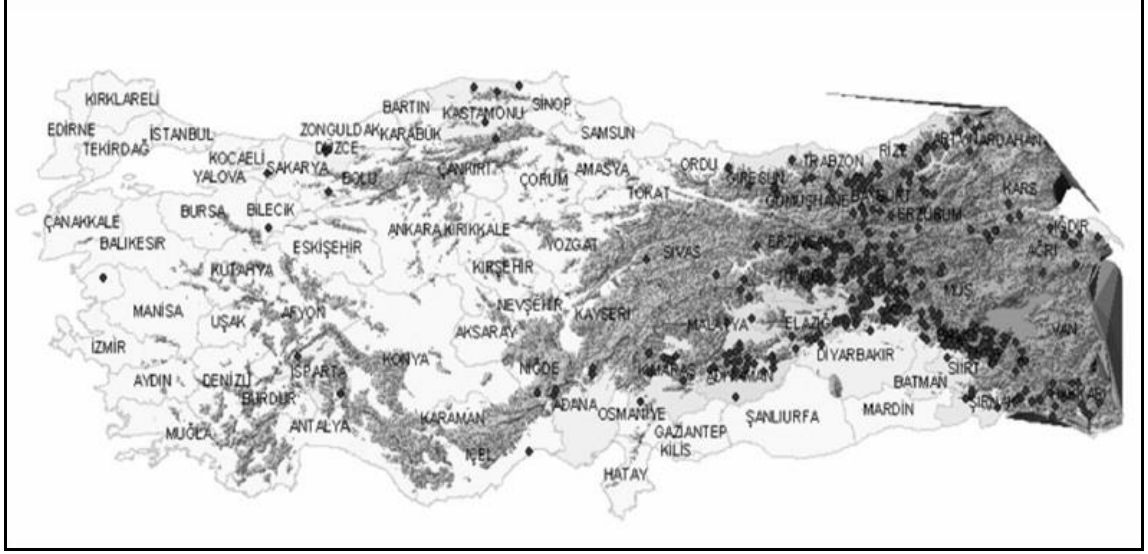
Şekil 4.18: Çığ risk haritası



Kaynak: Türkiye’de Çığ Afeti Zararlarını Azaltma Çalışmaları. TMMOB AFET SEMPOZYUMU (Şahin ve Yavaş 2007)

ÇAGEM tarafından hazırlanan risk haritalarında Fransa’da kullanılan yöntem aynen kabul edilerek, çığ riski üç değişik renkle ifade edilmektedir. Kırmızı zon, çok yüksek çığ riski ile yapılaşma ve ikamete uygun olmayan alanı; mavi zon, orta derecede çığ riski ile ancak önlem alınması şartı ile yapılaşma ve ikamete uygun olabilecek alanı; beyaz zon ise herhangi bir çığ riskinin bulunmadığı alanı ifade etmektedir.

Şekil 4.19: Türkiye’de çığ olaylarının dağılımı



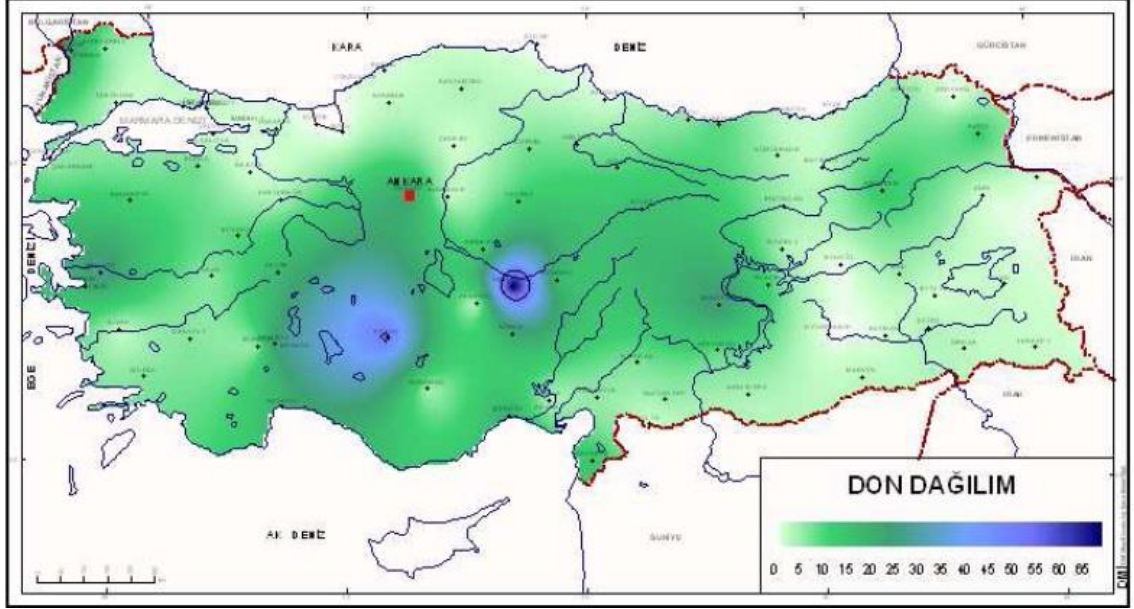
Kaynak: Türkiye’de Çığ Afeti Zararlarını Azaltma Çalışmaları. TMMOB AFET SEMPOZYUMU (Şahin ve Yavaş 2007, s.396)

İstatistikler Türkiye’de çığ afetinin, dünyadaki çığ potansiyeline sahip diğer ülkelerden az olmadığı göstermektedir.

Yoğun kar ve don

Ülkemizde, özellikle İç Anadolu bölgesi ve Doğu Anadolu’nun yüksek kesimlerinde gözlenen kuvvetli kar afetleri gerek ulaşımdaki olumsuz etkileri ve gerekse yol açtığı çığ olayları açısından önemli can ve mal kayıplarına neden olmaktadır. Özellikle İstanbul gibi büyük şehirlerde yağın yoğun kar yağışı şehrin can damarları olan ulaşım akslarını kilitlemekte ve tüm sektörleri etkilemektedir. Yoğun kar yağışı ve arkasından oluşan soğuk hava dalgasının karayollarında meydana getireceği buzlanmanın, buzlanma erken uyarı sistemleri ile tespit edilmesi ve gerekli önlemlerin alınması sağlanmalıdır. Türkiye’de karayolu taşımacılığının payı diğer sektörlerle oranla azımsanmayacak kadar çoktur. Eşya taşımacılığının yüzde 90’ı insan taşımacılığının ise yüzde 95’i karayolu ile gerçekleşmekte olduğu için yoğun kar yağışı ya da buzlanma nedeniyle ulaşımın aksaması ciddi problemlere neden olabilmektedir.

Şekil 4.20: Donlu günlerin uzun yıllar ortalamasına ait yersel dağılımı (MGM, 2012)



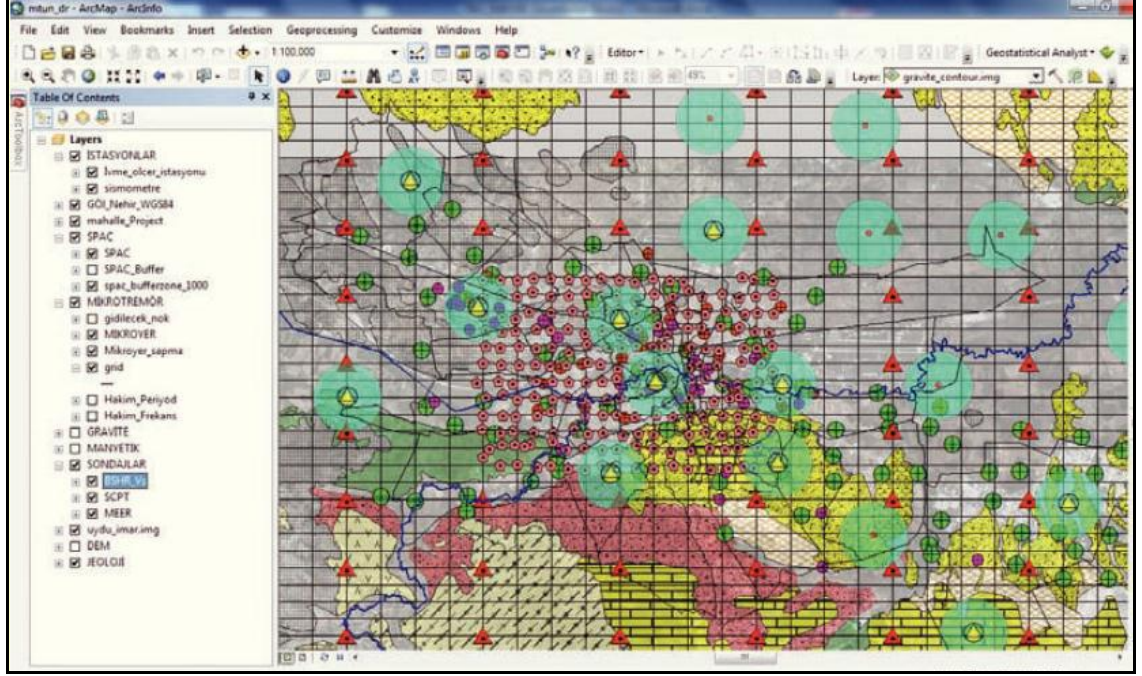
Kaynak: Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını (Kadıoğlu 2012, s.38)

Ülkemizde don olayının görülmediği yer yok denecek kadar azdır (Şekil 4.20). Özellikle İç Anadolu ve Konya don olayının en fazla rapor edildiği yerlerdendir. Don ve buzlanma gibi risklerle mücadele edilirken başka afetlerin ortaya çıkma ihtimaline karşı hazırlıklı olmak gerekmektedir.

Orman Yangınları

Genel tanımıyla ifade edecek olursak; serbest yayılma eğiliminde olan ve ormanda yaşama birliğine katılan canlı ve cansız bütün yanabilir varlıkları yakıp yok edebilen ateşe "orman yangını" denmektedir. Orman yangınlarının çıkış sebeplerine baktığımızda, yıldırım, sıcak hava dalgaları gibi meteorolojik karakterler yol açmış olsa da yangınların büyük bir bölümünün çıkış sebebinin insan olduğunu söylemek yanlış olmaz. 2011 yılında çıkan orman yangınlarının sebeplerine göre yüzdesel dağılımına bakılırsa yıldırım yüzde 12, kaza yüzde 5, kasıt yüzde 12, bilinmeyen yüzde 20, ihmal ve dikkatsizlik yüzde 51’in neden olduğu görülmektedir (OGM OİP, 2012) (Kadıoğlu 2012, s.50). Bu nedenle orman yangınlarının engellenmesine yönelik tehlike ve risk haritalarının

Şekil 4.22: Kent bilgi sistemi ile afet tehlike haritalarının bütünleştirilerek risklerin belirlenmesi



Kaynak: Afet ve Acil Müdahale Bilgi Sistemi "Afet Sonrası Müdahalede UZAL ve CBS teknolojilerinin İstanbul için Önemi" ,İstanbul'un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu (Döker ve diğ. 2010)

Deprem, sel, heyelan, kaya düşmesi, çığ olayları vb. risk içerebilecek her afete yönelik hazırlanan tehlike haritaları üzerinde çalışılmalı ve afet yönetimi için bütünleşik haritalar elde edilmelidir. Sürekli olarak güncellenebilen bir kent bilgi sistemi altyapısının, mikrobölgeleme çalışmalarından elde edilen haritalar ile bütünleşik olarak kullanılmasına imkân sağlayan CBS, afet riski belirleme çalışmalarında da etkin bir şekilde kullanılabilir araçlardan biridir. Afet yönetimi adına yapılacak tüm planlama faaliyetleri bu haritalar üzerinde gerçekleştirilmelidir. Farklı türdeki afetlere ait afet tehlike haritalarının birleştirilmesi ile risklerin tespit edilmesi ve bunların haritalanması beklenen afete karşı en doğru biçimde hazırlanmak için gerekli olan senaryolarının hazırlanmasına da olanak sağlar.

4.6 SENARYO OLUŞTURMA

Türkiye afetler açısından son derece şansız ülkelerden bir tanesidir. Bu nedenle ülkeyi tehdit eden afetlere, en iyi şekilde hazırlanmak için afetin hangi bölgeleri, hangi tipteki yapı ve altyapıları en çok etkileyeceği, nasıl bir ekonomik bilanço çıkaracağını afet olmadan önce tahmin etmek gerekmektedir. Ülkeyi tehdit eden afetlerin başında gelen deprem özellikle İstanbul gibi metropolün birinci derece deprem kuşaağı üzerinde bulunması beklenen afete en iyi şekilde hazırlanmamız gerçeğini doğurmaktadır. Ülkemizde geçmiş yıllarda meydana gelen afetlerden dersler çıkarılmıştır. Bunlar yapısal değişiklikler ve yasal düzenlemelere de yansımış ve hazırlanan senaryolarda da kendisini göstermiştir. Tek olay bazlı senaryoların hazırlandığı kriz yönetimi anlayışından dinamik, çoklu risk yaklaşımı ve gelişmiş senaryoların hazırlandığı risk yönetimi anlayışına geçiş için hızlı bir süreç yakalamıştır.

Mikrobölgeleme çalışmaları ve afet senaryoları yerel ölçekte afet tehlikesi ve risklerini belirlemeyi amaçlayan çalışmalardır. Bu çalışmalar aynı zamanda afetle başa çıkma yeteneklerini belirler. Senaryolar özellikle afetin ilk dakikalarında güncel veri akışı sağlanamadığı durumlarda hareket tarzını belirleyecek en önemli planlama araçlarıdır. Bu durumda, afet öncesinde hazırlanan çeşitli senaryolar afet esnasında değerlendirilerek alternatiflerden biri uygulanır. Burada önemli olan afet senaryolarında tüm tehlike ve risklerin dikkate alınması ve senaryoların olabildiğince gerçekçi olması arzu edilir. Senaryo çalışmalarının temelini yine mikrobölgeleme çalışmaları oluşturur (Ergünay 2006).

Afet ve acil durumlar oluştukları yerler açısından farklılıklar gösterebilmektedir. Bu afetler bazen tekil olabileceği gibi bazen de farklı türde birçok afeti aynı yerde barındırabilmektedir. Bu çerçevede Ülke, bölge, kent ve ilçe bazında tehlike olasılığına göre kaybedilecek değerleri oluşturan tüm afetlere ait risklerin ve şiddetinin dinamik senaryolar bazında hesaplanması, belirsizliklerin mümkün olduğunca belirli hale getirilmesi gerekmektedir. Tehlike ve risklerin belirlenmesi aşamasında ikincil tehlikelerin ve hasargörebilirlik bilgilerinin mümkün olan en gerçekçi biçimde ortaya konması ve aralarındaki ilişkinin doğru bir şekilde kurulması gerekmektedir. Afet

yönetiminin başarısı tehlike ve riskler ile doğru ve güvenilir kent bilgi sistemlerinin etkileşimleri ile hazırlanan gerçekçi senaryolara bağlıdır. Afetin meydana gelebileceği belirli bir bölge veya alanda geliştirilen afet senaryoları, olası risklerin önlenmesi, kabul edilebilir ölçülere indirilmesi ya da paylaşımı amacıyla alınacak her türlü planlı müdahale şeklinde tanımlanmış, bütünleşik afet yönetimi ilkesi bağlamında afet öncesinde, afet sırasında ve afet sonrasında kullanılmaktadır.

Afet öncesi, esnası ve sonrası için bu senaryolar yol gösterici olarak kullanılmaktadır. Afet öncesinde, afet zararlarını azaltmak başta maliyetli görünse de sonuçları ile karşılaştırıldığında çok daha rasyonel ve ekonomiktir. Can kaybının azaltılması, yerleşim yerlerinin seçimi ve yapıların uygun hale getirilmesi ile zararlar azaltılabilmektedir. CBS bu aşamada afet senaryoları oluşturarak afet riski taşıyan bölgeleri belirlemede, uygun yerleşim alanlarının seçilmesinde ve bina yapımında dikkate alınması gereken koşulları belirlemede kullanılabilir. Afet anında ilk bilinmesi gereken konu afetin nerede olduğu ve nereleri etkilemiş olabileceğidir. Böylece ilk yardım çalışmaları doğru yerlere yönlendirilebilir. İlk yapılması gereken şey, arama ve kurtarma ekiplerinin en kısa sürede bölgeye ulaşmasını sağlamak ve mümkün olduğu kadar çok insanı göçük altından çıkartmaktır. Eşzamanlı olarak yaralıların tahliyesi yapılmalı, bölgeye lojistik destek sağlanmalıdır. Bu sayılanların içinde coğrafya boyut hep vardır. CBS bu aşamada afetin yerine bağlı olarak nereleri etkilemiş olabileceğini, buralara en kısa sürede nasıl ulaşılabileceğini planlamada kullanılabilir. Afet sonrası ise ilkyardım işleri tamamlandıktan sonra, yeniden yapılanma süreci başlar (İyileştirme aşaması). İnsanların durumunun iyileştirilmesi, bölgede zarar gören yapıların yıkılması ve yeniden yapılması gerekir. Yeni yerleşim birimlerinin kurulması, iş gücünün dağıtılması, göç sonrasında bölgenin değişen profiline değerlendirilmesi, yine hep coğrafya üzerinde gerçekleşir. Bu aşamalarda da CBS önemli katkılar sağlamaktadır.

Senaryolar hazırlanırken tehlikelerin olası yayılma alanı iyi tanımlanmalıdır. Olası yayılma alanı, rüzgâr hızı ve yönü, su akışı ve hızı, coğrafik ve / veya topografik özellikler vb. gibi faktörlerden etkilenebilmektedir. Bir tehlikenin yayılma alanı, yetki alanı haritası üzerinde her olay çeşidinin olası yerlerini çakıştırmak suretiyle tahmin edilebilir. Bununla birlikte, bazı tehlikeler için yayılma alanını bütün olarak görebilmek

amacıyla çok çeşitli ve farklı senaryolar geliştirmek gerekmektedir (Akdur 2001, ss. 1-61). Bu tehlike ve faktörlerin Tablo 4.2 gösterilmiştir.

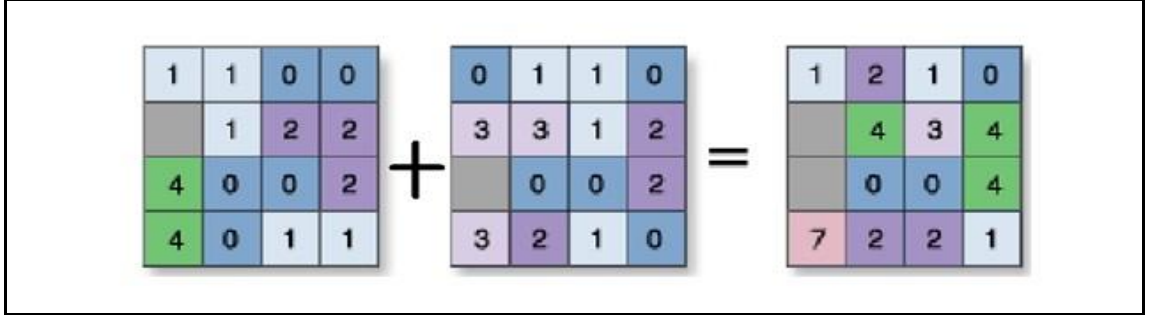
Tablo 4.2: Tehlike ve faktörlerin olası yayılma alanı etkisi

TEHLİKE	FAKTÖRLER
Kasırgalar, kıyıdaki fırtınalar, tipiler	Tehlikenin büyüklüğü ve şiddeti Fırtınanın Yönü Coğrafik ve topografik etkiler
Sel baskınları	Tehlikenin büyüklüğü ve şiddeti Başlangıç hızı Hidrolojik koşullar Coğrafik ve topografik etkiler
Tehlikeli madde açığa çıkması (Atmosferde)	Boyutu Rüzgâr yönü ve hızı Sıcaklık ve rutubet
Tehlikeli madde açığa çıkması (Yer yüzünde)	Etki alanı Boyutu Rüzgâr yönü ve hızı Sıcaklık ve rutubet Coğrafik ve topografik etkiler
Yangın	Tehlikenin büyüklüğü ve şiddeti Rüzgâr yönü ve hızı Sıcaklık ve rutubet Hidrolojik koşullar Coğrafik ve topografik etkiler
Deprem	Merkez Alanı Tehlikenin büyüklüğü ve şiddeti
.....

Kaynak: Müdahale Kurumlarının Kaynaklarının Belirlenmesi. İTÜ Afet Yönetim Merkezi, Acil Durum Planlaması (2005. ss. 2-18)

Her tehlike için olası yayılma alanının çakıştırılması bölgede risk altında olan alanları gösterecektir.

Şekil 4.23: Farklı türdeki risklerin matematiksel değerler ile ifade edilmesi



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Senaryolar çerçevesinde bir alanı ya da bir bölgeyi tehdit eden afetlere ait riskler derecelendirilmeli en riskli olanlar tespit edilmelidir. Hasar tahmini için en önemli bileşen, ilgili bölgedeki tüm olası senaryoları gerçekleştirebilecek ve bu senaryoların ilgili bölge yapıları üzerindeki etkilerinin görülmesini sağlayacak ve bu etkilerin azaltılması için gerekli çalışmaları yapılması için önerilerde bulunacaktır (Şekil 4.23).

CBS kullanılarak afet öncesi hazırlanan senaryolar, afet sonrası araziden gelecek hasar bilgileri ile çakıştırma, analiz, sentez özellikleri kullanılarak en uygun olan senaryon için hazırlanan afet planı ile şehirlerdeki karar vericileri daha hassas sonuçlara götürmektedir. Oluşturulan pek çok senaryo CBS'nin bu özelliği kullanılarak katmanlar halinde karşılaştırılabilir (Kadioğlu 2008, s.23). Kenti oluşturan verilerin, haritalarla tabloları ve dokümanları birbirine bağlayarak mekânsal ilişkiler kurmakta ve sorgular yapılabilir. Bu bakımdan oluşturulan kent envanteri afet yönetimini desteklemektedir. Hazırlanacak senaryolar zaman açısından irdelenmelidir. Afet tipinin oluşturduğu tehlike coğrafi bölgeye olduğu kadar zamanına da bağlıdır. Gece, gündüz, hafta içi ve haftasonu nüfusları farklılık göstermektedir. Bunun yanı sıra bazı afet tipleri, özellikle iklimik olanlar tamamen mevsimsellik gösterir. Toplumsal afetlerde de büyük kalabalıkların oluşmasına neden olan özel günler (örneğin önemli spor müsabakaları, bayram veya yeni yıl tatilleri) riskleri artırıcı rol oynamaktadır.

Bir afet senaryosunun ilk ve temel aşaması tehlikenin ve bu tehlikenin gerçekleşme olasılığının saptanmasıdır. Deprem açısından ele alındığında ise bir senaryonun ilk aşaması bir bölgeyi etkilemesi muhtemel depremin olma olasılığı ve o bölgede yaratacağı yer sarsıntısının belirlenmesidir. Depremin büyüklüğü ve etki alanı fayın kırılma açısına bağlı olduğu için değişik senaryolar üretilmelidir. Bunun için her şeyden önce mikrobölgeleme haritalarıyla yörenin jeolojik, tektonik ve sismolojik yapısı saptanmalıdır. Bu çalışma sonucu kenti etkileyebilecek deprem kaynakları belirlenir ve deprem tehlikesinin probabilistik veya deterministik değerlendirmesi yapılarak bir "deprem senaryo fayı" seçilmelidir. Ayrıca deprem risk çalışmaları kapsamında gerçekleştirilecek olan, olası deprem hasarlarını, can ve mal kayıplarını önceden belirlemeye yönelik deprem senaryolarının hazırlanmasında yapı stokunun kapsamlı olarak belirlenmesi gerekmektedir.

Senaryoların esası, olması muhtemel farklı türdeki afetlerin (deprem, sel, yangın vb.) ve bu afetlerin farklı şiddetlerinin olması halinde ortaya çıkacak hasar ve yıkımların tahminine ait hesaplanmasına dayanır. Böylece, her varsayım için, beklenen bina hasarı, ölüm ve afetzede sayısı gibi tahminlerde bulunularak, afet senaryo seçenekleri oluşturulur. Senaryolar her afet türüne ve şiddetine göre ayrı ayrı hazırlanması önemlidir. Aksi takdirde tek bir plan ortaya çıkar ve bu pratikte bir işe yaramaz. Örneğin; sel için oluşturulan bir planın depremde hiçbir yararı olmaz. Deprem için hazırlanan bir planda depremin ikincil etkilerinden bir tanesi olan sel afetinin olma ihtimali gözartı edilmemelidir. Aynı şekilde, deprem için tek bir senaryoya dayalı planlar, olayın haber alınması ile yapılması gereken ön değerlendirme ve planın revize edilmesi işlemlerinin çok uzamasına ve yanıtın gecikmesine neden olacaktır. Dolayısı ile pratikte çok fazla bir yararı olmayacaktır. Oysa çok seçenekli senaryolara dayalı deprem planları var ise, bunlardan biri gerçek olaya çok yakındır ve bu olay için hazırlanan senaryo planı hemen devreye alınabilecektir (Akdur 2001).

