

**T. C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**



**DEPREM AFET YÖNETİMİNDE DİSİPLİNLER ARASI BİLGİ PAYLAŞIM
SİSTEMLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fazel Ahmad Siawash OCHMAS

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Mimarlık Programı

Ekim,2019



T. C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



DEPREM AFET YÖNETİMİNDE DİSİPLİNLER ARASI BİLGİ PAYLAŞIM
SİSTEMLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fazel Ahmad Siawash OCHMAS
Y1613.050059

Mimarlık Ana Bilim Dalı

Mimarlık Programı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Süleyman BALYEMEZ

Ekim,2019



T.C.
İSTANBUL AYDIN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ



YÜKSEK LİSANS TEZ ONAY FORMU

Enstitümüz Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Tezli Yüksek Lisans Programı Y1613.050059 numaralı öğrencisi **Fazel Ahmad Siawash OCHMAS'** in “**Deprem Afet Yönetiminde Disiplinler Arası Bilgi Paylaşım Sistemleri**” adlı tez çalışması Enstitümüz Yönetim Kurulunun 26.09.2019 tarih ve 2019/20 sayılı kararıyla oluşturulan jüri tarafından oybirliği/oyçokluğu ile Tezli Yüksek Lisans tezi 18.10.2019 tarihinde kabul edilmiştir.

<u>Unvan</u>	<u>Adı Soyadı</u>	<u>Üniversite</u>	<u>İmza</u>
ASIL ÜYELER			
Danışman	Dr. Öğr. Üyesi	Süleyman BALYEMEZ	İstanbul Aydın Üniversitesi
1. Üye	Doç. Dr.	Ayşe SİREL	İstanbul Aydın Üniversitesi
2. Üye	Doç. Dr.	Gülhan BENLİ	Medipol Üniversitesi
YEDEK ÜYELER			
1. Üye	Doç. Dr.	Ufuk Fatih KÜÇÜKALİ	İstanbul Aydın Üniversitesi
2. Üye	Dr. Öğr. Üyesi	Pelin KARAÇAR	Medipol Üniversitesi

ONAY

Prof. Dr. Ragıp Kutay KARACA
Enstitü Müdürü

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans tezi olarak sunduğum “Deprem afet Yönetiminde Disiplinler Arası Bilgi Paylaşım Sistemleri” adlı çalışmanın, tezin proje safhasından sonuçlanmasına kadar geçen tüm süreçlerde bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurulmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin Bibliyografya’ da gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve onurumla beyan ederim. (../../2019)

Fazel Ahmad Siawash OCHMAS







Aileme,



ÖNSÖZ

Dünyada aktif deprem kuşaklarının içinde yer alan ülkelerde sık sık depremler gerçekleşerek insanların sosyal ve ekonomik hayatını etkileyip can ve mal kayıplarına neden olabilmekte. Bu nedenle kentlerde afet yönetim sistemi ve risk azaltma planlaması konusu önem kazanmakta. Bu çalışmada afet yönetim sistemi ve deprem risk azaltma planlamasında teknik uzmanlıklar arası bilgi paylaşma yöntemleri ve kullanılan sistemler çalışılmıştır.

Bu çalışmanın gerçekleştirilmesinde, değerli bilgilerini benimle paylaşan, kendisine ne zaman danışsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve büyük bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan ve samimiyetini benden esirgemeyen ve gelecekteki mesleki hayatımda da bana verdiği değerli bilgilerden faydalanacağımı düşündüğüm kıymetli hocam ve tez danışmanım sayın Dr. Süleyman BALYEMEZ' e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca kıymetli zamanını bana harcayan üniversite hocalarımdan da iki yıllık üniversite hayatım boyunca kazandırdıkları her şey için ve beni gelecekte söz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için hepsine teker teker teşekkürlerimi sunuyorum ve son olarak bu 2 yıl boyunca bana veren her türlü desteğini ve bana olan güvenini benden esirgemeyen ve beni bu günlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek şekilde yetiştirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteğini esirgemeyen bu hayattaki en büyük şansım olan aileme sonsuz teşekkürler sunuyorum.