Hazırlanmış ve devreye alınmış senaryo planı ile gerçek olay arasındaki küçük farklılıklar da olayın akışı sırasında revize edilebilir. Bir senaryo depremi sonucunda meydana gelebilecek insani ve sosyal kayıpların tahmini; bina hasarları; ölü ve yaralı sayısı; acil barınma ihtiyacı içindeki nüfus ve şiddet bazında olmak üzere yol, köprü,

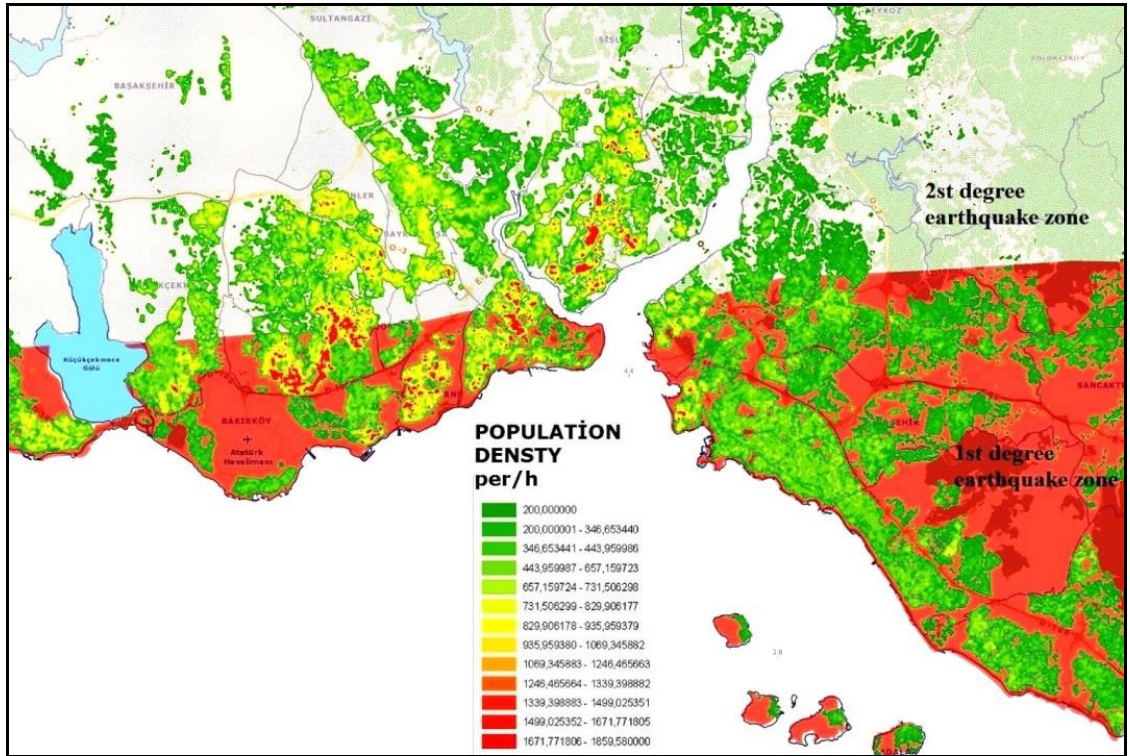
viyadük, su, kanalizasyon elektrik hatları gibi altyapı sistemlerine ait hasarlar tespit edilmeli ve bu senaryolar çerçevesinde hazırlanan planlar yaşanan her afet olayı ve tatbikatlardan elde edilen yeni dersler ve deneyimler doğrultusunda revize edilmeli ve geliştirilmelidir. Bu nedenle her afete yönelik risklerin belirlenmesine yönelik yapı, farklı veriler altında çoğaltılmalıdır. Senaryolar her türlü riski kendi içinde değerlendirmeli ve acil durum planları zarar azaltma planları gibi süreli ve statik planlar değil, sürekli geliştirilen dinamik planlardan oluşmalıdır.

Metodoloji olarak sunulan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi'nde depremler ile ilgili yapılacak analizlerde kullanılacak ELER programı ile senaryo deprem veya deprem olduktan sonra hızlıca beş seviyeli (tamamen, ağır, orta, hafif, hasarsız) yapı hasar analizi yapılarak, can kaybı, yaralı sayısı, acil barınma ihtiyacı ve ekonomik kayıpları belirlenebilmektedir. ELER programıyla deprem hasar ve kayıp analizi yapabilmek için bazı veri setlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu veriler XML dosyası içinde depremin derinliği, oluş zamanı, büyüklüğü ve koordinatları, tanımlanmıştır. Örnek olarak afet senaryosu veya anlık afet durumunda hasar şiddetine bağlı olarak seçilen bölgedeki ölü, yaralı, evsiz, hasarlı yapı vb. kişi sayısı sorgulaması yapılabilmelidir. Deprem sonrası ihtiyaç duyulan lojistik unsurlar öncelikli olarak hangi bölgelerde gerekeceği sorgulanabilmelidir. Deprem sonrası araziden telefon, telsiz vb. yöntemlerle gelecek olan hasar ve kayıp bilgilerini koordinatlı olarak bir sisteme girilebilmelidir. Girilen bu sistemde kayıtlar yoğunluk analizi ile ölçeklendirilerek anlamlı hale getirilmektedir. Sisteme harita katmanı olarak bu verinin eklenmesini ve kıyas analizinde kullanmasını istenebilecektir. Kullanılan veri seti web servis veya doğrudan veritabanından erişim olarak sağlanabilecektir. Sistem bu verileri kullanarak senaryo deprem veya gerçek depremin hasar olarak sonuçlandığı referans grid hücrelerinden hangilerine denk geldiğini ayrı bir harita ile gösterecektir. Kısaca ELER sistemi ile gerçekleştirilen senaryo analizi sonucunda üretilen hasar haritası ile deprem sonrası araziden gelen verilerle kontrol edilmesi sağlanacaktır.

Olma ihtimali yüksek olan deprem senaryolarına göre birçok senaryo çalışması yapılabilecektir. Bu senaryolar referans grid bazında veritabanında tutulacaktır. ELER hasar analizi, senaryo depremleri hasar analizleri ile grid bazında kıyaslanacaktır. Ayrıca

deprem olduktan sonra araziden gelen hasar bilgileri x, y koordinatıyla beraber veritabanında tutulacaktır. ELER deprem analizi ile en uyumlu olan deprem senaryo hasar analizi araziden gelen veriler ile kıyaslanarak en gerçekçi durum ortaya konulmaya çalışılacaktır. Bu çalışma daha önceki senaryolar için hazırlanmış olan afet ve acil durum planının hangisinin en uygun olduğunun belirlenmesine yarayacaktır. Böylece en kısa sürede hazırlığı yapılmış “Afet Planı” uygulamaya konulabilecektir. Bu işlem kısa aralıklarla tekrar edilerek karar verme sürecinin kısaltılması sağlanacaktır. Deprem hasar dağılımı, senaryo deprem hasar dağılımı ile araziden gelen veriler arasında grid bazında yapılacak işlemler ve sonuç haritaları yayınlanabilecektir.

Şekil 4.24: Deprem tehlike haritası üzerinde risk altında bulunan nüfus yoğunluğu



Kaynak: Eler Programı İle Dinamik Çalışan WEB Tabanlı Koordinasyon Sistemi Projesi. İBB-AKOM İSTKA projesi. 2012

Deprem sonrası online veya manuel olarak deprem büyüklüğü ve lokasyonu ELER deprem hasar ve kayıp tahmin sistemine girilerek on ile otuz dakika arasında analiz yapılacaktır (Şekil 4.24). Analiz sonucunda hasar dağılımı ve kayıplar konusunda ilk bilgiler elde edilecektir. Analiz sonucunda elde edilen bilgiler grid bazlı görülebilecektir.

Kullanılacak grid tipi ve aralığı istenilen türde belirlenebilmelidir. Ancak deprem sonrası çok hızlı analiz gerektiği için daha önce hazırlanmış olan deprem senaryolarının da ulaşım senaryoları hazırlanarak sistem de hazır olarak tutulacaktır. Benzer veya aynı depremin olmaması durumunda daha önce hazırlanmış olan ulaşım analizi hemen kullanılacak, araziden iletişim araçları ile gelen veriler eş zamanlı olarak güncellenebilecektir. Özellikle ana ulaşım hatları veya köprü-viyadükler yaş, tür, iyileştirme veya daha önce hangi deprem ivmesine dayanacağı hesaplanmış ise ELER tarafından hesaplanan ivme değerine göre hasar görüp görmeyeceği otomatik olarak belirlenecektir. Karayolu erişimi ile deniz ve demir yolu ulaşımı aynı analiz hesabı içinde olacaktır. Ulaşım isteğinin başlangıç ve bitiş noktaları karayolu içinden ise, çözüm karayolu ile sağlanmaya çalışılarak hesaplama yapılacaktır. Sağlanamıyorsa alternatif ulaşım imkânları deniz ve karayolu üzerinden önceliklendirme ve amaç uygunluğu hesaplanabilecektir. Özellikle afet sonrası yolların kapanması durumunda bazı güzergâhların mutlaka açık tutulması gerekecektir. Bu güzergâh ve ulaşım unsurlarının senaryo çalışmaları kapsamında kapalı kalabileceği öngörülüyorsa bu noktaların açılabilme süreleri veya alternatif oluşturma imkânları ulaşım analiz sonucu olarak yapılabilir, hesaplanan gecikme zamanları veritabanına girilebilecektir. Olası deprem sonrası yolların yıkılan binalardan ve trafikten dolayı kurtarma araçlarının şehrin iç kesimlerine ulaşamayacağı senaryosundan yola çıkarak deniz ve hava ulaştırmasının alternatif taşıma modları olarak kullanılması önerilmektedir.

Sellerin önlenmesi, risklerinin azaltılması ve etkin bir sel risk yönetiminin uygulanabilmesi için öncelikle, 10, 100, 500 yıl gibi süreler için oluşturulacak olan senaryoları esas alan sel tehlike ve risk haritaları hazırlanmalıdır. Ayrıca sel tehlike haritalarının hazırlanmasında aşağıdaki senaryoların esas alınması önerilmektedir.

- a. Düşük olasılıklı, yüksek riskli seller. Tekrarlanma süreleri 200 yıl veya daha büyük olan seller,
- b. Orta olasılıklı, orta riskli seller. Tekrarlanma süreleri 20 ila 200 yıl arasında olan seller,
- c. Yüksek olasılıklı, düşük riskli seller. Tekrarlanma süreleri 10 ila 20 yıl arasında olan seller (Ergünay 2009).

Sel risk haritaları her bir senaryo için selden kaynaklanacak potansiyel kayıpları göstermeli ve şunları kapsamalıdır;

- a. etkilenmesi muhtemel nüfus;
- b. alandaki potansiyel ekonomik kayıplar;
- c. potansiyel çevresel zarar (Şahin 2013).

Afet risk analizinde çok değişken unsurları bir arada değerlendirebilmek için grid bazlı sistemler kullanılmaktadır. Ülkemizde deprem kaynaklı riskler, sel riskine karşı daha düşük olma ihtimali olmasına karşın meydana geldiğinde daha yüksek can ve mal kaybına sebep olmaktadır. Bu nedenle afet risk analizi yapmak, risk analizlerine uygun planı hazırlamak ve afet meydana geldiğinde de dinamik bir yönetim sağlamak üzere bir sistem oluşturulmalıdır. Deprem risk analizinin grid bazlı olması nedeniyle diğer tüm risk unsurlarının da beraber ve tek sistem içinde değerlendirilebilmesi gerekecektir. Bütün afetlere ait sonuç haritaları sistemde aynı altyapıda olması sağlanmalıdır. Bu entegrasyon sağlandıktan sonra en doğru ve dinamik afet planının hazırlanması mümkün olacaktır. Ayrıca veri girişlerinin dinamik olması nedeniyle planın da bazı değişkenleri dinamik olacaktır. Verilerin değişmesine bağlı olarak farklı senaryo sonuçlarına göre de afet planı sürekli olarak güncellenebilmelidir. Bütün bunlar metodoloji olarak sunulan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi altında çalışabilir olması hedeflenmektedir. Günümüzde teknolojinin de gelişmesi ile akıllı telefonlar kullanılmaya başlanmıştır. Depremin ne zaman meydana gelebileceği önceden tahmin edilemediği için deprem anında arazide olabilme ihtimali veya araziye göreve çıkacaklar için mobil cihazlardan erişim sağlanan kullanıcı bazlı hazırlanmış olan senaryo deprem hasar dağılım haritaları ile deprem olduktan sonraki sonuçları görebilmeleri son derece önemlidir. Ayrıca afetler ile ilgili hazırlanan senaryoları kamuoyu ile paylaşılması ilk etapta halkta tedirginlik yaratabileceği unutulmamalıdır. Ancak, edinilen yeni deneyimlerle geliştirilecek bir senaryonun, kamuoyunun eğitiminde önemli bir rol oynayacağı da göz ardı edilmemelidir.

4.6.1 Etki ve İhtiyaç Belirleme

Afetin etkisinin belirlenmesi ve bu etki sonucunda ortaya çıkacak ihtiyaçların belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaların en detaylıları afet senaryolarına dayanan çalışmalarıdır. Bu çalışmalar, bir yerleşim yerinin maruz kalacağı olası tehlike ve/veya tehlikeleri, tehlike/tehlikelere maruz kalacak yerleşim yerlerinin karakteristiklerini ve tehlikenin gerçekleşeceği ortamın özelliklerini dikkate alarak, tehlike ve zarar görübilirliğin etkileşimini tahmin ederek, olası can ve mal kayıplarını tahmin etmeye çalışmaktadır. Risk ve şiddete göre etkilenecek insan sayısı ve özellikleri ile gereksinim duyulacak personel, sağlık, iâşe, ibate, güvenlik, mal ve çevre koruma, sosyal ve psikolojik destek yardım malzemesi miktarlarının mevsimsel özelliklere ve zamana (1.saat, 3.saat, 24.saat, 1.hafta, 1.ay, vd.) bağlı olarak belirlenmesi gerekmektedir (Tanyaş ve diğ. 2012). Bir yandan afetin etki alanının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların ne tür ihtiyaçların gereksinimini ortaya koyarken, bir yandan bu ihtiyaçlar doğrultusunda elde bulunan kaynakların ne kadarına yeteceğinin analizi de hızlı bir şekilde yapılması gerekmektedir.

Ülkemizde afetlerin etkilerini tespit etmek için birçok sistem mevcuttur. Bu sistemlerin hepsinin ortak bir sistem altında bütün afetlerin değerlendirildiği bütünleşik bir sistem özelliği bulunmamaktadır. Bir afetin yapıları ve insanları ne şekilde etkilediği belirlenmelidir ki ihtiyaçların ne olacağı hakkında bilgi sahibi olma imkânı bulunsun. Bu kapsamda ülkemizde yerleşmelerin afetlere karşı etkilenebilirliklerini çoklu parametreler çerçevesinde ölçen ve veritabanını operatöre aktaran en önemli program ELER'dir. Olası bir depremde oluşabilecek bina hasarı ile ilgili tahmin edilen riskler ile ilgili ekonomik analizlerde kullanılan yaklaşımlardan en sık başvurulan yaklaşımdır. Yerel zemin özelliklerinin yapıların davranışı üzerindeki etki derecesini içermektedir ve mevcut yapıların deprem sırasında görebilecekleri hasar seviyesini tahmin etmektedir. Hazırlanacak senaryolar kapsamında depremin etkisinin ne olacağı ile ilgili sonuçlar üretmekte ve farklı parametrelerin devreye alınması ile ihtiyaçlar tahmin edilebilmektedir.

İnsanların afetler nedeniyle ortaya çıkacak tehlike ve risklere karşı nasıl bir davranış göstereceklerini, nasıl organize olacaklarını, ihtiyaç duyacakları kaynakları nereden, nasıl, hangi yöntemlerle elde edeceklerini önceden planlamak zorundadır. Ayrıca afet esnasında kimin neye ne kadar ihtiyaç duyacağı da afet öncesi yapılacak senaryolar sonucunda tespit edip planlaması gerekmektedir. Afet yönetiminde başarı sağlanmasında, toplumsal kaynakların geliştirilmesi ve etkin bir şekilde yönetilmesi büyük önem taşımaktadır. Hayatın normale dönmesi için hasar gören haberleşme, ulaşım, enerji, su, kanalizasyon gibi altyapı hizmetlerinin bir bölümü acilen onarılarak kullanıma açılmalıdır. Geçici barınma, temizlenme, yiyecek içecek ve diğer zorunlu ihtiyaçların karşılanması da afet sonrasında aciliyet kazanan konulardır. Bu hizmetlerin nasıl ve nerelerde verileceği afet öncesi dönemde tespit edilmiş olması afete hazırlık kapsamındaki çalışmalar arasında bulunmaktadır. Geçici barınma amacıyla kurulacak olan çadır kentler afetin büyüklüğü ve yaygınlığına bağlı olarak gündeme gelecektir. Hazırlık çalışmaları içerisinde bu dağıtımın nasıl en uygun biçimde yapılabileceği tespit edilmeli ve gerekli planlama CBS harita ve bilgi tabanı ile daha afet meydana gelmeden yapılmış olmalıdır. Tüm bu soruların cevapları, tüm risklerin göze alındığı senaryolar ile sağlanabilecektir. Hazırlanan senaryolar tatbikatlar ile desteklenmelidir. Tatbikatlar en ağır senaryo baz alınarak gerçekleştirilmelidir.

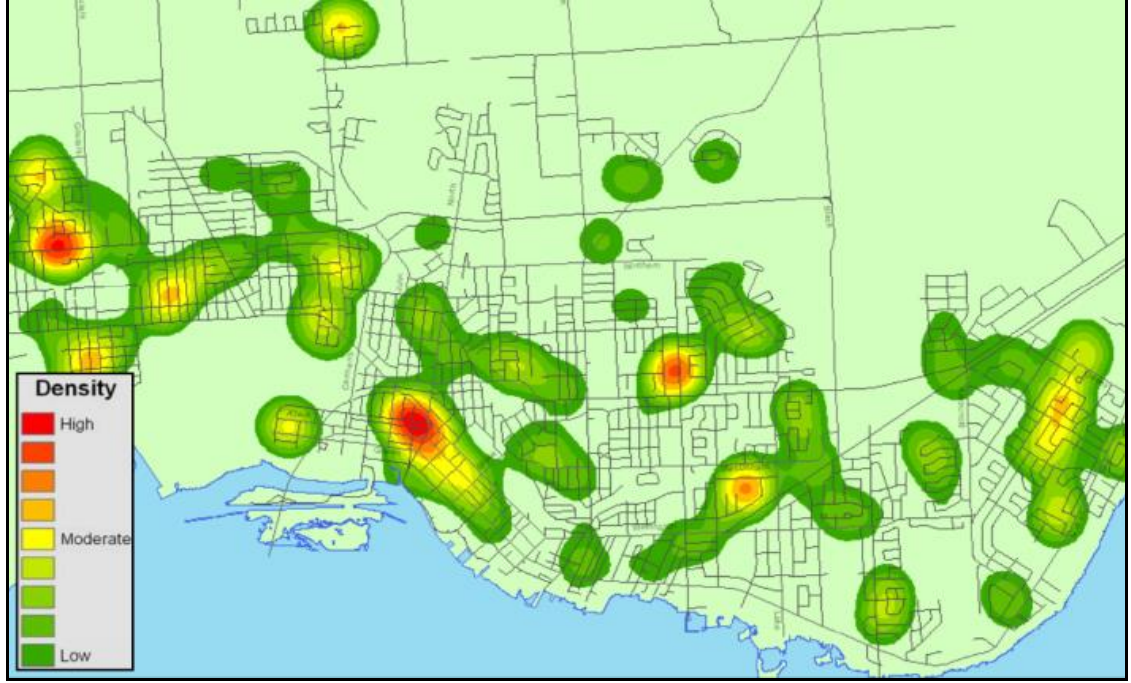
Meydana gelen afetin konumu, yeri ve büyüklüğü hakkındaki bilgiler kadar afetin meydana geldiği anda kimin nerede olduğu, hangi yapıda kimlerin olacağı ve bu yapıların ne kadar etkilendiğinin bilinmesi afet yönetimi açısından son derece önemlidir. Tespit edilen bu bilgiler hazırlanan CBS altlıklarına işlenmek suretiyle hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin de yardımıyla afetin etkisi hakkında görsel bilgi sahibi olunmaktadır. Hayat kurtarma açısından çok önemli olan bu bilgilere afetin ilk saatlerinde çok kısa süre içerisinde ulaşmak ve gerekli analizleri çok hızlı yapmak gerekmektedir. Bunun için çok iyi kurgulanmış CBS veritabanına ihtiyaç vardır. Kayıpların doğru bir şekilde tespit edilmesi aynı zamanda ihtiyaçların doğru tespit edilmesini sağlayacaktır. Bu veritabanındaki veriler kent bilgi sistemi içerisinde bulunması gereken ulaşım, nüfus, iletişim ağı, yol vb. veriler mikrobölgeleme çalışmaları ve yol bilgisi oluşturma adına (yapı, yol, elektrik hattı, telefon hattı, doğalgaz boru hattı, yeraltı su şebekesi boru hattı gibi) yapılan çalışmaları kapsamında toplanan veriler

coğrafi konumlarıyla ilişkilendirilmesi gereken veri özelliği taşırlar. Ayrıca kapasiteleri ile çadır alanları, mezarlıklar, lojistik depolar ve helikopter pist alanları vb. veriler afet anında son derece önem arz etmektedir. Acil ulaşım yolları insanlar ve araçların hareket etmesi ve tahliyesinde çok kritik rol oynayacaktır. Bu nedenle bu yollar senaryolara eklenmeli ve her ne olursa olsun kapanmaları engellenmelidir. Bu çalışmaların tümünde sağlamış olduğu avantajlar nedeniyle afet yönetiminin tüm aşamalarında kullanılan en etkin araç olan CBS ülkemizde olduğu gibi pek çok ülkede afetlerle ilgili çalışmalarda çok yoğun olarak kullanılmaktadır.

CBS teknikleri kullanılarak oluşturulan haritalar afet öncesi, anı ve sonrasına yönelik tüm aşamalarda kullanılmaktadır. Elde edilen çıktılar afet öncesi zarar azaltma ve hazırlıklı olma çalışmalarına altlık oluştururken, afetle ilgili bilgilerin belirlenmesi ve Kent Bilgi Sistemi verileri kullanılmasıyla müdahale planlarının hızlı ve güvenilir şekilde uygulanmaya alınmasıyla yapılacak müdahaleye etkinlik kazandıracaktır. Afet sonrası araziden gelecek ve haritalara işlenecek bilgiler doğrultusunda hasar tespitinin netleşmesi iyileştirilme faaliyetlerinin de haritalar üzerinden etkin bir şekilde yürütülmesi sağlanacaktır. CBS teknikleri ile hazırlanan afet tehlike ve risk haritaları, afet senaryolarının hazırlanabilmesine önayak olacaktır.

Kaynakların ve kapasitelerin sınırlı, günlük risklerinse çok büyük olduğu durumlarda, gelecekle ilgili bir riski azaltmak amacıyla zaman ve kaynak ayırmak oldukça zordur. Afet anında ya da hemen sonrasında ise tamamen imkânsızdır. Senaryolar sonucunda oluşturulan güncel haritalar ve grafikler ortaya konarak kullanılabilir kaynak ve imkânlar afet öncesi belirlenmelidir. Kapasite ve lojistik tüm ihtiyaçların afet öncesi kent yönetim sistemi içine entegre edilmesi gerekmekte ve hazırlanan senaryolardaki olası hasarın boyutuna göre ihtiyaçların belirlenmesi gerekmektedir.

Şekil 4.25: Araziden gelecek ihbarların oluşturduğu hasar-kayıp yoğunluk haritasına



Kaynak: Eler Programı İle Dinamik Çalışan WEB Tabanlı Koordinasyon Sistemi Projesi. İBB-AKOM İSTKA projesi. 2012

Afet anından itibaren araziden gelecek bilgilerin sayısallaştırılarak haritalara işlenmesi oluşturulacak hasar-kayıp yoğunluk haritasına göre ihtiyaçlar netleştirilebilecektir. Gelen çağrılardan edinilen bilgilere göre arama-kurtarma, lojistik destek vb. müdahale işlemleri başlatılacaktır. Afet sırası ve sonrasında hangi işlerin kimler tarafından yapılacağı ile ilgili hazırlanan senaryo sonucundaki planlar gerçek veriler ile revize edilmesi de sağlanacaktır.

4.6.2 Müdahale ve Lojistik Kapasitenin Belirlenmesi

Afetler sonrası oluşan hasar ve kayıplara müdahale, bireysel çabaların çok ötesinde, etkili bir ekip çalışmasını gerektiren kriz durumlarıdır. Kriz durumlarında, devletin tüm güç ve kaynakları en hızlı şekilde ve etkili yöntemlerle kullanabilmelidir. Kriz yönetimi zamana bağlı yürütülen çok iyi bir koordinasyonu gerektirir. Olağanüstü durumların ilk saatlerinde erken müdahalenin yapılması çok önemlidir. Aletlerden gelen verilere göre en

uygun senaryo ilk saatlerde etkin müdahalenin başlangıcını oluşturur. Gelen veriler ile afetin büyüklüğü, şiddeti ve kayıpların tespiti yapılırken, araç ve ekiplerin lokasyonları kontrol edilmelidir.

Müdahale planlarını senaryolar çerçevesinde geliştirmek, planın üzerinde oturtulacağı kabullerin ve varsayımların belirlenmesi ile başlar. Daha sonra, müdahale anında, kabullerle gerçek koşulları karşılaştırmak kaynakların tahsisi ve dağıtımı için yararlı olacaktır. Hasar ve kayıplar ile mücadelede imkânların en iyi şekilde analizi afet sonrası kriz yönetim altyapısı olmadan, senaryolar üzerinde tatbikatlar yapmadan başarı sağlanması mümkün değildir. İmkânların yerinde ve zamanında kullanılamaması, yetki karmaşası, önceliklerin belirlenememesi vb. olumsuzluklar can ve mal kaybının artmasının dışında ikincil afetlerin oluşmasına da neden olabilmektedir. Bu durumun en iyi örneği Türkiye’de 17 Ağustos’ta ve sonrasında yaşanan depremlerde yaşanan olumsuzluklardır. Koordinasyonsuzluk büyük bir felakete yol açmış, can ve mal açısından büyük kayıpların oluşmasına neden olmuştur.