Ekim, 2019

Fazel Ahmad Siawash OCHMAS



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ŞEKİL LİSTESİ	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ	xv
KISALTMALAR LİSTESİ	xvii
ÖZET	xix
ABSTRACT	xxi
1. GİRİŞ	1
1.1 Amaç	2
1.2 İçerik ve Yöntem	2
2. AFET VE AFET YÖNETİMİ	5
2.1 Afet Türleri.....	6
2.2 Afet etkileri.....	7
Afetlerin ekonomi ve insan topluluklar üzerindeki etkileri aşağıdaki gruplara ayrılabilir (Demirci ve Karakuyu, 2004).	7
2.3 Afetin Belirlenmesi	8
2.4 Afet ve Toplum	8
2.5 Afetlerin Önceden Tahmin Edilmesi.....	9
2.6 Afet Yönetimi	10
2.6.1 Afet safhaları ve afet yönetim aşamaları	12
2.6.1.1 Olası zarar (Risk) azaltma safhası	13
2.6.1.2 Hazırlık safhası	14
2.6.1.3. Müdahale safhası	14
2.6.1.4 İyileştirme safhası	15
2.6.1.5 Yeniden inşa safhası	15
3. DEPREM OLGUSU	17
3.1 Oluş Nedenlerine Göre Deprem Türleri	17
3.2 Derinliklerine Göre Deprem Türleri.....	18
3.3 Büyüklüklerine Göre Deprem Türleri	18
3.4 Tektonik Deprem Oluşum Mekanizması.....	19
3.5 Deprem Parametreleri.....	20
3.5.1 Odak noktası	20
3.5.2 Merkez üssü	21
3.5.3 Depremin büyüklüğü	21
3.5.3.1 Büyüklük nasıl ölçülür?	22
3.5.4 Depremin şiddeti.....	24
3.6 Depremin Zemin Davranışına Etkileri	25
3.6.1 Yüzey faylanması	25
3.6.2 Fay ve deprem ilişkisi	26
3.6.3 Fay	27

3.6.3.1 Fay çeşitleri	27
3.6.4 Zemin büyütmesi	29
3.6.5 Zemin sıvılaşması	30
3.6.6 Heyelan	32
3.6.7 Sel ve taşkınlar	32
3.6.8 Tsunami.....	33
3.6.8.1 Tsunami' nin kıyıya olan etkileri; (Admire vd, 2011).....	35
3.7 Depremin Sosyal ve Ekonomik Etkileri	36
3.7.1 Ekonomik etkiler.....	36
3.7.2 Can ve mal kayıpları	37
3.7.3 Sosyal etkiler.....	38
3.7.4 Depremin çevresel etkileri	38
4. DEPREM RİSK DEĞERLENDİRME VE ANALİZİ.....	41
4.1 Genel Kavramlar.....	41
4.2 Risk Türleri.....	41
4.2.1 İnsani riskler.....	42
4.2.2 Çevresel riskler	42
4.2.3 Doğal riskler.....	43
4.3 Deprem Riski.....	43
4.3.1 Deprem risk değerlendirme	43
4.3.1.1 Deprem risk değerlendirme gerekliliği	44
4.3.1.2 Deprem risk yönetimi neden yapılır?.....	45
4.3.1.3 Deprem risk değerlendirmesinin kullanım alanları.....	46
4.3.1.4 Deprem risk değerlendirme için gerekli veriler	46
4.3.2 Deprem risk analizi	47
5. KENTSEL HASSASİYET VE DEPREM RİSKLERİ	51
5.1 Kentsel Hassasiyet Değerlendirmesi	53
5.1.1 Hassasiyet değerlendirme metodolojisi	54
5.2 Kentsel Hassasiyet Analizi	54
5.2.1 Risk altındaki mekânsal unsurlar	56
5.3 Kentsel Hassasiyet Türleri.....	57
5.3.1 Sosyo-Ekonomik hassasiyet.....	57
5.3.2 Kurumsal hassasiyet.....	58
5.3.3 Sistemsel hassasiyet	58
5.3.4 Ekolojik hassasiyet.....	59
5.3.5 Yöresel hassasiyet.....	59
5.3.6 Yapısal-Fiziksel hassasiyet	59
5.3.6.1. Fiziki hassasiyeti etkileyen doğal faktörler.....	60
5.3.6.2 Fiziki hassasiyeti etkileyen insan faktörleri	60
5.4 Arazi Kullanımıyla Kentsel Hassasiyeti Arasındaki İlişki	62
5.5 Kentsel Risklerin Belirlenmesi	66
5.6 Kentsel Arazi Kullanımı	67
5.6.1 Konut alanları.....	67
5.6.2 Sanayi alanları.....	68
5.6.3 Hizmet alanları.....	68
5.6.4 Karma kullanım alanları	68
5.6.5 Kentsel yapı	68
5.6.6 Kentsel doku	69
5.6.6.1 Açık alanlar	72
5.6.7 Nüfus yoğunluğu.....	72

5.6.8 Kentsel altyapılar	74
5.6.9 Kentsel iletişim ağı	76
5.6.10 Hassas kullanıcılar	76
5.6.11 Yangın söndürme merkezlerine uzaklık	76
5.6.12 Sağlık merkezlerine uzaklık.....	77
5.6.13 Havaalanına uzaklık.....	77
5.7 Şehir ve Bölge Planlamasının Risk Azaltmadaki Rolü	77
5.8 Kentsel Risk Azaltılmasında Kent Yöneticilerin Rolü.....	78
6. DEPREM AFET YÖNETİMİNDE BİLGİ PAYLAŞIMI.....	81
6.1 Bilginin Tanımı	81
6.2 Bilgi Yönetimi	81
6.2.1 Bilgi yönetiminin ilkeleri.....	83
6.2.2 Bilgi yönetiminin avantajları	84
6.3 Bilgi Paylaşımı	84
6.4 Risk Azaltma Planlamasında Bilgi Paylaşım Sistemleri.....	86
6.4.1 Risk azaltma planlamasında bilgi paylaşımının yeri	86
6.4.2 HAZUS	87
6.4.2.1 HAZUS sisteminde girdiler ve çıktılar	94
6.4.2.2 HAZUS girişleri.....	95
6.4.3 TELES (Taiwan Earthquake Loss Estimation System).....	97
6.4.3.1 TELES kullanarak öncelik verme.....	98
6.4.3.2 TELES 'in çerçevesi	100
6.4.3.3 Ekonomik etki.....	101
6.4.4 NERIES	102
6.4.5 EXTREMUM.....	105
6.4.5.1 EXTREMUM sisteminin prensip özellikleri	108
6.4.6 PAGER	108
6.4.6.1 PAGER süreci.....	109
6.4.6.2 PAGER deprem etki ölçeği.....	111
6.4.6.3 Devam eden PAGER gelişmeleri	113
6.4.7 AYDES	113
6.4.8 HAZTURK tamamlanmayan bir proje	116
7. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME	119
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	125
KAYNAKLAR	129
ÖZGEÇMİŞ.....	135