Etkin bir müdahale için hazırlanacak senaryolar lojistik verileri de içermelidir. Hazırlanacak senaryolar aşağıdaki sorulara cevap verebilmelidir;

- a. Hasarın şiddeti, dağılımı, can kayıpları, yaralılar ile kurtarılmayı bekleyenlerin sayısı
- b. Kurtarma ekiplerinin durumu ve konumları
- c. Personel aracı, itfaiye, hafriyat taşıma araçları, iş makineleri ve vinçlerin durumları
- d. Temel gıda maddelerinin durumu, ihtiyaç miktarı ve personel durumu
- e. Acil barınma ihtiyaçlarının miktarı ve temin durumu
- f. Öncelikli kurtarma bölgelerinin tespiti
- g. Potansiyel risklerin tespiti
- h. Afet senaryosuna göre en uygun planın sürekli güncellenmesi
- i. İletişim ve haberleşmede yaşanan sorunlar,
- j. Elektrik, temiz su, kanalizasyon, altyapı sorunları ve araç yakıtı temini.
- k. Kurtarma ve tahliye sorunları,

- l. İlk yardım, tıbbi tedavi ve malzeme temini,
- m. Emniyet ve asayiş sorunları,
- n. İnsani yardım malzemelerinin kabulü, kaydı, depolanması ve dağıtımını ile ilgili lojistik sistemin kurulmasında yaşanan sorunlar,
- o. İş süreçlerinin takibi

Tüm risklere göre hazırlanmış olan senaryolar mevcut duruma göre analiz edilerek en uygun müdahale planı dinamik olarak hazırlanabilmelidir. Sistem önceden verilmiş olan risk unsurlarına göre grid bazında risk analizleri yapabilecektir. Yine sisteme girilmiş olan lojistik ve iyileştirme potansiyeline göre zamana bağlı olarak simülasyon yapılabilecektir. Bu simülasyon çalışması risk azaltma, ihtiyaçların en uygun miktarda ve yerde belirlenmesini sağlayacaktır. Ayrıca daha gerçekçi tatbikatların yapılmasına imkân verecektir.

Afetin tüm aşamalarında etkin bir şekilde kullanılan CBS, müdahale ve lojistik kapasitenin belirlenmesinde de etkin bir şekilde kullanılmaktadır. CBS kullanılarak afet yönetimine yararlı olacak bir kaynak envanteri oluşturmak için konu olan kaynaklara ait kapasite, tür, konum ve yer bilgileri gibi özellikler sisteme girilmelidir. Ayrıca farklı kurumlardan toplanan verilerin lokasyon bilgisinden başlayarak tüm bilgilerin aynı tarzda işlenip işlenmediği kontrol edilip sağlanması yapılmalıdır. Bu doğrultuda, kent bilgi sistemi dâhilinde bulunan verilerin doğruluğu ve güvenilirlikleri senaryo sonuçlarını ve bu senaryoların kullanılacağı afet yönetim aşamalarında yapılacak faaliyetleri temellerini oluşturacaktır. Afet öncesi senaryolar ile tespit edilen müdahale ve lojistik öncelikler afet anında hızlı ve doğru kayıp ve hasar tespiti ile lojistik önceliklerin revize edilmesi gerekmektedir. Bunun için en önemli argümanın erken uyarı sistemlerinin lojistik sistem ile entegrasyonu ile mümkündür. Afet senaryolarının hazırlanması ve devamlı güncellenmesi ve özellikle afet sonrası ihtiyaç duyulacak lojistik desteğin tespit edilmesi açısından farklı bir önem taşımaktadır. Bu senaryolar sonucunda yapılacak lojistik çalışmalar en kötü senaryoya göre hazırlanmalıdır. Müdahale aşamasında önceden hazırlanan senaryo afet planlarını kapsamında görev alacak zamana bağlı, kişi, ekip, araç, tipi ve miktarları gibi ihtiyaçların en uygun miktarda ve yerde belirlenmesini sağlayacaktır. Risk durumu, afetin boyutları, kayıp ve yaralıların sayısı, mevcut lojistik

imkânlar ve ileriye dönük olası ihtiyaçlar tespit edilmesi ilgili planlara işlenmesi ve hazırlanan planlar kapsamında gerçekçi tatbikatlar ile etkinlik kazandırılmalıdır.

Kent yönetim sistemleri üzerinde afet anında uygulanacak afet ve acil durum planların işlenmekte olup bu planlar sayesinde müdahaleyi gerektiren yapılandırmaları harita üzerinde sağlayacak sistemler geliştirilmektedir. Ulaşım her daim açık tutulacak yollar, arama-kurtarmaya ve nâkile yönelik tüm teknik araç ve gereçlerin listesine erişim sağlanabilecek bir veritabanı yapısı oluşturulmalıdır. Haritalar üzerine yerleştirilen bu bilgiler tüm afetlere ait tespit edilen risklerin üst üste çakıştırılarak olası afetlere ait bütünlük senaryolar elde edilmelidir. Bütünlük senaryolar ile bölgeyi tehdit eden etki alanları, bina hasar durumları, yaralı ve ölü sayılarını bilimsel olarak tahmin edilebilmesi ve gelecek yardımlar için çadır alanları, depolama alanları, dağıtımların yönetimi, acil durum müdahale araçlarının kullanabileceği ulaşım hatları, CBS tabanlı kent yönetim sistemi ile birlikte analiz etmelidir.

Senaryo verileri esas alınarak acil yardım planlarının hazırlanması, imkân ve kaynaklarla güçlü ve zayıf yönlerin, fırsat ve tehditlerin belirlenmesi gereklidir. Senaryolar sonucunda lojistik destek merkezlerinde afet bölgesi için hangi malzemeye gereksinim duyulacağı ve malzemelerin özellik ve miktarlarına göre depo yer, özellik (fiziki koşullar) ve büyüklükleri belirlenmeli, depoların afetten etkilenmeyecek ve afete yanıt hızının en yüksek düzeyde olmasını sağlayacak yerlerde olmasına dikkat edilmesi sağlanarak ihtiyaçların en uygun miktarda ve yerde belirlenmesini sağlayacaktır. Ayrıca afetten hemen sonra afet bölgesine; herkesin, her türlü yardımı göndermesi karmaşıklığının giderilmesi, yardımların; öncelikle belirli sırayla belirli depolarda toplanması, tasnif edilmesi ve zamanı geldiğinde gönderilmesine yönelik bağış ve kaynak yönetim sisteminin oluşturulması gerekmektedir.

Deprem, sel vb. afetlere ait tehlikelerin risk değerlendirmesinde grid bazlı analiz yapabilmektedir. Afet sonrası hasar bölgesinde yaralı veya tehlikeli durumdaki insanların kısa süreli veya kısmen uzun süreli toplanacağı Çadır Alanları ve Geçici Toplanma Alanlarının yönetimi afetlerin etkisinin belirlenmesi için oluşturulan grid aralıklarında yönetilmelidir. Grid bazlı hesaplanan ve bulunduğu alandan daha güvenli alana tahliye

işlemini bu modül karar vererek sağlayacaktır. Sistem daha önceden belirlenmiş olan ve özellikleri belirlenmiş boş alanlara ulaştırılması mümkün olan en yakın insanları eşit veya potansiyeline ve amacına uygun bir şekilde paylaşacaktır. Bu işlem tamamladığında hesaplanan kişi sayısı, daha önce isim veya numara ile adlandırılmış alanlara yapılmış olan paylaşımlar raporlanarak arazideki işlemi yapacak müdahale ekibine iletilebilecektir.

Tahliye işleminde kullanılacak boş alanlar geçici yerleşim alanı, çadır alanı, geçici toplanma alanı, lojistik malzeme depolama alanı, nakliye araçlarının kullanacağı alanlar kapasiteleri tespit edilecek bu özellikler senaryo analizlerinde kullanılabilir hale getirilecektir. Risk analizi sonrası kullanılamaz hale gelen veya gelebilecek alanlarda risk analizinde tespit edilebilecektir. Analiz sırasında bu alanlar hesaplamadan çıkarılabilecektir. Çadır alanı, geçici yerleşim alanları ile afet bölgesi arasında kısa yol analizinde Dijkstra algoritmasının kullanılması, kısayol hesaplama aracı olarak da Postgre SQL üzerinde doğrudan çalışan PjRoute açık kaynak kodlu uygulama kullanılabilir. Dijkstra algoritması müdahale aşamasında arama kurtarma ekiplerinin olay mahalline ulaşması için gerekli olan kısa yol analizlerinde de kullanılmaktadır. Ayrıca araç takip sistemi ve kısayol analizi ile afet bölgesine kurtarma ekiplerinin ve lojistik imkânların en uygun şekilde yönlendirilebilmesi ile eşgüdüm sağlanabilecektir.

Afet durumu için oluşturulan senaryo planına göre lojistik imkânların yönetilebildiği sistemler ile araç, gereç, yiyecek ve içecek malzemeler, kalıcı ve sarf malzemeler, akaryakıt, inşaat malzemeleri, depolar, liman ve iskeleler, geçici ve kalıcı kullanılacak barınma mekânları, su arıtma, seyyar tuvalet, güvenlik kabini, ekmek pişirme araçları vb. ile afet sonrası temin edilen yardım ve satın almaların yönetilmesini sağlar. Grid bazlı yapılan risk analizi modülüne göre ihtiyaç büyüklükleri afet şiddet ve dağılımına göre tanımlanarak paylaşılır. Su arıtma, ilaçlama, duş, jeneratör vb. seyyar kullanılan araçların kullanım sırası ve aciliyeti ile ekipler ve araçların müdahale için ihtiyaç duydukları akaryakıt, yiyecek, uyku tulumu, güvenlik, nakil aracı vb. lojistik malzemeler zamanında tespit edilerek en uygun kullanımı sağlanır. Ayrıca risk analizine göre belirlenmiş ihtiyaçlar hesaplanarak eksiklikler çok kısa sürede belirlenebilmelidir. Temin edilme süresine göre eldeki imkânların en uygun kullanım şekli belirlenir. Tüm

yapılan işlemlerde depoda kalan malzeme ve harcama durumu görsel ve rakamsal olarak takip edilebilmelidir. Ayrıca mevcut duruma göre risk azaltma, eksik lojistik imkânlar, yetersiz ekip ve araç ile yer değişikliği gerektiren lojistik ve ekipler konusunda kesin değer veya öneriler sunabilecek ikincil planlar geliştirmelidir. İstenildiğinde anlaşılabilir rapor hazırlanıp, gönderilebilmelidir. Müdahale ve lojistik ihtiyaçların belirlenmesine yönelik yapılan analizler, senaryolu tatbikatlar ve toplantılar ile desteklenmelidir. Afet öncesinde yapılacak ortak çalışmalar geliştirilirse afet sırasında planlar daha sağlıklı işleyecektir.

4.6.2.1 Mevcut durum kapasitesi

Durum kapasitesini iki açıdan değerlendirmek gerekmektedir. Bunlardan birincisi afet öncesi hazırlık aşamasında listelenen o anki mevcut kapasite, ikincisi ise afet anı ve hemen sonrasında müdahale aşamasında aktif olarak görev alacak afetten etkilenmemiş insangücü ve araç-gereç kapasitesi olarak değerlendirilmelidir. Kapasiteden kastedilmek istenen arama-kurtarma ve ilk yardım ekibi vb. oluşan insangücü ile her türlü araç, gereç ve kullanılacak alan ile ilgili bilgidir. Afet öncesi hazırlanacak senaryolar kapsamında elde edilecek sonuçlar kapasitenin ne kadar olacağı ile ilgili ilk bilgileri verecektir. Burada en önemli kaynak, kurtarma (arama-kurtarma ve ilk yardım) ekipleridir. Afet öncesi hazırlanan senaryo sonuçlarına göre gerek insangücü gerekse araç-gereç kaynaklarının, doğru zamanda, doğru yerlerde bulunması sağlayarak kapasitenin afetin ilk dakikalarındaki hareket tarzını belirleyecektir. Bu tespit araziden gelecek gerçek bilgiler doğrultusunda neye ne kadar ihtiyaç duyulmasının netleşmesine kadar elimizdeki kapasiteyle ilgili ilk bilgiler olacaktır.

Herhangi bir afet anında afeti yönetecek/koordine edecek olan ülkenin en büyük mülki amirinden en küçük mülki amirine kadar tüm birimlerin ülkenin varolan kaynaklarını çok iyi bilmesi gerekmektedir. Bu amaçla; sağlık sektöründeki tüm (kamu, özel ve gönüllü kuruluşlar vb.) kurum ve kuruluşların, kaynakları (insangücü, yatak, makine, araç - gereç vb), hakkındaki ayrıntılı bilgiler, o düzeyin (bakanlık, il müdürlüğü, grup başkanlığı, başhekimlik) afetle ilgili biriminde toplanması gerekmektedir. Bu bilgiler, amaca yönelik olarak sınıflanmalıdır. Bunlardan bir olay anında hangilerinden ve nasıl

yararlanılabileceği önceden çıkarılmalıdır. Bunun için var olan insan kaynaklarının hiçbir değerlendirme yapmaksızın bugünkü durumunun belirlenmesi gerekmektedir. Belirlenen bu durumda insangücü kaynağının yapılacak analizler doğrultusunda örgütün ihtiyaçları için yeterli olup olmadığını ve doğru yerde kullanılması ile ne kadarının karşılanacağını belirlemek için kullanılabilir. Ülkenin, kentin, kuruluşun, sektörün var olan kaynakları ve olanakları saptanır. Yukarıda hesaplanan gereksinimlerin, hangilerinin / ne kadarının bu kaynaklardan karşılanabileceği, yerel / ulusal kaynakların yetmemesi halinde bunların hangi bölgeden / ülkeden ve nasıl karşılanacağı yine afet öncesi hazırlanan senaryolar çerçevesinde belirlenmelidir. Grid bazlı yapılan deprem analizlerinde hasarlı binaların tespit edilmesi ve bu hasarın derecesine ve önceliğine göre görevlendirilecek araç-gereç ile insangücü (kurtarma ve ilkyardım) ekiplerinin yine aynı grid üzerinden dağıtımı gerçekleştirilebilecek bu sayede kapasitenin yeterli ya da yetersiz olduğu fikrine de varılabilecektir.

Gelecekte olması muhtemel bir afette neye ihtiyaç duyulacağını saptanması / hesap edilmesi iki ana plan üzerine oturtulmaktadır. Bunlardan birincisi afette hizmet konu / amaçları ve bunların gerektirdiği işlerin tanımlandığı ve listelenmesi ile oluşan kaynaktır. Bunu gerçekleştirmek için birinci adımda afet türüne göre, sunulacak olan hizmetlerin / konuların (kurtarma, sağlık, ulaşım, iletişim, ölümlerin defni, yerleştirme, enkazların kaldırılması, vb) bir listesi yapılır. İkinci adımda; bu konuların gerektirdiği, işlerin (örneğin sağlıkta; triaj, yaşam idamesi bakımı, yaralı tahliyesi, hastane bakımı, çevre sağlığı vb) listelenmesi ve tanımlanması yapılmalıdır. Üçüncü adımda ise; bu işlerin altına, bu işi gerçekleştirmek için gerekli olan şeyler (insangücü, araç-gereç, fizik yapı, para vb) nicel ve nitel olarak tanımlanır ve listelenir. Aslında, bunlar bilinen şeylerdir, dolayısı ile de listelenmesi çok kolaydır. Afette gereksinimleri hesaplamada ikinci kaynak ise, olası afet türüne göre oluşturulacak olan varsayımlar ve senaryolardır. Senaryoların esasları ise, belli bir afet türünün ve farklı büyüklüklerinin oluşması halinde sonuçlarının (kırım ve yıkımlarının) öngörülmesine-hesaplanmasına dayanır. Senaryoların farklı afet türü ve bunların da farklı büyüklüklere göre kurulması çok önemlidir. Tek bir afet ve tek bir büyüklük üzerine kurulan senaryolardan ancak tek bir plan ortaya çıkacaktır. Böyle planlar pratikte çok bir işe yaramadığı gibi, afet olduğunda da planı yürürlüğe koymadan önce yapılan ön değerlendirme işlemlerinin uzamasına

dolayısı ile de olaya müdahale /yanıt zamanını uzamasına / geç kalınmasına neden olacaktır.

Bir örnek vermek gerekirse oluşturulacak bir deprem senaryosu için depremin meydana getireceği yıkım ve kırımları hesaplamak için üç veriden yararlanılmaktadır. Bunlardan birisi, depremin büyüklüğü (hangi Rihter Ölçeği'nde olacağı), ikincisi de arazi ve yapıların niteliği, üçüncüsü de daha önce olmuş olan depremlere ait veriler / bilgilerdir. Bu üç veriden hareketle, olası bir depremin ne kadar yıkım ve kırım yapacağı (şiddeti / hangi Mercalli Ölçeği'nde olacağı) tahmin edilmektedir. Sonuçta, bu iki işlemle elde edilen verilerden hareketle, olası bir afette, her senaryonun / plan seçeneğinin öngördüğü gereksinimler hesaplanacaktır (örneğin; 10 bin nüfuslu bir yerleşim biriminde, deprem senaryolarından birine göre, binaların yüzde 30'unun yıkılacağı, 1400 ölüm 4200 yaralı oluşacağı, bu durumda, yirmi kurtarma ekibine, 10 triaj istasyonuna, 60 hekime, iki bin çadıra, 1400 ölü torbasına vb. gereksinim olacağı gibi). Bunun yanında gerekli seyyar tuvalet, battaniye, giyecek, yiyecek ve su vb gibi birçok kaynak oluşturulacak senaryolar ile belirlenebilecektir. Fakat kapasite belirleme açısından afet öncesi oluşturulan senaryo verileri ile afet anında ortaya çıkan veriler birbirini karşılamayabilecektir. Çünkü araç-gereç vb. tüm kaynaklar aynı zamanda afetten etkilenmekte insangücü ise afettede konumunda olabilmektedir.

Oluşturulan senaryolar kapsamında yetersiz olan kaynakların tedarik edilmesi afetin meydana gelmesi sürecine kadar devam etmektedir. Mevcut ve gelecekteki insan kaynakları ihtiyacının tam ve doğru şekilde karşılanması için gerekli önlemlerin alınması ve eylemlerin planlanması afet yönetiminin tüm aşamalarında olduğu gibi ciddiyetle ele alınması gerekmektedir. Örgütsel amaçların gerçekleştirilmesi için gerekli insangücü ile ilgili somut eylem planlarının hazırlanması, neyin ne zaman, kim tarafından nasıl yapılacağıın kararlaştırılması, buna paralel geliştirilen plan ve programlar çerçevesinde gerekli insan kaynağına yeni takviyelerin yapılması ve gerekli eğitimlerin tamamlanması gerekmektedir.

4.6.2.2 Olağandışı durum kapasitesi

Olağandışı Durum Kapasitesi ile tariflenmek istenen afet anı ve hemen sonrasında müdahale aşamasında aktif olarak görev alacak afetten etkilenmemiş insangücü ve araç-gereçlerdir. Afet öncesi hazırlık aşamasında meydana gelecek olası afetler için hizmet üretecek birimlerin varolan kaynakları tespit etmesi gerekmektedir. Bu bilgiler, amaca yönelik olarak sınıflanmalıdır. Bunlardan bir olay anında hangilerinden ve nasıl yararlanılabileceği çıkarılmalıdır.

Bir afet anında anlık veri akışı hayati önem taşır. Gerek dünyanın önde gelen ülkeleri gerekse ülkemizde yaşanan afet tecrübeleri afet anında iletişimin durduğu ya da çok kısıtlı imkânlarla sağlandığını göstermektedir. Afetin ilk saatlerinde iletişim kanallarının zarar görmesine ve iletişimin sağlanamaması neden olacaktır. Dolayısıyla araziden veri alınması söz konusu olmayacaktır. Bu durumda afet öncesi hazırlanan senaryolar çerçevesinde tespit edilen afetin etkisi ve ihtiyaçlar devreye alınacak ve bu kapsamda hazırlanan planlar doğrultusunda çalışmalar yürütülecektir. Afet ilerleyen saatlerinde araziden gelecek bilgiler doğrultusunda afet öncesi hazırlanan senaryolar ile kıyaslanarak en uygun senaryo için hazırlanan planlar devreye alınacaktır. Afetten sonra araziden gelecek bilgiler doğrultusunda hasarın boyutu ve gerekli olan araç-gereç ve insangücü de netleşecektir.

Bir afet esnasında kentte diğer insanlarla birlikte yaşayan ve afette görev alacak personelde potansiyel bir afetzede konumunda olabilir. Ayrıca afet anında kullanılmak üzere hazırlanan araç gereçlerde afetten etkilenebileceği ve kullanılamaz hale gelebileceği unutulmamalıdır. Müdahale ekibinden bazı elemanlarının afetzede olabilmesinin yanında, kendi ailesinin acil ihtiyaçları ile ilgileniyor olabilirler veya başka nedenlerden dolayı görev alma süreleri uzayabilecektir. Afet nedeniyle bazı kritik tesislerin de hasar görmüş olması muhtemeldir. Personel ve ekipman eksikliğinin yanında bu kritik tesislerin zarar görmesi olağan durum kapasitesini etkilemekte afet müdahale yeteneğini kısıtlayabilmektedir.

Afetin hemen akabinde müdahalenin sağlıklı bir şekilde devam edebilmesi afet öncesi plan kapsamında belirlenen insangücü ile araç-gereçlerin müdahaleye katılması ile sağlanacaktır. Bunun tespit edilmesi ve planların bu tespitlere göre revize edilmesi gerekmektedir. Acil durum sonrası müdahale planı içinde ihtiyaç duyulacak bilgilere ulaşmak için hangi yöntemin kullanılacağı bu bakımdan önem taşımaktadır. Afet meydana geldiğinde kentte dağınık halde bulunan ve afette aktif olarak görev alacak itfaiye, acil yardım, sağlık tesisleri, kamu hizmet binaları, emniyet vb. birimler kesintisiz iletişim kanallarını kullanarak afet yönetiminden sorumlu merkezlere durumları ve afette kullanılacak her türlü teçhizat ile ilgili durum bilgisi vermek suretiyle müdahalede aktif halde görev alacak durum kapasitesinin ortaya çıkarılması gerekmektedir. Bu müdahalenin selameti için son derece önemlidir. İnsangücü ile araç-gereçlerde meydana gelen zayıflar başka yerlerden takviye edilmeli gerekirse afet öncesi yapılan karşılıklı yardımlaşma anlaşmaları veya özel sektör kaynakları ile karşılanmalı, ulusal ya da uluslararası yardım kuruluşlarına başvurulmalıdır.

5. BÜTÜNLEŞİK AFET ETKİ VE İHTİYAÇ TESPİT SİSTEMİ

Sistem, verilerin hızlı bir şekilde analiz edilmesi ve ihtiyaçların tespit edilmesinin yanında süreç mantığı ile ihtiyaçların, acil durumun yaratmış olduğu kriz süresince gözlemlenmesi ve güncelleştirilmesi için son derece önemli bir argüman olacaktır. Bunların sağlanmasında hızlı durum tespiti ile elde edilecek bilgiler doğrultusunda yapılacak ilk müdahale ve hasar tespit çalışmalarının temeli oluşturmaktadır. Afetin yaratmış olduğu etkinin tespit edilmesine olanak tanıyacak veri setinin afet öncesi temin edilmesinin yanında genelde acil durumların beklenenin aksine gelişmekte olması afet öncesi toplanan veriye ek olarak afetten hemen sonra araziden elde edilecek ilk bilgilerinde eklenmesi gerekmektedir. Özellikle hayat kurtarmanın altın saatler içinde çok daha mümkün olduğu düşünüldüğünde neden hızlı bir şekilde afetin nereleri etkilediğinin tespit edilmesi gerektiği açıklanmış olur.

Bir yandan afetin etki alanının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların ne tür ihtiyaçların gereksinimini ortaya koyarken, bir yandan bu ihtiyaçlar doğrultusunda elde bulunan kaynakların ne kadarına yeteceğinin analizi de hızlı bir şekilde yapılması gerekmektedir. Analizlerin doğru ve gerçekçi bir şekilde yapılması afetin oluşturmuş olduğu etkinin tespit edilmesini sağlayarak müdahalenin sağlıklı ve hızlı bir şekilde doğru yere yapılması olanak tanıyacaktır. Bunu gerçekleştirmenin ilk ve en önemli hususu doğru sistem ile analize bağlıdır.

Sistemde kullanılacak hasar tespit programları ile yapılacak analizlerin sonuçlarının doğruluğu, yazılıma olduğu kadar verinin doğruluğu ve kalitesine de bağlıdır. Senaryo verileri ile yapılan analizler doğrultusunda ortaya çıkan sonuçlar bilimsel çalışmalara dayalı tahminleri içermelidir. Ortaya çıkan sonuçlar tahminleri içerdiği için tamamen gerçekleşebileceği gibi büyük çoğunluğu da gerçekleşmeyebilecektir. Fakat afet öncesi hazırlanan bu senaryoların sonuçları dikkate alınmalı ve afet yönetim süreçleri bu sonuçlar üzerinde uygulanmalıdır. Senaryolar ile geleceğe yönelik yapılan tahminlerde elde edilen hasar bulgularına göre planlamalar yapılmalı, gerekli zarar azaltma faaliyetleri devreye alınarak risklerin ortadan kaldırılması veya azaltılması için gerekli

kaynak ayrılmalıdır. Aksi halde karşılaşılabilecek maddi ve manevi zarar karşılanamayacak boyuta ulaşabilecektir.

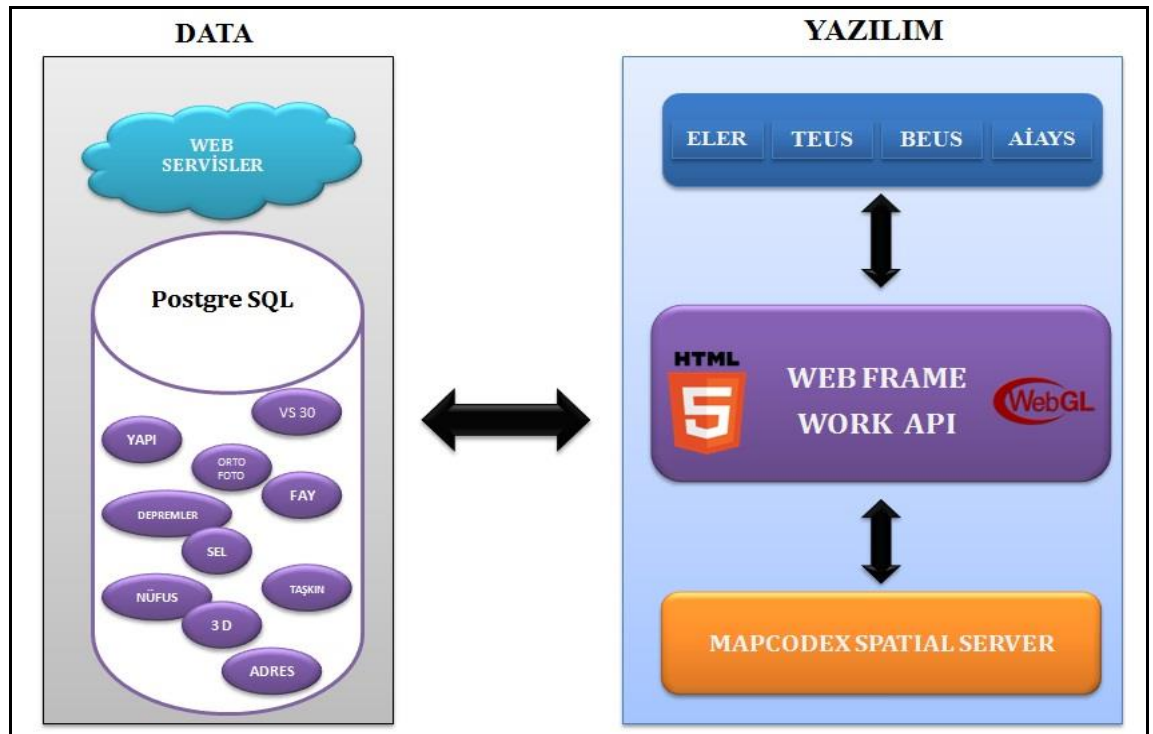
Türkiye, yerleşim yerlerinin önemli bir bölümünün yüksek riskli deprem tehdidi altında olması tasarlanan sistemin deprem üzerinde kurgulanacak olmasının en önemli sebebini oluşturmaktadır. Depremler meydana geldikleri alanları etkilemekle kalmayıp yakın coğrafyaları da gerek ekonomik gerekse sosyal olarak etkilemektedir. Özellikle şehirleşmenin yoğun olduğu yerleşim alanlarında deprem tehlikesinin oluşturmuş olduğu riskler başka tehlikeler üretebilecek gerçeği durumu daha vahim hale getirmektedir. Afetlerin neden olduğu ikincil ve domino etkilerin engellenememesi afetleri çeşitlenmesine ve derinleşmesine sebep olmaktadır. Bu durum kayıpların artmasına neden olmakla beraber müdahale edilecek vaka sayısında artışa neden olabilmektedir.

Dolayısıyla öyle bir sistem gerekirken ki bu riskleri kendi içinde değerlendirebilecek ve en iyi sonucu bizlere verebilecek bir altyapının kurulmasını gerektirmektedir. Değişken unsurların ve karışık yapının afet gibi çok kritik bir dönemde gerek bireysel gerek kurum bazında altından kalkamayacağımız görevleri otomatik sistemlere devretmelidir. Özellikle insan hayatı için önem arz eden ve altın saatler olarak adlandırılan ilk 72 saat için otomatik bir altyapının kurulmasını gerektirmektedir. Sistem afet olmadan senaryolar üretebilecek, afet olduğu anda ise analize başlayarak üretmiş olduğu sonuçlar ile herkesin görev alanına giren bölgelerde risklerin ne olduğunu görebilmesi ve buna göre davranması sağlayacaktır.

Analizlerde kullanılacak verilerin çokluğu ve bu verilerin afet olduğu anda analiz edilebilmesi, sonuçlarının da kamu kurum ve kuruluşlar ile vatandaşlara paylaşılabilmesi için bir sistem altyapısına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu altyapı ile verinin afet olduğu andan itibaren çok kısa süre içerisinde hesaplanıp gerekli rander işleminin webte ekran üzerinde yapabiliyor olması gerekmektedir. Ayrıca arazide görev alacak ekiplerin yanı sıra farklı kurum ve kuruluşların uzaktan veriye ulaşabilmeleri için sistemin web tabanlı geliştirilmesi gerekmektedir. Ayrıca sistem, web tabanlı akıllı telefonlarda sorunsuz çalışarak hasar kayıp tahmini yapması ve bunun yanında da ne yapılacağına karar veren bir sistemin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle web tabanlı HTML5 Framework

üzerinde bir kurgu oluşturulmalıdır. Metodoloji olarak sunulan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi'nde kurgu, HTML 5 platformunda tamamen web tabanlı bir teknoloji olarak sunulan altyapıda Windows Server ve üzerinde açık kaynak kodlu DATABASE olmalıdır. Açık kaynak kodlu Spatial sunucu ve bunun üzerinde çalışan web arayüzlerinden oluşan ve web sayfası üzerinde çalışarak oluşan etkinin tespitini sağlayacaktır. Sistem etkinin tespitine yönelik ELER, AİAYS, Taşkın Erken Uyarı Sistemi, Buzlanma Erken Uyarı Sistemi vb. uygulamaların sisteme entegre edilmesi gerekmekte ve istenildiğinde farklı sistemler entegre edilebilmelidir. Tüm bu sistemlerin aynı anda çalışarak doğru sonuçlar üretebilmesi çok iyi kurgulanmış veritabanı ve çok ciddi verilerin toplanması gerekmektedir. Bir alanı etkileyecek tehlikelerin oluşturmuş olduğu risklerin analiz edilmesi verilerin değişken olması nedeniyle son derece zordur. Örneğin sadece deprem ile ilgili risklerin analiz edilmesi sürecinde ortaya farklı türde tehlikeler çıktığı takdirde farklı verilerle analiz edilmesini gerekliliğini doğuracaktır. Bu nedenle tüm bunlar için bütünleşik ve dinamik bir altyapı kurulması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Şekil 5.1: Bütünleşik afet etki ve ihtiyaç tespit sistemi kurgusu



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Sistemin kurgusu, sistemi kullanacakların başında gelen AYM ve Belediyelerin gerek kendi içlerinde gerekse başka kamu kurum ve kuruluşlar arasında mevcut elektronik sistemler ile haberleşen, kendi verisini sürekli güncelleyen, insandan mümkün oldukça bağımsız ve afet olduğunda anda kendi kendine çalışan ve çalıştıktan sonra üreteceği sonuçlara göre ekiplerin ne yapacağına karar veren sistemin altyapısını oluşturmaktır. Afet yönetiminde başarıya sağlayabilmek, tasarlanan sistemlerin kamu kurum ve kuruluşlar tarafından rutin günlük kullanım içinde bulunmasına bağlıdır. Teknolojinin de gelişmesi ile günümüzde farklı veritabanları ve sistemlerinin birbirleri ile web servislerle rahat ve yüksek performansla günlük kullanım içinde çalışan kent yönetim sistemleri mevcuttur. Bu sistemler günlük kullanım içinde farklı alanlarda kullanılmak üzere hazırlanmış olsa da afet anında da kullanılabilir sistemlerdir. Sistem ile afet anında gerçek veriler ile analizler gerçekleştirilebilmesinin yanında afet öncesi mevcut durumu görmek adına senaryolar da gerçekleştirilebilmelidir. Afet öncesi hazırlanan senaryoların sonuç haritaları, planlamada, ulaşımda, afet hazırlıkları ve özellikle risk azaltmada doğrudan kullanılabilir. Senaryolar ile riskler görülebilecek riskler azaltılabilecek ve afete hazırlıklı olmak için muhtemel sonuçların neler olabileceği kestirilebilmektedir.

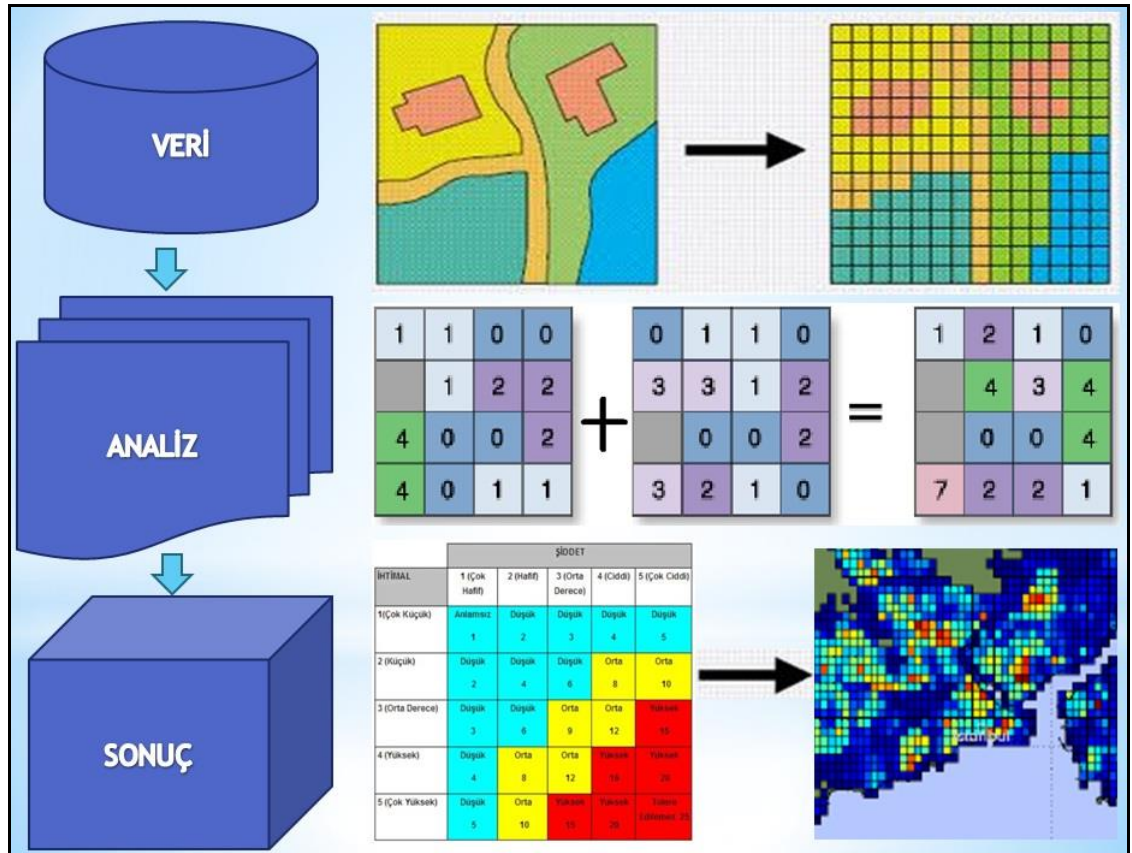
Sistemde afetin etkisi ve buna paralel ihtiyaçların belirlenmesinin yanında önemli konularından bir tanesi olan ortaya çıkan enkazın yönetilmesine de cevap aranabilecektir. Afet sonrası ortaya çıkacak enkazın yönetimi de yine afet öncesi yapılan ve ortaya çıkan muhtemel hasarın ne kadar ve ne çeşit bir enkazın ortaya çıkartabileceğini saptamaya yönelik olabilecektir. Hatta ortaya çıkacak enkazın geriye dönüşümünde kullanılabilmesi amacıyla geri dönüşüm tesislerinin nereye kurulması gerektiği ulaşım açısından değerlendirildiği çalışmalarda yapılabilecektir.

5.1 AFETTE ETKİ TESPİTİ

Afetin etkisini bütünlük olarak tespit edebilmek farklı tipteki ortaya çıkabilecek tüm afetlere ait risklerin değerlendirilmesinden geçmektedir. Bunun için analiz edilecek bölgeler için farklı büyüklükte oluşturulan grid aralıkları içinde farklı tipteki afetlere ait risklerin matematiksel olarak ifade edilebilmesi ve toplanabilmesine bağlıdır. Bu bakımdan bütün risklerin aynı dile dönüştürülerek toplanabilmesi ve bütüncül bir risk

değerlendirmesi yapılması son derece önemlidir ve gereklidir. Bunun için farklı tehlikelere ait risklerin matematiksel ifadeleri bir matrix üzerinde değerlendirilerek risk teşkil eden alanların tespit edilmesi ve ortak bir platform üzerinde gösterilmesi gerekmektedir. Ayrıca bu risklerin diğer tehlikeleri tetiklemesi sonucu oluşturabileceği can ve mal kayıpları gibi riskleri ölçülebilir olması gerekmektedir.

Şekil 5.2: Afet etki tespit sistemi metodolojisi



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Depremle başlayan bir afet zaman içinde tsunamiye ve yine belirli bir zaman sonra nükleer sızıntılara ve salgın hastalıklara vb. afetlere yol açarak bir felakete dönüşme ihtimali söz konusu olabilmektedir. Oluşturulan senaryolar ve planlar tamamen deprem üzerine kurgulandığında ortaya çıkan tsunami, salgın hastalık vb. afetlerde ne yapılacağı ile ilgili planlarda sıkıntılar yaşanabilecektir. Risklerin bir arada değerlendirilebileceği ve buna karşın en doğru önlemi alabilecek bir altyapı gerekmektedir. Dolayısıyla bir depremi ortaya koyacak parametreler matematiksel olarak ifade edilirken domino ve

ikincil etkileri ile ortaya çıkabilecek diğer risklerin de matematiksel olarak ifade edilebilmesi gerekmektedir. Tüm risklerin toplanarak bir başka değer üretilmesi gerekmektedir. Üretilen bu matematiksel değer değerlendirilerek olma ihtimali ve riskin büyüklüğüne bağlı ölçeklendirilerek tüm tehlikelere ait en büyük risk görülebilmelidir. Ortaya çıkan sonuçlar Afet Yönetim Süreci içerisinde gerekli çalışmaların yapılabilmesi için risk içerisinde bulunan tüm paydaşlarla internet üzerinden paylaşılması gerekmektedir. Burada riskin belirlenmesi birinci aşama olarak değerlendirilirse ikinci aşama bu riske göre en uygun afet planının hazırlanması gerektiğini sayabiliriz.

Sistem, ülkemizi etkileyen ve oluşturmuş olduğu risk açısından en önemli problemlerden biri olan depremin yaratacağı etkilerin tespit edilmesinde ELER kullanılacaktır. Dünyada uygulanan birçok sistem bulunmasına rağmen gerek Avrupa-Akdeniz bölgesi için geliştirilmiş olması gerekse Van Depremi'nde ortaya koymuş olduğu gerçekçi sonuçlar nedeniyle sistemde kullanılması son derece önemlidir. ELER, herhangi bir depremin oluşturmuş olduğu etkinin tespit edilmesindeki teori, verileri analiz edilebilmesi için grid aralıklarından oluşan küçük küçük parçalara bölünmesi daha sonra ise bu parçaların hepsinin birbiri üzerinden risk puanlaması yapılarak toplanmasına dayanmaktadır. Birer değer haline gelen bu küçük parçalar çeşitli matematiksel işlemler sonucunda bir değer ifade ediyorsa olabilirlik ve risk açısından haritalanması mümkün olacaktır. Gridlerden oluşan her hücredeki toplama bir değer verilmek suretiyle oluşan matrix tablosu sayesinde olma ihtimali ve büyüklüğüne bağlı bir risk haritası elde etmiş olunmaktadır. Elde edilen sonuçlar haritaya bağlı olduğu için riskli bölgeleri görülmüş ve bir sonuç haritası oluşturulmuş olacaktır. Bu bizim için aynı zamanda ne yapılmasını ortaya koyan bir hasar haritası haline gelecektir. Deprem için ortaya konan çalışma farklı türdeki afetler içinde aynı dil kullanılarak değerlendirilebilmeli ve sonuçları farklı katmanlar halinde tek harita üzerinde görebilir ve ölçülebilir olmalıdır. Aynı harita üzerinde ne yapılması gerektiği ile ilgili algoritmaların geliştirilebilmesi sayesinde de sistemin bize neler yapılması gerektiğine yönelik hazırlanmış kurguları sunabilmesi gerekmektedir.

Bütün afetleri analiz edebilecek, interaktif olarak büyüyen ikincil etkileri de içine alarak gerekli analizlerin yapılmasını sağlayacak altyapının kurulması afet risklerini anlamlı hale getirip özellikle can ve mal kayıplarını görmeyi sağlayacaktır. Bütün afetlere ait

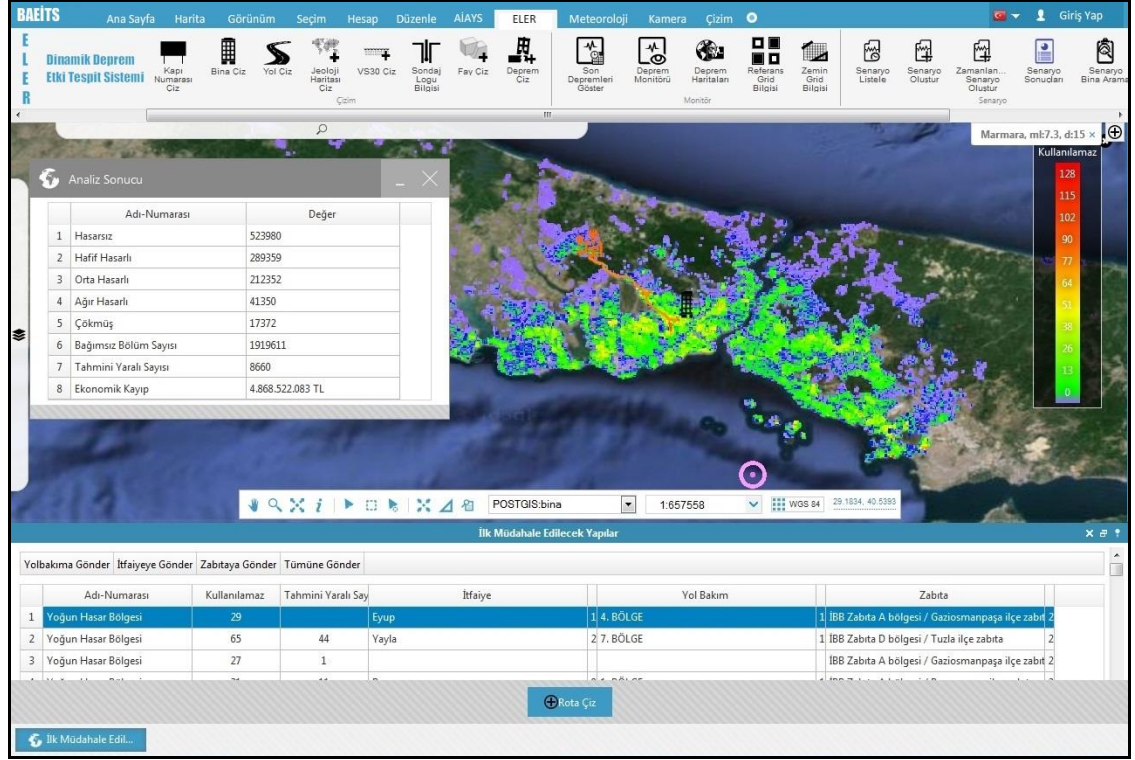
risklerin analiz edilmesi suretiyle ölçeklendirilen renkli haritalarda kırmızıdan yeşile doğru riski değerlendirebilmek mümkün hale gelecek ve planlama bu kapsamda ilerleyecektir.

5.1.1 Deprem Kayıpları Tespiti (ELER)

Sistemde kullanılacak ELER ile hasar dağılım haritası üretilecektir ve karşımıza iki nitelikli harita çıkacaktır. Bunlardan ilki depremin oluşturduğu ivmeleri ve sarsıntıyı, diğeri ise haritalardaki nüfus ve bina bilgisine bağlı olarak hasargörebilirlik, can kaybı ve yaralanma sayısını gösterecektir. Ortaya çıkacak etki alanını değerlendirmek için belirli bir grid üzerinde çalışmak gerekmektedir. ELER’de üretilen şiddet haritaları yapılaşma olmayan bölgelerde de eğer bir yapılaşma söz konusu ise oralarda olabilecek ivmeleri de bilerek ona göre yapı ile ilgili kararların alınmasını mümkün kılacaktır.

Sistemde hasar ve etki alanını tespit etmek için kullanılacak ELER ile deprem olduğu anda otomatik olarak analiz yapılabileceği gibi afet öncesinde manuel çalıştırılarak gerekli analizler yapılabilmektedir. Analizler sonucu üretilen haritaların görüntülenebilmesi için son derece teknolojik bir altyapı gerektirmektedir. Büyük miktarda verileri çok kolaylıkla cep telefondan webden yayınlama imkânı verdiği gibi doğrudan web sayfası üzerinden jeoloji haritası çizme, bina çizme, fay çizme ve diğeri basit veri editleme işlemleri yapma imkânı veren bir teknoloji olarak HTML5 programlama dili tercih edilmelidir. Buna paralel olarak üretilen sonuçların WebCell teknolojisi ile üç boyutlu görme şansı olabilmekte dolayısıyla algı noktasında iyi bir teknoloji olarak karşımıza çıkmaktadır. ELER programı 32 bit bilgisayarlar için yazılmış olduğundan memory sınırı oluşturmakta ve program 1,5 GB üzerine çıkamamaktadır. Fazladan memory konulmuş olması da çözüm noktasında sorunu çözemeyecek ve İstanbul gibi büyük bir yere ait verinin büyüklüğü itibarı ile ancak sekiz tane bilgisayar ile analiz edilebilecektir.

Şekil 5.3: BAEİTS Dinamik deprem etki tespit sistemi arayüzü



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Genel olarak üç aşamalı bir analiz gerçekleştirmekte olan ELER, bir ve ikinci seviye genel analizler yapmakta, üçüncü seviye daha detaylı bir analiz yapmaktadır. ELER bu analizlerin yapılabilmesi için bir takım verilere ihtiyaç duymaktadır. Bu imputlar fay, deprem, bina ve nüfus verileridir. Temel olan bu analizlerde bina (kat, kullanım, malzeme, yaş) nüfus, zemin (Vs30) fay ve topografya verisi kullanılmaktadır. Özellikle düşük pant genişliğinde canlı bina verisi ile çalışmak sistem için çok önemlidir. Vektörel verinin çok önemli olduğu ELER'in ihtiyacı olduğu diğer bir veri deprem verisidir. Deprem olduğu anda deprem verisinin geliş yöntemi web servisler ile karşılanacaktır. Deprem olduğu anda iletişim internetin kesilebileceği için online uydu net üzerinden çok düşük paket size'lar ile alınabilecek altyapı kurulmalıdır. Dakikada bir güncellenen bu veri Pushback web servisleri temin edilerek anlık olarak alınabilecektir. Deprem verisinin alınabilmesi için bu sistemin kesintisiz çalışmasını sağlamak gerekmektedir.

ELER grid bazlı bir analiz gerçekleştirmekte ve gridlerin sanal hale getirilmesi analizi kolaylaştıracaktır. Inputlar ile Output arasında bir korelasyon kurup grid aralığını gerekirse dinamik hale getirmek en doğru sonucu yakalayabilmek için gerekli olacaktır. Gridlerin büyük tutulması içindeki obje sayısını artıracığı için sonuçların hatalı olma riski yükseltecektir. Bu nedenle en küçük grid aralığını yakalayabilmek son derece önemlidir. Referans gridlerin saydamlıkları sayesinde daha anlamlı sonuçlar elde edilmesinin yanında inputları ELER'e gönderilmesi oldukça hızlı bir şekilde gerçekleştirilecektir. Sistemde sonuç ürünlerini gösterecek haritalarda ölçeklendirilmiş renk skalaları kullanmak olayın anlaşılmasında son derece yarar sağlayacaktır. Gridlerin içini anlamlı bir şekilde doldurmak ve bu durumda ölçeklendirilmiş renk skalaları ile açık renkli alanların depremden az etkilenen, ölü ve yaralı sayısının az olduğunu koyu renkli kırmızı alanlarda ise fazla olacağı gibi anlamlandırılmalıdır.

Yapılacak analizlerde depremin gündüz mü? gece mi? olacağı bilinmediği için gece ve gündüz nüfus dağılımlarının doğru şekilde tespit edilmesi gerekmektedir. Burada gece nüfusu hesaplaması son derece kolaydır gündüz nüfusunun hareketli olması sebebiyle gündüz nüfusunun hesaplanması son derece zordur. Burada gündüz nüfusunun ticaret odalarından alınacak ticarethanelerin ve binaların kullanım amaçlarına göre gündüz ve gece nüfusu değişimlerini hesaplaması gerekmektedir. Senaryo verilerini analiz ederken gündüz gece nüfuslarını sisteme binalardan yazarak nüfus dağılımlarını bina üzerinden yapılarak analiz sonuçlarını değerlendirilir. Gündüz bir iş yerinde çalışanların haricinde hafta için gündüz okula giden öğrenci sayılarının da gündüz hareketliliğini artırdığı unutulmamalıdır. Bu tespitlerin doğru ve yerinde yapılması ELER'de gece ve gündüze göre kayıp hesapları yapılmasında doğru sonuçları sağlayacaktır. Yani analiz sonuçları, verilerin doğruluğu, kalitesi ve kalifikasyonu çok önemlidir. Bu veriler doğrultusunda ELER ile gerçekleştirilen analizler sonuçları veritabanına yazılacak, veritabanındaki verileri web uygulama sunucusu alıp ekrana otomatik gönderecektir. ELER programı ile senaryo deprem veya deprem olduktan sonra hızlıca 5 seviyeli (tamamen, ağır, orta, hafif, hasarsız) yapı hasar analizi yapılarak renk skalaları ile ölçeklendirilmiş harita üzerinde gösterilmesinin yanında da, can kaybı, yaralı sayısı, altyapı, acil barınma ihtiyacı ve ekonomik kayıplar gibi parametreleri rapor halde sunacaktır. Bu bölümde ayrıca afet bölgesine en yakın ekiplerin (itfaiye, polis vb.) olay yerine dijkstra

algoritmaları sayesinde yapılan en yakın yol analizleri ile hangi ekiplerin gitmesi gerektiği rota çizmek suretiyle hangi yoldan gitmesi gerektiği gösterilerek sağlanacaktır. Deprem olduğu anda otomatik ya da manuel çalışması öngörülen sistem afet öncesi senaryo yapmak içinde çalıştırılabilecektir. Hazırlanan senaryolara göre örneğin A fayına göre A senaryosu B senaryosu C senaryosu D senaryosu üretilebilir ve her bir senaryonun bir ve birden fazla planı üzerinde çalışılabilecektir. Burada asıl ve önemli olan bir afet karşısında ona en çok benzeyen senaryo için hazırlanan planın devreye alınabilmesidir. Çünkü özellikle afetin ilk dakikalarında ne yapılacağına ona göre karar verilecektir. Afet yönetimi açısından analizler sonucunda elde edilecek hasar değerlerinin görülmesi yetmeyecektir. Çünkü farklı kurum ve kuruluşlarda çalışan ve kriz yönetimine müdahil olacak arama-kurtarma vb. görevlilerin bu senaryolar doğrultusunda hazırlanan planlar ile hareket tarzı belirlenecektir. Analiz yapıldığı anda bu analize göre bir plan yapmak son derece zordur. Kimlerin nereye gideceği, lojistiğin nerde depolanacağı, hangi yoldan ulaştırılacağı soruları yapana atılmayacak ciddiyetle bir zaman kaybına neden olacaktır. Bu nedenle A, B, C, D vb. hazırlanan birçok senaryo meydana gelen deprem ile kıyaslanmalı bunlardan hangisine en çok benziyor ise o senaryo için hazırlanan planlar devreye alınabilmeli gerekiyorsa hızlı bir şekilde modifikasyon yapılarak planı devreye alınması gerekmektedir. Esas olan şey risk analizleri ile senaryoların deprem olduktan sonra bir sistem ile kıyaslanması ve hangi planın devreye gireceğinin bilmesi gerekmektedir.

Deprem olduğu anda otomatik olarak çalışacak ve probabilistik bir yaklaşım ile bir analiz gerçekleştirecek ELER sistemi ile ulaşacağımız sonuçlar doğrultusunda ekiplerin yönlendirilmesi sağlanacaktır. Burada önemli olan ekiplerin göreve giderken gittiği yerlerden elde edilecek verilerden merkeze ulaştırılabilenlerden bir anlam oluşturabilmektir. Araziden afetin ilk dakikalarında itibaren gelmeye başlayacak ve ilerleyen saatlerde çoğalacak bilgiler yoğunlaşp bir anlam oluşturmaya başladığında bütünü görmemiz sağlanacak ve bu veriler devreye girecektir. Araziden gelecek bilgiler ELER sonuçları ile karşılaştırılacak yıkıntı ve hasar gören yerlerde en kısa yol analiz (dijkstra algoritmaları) kullanılarak kısa yol analizleri yapılabilecek ve lojistik destek ekipleri bu bilgiler doğrultusunda bu bölgelere yönlendirilecektir.

ELER sistemi ilk deprem bilgisi geldiği anda sorunsuzca çalışacaktır fakat ELER sistemi artçı deprem meydana geldiğinde onu da sisteme kayıt edecek ve proses bitince artçı deprem için yeniden sistemi çalıştıracaktır. Fakat birinci deprem ciddi büyüklükte bir deprem ise yapılarda ön bir hasara neden olacak ve binaların kırılabilirlikleri değişecektir. Dolayısıyla sistemin düşük hasar göstermesine rağmen hasar gören binaların ikinci deprem de çok daha büyük hasar görmesine neden olacaktır. Bunların akademik düzeyde incelemeleri gerekmektedir.

5.1.2 Meteorolojik Risklerin Tespiti

Tarih boyunca iklim değişimi süregelen bir değişim yaşamaktadır. Bu değişim, küresel iklim değişimi nedeniyle her geçen gün sayıları artan meteorolojik karakterli afetlerin günümüzde sayıları katlanarak artmaktadır. Bu değişime sanayileşme ve doğanın tahrip edilmesinden kaynaklanan etkiler eklendiğinde dünyanın birçok yerinde son yıllarda yaşanan afetlerde sürelerinde, şiddetlerinde, sıklıklarında, etkilerinde, büyüklüklerinde ve oluştuğu yerler bakımından çok sayıda olumsuz olaylara neden olmaktadır. Tüm dünyada olduğu gibi ülkemizde de meteorolojik karakterli birçok afet meydana gelmekte, sürdürülebilir kalkınma önündeki bir engel olarak durmaktadır. Şiddetli yağış neticesinde oluşan seller, rüzgâr ve kar fırtınalar hayatı olumsuz etkilemektedirler. Ülkemiz afetlerden meydana gelen kayıplar ele alındığında oluşturmuş olduğu etkiler bakımından meteoroloji karakterli afetler ilk sıralarda yer almaktadırlar. Seller yol açtıkları acılar ve ekonomik kayıplar açısından Türkiye’de en sık görülen ve en çok ekonomik kayba neden olan afetler arasındadır. Bu nedenle risklerin ortaya çıkmasını sağlayacak analizlerin, gözlemlerin ve tahmin sistemlerinin geliştirilmesi, niteliklerinin artırılması, teknolojik yenilikler ile modernize edilerek afet yönetim süreçleri içerisinde değerlendirilmeleri çok önemlidir.

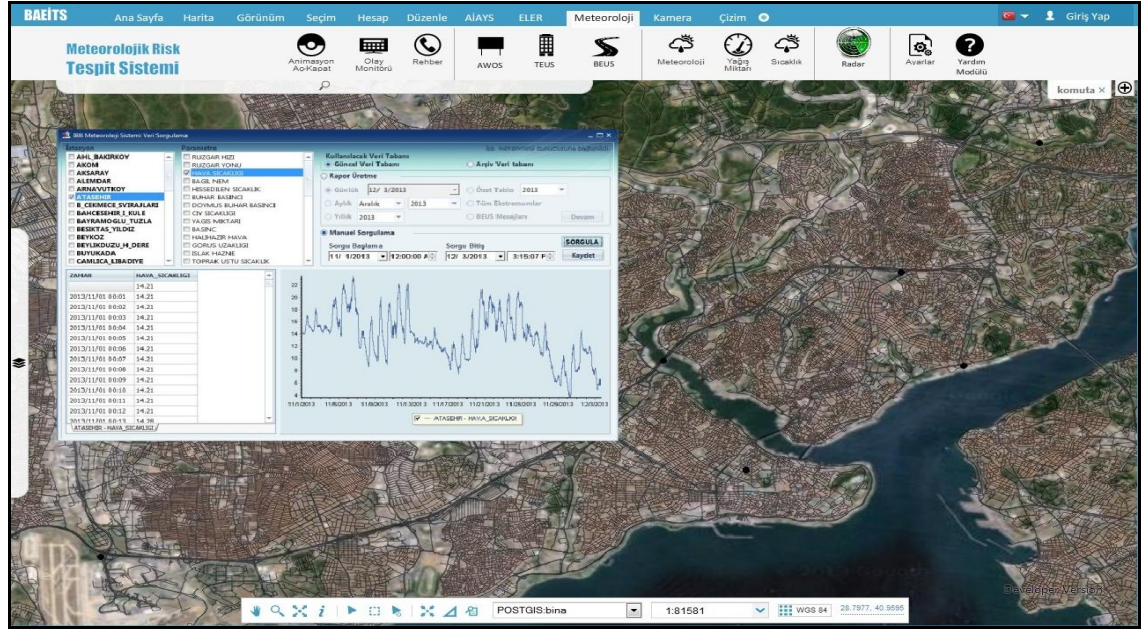
Bu bağlamda meteorolojik karakterli afetlerin analiz edilmesi ve gerekli erken uyarı sistemlerini kullanılması, geliştirilmesi, gözleme dayalı bilgilerin elde edilmesi ve tek bir sistem içine entegre edilerek bütünleşik sistemlerin ortaya çıkartılması gerekmektedir. Bu nedenle metodoloji olarak sunulan sistem içerisinde BEUS ve TEUS sistemlerinin

eklenmelidir. Bu sistemler gibi benzer afetlerin oluşturmuş olduğu etkileri tespit etmeye yarayacak sistemlerinde ilerleyen zamanda sisteme eklenebilir olması gerekmektedir.

5.1.2.1 Buzlanma erken uyarı sistemi (BEUS)

Günümüzde yağış ve buzlanmanın ulaşım ağı üzerindeki olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılması için kurulan ve erken uyarı sistemleri içerisinde yerini alan bu sistem, yollardaki buzlanma ve donmayı önceden tespit ederek yetkililerin uyarılmasını ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlıyor. Metodoloji olarak sunulan ve Şekil 5.4'te gösterilen arayüz ve özel olarak hazırlanmış algoritmalar içeren BEUS Yazılımı yapmış olduğu tahminler ile afet yönetimine karar desteği sağlamaktadır. Yazılımın sisteme entegre edilmesi ile ortaya çıkabilecek diğer afetlere ait riskler ile aynı anda bütün riskleri bütünleşik olarak gözlemlenmesi sağlanacaktır. Ana ulaşım akslarına yerleştirilen sensörler yardımıyla olası bir deprem veya büyük sanayi yangınları vb. olaylara intikal edecek her türlü yardım ekiplerinin bu yolları kullanmasını engelleyecek meteorolojik hadiselerin önüne geçilecektir. Hava sıcaklığı, görüş mesafesi, rüzgâr hızı gibi hava durumu bilgileri dışında yol yüzeyi ile ilgili yüzey bilgisi, asfalt sıcaklığı, rutubet, tuz ve kimyasalların oranı, yol yüzeyindeki sıvının donma sıcaklığı ile ilgili bilgiler vererek yol yüzeyi üzerinde ilerleyen saatlerde neler olacağı ile ilgili bilgiler vermektedir. Yol yüzeyinde meydana gelecek değişimleri gözlem ve ölçümlere dayanarak tahmin ederek gerekli önlemlerin zamanında alınması olarak tanımaktadır.

Şekil 5.4: BAEİTS buzlanma erken uyarı sistemi arayüzü



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

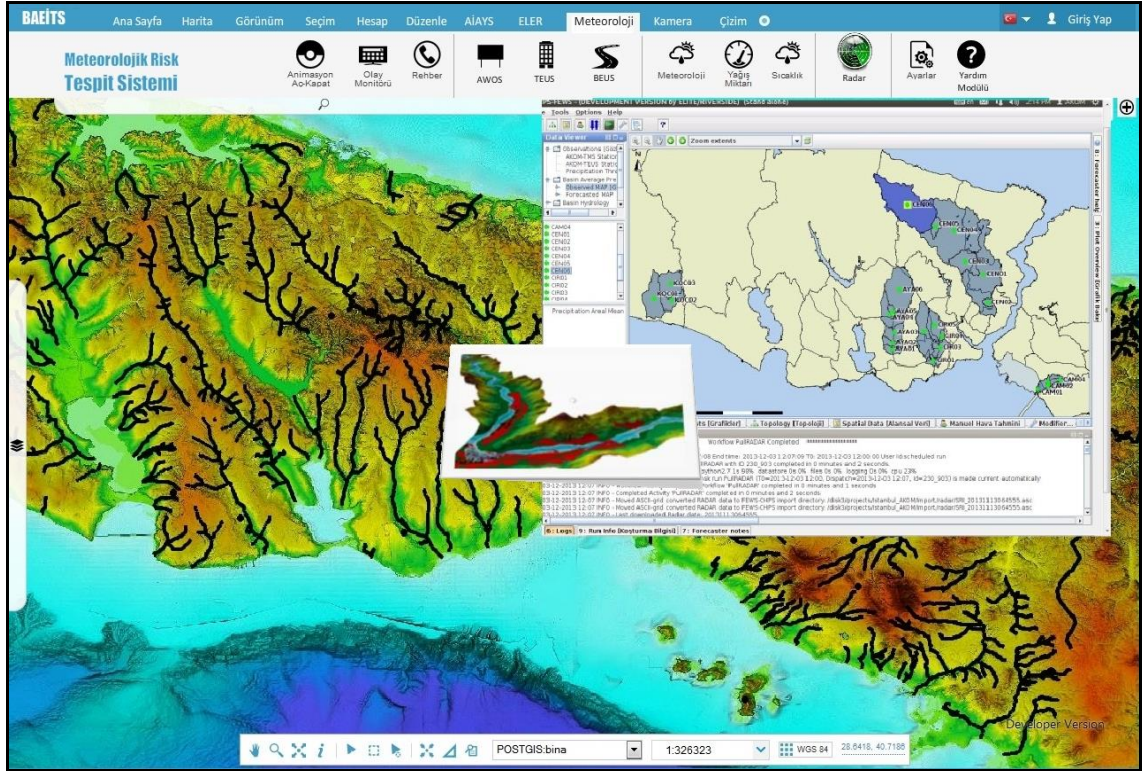
Gerekli müdahalenin yapılmaması nedeniyle ulaşım akslarında meydana gelecek buzlanma ya da yoğun kar yağışı nedeniyle birikmelere ve ulaşımında aksamalara neden olmaktadır. Bu aksamaların önüne geçilmesi için gerekli erken uyarının yapılmasına olanak tanıyan Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) buzlanmanın tespiti ve ekiplerin müdahale şekli de belirlemektedir. Ne zaman olacağı bilinmeyen ve büyük alanları etkileme kapasitesi çok yüksek olan depremlerin kış mevsimi içerisinde olabileceği ihtimali ile kent içerisinde yapılacak afete yönelik çalışmalar Bütünleşik Afet Yönetim Sistemi içerisinde düşünülmelidir. Ulaşım akslarında meydana gelecek aksamaların gerek arama kurtarma ve ilkyardım görevinde bulunacak ekiplerin gerekse tahliye ve lojistik destek faaliyetlerinin afet bölgesine ulaştırılması/uzaklaştırılmasını engelleyerek afetin boyutlarının büyümesine sebebiyet verebilecektir. BEUS yazılımı özel bir durum olduğunda yazılım operatörü en az üç saat önceden uyarırken, ilk bilgilendirmeden sonra son kırk beş dakika içinde olumsuzluklar oluşmaması için ekipler sevk ve idare edilecektir. Tüm bu işler süreç yönetimi mantığı yetkili kişilere GSM ile cep telefonlarına otomatik mesaj yollayarak yönetilecektir. Erken ve doğru müdahale ile trafik güvenliği sağlanarak meydana gelebilecek can ve mal kaybının oluşmasını engellemek veya minimuma indirmek mümkün olmaktadır.

5.1.2.2 Taşkın erken uyarı sistemi (TEUS)

Küresel iklim değişimi, plansız yapılaşma ve şehirleşmenin etkisi ile beraber taşkınlar gündelik hayatımızı etkileyeceği bilim dünyasında kabul görmektedir. Gelişen teknoloji ile birlikte afetlerin önceden tahmin edilmesine yönelik çalışmalar hızla artmakta CBS ve uzaktan algılama yardımıyla koruma ve uyarı sistemlerini gelişmesi önayak oluşturmaktadır. Buna paralel taşkın riski, seyri ve yönetilmesine yönelik çalışmalar gerek dünyada gerekse ülkemizde afet yönetimi kapsamında önemli bir çalışma alanı bulmaktadır. Dolayısıyla tıpkı depremlerde olduğu gibi, sel için de hazırlıklı olmak gerekmektedir. Havza alanların plansız büyüme nedeniyle daralması buna paralel olarak küresel iklim değişimi nedeniyle yağış rejimlerindeki düzensizlikler taşkınların oluşmasına neden olmaktadır. Hızlı şehirleşme neticesinde, derelerin bir bölümü yerleşim alanı içerisinde kalan kentlerde, tekerrür aralığı yirmi beş yılı aşan yağış görüldüğünde, derelerde irili ufaklı taşkınlar oluşarak yerleşim alanlarında sel oluşmaktadır. Genellikle yerleşim alanlarında meydana gelen bu olumsuzluklar mal kaybının yanı sıra can kaybına da neden olmaktadır. Bunların oluşmasını engellemek için birçok analiz metodu kullanılmaktadır. Oluş sıklıklarında ve miktarlarında artışlar taşkınların etkilerini azaltma bakımından gerçekleştirilen yatırımların sayısını artırmış olmasına rağmen yaşanan olaylardaki kayıpları yeterince engelleyememiştir. Bu nedenle gözlemler hidrolojik çalışmaların debi ve su seviyelerinde gelecekte gözlenebilecek iklim değişikliği etkisi dikkate alınarak elde edilmesini gerekli kılmaktadır (Akyürek 2013).

Yağış tahmin modellerinden elde edilen yağış miktarı verileri, AWOS verileri ve meteorolojik amaçlı uydu ve radar verilerini kullanabilen TEUS, bu verilerden hidrolojik bazlı akışları hesaplar, bu akışların basit rotasını çıkarır ve hem gözlenen hem de tahmini verilerin grafiksel ve çizgisel çıktılarını sağlayarak oluşabilecek muhtemel etkinin tespit edilmesini sağlamakta ve ilgililere gerekli uyarıları yaparak gerekli önlemlerin alınmasına önayak olmaktadır (Şekil 5.5).

Şekil 5.5: Taşkın erken uyarı sistemi arayüzü



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Taşkın erken uyarı sistemleri, yağış tahminleri ve su akışlarının izlenmesinin yanı sıra havzaların modellenmesine dayanmakta ve taşkınlara neden olan hidrolojik, meteorolojik ve fizyolojik etkenler incelenmektedir. Taşkın Erken Uyarı Sistemleri (TEUS) ile analizler gerçekleştirilmeli risk belirlenmeli ve bu riske göre taşkın yönetim planları geliştirilmelidir. Özellikle büyük kentlerde taşkın tehlike ve risk haritalarının üretilmesi ve gerektiğinde oluşabilecek diğer afetlere altlık oluşturmalıdır. Bu nedenle taşkın analizleri de deprem de olduğu gibi belirli grid aralığında geliştirilmelidir. Hasar verileri yağışların klasik metotlar ile analiz edilmesi mümkün değildir. Havza analizleri yapılırken depremde olduğu gibi mikro havzalarla beraber aynı sistem içerisinde değerlendirmek suretiyle sonuç üretebiliriz.

5.1.3 Gözlem Ağları

5.1.3.1 Trafik ve çok yönlü kameralar

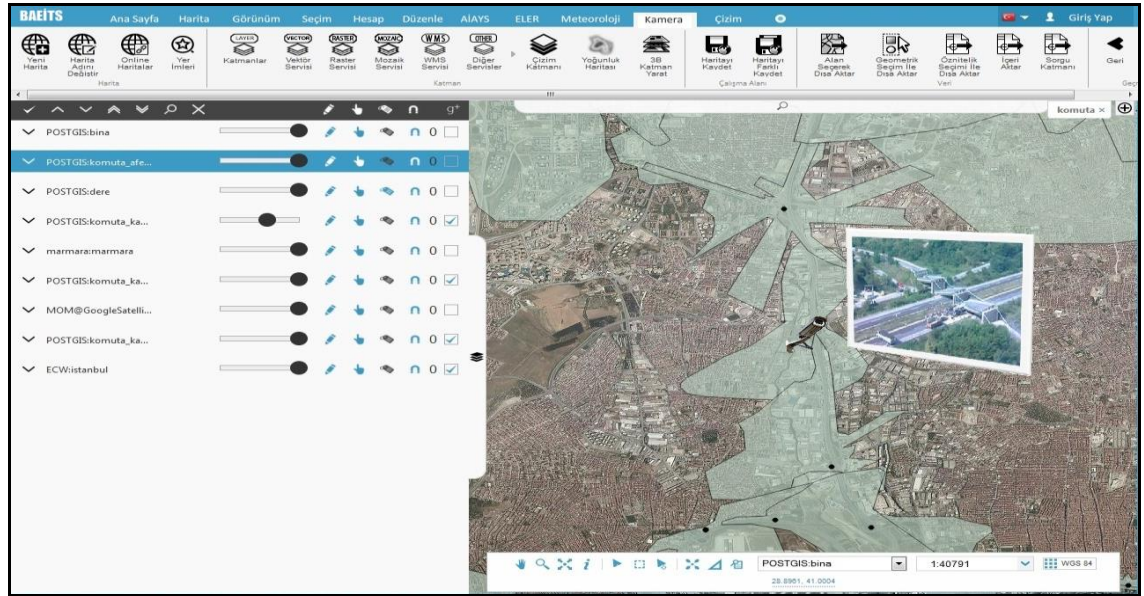
Kent yaşamının sürdürülebilirliği açısından ulaşım, ulaşımın sürdürülebilirliği açısından yollar son derece önemlidir. Buna altyapı ve iletişim hatlarının yolların altlarına yerleştirilmeleri, yollara ayrıca bir önem katmaktadır. Başta deprem ve sel olmak üzere birçok afet yol ağı üzerinde yapısal hasara neden olmakta ve ulaşım ağı üzerinde bulunan ve yaşamsal aktivitelerin devamı için gerekli olan sistemlerin kesintiye uğramasına neden olmaktadır. Ayrıca yollar, afet mahalline ulaşmak için gerekli müdahale ve yardım araç-gereçlerinin ulaştırılması, tahliye ve tıbbi hizmetlerin yerine getirilmesi sağlayacaktır. Bu bakımdan yollarda herhangi bir afet anında yol ağında meydana gelebilecek hasarların gözlemlenerek kontrol edilmesi çok önemlidir.

Kenti oluşturan ve en önemli ulaşım aksını oluşturan yollar birinci derece ulaşım yolları ilan edilmeli ve yol üzerinde gerekli gözlemin sağlanabilmesi için çok yönlü kameralar yerleştirilmelidir. Özellikle köprü ve viyadüklerin yıkılması, itfaiye, ambulans vb. araçların akışını engelleyecektir. Görsel sonuç alınarak ise alternatif güzergâhlar üzerinde değerlendirme yapılabilecektir. Afet alanına ulaşmak için önemli bir fonksiyon gösterecek olan bu yolların açık ya da kapalı olması özellikle müdahalenin ilk saatlerinde son derece önemli olacaktır.

Afetten etkilenmiş alana ve bu alandan dışarıya malzeme ve afetzedelerin taşınması sırasında hangi yollar kullanılacağı afet öncesi yapılan analizler sonucu elde edilecek acil ulaşım yolları, afet olduğu andan itibaren kullanım açısından son derece önemlidir. Arama kurtarma ekiplerinin afet bölgesine hızlı bir şekilde ulaşmaları için kriz merkezlerince ekiplere verilecek bilgiler doğrultusunda açık yollar listesi doğru bir şekilde iletilmelidir. Bu yollar arama-kurtarma ve sağlık ekiplerinin yanı sıra insanların ve araçların hareket alanını oluşturacak ve afet anında kritik rol oynayacak tahliyelerin yapılması sağlanacaktır. Bu nedenle kriz merkezleri elde bulunan imkânlar ile açık/kapalı yolları tespit etmeleri gerekmektedir.

Gelişmiş şehirlerde kurulmuş ve rutin zamanlarda ulaşım sistemlerinin kontrolü için kullanılan kameralar afet anında ulaşım sistemlerinin durumu ve çevresine yönelik afetin yol açtığı etkinin gözlemleyerek tespitinde de kullanılacaktır. Afet bölgesine giriş yollarının açık/kapalı oluşu, şehirlerarası ve şehir içi karayolları, köprüler, viyadükler, tüneller, havaalanları, tren yolları, limanlar ve toplu taşıma sistemlerini (otobüs, raylı sistem, metro vb.) gibi birçok ulaşım sistemi afet anında halkın acil ihtiyaçlarını karşılanması için kullanılabilmesi arz edecektir. Şekil 5.6’da görüldüğü gibi anaarter üzerinde köprünün sarsıntı nedeniyle çökmesi, afet bölgesine ulaşmayı engelleyecek, afet bölgesinden tahliyeleri engelleyecektir.

Şekil 5.6: BAEİTS trafik ve çok yönlü kameralar ile etki tespiti



Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Yollarda oluşabilecek enkaz, afet bölgesinden kaçmaya çalışanların yaşamış olduğu panik nedeniyle yollarda oluşacak yığılmalardan dolayı aksayan trafik, acil duruma müdahale etmek isteyen ilk ekibe engel olabilecektir. Yaşanacak aksaklıkları kameralar sayesinde gözlemlenmesi gerek müdahale aşamasında gerekse tahliyelerin yönlendirilmesi aşamasında son derece etkili olacaktır. Bunun yanı sıra yüksek yerlere yerleştirilen yüksek çözünürlükte kameralar sayesinde konutlarda meydana gelen yıkıntı ve hasarda gözlenebilecektir. Tüm bunların haricinde kameralar ile yaşanabilecek taşkınların veya büyük boyutlu sellerin boyutunun tespit edilmesinde de ayrıca

kullanılabilecektir. Taşkın Erken Uyarı Sistemlerinin analizleri sırasında kullanılacak verilerden bir tanesi de kameralardan alınan görüntülerdir.

5.1.3.2 Meteorolojik uydu ve radar

Günümüzde her alanda meydana gelen teknolojik gelişmeler meteorolojik alanda da kendini göstererek meteorolojik radarları gelişimini sağlayarak en önemli gözlem sistemlerin başında gelmesini sağlamıştır. İleri teknoloji ile üretilen meteoroloji radarları 150 km yarıçaplı bir oranla hem yatay hem dikey tarama yaparak gerçek zamanlı ve yüksek çözünürlükte meteorolojik bilgi sağlayan aktif uzaktan algılama sistemleridir.

Ülkemizde olduğu gibi dünyanın büyük bir kesiminde yaşanan afetlerin büyük çoğunluğu meteorolojik karakterli afetler oluşturmaktadır. Oluşum sıklığı açısından da son derece sık karşılaşılmaktadır. Bu nedenle gerek gözlem gerekse erken uyarı sistemlerine destek vermek suretiyle zarar azaltma ve hazırlık çalışmalarını desteklemektedirler. Yağışın ne zaman ve nereye yağacağıнын, ne kadar yağacağıнын ve yağış tipinin tespit edilmesi, oluşturacağı etki ile hayatın normal seyrini etkileyebilecek dolu, sel ve fırtına gibi afetlere neden olabilecek durumlara karşı erken uyarı yaparak meydana gelebilecek zararların ortadan kaldırılmasına ya da en az zararla atlatılmasına yardımcı olur. Şiddetli meteorolojik hadiseler ve bu hadiseler sonucu oluşan afetler bağlı can ve mal kayıplarının azaltılması için kısa süreli tahminlerin ve erken uyarıların hazırlanmasında kullanılan en gelişmiş gözlem sistemi olan meteoroloji radarı ve uydu tüm dünyada ve ülkemizde erken uyarı sistemlerinin en önemli ve vazgeçilmez bileşenidir.

Herhangi bir afet anında meteorolojik hadiseler tezahür edebilecektir. Bu nedenle sisteme katmanlar halinde radar ve uydu sistemlerinin entegre edilmesi gerekmektedir. Örneğin bir deprem anında afet bölgesini etkileyebilecek kar yağışı, fırtına vb. durumlar kurtarma faaliyetlerini etkileyebileceği gibi lojistik dağıtımın, tahliyenin ve geçici barınma alanlarının konuşlanmasını da etkileyecektir. Meteoroloji radarları hava kütlelerinin hangi yöne ve hangi hızda hareket edeceğinin tahmin edilmesi yağış tipinin belirlenmesi, nereye, ne zaman ve ne kadar yağış düşeceğinin tespit edilmesi ve gereken erken uyarının yapılması bu durumda son derece önemlidir.

Hava limanları ve uçuş bölgelerinde uçakların kalkış ve inişlerinde uçuş güvenliği açısından büyük önem taşıyan kuvvetli rüzgârların tespit edilmesi ve özellikle yolların kapanacağı düşünülürse yardımların helikopter ve deniz ulaşımı kullanılarak yapılması bu sistemlerin kullanılmasının afet yönetimi açısından önemini göstermektedir.

5.1.4 Afet ve Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi

İster acil durum şartlarında isterse bir afet olduktan sonra afet bölgesinden gelecek olan gerçek hasar bilgilerinin geldiği ve sayısal olarak toplandığı ve interaktif haritalar üzerinde gösterilebildiği Afet ve Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi'nin (AİAYS) afeti görme ve yönetme açısından önemlidir. Bu bilgilerin toplanması oluşabilecek diğer riskleri görme açısından oldukça önemli olmasının yanında bir sistem dahilinde sistematik olarak yapılması da geleceğe envanter oluşturacaktır.

Şekil 5.7: Afet/Acil durum ihbar alma ve yönetim sistemi arayüzü

Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

Araziden gelecek verilerden olayın merkezinin neresi olduğunu saptamasının yanında koordinasyonun nasıl yapılacağı da planlanabilecektir. Örneğin ELER ile yapılacak analizler sonucu elde edilecek görsel sonuçlar AİAYS ile araziden gelecek ve harita üzerine işlenecek ihbarlar ile sonuçların teyit edilmesi sağlanarak afetin yaratmış olduğu etkinin tespitinin doğruluk payının artırılması sağlanacaktır. Ekiplerin araziden kesintisiz haberleşme sistemleri ile gönderdikleri sayısal haritalar üzerinde gösterilen verilerden elde edilecek yoğunluk haritası eğer ELER ile hazırlanan senaryolardan herhangi birine benziyor ise AYM açısından afeti yönetmek son derece kolay olacaktır. Bu aşamada afetlere yönelik yapılan analizlerden elde edilecek tüm sonuçlar afetin etkisinin tespit edilmesi ve afeti yönetebilir bir duruma getirmek için gerekli adımları atmaya sağlayacaktır.

Ayrıca sistem ile gerek afete maruz kalmış vatandaşlar ve ekipler tarafından gelecek gerekse afet sonrası görev için araziye çıkan kurtarma ve lojistik ekiplerin vereceği bilgiler kapsamında kapalı yollar tespit edilecek ve haritalara işlenerek olayın etkisinin görülmesi sağlanmış olacaktır. Hasar tahminlerine göre kısa yol analizleri ile en uygun iş dağıtım analizleri ile ekiplerin yönlendirilmesinde alternatif güzergâhlar değerlendirilmesi de sistem sayesinde olanaklı hale gelmektedir.

AİAYS Olay Monitörü tarafından afet bölgesinden vatandaş, araç ve ekiplerden alınan ihbarın ayrıntı bir şekilde alındığı ve sayısallaştırıldığı bu bölümde alınan ihbarın lokasyona dönüştürüldüğü ve olayın türüne göre farklı semboller ile ifade edildiği olaylar aynı zamanda GIS ortamında afetin yayılımı ve büyüklüğünün görülmesi sağlanarak nerelerin etkilendiği tespit edilecektir. Alınan ihbarlarla ilgili raporlama ve veri sorgulaması yapılabilmektedir. Elde edilen verilerin ışığında sorgulama yapılabildiği gibi sorgu sonucunun interaktif haritalar üzerinde gösterilerek olayların olduğu bölgelere ait afetin oluşturmuş olduğu etkinin gösterilmesi ve bunun yanında aynı afet türüne yönelik gelecekle ilgili tahminlerin de yapılabilmesine olanak sağlamaktadır.

5.2 AFETTE İHTİYAÇ TESPİTİ

Afet ve acil durum anında gerek müdahale için gerekse sonrasında gereksinim duyulacak ihtiyaçlara ait bilgilere ne şekilde ulaşacağı, hangi yöntemin kullanılacağı oldukça önemlidir. Afete maruz kalmış ya da afet riski altında bulunan vatandaşların mevcut ve gelecekle ilgili ihtiyaçları afet öncesi kestirilmeli ve gerekli planlara işlenmeli ve tedarik yoluna gidilmelidir. İhtiyaç tespiti afet öncesi hazırlık kapsamında planlamada gereken yeri almalıdır.

Gerek ELER gerekse diğer sistemler ile afet olduktan kısa süre içerisinde afetin bölgede oluşturmuş olduğu etkinin tespit edilmesi neye ihtiyaç duyulacağını da ortaya koyacaktır. Afet sonrası yapılacak ilk analizler doğrultusunda elde edilecek sonuçlara göre; ölü sayısı, yaralı sayısı, etkilenmiş kişi sayısı, enkaz altındaki kişi sayısı, bina durumu (hasarsız, hafif, orta, ağır hasarlı ve tamamen yıkılmış), yaşamsal hatlara ait mevcut durum ile ilgili bilgiler (su, elektrik, doğalgaz, kanalizasyon hatları, haberleşme ve ulaşım sistemleri), müdahale merkezlerinin durumu (AYM, İtfaiye, Polis karakolu, Hızır acil istasyonları, Hastane vb.), tahliye alanlarının durumu (parklar, okul bahçeleri ve spor salonları), yaklaşan tehlikelerin durumu (operasyonları etkileyen yerel hava şartları, var olan veya potansiyel uzun vadeli sağlığı tehdit eden unsurlar), etkilenmiş bölgenin yakınında müdahale çalışmalarını destekleyebilecek alanlar (rafineriler, petrol hatları, ambarlar, barajlar ve rıhtımlar, kimyasal madde tesisleri) ile ilgili tespitlerin doğru bir şekilde yapılması, ihtiyaçların neler olabileceğini belirleyecektir. Afetin oluşturmuş olduğu etkilerin grid bazında tespit edilmeleri muhtemel ihtiyaçlarında yine belirli bir grid aralığında mı? yoksa mahalle bazında mı? olması gerektiği tespit edilmeli ve planlar bu yönde olmalıdır.

Bir afet anında afetin etkilerinin tespiti çalışmalarında afetin nerde ve ne zam meydana geldiğinin tespit edilmesi nüfus değişimlerini ve günün zamanı, yılın zamanı ve genel olarak hava koşullarına bağlı müdahale önceliklerini etkileyebilecek diğer faktörleri dikkate alınmalıdır. Bir yandan afetin etki alanının belirlenmesine yönelik yapılan çalışmaların ne tür ihtiyaçların gereksinimini ortaya koyarken, bir yandan bu ihtiyaçlar doğrultusunda elde bulunan kaynakların ne kadarına yeteceğinin analizi de hızlı bir

şekilde yapılması gerekmektedir. Analizlerin hızlı bir şekilde değerlendirilmesi ile belirlenen ihtiyaçlar süreç boyunca gözlemlenir ve gerekli güncelleştirmeler anında sisteme işlenmelidir. Değerlendirme sürecinin hızlı bir şekilde gerçekleştirilmesi ihtiyaçların hızlı bir şekilde belirlenmesinin yanında konumlandırma bölgelerinin tespit edilmesine de yardımcı olacaktır.

Afetin hemen akabinde afet ile ilgili değerlendirmelerin doğru bir şekilde yapılması kaynakları etkin bir şekilde kullanılmasının yanında diğer verilecek kararlar içinde son derece önemlidir. Afet öncesi senaryolar kapsamında yapılan çalışmalar doğrultusunda binaları hasar görebilecek afetzedelerin geçici olarak barınacakları alanların afet öncesi belirlenmesi ve planlanması, afet sonrası evleri hasar gören afetzedelerin bu ihtiyaçları çok acil bir şekilde temin edilmesi gerekmektedir. Özellikle en temel ihtiyaçlar olan yiyecek, içecek ve temizlik gibi ihtiyaçların ne kadar olacağının kestirimi yapılmalıdır. Afetzedelerin geçici olarak barındırılacak kamu kurumuna ait binaların tespit edilmesi gerekmektedir. Yetersiz kalmaları durumunda valilik kanalıyla şahıslara ait bina ve tesisler el koyarak afetzedelerin kullanımına açılmalıdır. Bunların afet öncesi belirlenmesi gerekmekte ve gerekirse bu alanların içinde lojistik alanlar oluşturulmalı ve ilk bir, iki gün yetecek kadar yiyecek, içecek depolanmalıdır. Bunun haricinde önceden belirlenen geçici iskân alanları ile ilgili su, yol, elektrik vb. ihtiyaçlar tespit edilmeli ve ilgili kuruluşlarca altyapıları tamamlanmalıdır.

Afetin ortaya çıkarmış olduğu olumsuz etkiler vatandaşlarda meydana getireceği panik ve tedirginliklerin de değerlendirilmesi gerekmektedir. Konutlarında herhangi bir yapı hasarı olmamasına rağmen panik ve tedirginlik nedeniyle konutlarını kullanamayacağı son derece olası bir durum olacaktır. Bu nedenle afetin etkisi ve oluşturduğu şartlar nedeniyle evlerine giremeyen vatandaşlar buldukları bölgelere terk etmeyecektir. Bu sav ile konut alanlarına yakın bölgelerde bulunan parklar, bahçeler veya boş alanlar ile okul bahçeleri ve spor alanlarından oluşan nispeten daha güvenli yerlerde afetin oluşturduğu ilk etkilerin ortadan kaldırılana kadar kısa süreli yaşam alanları önceden planlanmalı ve gerekli hazırlıklar yapılmalıdır. Buralara kısa süre içerisinde yetecek kadar yiyecek, içecek, temizlik ve sağlık önlemlerinde oluşan lojistik malzemelerin yerleştirilmesi gerekmektedir. Bu alanların kullanıma uygunluğunun yanı sıra aile başına

dağıtılabilmesi afet öncesi senaryolar kapsamında seçilecek ilgili afetin oluşturmuş olduğu etkinin tespit edilmesi ve bu etki çerçevesinde etkilenen nüfusun barındırılacak özellikte ve büyüklükte olması araştırılmalıdır.

Gerekli malzemelerin cinsi, miktarı ve nerden temin edilmesinin yanı sıra stoklanacak malzemelerin nereye ve ne kadar stoklanacağı senaryolar ile tespit edilmeli, gerekli planlar doğrultusunda sayısal ortamda gerekli veritabanlarına yazdırılmalıdır. Bu stok alanları ile dağıtımların yapılacağı alanlara malzemelerin nasıl ulaştırılacağı da bu kapsamda planlanmalıdır. Kapasitenin yetersiz kaldığı durumlarda tedarik edilecek malzemelerin nerden satın alınacağı, kalitesi ve kapasitesi afet öncesi göz önüne alınmalıdır. Alınan malzemelerin afet için oluşturulmuş lojistik depolara sevk edilmesi ve buradan istenilen bölgelere gönderilmesi ile ilgili takibin veritabanı mantığı ile sayısal ortamda yapılması gerekmekte, haberleşmenin etkin bir şekilde sağlanması gerekmektedir. İhtiyaç duyulabilecek tüm kaynakların yönetimi CBS haritaları ve kent yönetim sistemleri üzerinden yönetilebilmelidir. Özellikle kritik tesisler ile görev alacak personel ve araçların bulunduğu yerlerin tespit edilmesi afeti yönetme açısından önemlidir. Bunun için afet öncesi planlama ekibi gerekli araç, gereç ve personel gibi kaynaklara ait bilgilerin listesini, bulunduğu yer ve yerlerin haritalar üzerinde gösterilmesi gerekmektedir.

Afet öncesi kaynak, olanak ve gereksinimlerin saptanması için gerekli varsayımsal senaryolar üzerinde çalışarak tespitlerin yapılması gerekmektedir. İhtiyaç duyulacak malzemelerin ve hizmetlerin gerçekçi bir şekilde tespit edilebilmesi için ihtiyaç analizlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Önemli olan afet öncesi her afet türüne ait risklerin görülüp gerçekçi verilerle senaryo analizlerinin gerçekleştirilmesidir. Belirlenen ihtiyaçlara göre ortaya konulacak mevcut kaynaklar birbirleri karşılaştırılmalı eksiklikler tespit edilmeli ve gerekli tedarik süreci başlatılmalıdır. Kaynakların ihtiyaçlara göre planlanması afet sonrası halkın acil ihtiyaçlarına dair talepleri karşılayacaktır. Kamu kaynağı ile karşılanacak bu ihtiyaçların kamu kaynağının yetersiz kalabileceği düşünülerek özel sektörün elinde olan araç-gereç, personel vb. kaynaklar gerekli anlaşmalar yapılarak ihtiyaçların tespit edilmesi sürecinde kapasiteye eklenebilmelidir.

İhtiyaçların tespit edilmesi yönelik yapılacak analizlerde en önemli argüman personel ihtiyacına yönelik yapılacak tespitlerdir. Görev alacak personelinde afetzedede olabileceği gibi kendi yakılarının acil ihtiyaçları ile ilgileniyor olabilecektir. Bu nedenle görev alacak personel belirlenirken yedek personelde mutlaka belirlenmelidir. Afet sonrası görev alacak personel için kritik öneme sahip AYM, itfaiye istasyonları, polis merkezleri, sağlık tesisleri, sığınaklar ve barınaklar, yaralı ve ölülerin toplanma noktaları malzeme depoları, ambar ve antrepolardan oluşan alanlar ile enkaz kaldırma araç ve gereçleri, polis araçları, itfaiye araç ve gereçleri, tahliye edilenleri ve yaralıları taşımak için otobüs ve diğer taşıtlar, haberleşme araç ve gereçleri, acil durum aydınlatma araçları, jeneratör vb. araçların sağlam ve çalışabilir olduğunun teyidinin alınması gerekmektedir. Afetten etkilenmiş olan alana veya bu alandan dışarıya malzeme ve afetzedelerin taşınması sırasında hangi yollar kullanılacak olması da son derece önemlidir. Afet bölgesine ulaştırılacak ihtiyaçların karayolu ile sağlanamaması ya da daha hızlı bir şekilde ulaştırılması gerektiği durumlarda kullanılmak üzere helikopterlerin iniş kalkış yapacağı alanların tespit edilmesi ve gerekli haritalara işlenmesi gerekmektedir.

Analiz sonucu muhtemel ölü sayısına göre afet bölgesine ceset torbası gönderilecek ve uygun yerlere definlerin sağlanabilmesi için yeteri kadar mezar kazılması sağlanacaktır. Kimliklerin belirlenebilmesi veya defin işleminin gerçekleştirilmesi sırasında geçici morgların kullanılması gerekebilecektir. Bunların sayısı kadar nerede konuşlandırılacağı da önemli olacaktır. Bölgeden bölgeye değişen riskler ve ihtiyaçlar yerleşim alanlarındaki yerleşim tiplerine göre değişmektedir. Hızlı durum tespiti için ilk verilerle yapılan analizlerde afetin etkisinin belirlenmesi ve bu doğrultuda ihtiyaçların belirlenmesi sağlanacak, sonraki adımda ise çeşitli bilgi toplanma noktalarından elde edilecek bilgiler ile sonuçlar karşılaştırılacak ve ihtiyaçlar netleştirilecektir. Ne kadar arama kurtarma personeline ihtiyaç duyulacağından tutunda afet sonrası ne kadar kalıcı konutun yapılması gerektiği gibi tespitlerin yapılması ve uygulamaya geçilmesi de etkinin kesin olarak tespit edilmesi sonucunda karar verilebilecektir. Özellikle ilk etapta geçici yerleşim alanlarında geçici barınma faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi için yiyecek, içecek, giyecek, temizlik ve zorunluluk gösteren ihtiyaçların karşılanması aciliyet gerektirmektedir. Ayrıca bu geçici yerleşim yerlerinin afetin türüne büyüklüğüne ve mevsimsel değişimlere göre ihtiyaçları karşılayabilecek düzeyde olmalıdır. Yerleşim

yerleri ile ilgili ihtiyaçların kent bilgi sistemlerini içeren CBS haritalar üzerinde yapılması dağıtımı da kolaylaştıracaktır. Acil barınma ihtiyacı, evi tamamen yıkılan ya da ağır hasar görenlerin yüzde 100, orta hasarlı binaların yüzde 50, hafif hasarlı binalardan kurtulanların ise yüzde 10 yerleştirilebilecektir. Burada önemli olan ihtiyaç duyulabilecek her türlü personel ve malzemenin nereden ve nasıl temin edileceği afet öncesi planlanmalı ve ilgili veritabanlarına yazdırılmalıdır. Sağlık ve tıbbi ihtiyaçların tespit edilmesi de bu kapsamda sağlanabilmelidir. Ne kadar yaralı olduğu ve bunlardan ne kadarının yatarak tedavi görmesi gerektiği, en yakın ve en uygun hastaneye sevkinin sağlanması yine ihtiyaç çerçevesinde ele alınmalıdır. Sistemin muhtemel l sayısı ile ilgili bilgiler doğrultusunda gerekli mezarlık alanlarının belirlenmesi, yetersiz kalınabileceği durumda ise önceden planlanan alanlar satın alınabilmelidir. Aynı anda birçok cenaze ve gömme işleminin yürütülebilmesi için gerekli personel ayrılmalı, buna paralel tabut ve mezar taşı gibi ihtiyaçların da karşılanması gerekmektedir.

Afet sonrası ortaya çıkan enkazın müdahale yollarının ne kadarını kapatacağı arama-kurtarma personelinin afet bölgesine ulaşması açısından önemlidir. Bu durum müdahaleyi geciktirecek bu nedenle buna bağlı ölümler olabilecektir. Hizmetin kesintiye uğramaması için özellikle acil ulaşım yollarında meydana gelen yıkımların oluşturmuş olduğu enkazın tespit edilmesi ve kaldırılması gerekmektedir. Bu yolların açılması için ne türde ve ne kadar araç gerektiği de arama-kurtarma faaliyetlerine başlanabilmesi için önemlidir. Ayrıca arama-kurtarma faaliyetlerinin tamamlanması akabinde l bedenlerin aranabilmesi için enkazın bir an önce kaldırılması gerekmektedir. Ortalama ne kadar enkazın ortaya çıkacağı, nereye taşınması gerektiği ve geri dönüşüm tesislerinin nereye kurulması gerektiği de saptanmalıdır.

Örneğin yaşanan bir deprem sonrasında ne kadar ceset torbası gerektiği, yaralıları için ne kadar ambulans, hekim ve hastane gerektiği, yaralı toplanma istasyonlarının nereye kurulacağı, ne kadar çadıra ihtiyaç duyulduğu, bebek ve hamileler için gerekli aşılama ve bakım alanları miktarının ne kadar olacağı, su miktarı, tuvalet ve duş miktarı, kaç adet acil sağlık paketinin gerektiği, seyyar hastanenin nereye kurulması gerektiği, yaralıları en yakın nereye sevk edilmesi gerektiği vb. gibi sorular cevaplarını bulabilmelidir. Çağdaş gelişmiş ülkeler, afetlerde zarar gören ve mağdur olanların mağduriyetini ortadan

kaldırmak ve gerekli yara sarma faaliyetlerini gerçekleştirmeyi gerektirmektedir. Kaynak yönetimi, mevcut kaynakların ihtiyacı olanlara doğru şekil ve zamanda ulaşmasını sağlama bakımından değerlidir. Bütünleşik afet yönetim anlayışında afetin etkisinin tespit edilmesi ve gerekli müdahalenin etkin bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için temelde çok iyi bir kaynak yönetim sürecini hedeflemektedir.

5.2.1 ELER ile ihtiyaç tespiti

Metodoloji olarak sunulan Bütünleşik Afet Etki ve İhtiyaç Tespit Sistemi, deprem olmadan veya deprem olduktan sonra çok kısa süre içerisinde gerekli analizler gerçekleştirilerek depremin yaratmış olduğu etki tahmin edilebilmektedir. ELER programı ile afet öncesi senaryo depremi veya deprem olduktan sonra gerçek deprem verileri ile hızlıca 5 seviyeli (tamamen, ağır, orta, hafif, hasarsız) yapı hasar analizi yapılarak, can kaybı, yaralı sayısı ve ekonomik kayıplar belirlenebilmekte depremin yaratmış olduğu etki alanı kestirilebilmektedir. Analizde kullanılan bina envanteri ve nüfus bilgileri de dâhil edilerek, olası bina hasar dağılımı haritası ve can kaybı ile yaralanma sayıları belirlenir. Ayrıca elde edilen bu veriler araziden gelen verilerle kıyaslayarak hasarın yayılımı ve şiddeti belirlenerek oluşturmuş olduğu etki alanı kesinleştirilebilmektedir.

Afetin nereleri ve kimleri ne şekilde etkilediği doğru bir şekilde tespit edilirse neye ihtiyaç duyulacağı da o denli doğru bir şekilde tespit edilecektir. Afetin etki alanının belirlenmesi yönelik yapılan analizlerde elde edilen sonuçlar aynı zamanda afet bölgesinde ne tür ihtiyaçların olacağını bir listesini verecektir. Risk analizleri sonucu hesaplanan can kaybı, yaralı sayısı, üstyapı ve altyapı hasarına göre lojistik ihtiyaçlar daha gerçekçi belirlenerek, imkânların doğru kullanılması sağlanabilmektedir. Örneğin tahmin edilen ölü sayısı kadar ceset torbası ve mezar alanı, kimliklerin teşhis edilmesi sürecinde gerekli geçici morglar, yaralı sayısına müdahale edecek sağlık kuruluşu, doktor ve gerekirse seyyar hastane, evleri hasar gören ve kullanılamaz hale gelenler için acil barınma ihtiyacının karşılanması için geçici yerleşim yerleri, yiyecek içecek ve mevsim şartlarına göre giyecek ihtiyacı belirlenecektir. Mevsim şartlarına göre lojistik depoların nerelere kurulacağı ve bu depolarda ne tür yiyecek ve içecek stoklanacağı da bu kapsam

da belirlenecektir. Geçici barınma alanları için oluşturulacak çadır kentlerin yine mevsim koşulları dikkate alınarak kışlık ya da yazlık olarak ihtiyaca göre tespit edilecektir. Eler ile tespit edilen depremin yaratmış olduğu etki ve bu etkiye bağlı olarak ortaya çıkacak ihtiyaçları bir eşitlik üzerine yazmak gerekirse;

Tablo 5.1: Afetin etkisi ve bu etkiye bağlı oluşabilecek ihtiyaçların eşitliği

Etki		İhtiyaç
Ölü	=	Ceset torbası, mezar yeri, morg vb.
Yaralı	=	Doktor, hastane, ambulans vb.
Bina hasarı (insan)	=	Müdahale personeli, tahliye alanı, barınma alanı, yiyecek, içecek, giyecek vb.
Bina hasarı	=	Müdahale personeli, araç-gereç vb. Enkaz kaldırılması için araç, döküm alanı, geri dönüşüm tesisi vb.
....	=

Kaynak: Bu şekil Mehmet Esmer tarafından hazırlanmıştır.

böyle bir eşitlik ortaya çıkacaktır. Bu eşitliğe depremin ikincil etkileri nedeniyle ortaya çıkabilecek etkileri ve ihtiyaçları da eklemek mümkün olabilecektir.

5.2.2 AİAYS ile ihtiyaç tespiti

Sistem, afetin yayılım alanı ve şiddetini belirlenebilmesine yönelik afet anında veya hemen sonrasında vatandaş tarafından veya arazide görevde olan veya göreve çıkan personelin gözlemlere dayanarak elde edilmiş olan verilerin AYM aktarılması ve sayısallaştırılmasını sağlayacaktır. AYM'lere sağlıklı bilgilerin ulaştırılabilmesi ve bunların sayısal olarak kaydedilerek haritalanması, yöneticilerin olaya vakıf olmasının yanında afet bölgesinde oluşan ihtiyaçları tespit edilmesi ve yönlendirilmesi açısından kolaylık sağlayacaktır.

Hızlı, kolay ve etkili yürüyecek bir yönetim, komuta, kontrol ve bilgi akışı sistemleri ile afetin etkisi, yayılımı, müdahale kapasitesi ve ihtiyaçların tespitine yönelik hazırlanan

Afet ve Acil Durum İhbar Alma ve Yönetim Sistemi gibi sistemlerin diğer sistemlerle entegre bir şekilde çalışma olanağı da verecektir. Bu kapsamda araziden gelecek veriler veya talepler karşısında belirlenecek ihtiyaçlar aciliyet, şiddet, büyüklük ve belirli bir değerde anlaşılabilmesi için kriterler belirlemek ve bu şekilde araziden gelen bilgilerin aciliyet önemi ve türüne göre harita üzerinde gösterilebilecek ve ihtiyaçlar bu aciliyete göre dağıtılabilecektir. Gelecek bilgiler doğrultusunda ne kadar arama kurtarma personeli, ambulans ve ilkyardım ekibinin sevk edileceği bu bilgiler ışığında belirlenecektir. Altyapı hasarı onarımı için ne türde araç ve personele ihtiyaç duyulacağı yine araziden gelecek veriler ışığında AYM tarafından belirlenecektir.

Afet ve acil durumda kurtarma, ilkyardım ve yol bakım gibi faaliyet gösteren birimlerin koordine edildiği merkezlerde bulunan çağrı ve komuta merkezlerine gelen çağrıların kabul edildiği ve sayısallaştırdığı taleplerin farklı komuta merkezlerinde aynı afet sonrası ortaya çıkan duruma bağlı olarak etkilenen nüfusun telefon, telsiz vs. gibi iletişim araçları ile olayın durumu ve kendi durumları ile ilgili bilgilerin bulunduğu ihbarların nokta, güzergâh, alan ve lokasyon bazında interaktif harita üzerinde gösterilerek eş şiddet değerine göre renklendirilmekte afetin yayılımı ve şiddeti hakkında ilk bilgiler elde edilmektedir.

Hasar kayıp sistemlerinden analizler sonucu elde edilen verilerin komuta merkezlerine gelecek çağrılar ve arazide bulunan ekiplerden gelen durum bilgileri ile doğrulanması sağlanmakta bu sayede hasar ve kayıplara ilişkin haritaların dinamik olarak güncel kalması sağlanacak ve bu kapsamda ihtiyaçlarda devamlı olarak takip edilebilecektir. Ayrıca sistem ile gerek afete maruz kalmış vatandaşlar ve ekipler tarafından gelecek gerekse afet sonrası görev için araziye çıkan kurtarma ve lojistik ekiplerin vereceği bilgiler kapsamında kapalı yollar tespit edilecek ve bu kapalı yolların açılması için gerekli olan araç-gereç ve personel gibi ihtiyaçlar belirlenecektir. Gerekirse alternatif güzergâhlar ihtiyacı da bu şekilde tespit edip değerlendirilecektir.

Sistem, koordinasyon görevini üstlenen AYM afete maruz kalmış nüfusun tespit edilmesinde ve miktarına bağlı olarak en uygun kapasitedeki ve yakınlıktaki geçici toplanma alanlarının belirlenmesinde kullanılacak interaktif haritalar aynı zamanda

bölgeye gidecek ihtiyaçlar hakkında yöneticilere fikir vermiş olmaktadır. Sayısal olarak alınan ihbarların lokasyona dönüştürülmesi sağlanarak olayın boyutunun ve sınırlarının GIS ortamında görülmesi, interaktif ve dinamik katmanlar (sel risk haritası, derem risk haritası, meteorolojik radar vb.) desteklenerek bölgenin durumu hakkında görsel algılama sağlanarak ihtiyaçlar bölgenin durumuna göre belirlenebilecektir. Haritalar üzerinde doğru konumlandırılmış olayların boyutlarının görülmesi, müdahalenin ve ihtiyaçların belirlenmesine yardımcı olacaktır.

5.2.3 TEUS ile ihtiyaç tespiti

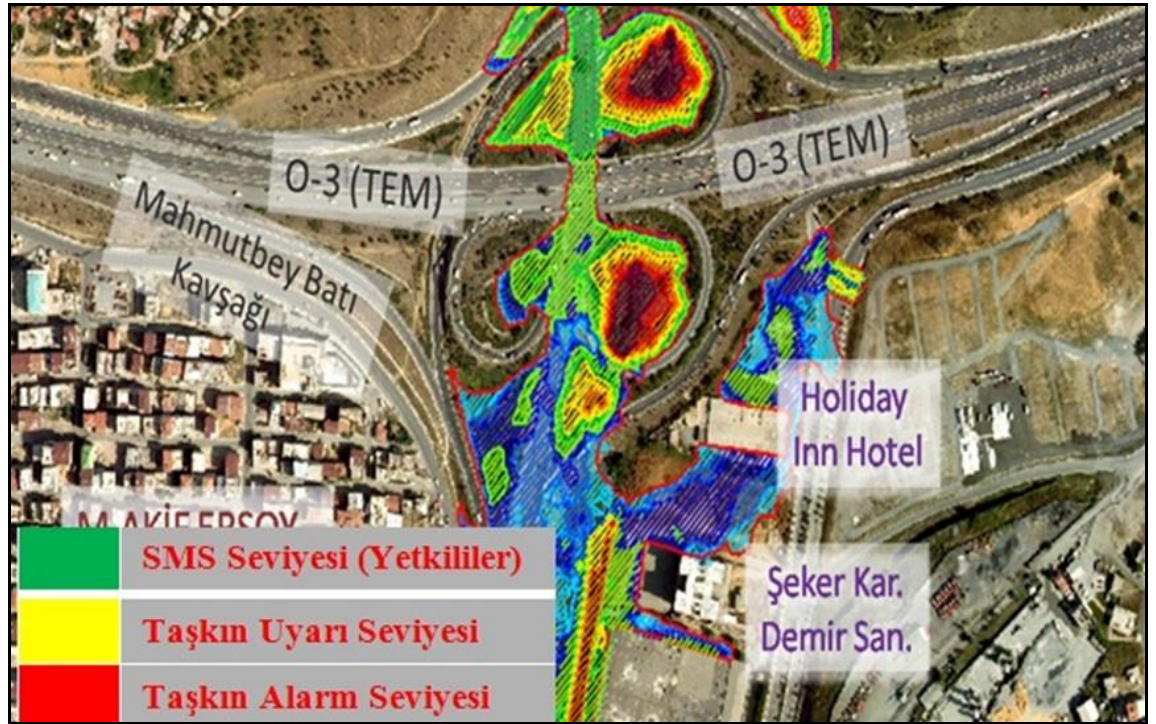
Ülkemizde depremden sonra en büyük can ve mal kaybına neden olan afet türü sel sellerdir. Özellikle akarsu havzalarındaki insan faaliyetlerindeki artış ve çarpık kentleşme nedeniyle hemen hemen her yoğun yağış sonrası taşkınların oluşturmuş olduğu olumsuz sonuçlarla karşılaşmaktadır. Gelişmemiş veya gelişmekte olan şehirlerde yaşanan bu olumsuzlukların önüne geçmek maksadı ile geliştirilen Taşkın Erken Uyarı Sistemleri, yağış tahminleri ve su akışlarının izlenmesinin yanı sıra havzaların modellenmesi ve taşkınlara neden olan hidrolojik, meteorolojik ve fizyolojik etkenler incelenmektedir. Bu sistem ile taşkın riski, seyri ve yönetilmesine yönelik çalışmalar kapsamında muhtemel taşkınların önceden tahmin edilmesi ve farklı tekerrür aralıkları için taşkından etkilenecek alanların belirlenmesi mümkün olabilmekte, böylece taşkın öncesinde gerekli tedbirler alınabilecek ve taşkın esnasında etkin müdahale imkânı sağlanabilmektedir. TEUS ile meydana gelebilecek taşkınlar saatler öncesinde tespit edilmekte ve ilgililer haberdar edilerek gerekli tedbirleri almaları sağlanarak, taşkın bölgesinde yaşayan vatandaşların uyarılması ve tahliye edilmesi sağlanarak muhtemel can ve mal kayıpların en aza indirilmesi sağlanmış olmaktadır.

Su seviyesi, akarsu debisi ve yağmur gözlemlerinin yanısıra meteorolojik sistemlerden alınan gerçek zamanlı iklim verilerini kullanarak çalıştırılan TEUS modülleri, gerçek zamanlı ve tahmini radar ve uydu yağış verileri ile desteklenerek sisteme girilen tüm veriler ile havzaların kanal ağındaki akış ve su seviyelerini hesaplamaktadır. Hesaplanan veriler dinamik ya da önceden üretilen sel haritalarının seçilmesi için kullanılır (Şekil 5.8). Tahmin edilen ya da gözlemlenen sel riski için otomatik uyarı mesajı

göndermektedir. Sistem, hidrolojik bazlı akışları hesaplar, bu akışların basit rotasını çıkarır ve hem gözlenen hem de tahmini verilerin grafiksel ve çizgisel çıktılarını sağlar.

Taşkın erken uyarı sistemi, taşkına maruz kalacak alanda yaşayan insanların bu bölgelerden tahliye edilmesi, taşkınları engelleyecek kum torbaları gibi ihtiyaçların belirlenmesine olanak sağlayacaktır. Tahliye edilenler için acil barınma alanlarının oluşturulması ve gereken lojistik ihtiyaçlar taşkın alanında kalan nüfusa oranı ile tespit edilip gerekli ihtiyaçlar tedarik edilebilmektedir. Gerekli kurtarma ve tahliye çalışmalarının gerçekleşmesi için ne kadar personel ve ne türde araç-gereçe ihtiyaç duyulacağı sistem dâhilinde taşkın alanı sınırları kapsayan alanda belirlenmelidir. Ayrıca gerekli su tahliye çalışmaları için personel, su tahliye ve ikmal aracı, kurtarma aracı, kombine kanal açma ve temizleme aracı, motopomp (su tahliyesi için), kum torbası, elektrikler kesik olacağı için jeneratör ve oluşan çöplerin toplanması için çöp torbası vb. nelere ihtiyaç duyulabileceğinin listesi de oluşturulabilecektir.

Şekil 5.8: TEUS analizi sonucu oluşan taşkın seviyeleri



Kaynak: <http://www.ibb.gov.tr/sites/akom/Documents/SELveTASKINUYARISISTEMI.ppt>

Taşkın Erken Uyarı Sistemi (TEUS), taşkın tahmini yapılırken güvenilir olan son on iki saatlik meteorolojik verileri ve ölçümleri kullanarak, bir ile üç saat öncesinden uyarılarını gerçekleştirebilmekte ve kriz planlarının devreye alınmasına olanak tanımaktadır. TEUS'tan gelecek uyarılara göre sele maruz kalacak kesimlerde önlem alınması ya da boşaltılması, havza alanında sele maruz kalacak alanda harita üzerinden gerekli poligonların çizilmesi ve poligon içinde kalan risk gruplarının tahliye edilmesi gerekmektedir. Poligon içinde kalan alanda ne kadar bir nüfusun olduğu veritabanından alınabilmekte ve bu veri üzerinden ihtiyaç tespiti yapılabilecektir. Kentin planlanması aşamasında ihtiyaç duyulacak olan kent imar planlarının yapımında sistemden faydalanılacaktır. Akarsu yatakları içerisinde suyun kabarmasına neden olan, akım rejimini değiştiren bent ve köprü ayakları ve benzeri tesislerin yapılmasının önlenmesi sağlanacaktır. Islahı yapılmamış akarsu yataklarının neresinde taşkın barajları ve sel kapanlarının yapılması planlanabilecektir. Tüm bu ihtiyaçlar taşkın erken uyarı sistemleri ile yapılan etki tespitinden alınan veriler doğrultusunda sağlanacaktır.

5.2.4 BEUS ile ihtiyaç tespiti

Sistemde kullanılacak ve buzlanmanın oluşturabileceği olumsuz etkileri tespit edecek olan Buzlanma Erken Uyarı Sistemi, özel olarak hazırlanmış algoritmalar ile standart hava istasyonlarının elde ettiği bilgilere ilave olarak yüzey bilgisi, asfalt sıcaklığı, rutubet, tuz ve kimyasalların oranı, yol yüzeyindeki sıvının donma sıcaklığı ve asfalt durumunun ilerleyen saatlerde ne olabileceği gibi bilgileri üreterek yağış ve buzlanmanın ulaşım ağı üzerindeki olumsuz etkilerinin tespit edilmesi sağlanarak yetkililerin uyarılması ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlıyor.

Yılın çok kısa bir süresine tekabül eden bu durum oluşturmuş olduğu etkiler nedeniyle can kayıplarına ve büyük maddi kayıplara neden olabilmektedir. Yollardaki buzlanma ve donmayı önceden tespit etmeye yarayan ve erken uyarı sistemleri içerisinde yerini alan bu sistem, olumsuz etkilerin oluşmadan sistemin vereceği bilgiler doğrultusunda tuz ya da solüsyona mı? ihtiyaç duyulabileceğini belirterek olumsuzlukların önüne geçilmesine olanak sağlamaktadır.

Yollarda, çiy, kırağı ve kar yağışlı günlerde oluşabilecek ve yolun kaygan bir hal alması nedeniyle etkilenebileceği bu nedenle ulaşımda kazalar ve kesintiler meydana gelebilmektedir. Çoğu kez can ve mal kaybına neden olan bu durumlarda bazen trafiğin tamamen durmasına neden olabilmekte ve büyük zararlara sebebiyet vermektedirler. Bu nedenle ulaşımın sağlandığı ana arterlerde buzlanma nedeniyle oluşabilecek olumsuz koşulların önceden belirli gözlem ve ölçümlere dayanarak tahmin edilmesi ve gereken önlemlerin zamanında alınması gibi gerekli erken uyarının yapılmasına olanak tanıyan sistem, ekiplerin müdahale şeklini ve ihtiyaçların belirlenmesine yardımcı olarak olumsuz koşulların afete dönüşmesini engelleyecektir.

Deprem ya da başka bir afet anında da yaşanabilecek bir hadise olan buzlanmanın ulaşım akslarında meydana getireceği aksamaların gerek arama-kurtarma ve ilkyardım görevinde bulunacak ekiplerin gerekse tahliye ve lojistik destek faaliyetlerin de afet bölgesine ulaştırılması/uzaklaştırılmasını engelleyerek afetin boyutlarının büyümesine sebebiyet verebilecektir. Sistem sayesinde buzlanmanın nerelerde ve ne zaman başlayacağı önceden belirlenebilmekte, SMS ve internet vasıtası ile ilgililere iletilmek suretiyle ne tür bir kimyasalın (tuz, solüsyon) kullanılacağı ve hangi türde kar küreme aracının kullanılacağına karar verilebilmektedir. Ayrıca sistem, kimyasal doğru zamanda ve yeterli miktarda kullanılması gerektiği ile ilgili uyarılarda yapmaktadır.

Buzlanma Erken Uyarı Sistemi (BEUS) yazılımı, 7 gün / 24 saat esası ile gerekli gözlem ve ölçümlerin gerçekleştirilmesi ve operatörü en az üç saat önceden uyarırken, otomatik olarak GSM ile yetkili kişilerin cep telefonuna mesaj yollayarak durum hakkında bilgi vermektedir. İlgili parametrelerin ölçüm aralığı dakikalık olup oluşması muhtemel buzlanma üç saat öncesinde tahmin ederek ilgililere bildirmekte ve ilk bilgilendirmeden sonra son kırk beş dakika da olumsuzluklar oluşmaması için ekipler sevk ve idare edilerek zaman kaybı ve gereksiz malzeme kullanımı da engellenmektedir. İhtiyaca yönelik araçların araziye sevkı sağlanmakta ve nerede konuşlanacakları belirlenebilmektedir. Kimyasal kullanımının ardından sistem kimyasal kullanımı sonucu buzlanmanın ortadan kaldırdığı ile ilgili ilgililere SMS yolu ile bilgi de vermektedir. İhtiyacın yönelik gerekli tuz ve solüsyon miktarının belirlenmesi kötü hava koşullarıyla

mücadelenin yanında maliyetin düşmesine ve etkinliğin artmasına da olanak tanımaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ülkemiz kurulduğundan beri dönem dönem afetlere maruz kalmış ve acı sonuçları ile yüzyüze kalmıştır. Özellikle günümüzde belli başlı nedenlerden dolayı afetlerin oluşturmuş oldukları etkiler gittikçe artmaktadır. Bu etkiler insan hayatına direk etki etmekle beraber her türlü mala zarar vererek hayatın normal seyrini de etkilemektedir. 1999 yılında meydana gelen Marmara Depremleri bu acı gerçeği tüm çıplaklığı ile göstermiştir. Gerek koordinasyon gerekse başka nedenlerden dolayı yaşanan aksaklıkların önüne geçmek için milat olarak kabul edilen bu depremler, ülkede afet yönetimine bakışı değiştirmiştir. Günümüze kadar birçok çalışma yapılmış olmasına rağmen çalışmalar yerel düzeyde ve teknolojiden uzak kalmıştır. Gelişmiş Dünya ülkeleri afet yönetimi anlayışında teknolojinin yerinin gittikçe önem kazandığını ve afet yönetiminde süreçlerin tümünde gerekli olduğunu göstermişlerdir. Afet olmadan neler olabileceğinin kestirimi ve bertarafı, afet olduktan sonra ise müdahalede etkinlik kazandırması adına teknolojinin tüm imkânlarından yararlanmanın gerekliliğini göstermiştir.

Doğal afetlerin ortaya çıkması engellenememekle beraber ortaya çıkan risklerin gerekli tedbirler alınarak en aza indirilmesi mümkündür. Kadercilik anlayışı veya afetlerin fitratında var anlayışı ne yazık ki yönetimlerin risklerin azaltılması yönünde adım atmasını engellemektedir. Afet anında meydana gelecek kriz durumlarının ortadan kaldırılmasına yönelik yapılan çalışmalar teknolojinin getirmiş olduğu yeniliklerin afeti yönetme açısından son derece önem arz ettiği görülmektedir. Hazırlık aşamasında kaynakların planlanması ve etkin bir şekilde yönetilmesi teknolojinin gelişmesiyle elde edilen bilgi sistemlerinin kullanımını kaçınılmaz kılmıştır. Özellikle her bilginin coğrafi konumunun taşıdığı önem ve karar almadaki etkisi nedeni ile CBS tabanlı kent yönetim bilgi sistemlerinin afet alanında kullanımı birinci derecede önem kazanmıştır.

Son dönemde afet risk çalışmalarına önem verilmiş olsa da çoğu zaman risklerin tamamen ortadan kaldırılması mümkün olamamakta bu nedenle kriz yönetimine de yeterince önemin verilmesi gereğini de doğurmaktadır. Bu nedenle Metodoloji olarak

sunulmaya çalışılan sistem gerek afet öncesi çalışmalara gerekse afet sonrası çalışmalara ışık tutması açısından etkin bir afet yönetimi sunması amaçlanmaktadır. Etkili bir afet ve risk yönetim sistemi ise kaynakların önceden bilinmesine, planlanmasına ve yerinde hızlı bir şekilde kullanılmasına bağlıdır. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi gelişmekte olan ülkemizde CBS kullanarak oluşturulan kent bilgi sistemlerinin afet yönetiminde de aktif olarak kullanılması ile afet anında hasar gören bir binada kaç kişinin olacağı ve bunlara ait kimlik bilgilerinin anında elde edilebilmesi kurtarma çalışmalarına kolaylık sağlayabileceği gibi ihtiyaçların belirlenmesinde de önemli rol oynayacaktır.

Afetler genelde yerel nitelik taşıyor olsa da sonuçları ulusal boyutta olabiliyor. Kalkınmanın önündeki en büyük engellerden biri olan afetler bu bakımdan farklı bir bakış ve disiplinler arası bir yaklaşım ile ele alınmalıdır. Bu bakımdan CBS, afetlerin bir arada ele alınması için iyi bir araçtır. Teknolojinin gelişimi, kullanıcı sayısındaki artış, maliyetlerin artması ve teknolojik yenilikler afet yönetiminin ihtiyacı CBS tabanlı web servisleri ve web uygulamalarını kullanma gereği ve zaruretini doğurmuştur. Farklı kurum ve kuruluş tarafından üretilen ve gerek afet öncesi çalışmalarda gerekse afet sonrası çalışmalarda ortak kullanıma olanak tanımaktadır. Risklerin saptanması ve gerekli önlemlerin alınmasında teknolojinin olanakları ile teknik olarak mümkün olacaktır. Ayrıca kentsel alanların geniş alanları kapsamaları kullanılacak verinin de büyümesine neden olmuştur. Gerek bu kadar çok verinin toplanması gerekse kısa sürede analiz edilmesi teknolojinin kullanılması gerekliliğini doğurmaktadır.

Tasarlanan sistemde bilgi sistemlerine ek olarak kullanılacak kent yönetim sistemlerinin acil durum sonrası müdahale planı içinde ihtiyaç duyulacak bilgilere ulaşmak için hangi yöntemin kullanılacağı gibi son derece önem arz eden bir sorunsalın önüne geçmek adına önemlidir. Çünkü etkili bir müdahale için olay meydana gelmeden önce kaynak tahsisi ve dağıtımının nasıl yapılacağına planlanması gerekmektedir. Kritik tesislerin yerleri kadar afet öncesi müdahale personelinin yerleri ile afet olduktan sonra afetin olduğu bölge içindeki yoğun nüfus bölgeleri veya yaşamsal hatların hasar gördüğü yerler gibi acil müdahaleye öncelik duyulacak alanların dağılımı krizin yönetimi açısından önemlidir. Afetin yetki bölgesindeki etkileri değerlendirmek, yapılacak analizlerde

kapasitenin kullanımı ile ihtiyaçların tespit edilmesi, halkın acil ihtiyaçlarının ne kadarını karşılayacağı gibi cevapları bulmak son derece önemlidir.

Bu tür projelerin devamlılığı verinin üretilmesinden sorumlu kurum ve kuruluşlar tarafından verinin güncel tutulmasına bağlıdır. Farklı kurumların üretmiş olduğu ve kent yaşamının idame edilmesi için kullanılan coğrafi verilerinin adres verisi ile eşleştirilmeleri ve güncel tutulmaları işleri kolaylaştıracadından afet yönetimi için oldukça önemlidir.

Planlama ekibi tarafından müdahale aşamasında kullanılacak olan mevcut kaynaklar, araç ve gereçler ile birlikte bunların bulunduğu yer veya yerlerin bir listesini hazırlaması ve haritalara işlenmesi gerekmektedir. Afet ncesi senaryolar kapsamında oluşacak muhtemel etki ve ihtiyaca göre mevcut kaynakların ne kadarını karşılayacağı gereksinimlerle karşılaştırılmalıdır. Eksiklikler ve yetersizlikler ortaya konulmalı ve bunların nasıl ve nereden temin edileceği belirlenmelidir. Bu çalışmaların yapılması esnasında kaynakların ve ekiplerinde afetten etkilenebileceği dşnlmeli, afet anından itibaren afetten etkilenip etkilenmediği ek edilmelidir. Hazırlanan senaryolar sonuçları ile halka sunulmalıdır.

Metodoloji olarak sunulan projenin en önemli dezavantajı projede kullanılacak verinin işlenmesine ve yönlendirilmesine olanak sağlayacak coğrafi bilgi sistemlerinin Türkiye Şartlarında yeterince kullanım alanı bulamamasıdır. Büyükşehir belediyelerinin yanı sıra bazı belediyeler dışında henüz yaygın bir kullanım alanına sahip olmamasının temelinde çok çeşitli sorunlar yatmaktadır. Bunların başında yeterince yetişmiş uzman personelin bulunmaması, yazılım maliyetinin yüksek olması ve teknik açıdan ortaya çıkan eksiklikleri sayabiliriz.

Farklı türde kurumların yapmış oldukları sistemsel yazılımların açık kaynak kodlu olması benzer türdeki yazılımların geliştirilmesinde maliyetleri kısacaktır. Fakat teknolojinin devamlı gelişmesi ve gelişmeye paralel personelin kendini geliştirmemesi ve sık sık personel değişimi, örgütsel gelişim, gelişimin sınırlarını negatif yönde etkilemektedir. Bürokratik engeller nedeniyle kurumların üretmiş olduğu verileri

paylaşma noktasında oluşturulan engeller projenin önünde engel oluşturmaktadır. Afetin yönetilmesinde ve sistemin kullanımında aktif olarak görev alacak afet yöneticilerinin farklı, sistemin yazılımında görev alan personellerin (programcı, yazılımcı, sistem uzmanı vb.) farklı kişilerden oluşması sistem için bir dezavantaj oluşturmaktadır. Ayrıca farklı kurum ve kuruluşlar tarafından üretilen ve sistem için gerekli olan verilerin sistem tarafından algılanması ve kullanılmasına yönelik dil birliğinin sağlanması ve coğrafik veriler ile ilişkilendirilmesi zor bir süreç gerektirebilmektedir. Kurumların üretmiş oldukları ve önem arz eden verilerin farklı kurumlar tarafından kullanılmaya açılmasının yaratacağı güvenlik açığının, mülkiyet haklarının ve gizliliğinin özellikle dikkate alınması gerekmektedir.

AYM'lerde görev yapan personelinde afete maruz kalabileceği unutulmamalıdır. Bu nedenle sistem olabildiğince insandan bağımsız olması düşünülse de sistemin başarısında insan faktörüne gözartı edilmemelidir. Sistemin hasar görmesi ihtimaline karşı sistemin otomatik çalışabiliyor olmasının yanında herhangi bir aksaklık karşısında manuel kullanılabilmesi gerekmektedir. Bu nedenle sistemin kullanılması ve ortaya koyacağı sonuçların değerlendirilmesi son derece eğitilmiş personellere ihtiyaç duyulabilecektir.

Erken müdahale veriye ulaşma süresine bağlıdır. Bu nedenle kurulacak sistemin en önemli özelliği istenilen veriyi kolay ve hızlı şekilde elde edilmesini sağlamalıdır. İstenilen veriye istenilen süre içerisinde ulaşmak aynı zamanda akılcı karar alması için yöneticiye gerekli zamanı verecektir. Bu nokta CBS'nin kullanımı zorunlu kılmaktadır. Ayrıca CBS, hızlı ve etkin bir teknoloji sunmakla beraber kentsel tüm faaliyetlerin planlanmasını belirli bir program dâhilinde sunmakta ve teknolojik gelişime desteklemektedir. Sistemin en önemli kazanımlarından bir tanesi afet olduktan çok kısa süre içerisinde analizlerle ortaya çıkan durumun haritalar üzerinde gösterilebilmesine olanak tanınmasıdır. Ayrıca uygulamanın mobil platformları da desteklemesi, saha çalışmalarını kolaylaştıracaktır. Yöneticilerin ve karar vericilerin kararlarını almalarında görsellik sağlanarak yanlış karar almaların önüne geçmenin yanında halkın kullanımına sunularak oluşabilecek muhtemel karmaşanın ortadan kaldırılmasını sağlayacaktır.

Afet öncesi oluşturulacak senaryolar çerçevesinde yapılacak risk azaltma çalışmalarına yön vermesi açısından önemli olan bu sistemin afetin hemen akabinde afet verileri ile yapılacak analizler doğrultusunda etkinin tespit edilmesine ve müdahalenin şekillenmesini sağlayacaktır. Afet sonrası müdahale kadar önemli olan ihtiyaçların belirlenmesi ve lojistik planların devreye alınması kapasitenin verimli ve etkin bir şekilde kullanılması sağlanacaktır. Afet öncesi senaryo verileri ile yapılacak analiz sonuçlarının halka paylaşılması ve bu sonuçlar üzerinden aynı zamanda eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi aynı zamanda halkın görmediği şeye inanmamasının önüne geçerek değişimin gerektiğinin ifade edilmesi kolaylaşacaktır. Yazılı afet planlarının görselleştirilmesi sağlanarak halkın bu planların anlama seviyesinin yukarıya çıkarılması tatbikatlara katılımın artırılması sağlayabilecektir.

Afet yönetimi çok geniş kapsamlı bir yönetim tarzını gerektirdiği bu nedenle farklı tipte birçok verinin aynı anda işlenmesi ve analiz edilmesini gerektirmektedir. Verilerin işlenmesi aşamasında hızlı ve kolay kullanılmasına, ayrıca sonuçlarının güvenilir olması bakımından da CBS tekniklerinin kullanılmasını gerektirmektedir.

Sistemin başarısı farklı afet türlerine ve derecelerine göre afet öncesi oluşturulacak senaryoların geliştirilmesine bağlıdır. Ortaya çıkan sonuçlara göre gerekli önlemlerin alınması zarar azaltma faaliyetlerinin zamana bağlı olarak gerçekleştirilmesi gereklidir. Afetin ilk dakikalarında afete dair bilgilerin netleşmesine kadar bu bilgiler doğrultusunda müdahalenin gerçekleşmesi, karar vericilerin ne yapılmasına yönelik kaosu da ortadan kaldıracaktır. Araziden gelecek veriler ile afetin boyutunun netleşmesi sağlanacak, afet öncesi hazırlanan senaryolarla kıyaslanarak hangisine benziyor ise o senaryo için hazırlanan planların devreye alınmasına olanak tanıyacaktır. Bu da planlama için füzuli zaman kaybını ortadan kaldıracaktır. Araziden gelecek veriler ile ayrıca planların revize edilebilmesi sağlanacaktır. Yapılan tüm bu tespitlerin CBS ortamında haritalanması, olayların algılanmasında görsellik sağlayarak kavranması açısından son derece önemlidir. Bu nedenle sistem nazarında CBS'nin sağlamış olduğu teknolojik yenilikler oldukça önemlidir.

Sistem afet öncesi çalışmalara destek vermekle beraber afet sonrası yapılacak çalışmalara da yön verecektir. Afetlerin oluşturacağı/oluşturmuş oldukları etkileri tespit etmek için kurulan sistemler sadece ortaya çıkan afeti göz önüne almakta oluşturacağı etki nedeniyle ortaya çıkabilecek zincirleme ve ikincil etkiler göz artı edilmektedir. Her ne kadar afet türlerine ait tahminler farklı bilimsel yöntemler ve farklı metotlar kullanılarak analiz edilse de sonuçların aynı platform üzerinde gösterilmesi bütünlük risklerin görülmesi açısından önemlidir. Karar verme sürecini etkileyerek stratejik kararların alınmasında etkinlik sağlanacaktır.

İnternet kullanımının artması, akıllı telefon ve tablet bilgisayarların da günlük hayatımıza girmesi kurumlarda çalışan ve özellikle arazide görev yapan personelin istenilen veriye rahatça ulaşmasına, verilerle çalışabilmesi ve araziden istenilen verileri başka noktalara ulaştırabilmeleri yaşanabilecek aksaklıkların önüne geçilebilmektedir. Özellikle ihtiyaç duyulabilecek coğrafi veri veya haritaların internet ortamında sunumu ile gerekli erişimin kolay ve hızlı bir şekilde olması sağlanabilecektir. Bu sayede arazide yapılan çalışmaların merkezlere gitmeden arazi ortamında güncellenmesi de sağlanabilecektir. Yıkılmış veya hasar görmüş bina, kapalı yollar vb. veriler anında güncellenebilecek, bölgenin o anki gerçek görüntüsü anında merkezlere gönderilebilecektir.

Metodoloji olarak sunulan sistemin afet yönetiminin her aşamasında bir karar destek sistemi olarak kullanılabilir. Metodolojini proje aşamasına dönüşmesi ile afet riski teşkil eden kentsel alanlar için kullanılabilir. Ülkemizin büyük bölümünün afet riski altında olduğundan projenin kamu kurumları tarafından uygulanması aşamasında yazılımın açık kaynak kodu ile yazılması kamu kurumlarının projeyi kullanma aşamasında kaynak israfını önleyecektir. Oluşturacağı çıktılar gerek karar vericileri gerekse halkın gerekli önlemler alma noktasında ikna olmaları açısından etkili olacaktır. Sonuçların CBS ortamında bütünlük olarak sunulması hedeflenmelidir. Özellikle ülkemizi en fazla etkileyen afetler ve bu afetlerin oluşturmuş oldukları etkileri saptamaya yarayan programlarla ilgili literatür taraması yapılarak sistemde kullanılması gerekebilecek programlara yer verilmiştir. Metodoloji olarak sunulan ve afetin etkisi ve ihtiyacın tespitine yönelik bütüncül bir yaklaşımla afetlerin bütüncül bir tarzda ele alınarak yönetilmesi arzu edilmektedir. Metodoloji olarak sunulan sistemin

projelendirilmesi ve farklı afet riskleri barındıran bir pilot bölgede uygulanması ve geliştirilerek ülkede afet riski barındıran tüm kentsel alanlarda kullanılması son derece önemli olacaktır. Bu ve benzeri sistemlerin geliştirilerek risk teşkil eden tüm bölgelerde kullanılması, gerek merkezi yönetime gerekse yerel yönetimlere kanunların kendilerine tevdi etmiş olduğu görevler çerçevesinde uygulama alanı bulması, planlara şekil vermesi ve koordinasyonun sağlanması açısından daha gerçekçi olacaktır.

KAYNAKÇA

Kitaplar

- Akdur, R., 2001. Afetlere Hazırlık ve Afet Yönetimi, Afetlerde Sağlık Hizmetleri Yönetimi T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, TAKAV Matbaacılık, Ankara, ss.1-62
- Deprem Şurası 2004, Kurumsal Yapılanma Komisyonu Raporu, T.C. Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Komisyon Raporları: Ankara. Temmuz 2004.
- Ergunay, O., 2002. Afete Hazırlık ve Afet Yönetimi, Ankara: Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi Yayını. ss.6-7
- Ergünay, O., 1996. “Afet Yönetimi Nedir? Nasıl Olmalıdır?”, TÜBİTAK Deprem Sempozyumu Bildiriler Kitabı, 15-16 Şubat 1996, ss.263-269.
- Ergünay, O., 2009. Afet Yönetimi: Genel İlkeler, Tanımlar, Kavramlar. Afet İşleri Eski Genel Müdürü. ANKARA
- Kadioğlu, M. 2011. Afet Yönetimi “Beklenilmeyeni beklemek, en kötüsünü yönetmek”, T.C. Marmara Belediyeler Birliği Yayını, Yayın:65 ss.49-53.
- Kadioğlu, M., Özdamar E., 2008. Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri, ANKARA: JICA Türkiye Ofisi, Yayın No: 2, Mart 2008, s.126, ss.305-310.
- Kadioğlu, M., 2008: Modern, Bütünleşik Afet Yönetiminin Temel İlkeleri; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”; ss. 1-34, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.
- Kadioğlu, M., 2008: Sel, Heyelan ve Çığ için Risk Yönetimi; Kadioğlu, M. ve Özdamar, E., (editörler), “Afet Zararlarını Azaltmanın Temel İlkeleri”; ss.251-254, JICA Türkiye Ofisi Yayınları No: 2, Ankara.
- Şahin, N., 2009. Afet Yönetimi Ve Acil Yardım Planları. Afet Sonrasına Yönelik "Afet Merkezleri" Planlaması. TMMOB İzmir Kent Sempozyumu Bildiriler Kitabı 08-10 Ocak 2009. ss.134-136.
- Şengezer, B., Kansu, H., 2001. “Kapsamlı Afet Yönetimi”, YTÜ Mimarlık Fakültesi Basın-Yayın Merkezi, İstanbul, ss.9-134.

- Yılmaz, A., 2003. Türk Kamu Yönetiminin Sorun Alanlarından biri Olarak “Afet Yönetimi”. Pegem A Yayıncılık, Ankara, Mayıs 2003, ss.23-66.
- Yomralıoğlu,T., Çelik,K., 1994. GIS? , 1. Ulusal Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, 18-20 Ekim 1994, Trabzon, Bildiriler Kitabı, s.21.

Sürelî Yayınlar

- Arca, D., 2012. Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama. Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi, Sayı 2. Zonguldak. s.53-61
- Duman, T.Y., T. Çan, Ö. Emre, Ş., 2011."1:1.500.000 ölçekli Türkiye Heyelan Envanteri Haritası," MTA Özel Yayınlar Serisi-27 Ankara.
- Erbaş, M., Alkış, Z., 2005. Web Tabanlı Veri Düzenleme ve Etkileşimli Harita Sunumu Uygulaması Hrt.Gn.K.lığı, Harita Dergisi Sayı: 133, Ocak 2005.
- Erdik, M., 2011. <http://www.sabah.com.tr/Yasam/2011/11/10/depremde-dogru-tahminin-sirri-eller>. Kaybımız kaç kişi olacak? Sabah Gazetesi (Erişim Tarihi: 23.02.2014)
- Erdik, M., Demircioğlu, M. B., Şeşetyan, K., Hancılar, U., 2011. Deprem Risk Belirlemesi, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İstanbul Şubesi Aylık Yayın Organı, İstanbul Bülten, Sayı 115, Temmuz-Ağustos 2011, s.8.
- Ergünay, O., 1999. "Acil Yardım Planlaması ve Afet Yönetimi", Uzman Der Dergisi, Yıl: 2, S.7, Nisan-Eylül-1999, s.7, s.12.
- Erkal, T., Değerliyurt, M., 2009. Türkiye’de Afet Yönetimi, Doğu Coğrafya Dergisi, Cilt 14, Sayı 22, 2009.s.152-153.
- Kadioğlu, M., 2005. <http://arama.hurriyet.com.tr/arsivnews.aspx?id=3355155>, Doğal afet sayısı 7 kat arttı peki önlemler ne durumda? Hürriyet Gazetesi. 10.10.2005 (Erişim Tarihi: 03.01.2014)
- İTÜ Kültür ve Sanat Birliği Basın Yayın Kulübü, Deprem Geliyor, arıYORUM, İTÜ Gazetesi, Aralık 2005, S.12
- Türkeş, M., 1999. 'İklim Değişikliği ve Tropikal Fırtınalar', TÜBİTAK Bilim ve Teknik Dergisi, ss. 85-376, Ankara.
- Yalçınar, Ö., 2002: Depreme Dayanıklı Kentler için Coğrafi Bilgi Sistemleri. Gazi Ün. Müh. Mim. Fak. Der. Cilt 17, No 3, s.155

Diğer Yayınlar

- Akyürek, Z., 2013. Taşkın Tehlike ve Taşkın Risk Haritalarının Oluşturulması. Taşkın ve Kuraklık Yönetimi Daire Başkanlığı Hizmet İçi Eğitim Programı. 2-5 Aralık 2013, Afyon.
- Boduroğlu, M. H., 2012. Doğal Afet Yönetiminde Etkinlik Özel İhtisas Komisyonu Raporu. T.C. Kalkınma Bakanlığı Onuncu Kalkınma Planı, 2014– 2018. (Yayınlanmamış).
- Çil, E., Çan, T. Şahnadere (Mersin) Su Toplama Havzasının Heyelan Olası Tehlike Değerlendirmesi. Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 01330 Balcalı, Adana.
- Döker, M. F., v.d., 2010. Afet Ve Acil Müdahale Bilgi Sistemi. "Afet Sonrası Müdahalede UZAL ve CBS teknolojilerinin İstanbul için Önemi", İstanbul'un Afetlerden Zarar Görebilirliği Sempozyumu, 4-5 Ekim 2010, İstanbul.
- Demir, N., 2011. Türk Kamu Yönetiminde Kriz Yönetimi. T.C. İçişleri Bakanlığı Personel Genel Müdürlüğü. Kaymakamlık Tezi. Ankara.
- Demir, S., 2011. Trabzon Afet Bilgi Sistemleri ve Ülkemizdeki Kullanımı. Doğu Karadeniz Bölgesi Heyelan ve Taşkınları Sempozyumu. 10-11 Şubat 2011. Trabzon.
- Doğan, A., 2007. Afet Acil Müdahale Dönemleri İçin İnsangücü Planlaması Yapmak, Atılım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Yönetimi Anabilim Dalı, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara, ss.130-133, s.175.
- Eler Programı İle Dinamik Çalışan WEB Tabanlı Koordinasyon Sistemi Projesi. İBB-AKOM. İSTKA Projesi.2012
- Erdik, M., Kamer, Y., Demircioğlu, M., Şeşetyan, K., 2011. Van Depremi Makalesi. 23 Ekim 2011.
- Erdoğan, S., 2011. Web Servislerine Dayalı Bir Afet Ve Acil Durum Yönetim Sisteminin Tasarlanması: Taşkın Tahmin Ve Erken Uyarı Sistemleri Örneği, TC Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Harita Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, Samsun 2011, s.66.

- Ergünay, O., 2006. Mikrobölgeleme Çalışmaları ve Afet Senaryoları. JICA-İçişleri Bakanlığı Belediye Elemanları için Düzenlenen Zarar Azaltma Eğitimi Kursu. 18-22 Eylül 2006.
- Erhan , S., 2012. Afet-Acil Durum Yönetimine Yönelik Web CBS Çözümleri. İstanbul 2012. <http://sercanerhan.com/wp-content/uploads/2013/01/Afet-AcilDurumYonetimineYonelikWebCBS.pdf> (Erişim Tarihi: 15.03.2014)
- Erkan, E. A., 2010. Afet Yönetiminde Risk Azaltma Ve Türkiye’de Yaşanan Sorunlar, DPT-Uzmanlık Tezleri, Ankara, s.17.
- Ersoy, Ş., 2013. Afet Raporu “Dünya ve Türkiye”, Yıldız Teknik Üniversitesi, Doğa Bilimleri Araştırma Merkezi, s.2.
- Ervan, M. K., 1996. “Deprem Sonrası Acil Barınma Sorunu ve Çözüm Önerileri”, Erzincan ve Dinar Deneyimleri Işığında Türkiye’nin Deprem Sorunlarına Çözüm Arayışları, TÜBİTAK Deprem Sempozyumu, Ankara: TÜBİTAK, s. 305.
- George Boughton., (1997), General guidelines for risk management – An essential part of emergency management. Curtin University of Technology.
- Gökdemir T., 2013. Buzlanma Erken Uyarı Sistemi Uygulamaları ve İstanbul Örneği, T.C.Bahçeşehir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Kentsel Sistemler ve Ulaştırma Yönetimi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul s.44.
- İlter, H. B., Özkeser, İ., 2007. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Afet ve Acil Durum Yönetim Bilgi Sistemleri. TMMOB Afet Sempozyumu 5-7 Aralık 2007 İMO Kongre ve Kültür Merkezi. Ankara.
- İnan, S., 2008. Olası Bir Deprem Sonrasında Zararları Azaltmak İçin Uygulanacak Afet Planlarının Etkinlik Analizi. T.C. Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü Harekât Araştırması Ana Bilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara. ss.24-25.
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM)
<http://www.ibb.gov.tr/sites/akom> (Erişim Tarihi: 27.02.2014)
- İstanbul Taşkın Erken Uyarı Sistemi Projesi (TEUS). İstanbul Büyükşehir Belediyesi Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM), Ekim 2012.

- Kadioğlu, M., 2012. Türkiye’de İklim Değişikliği Risk Yönetimi. Türkiye’nin İklim Değişikliği II. Ulusal Bildiriminin Hazırlanması Projesi Yayını, 172 sf.
- Karancı, A. N., 2008. Deprem Zararlarını Azaltmak ve Hazırlıklı Olmak: Halk Katılımının Önemi, Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi, ODTÜ, Ankara.
- Karaman, H., 2008. Sonuç Bazlı Risk Yönetimi ve Deprem Kayıp Tahmini Analizi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İTÜ, İstanbul.
- Karaman, H., 2009. CBS ve UA ile Afet Yönetimi, HAZUS (HAZARDS US), Ölçme Tekniği Anabilim Dalı. İTÜ. Mart 2009.
- Komendantova, N., Mrzyglocki, R., Mignan, A., Khazai, B., Wenzel, F., Patt, A., Fleming, K. MATRIX Project (New Multi-Hazard and Multi-Risk Assessment Methods for Europe), Deliverable 8.5, January 2014.
- MATRIX - New Multi-Hazard and Multi-Risk Assessment Methods for Europe, <http://matrix.gpi.kit.edu>., Supported by the European Union's Seventh Framework Program (FP7), Aralık 2013.
- Network of Research Infrastructures for European Seismology .Earthquake Loss Estimation Routine.ELER© v3.0 .Technical Manual and Users Guide. Prepared by Bogazici University, Department of Earthquake Engineering.Istanbul, July 2010.s.17
- Özer, Y.E., 2009. Afet Yönetimi. http://kisi.deu.edu.tr/userweb/yunusemre.ozer/AFET_YONETIMI.ppt. (Erişim Tarihi: 08.02.2014)
- Regional Earthquake Shaking and Loss Assessment. Dr. Karin Şeşetyan. Dr. Mine B. Demircioğlu. Dr. Can Zülfikar. Yaver Kamer. And Prof. Dr. Mustafa Erdik. Bogazici Universty, Department of Eartquake Engineering. İstanbul, Turkey. Cost Action C26 International Conference, 16-18 September 2010.
- Serdar Esin ve diğ., 2001. Afetlerde Sağlık Hizmetleri Yönetimi 24-28 Ekim 2000-YALOVA Kurs Notları, yay. Serdar Esin ve diğ., Ankara: Sağlık Bakanlığı. Sağlık Projesi Genel Koordinatörlüğü, ŞUBAT- 2001, ss. 26-27.
- Şahin, M., Ünen, C., ve diğ., N., 2007. İstanbul Afet Bilgi Sistemi Uygulaması. TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri 2007 Kongresi. KTÜ, Trabzon.

- Şahin, M., Karaman, H., Ünen, H. C., 2007. Türkiye için Deprem Hasar Analiz Programı Geliştirilmesi, TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, KTÜ, Trabzon. s.20.
- Şahin, M., Karaman, H., Ünen, H.C., 2011. Türkiye İçin Deprem Risk Analizi Yazılımı Gelişimi: HAZTURK. 1. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı. ODTÜ. Ekim 2011. Ankara.
- Şahin, G., Tecim, V. (2006),“Yerel Yönetimler İçin CBS Tabanlı Risk Planlaması İzmir - Buca Örneği“ Fatih Üniversitesi 4. Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri, İstanbul, 13 – 16 Eylül 2006.
- Şahin, D., Yavaş, Ö. M., 2007. Türkiye’de Çığ Afeti Zararlarını Azaltma Çalışmaları. TMMOB Afet Sempozyumu. 5-7 Aralık 2007 İMO Kongre ve Kültür Merkezi. Ankara, ss. 397-398.
- Şahin, D., 2013. Afet Yönetimi ve Sel Risk Değerlendirmesi-AFAD. Mayıs 2013 3. Ulusal Taşkın Sempozyumu Sunuları. İstanbul.
- Torben Juul Andersen, (2002), Innovative Financial Instruments for Natural Disaster Risk Management.
- Tanyaş, M., Günalay, Y., Aksoy, L., Küçük, B., 2012. İstanbul İli Afet Lojistik Planı Kılavuzu. Lojistik Derneği (LODER). İSTKA.
- T.C.Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü. Orman Atlası s.75 ANKARA – 2013.
- Türkeş, M., 2001. Hava, İklim, Şiddetli Hava Olayları ve Küresel Isınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi: 1: ss.187-205, Ankara.
- Temiz, F. A., Coğrafi Bilgi Sistemleri ile İlgili Yapılan Çalışmalar. AFAD. Planlama ve Zarar Azaltma Dairesi Bilgi İşlem – CBS Grubu.
- Ün, Y., 2013. Türkiye’de Taşkın Gerçeği ve Meteorolojik Erken Uyarı Sistemleri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı. Çevre Şube Müdür V. Nisan 2013, İstanbul.
- Uluslararası Kızılay- Kızılhaç Federasyonu (IFRC), Afet Planları Hazırlama Yönerge Taslağı.

Yeşilkuş, A., 2011. Afet ve Acil Durum Yönetiminde Coğrafi Bilgi Sistemi ve Kent Güvenlik Yönetim Sisteminin Yapılandırılması. 99. Dönem Balıkesir Kaymakam Adayı, s.76.

Yılmaz, G., 2004. “Kentsel Planlamada Bilginin Temsil Problemi: Coğrafi Bilgi Sistemleri İçin Teorik Bir Çerçeve”, 3.Coğrafi Bilgi Sistemleri Bilişim Günleri. İstanbul: Fatih Üniversitesi. 6–9 Ekim 2004

http://www.karsozelidare.gov.tr/ortak_icerik/karsozelidare/cbs/pdf/CBS_NEDIR.pdf (Erişim Tarihi: 21.012.2013).

<Http://www.keele.ac.uk/depts/por/disaters/htm#gov>, 18.02.2005. (Erişim Tarihi: 13.03.2014)

http://www.acikders.org.tr/pluginfile.php/688/mod_resource/content/2/ders_notlari/Unite1_giris_guncel.pdf, (Erişim Tarihi: 11.02.2014)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler:

Adı ve Soyadı : Mehmet ESMER

Doğum Yeri : Tonya/TRABZON

Doğum Tarihi : 1977

Medeni Hali : Evli ve 2 çocuklu

Eğitim Durumu:

İlkokul : Turalı İlkokulu

Ortaokul : İskenderli İlköğretim Okulu

Lise : Tonya İskenderli Lisesi

Lisans : 2011 Anadolu Üniversitesi, İktisat Fakültesi, Kamu Yönetimi
: 2002 İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü

Yabancı Dil (ler) ve Düzeyi:

İngilizce - Orta

İş Tecrübesi:

2006- 2014 İstanbul Büyükşehir Belediyesi, Afet Koordinasyon Merkezi (AKOM)

2004-2005 UDEM Yönetim Hizmetleri, Proje Yöneticisi