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1: Deprem nedeniyle bölgelerin hasar görme miktarı	10
Şekil 2.2: Afet yönetim aşamalarının sistemi	12
Şekil 3.1: Zemin küresini dışarıdan içeriye doğru katları ve ölçüsü	19
Şekil 3.2: Sürtünme kuvvetlerinin aşılarak enerjinin açığa çıktığı ilk nokta.....	21
Şekil 3.3: Deprem merkez üssü	21
Şekil 3.4: Deprem büyüklüğünü ölçmek için kullanılan Sismograf.....	22
Şekil 3.5: Deprem sonucu kabuğun birbirinden ayrılıp normal fayın meydana gelmesi.....	28
Şekil 3.6: Deprem nedeniyle kabuğun birbirinden ayrılıp ters fayın meydana gelmesi	28
Şekil 3.7: Deprem nedeniyle kabuğun birbirine sürtünüp doğrultu atlama fayın meydana gelmesi	29
Şekil 3.8: Deprem nedeniyle oblik atımlı fayın gerçekleşmesi	29
Şekil 3.9: Japonya Niagata'daki 1964 depreminde toprak sıvılaşması	31
Şekil 3.10: 17 Ağustos 1999 Marmara depreminde Adapazarı	31
Şekil 3.11: 12 Kasım 1999 Düzce depremi nedeni ile Bolu Dağı meydana gelen heyelan.....	32
Şekil 3.12: 2013'de İran'ın Buşehir şehrinde deprem nedeniyle meydana çıkan sel ve taşkınlar	33
Şekil 3.13: 2013'de İran'ın Buşehir şehrinde deprem nedeniyle meydana çıkan sel ve taşkınlar	33
Şekil 3.14: Tsunaminin meydana gelme nedenleri.....	34
Şekil 3.15: Deprem nedeni ile Tsunami oluşumu.....	35
Şekil 3.16: Japonya 2011 depreminde gerçekleşen Tsunami	36
Şekil 3.17: 1999 yılında Kocaeli depreminde Körfez ilçesinde faaliyet gösteren Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde çıkan yangın	39
Şekil 3.18: 1999 yılında Kocaeli depreminde Körfez ilçesinde faaliyet gösteren Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde çıkan yangın	39
Şekil 4.1: Risk analizini yapılması amacıyla gereken temel işler ve adımlar	49
Şekil 5.1: Kentsel alanlarda hassasiyetin etkileyen faktörler	52
Şekil 5.2: Kentsel alanlarda hassasiyet belirleme metodolojisi	54
Şekil 5.3: Yapısal bileşenler sistem açısından iki farklı kentsel doku türü	70
Şekil 5.4: Doluluk seviyesi ve arsa büyüklüğü açısından iki farklı kentsel doku	71
Şekil 5.5: A; yüksek derecede yoğun ve yakınlık nedeniyle binaların çökmesi ve yolların kapatılma olasılığı ve B; nüfus yoğunluğu nedeniyle artan kayıplar	73
Şekil 6.1: Hazus metodolojisinin akış şeması	91
Şekil 6.2: HAZUS analiz seviyesi	94
Şekil 6.3: Teles çerçevesinin analiz diyagramı.....	101
Şekil 6.4: 27 Şubat 2010'da Şili' nin Concepcion şehir merkezinde gerçekleşen deprem nedeni ile meydana gelen hasarlar	112

Şekil 6.5: Aydes system bileşenleri 115



ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa
Çizelge 3.1: Mercalli şiddet ölçeği	24
Çizelge 5.1: Kurumsal hassasiyet değişkenleri	58
Çizelge 5.2: Sistemsel hassasiyet değişkenleri	59
Çizelge 5.3: Yapısal hassasiyet değişkenleri	60
Çizelge 5.4: Deprem ve doğal afetlere karşı kentsel hassasiyet göstergeleri ve önlemleri	65
Çizelge 5.5: Hassasiyet açısından doluluk-boşluk oranı	71
Çizelge 5.6: Konut büyüklüğü ile hassasiyet derecesi arasındaki ilişki	71
Çizelge 5.7: Hassasiyet derecesi ve çeşitli kentsel doku tipleri arasındaki ilişki	72
Çizelge 6.1: Bilgi yönetiminin basamakları	82
Çizelge 6.2: HAZUS çıkışlar	94
Çizelge 6.3: HAZUS Girişleri	96



KISALTMALAR LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
FEMA	: Federal Emergency Management Agency
ATC	: Applied Technology Council
NIBST	: National Institute of Building Sciences
HAZUS	: Hazard United State
RSM	: Resume from System Management
EQEHAZARD	: Earthquake Hazard
CATMAP	: A software package for descriptor based microkinetic mapping of catalytic trends
CATEX	: Categorical Exclusion
EPEDAT	: Early Post Earthquake Damage Assessment Tool
REDARS	: Risk form Earthquake Damage to Roadway System
RMS	: Risk Management Solutions
USACE	: United State Army Corps of Engineering
AEC	: Hydrologic Engineering Center
NHEMATIS	: Natural Hazards Electronic Map and Assessment Tools Information System
IDNDR	: International Decade for Natural Disaster Reduction
RADIUS	: Risk Assessment Tools for Diagnosis of Urban Areas against Seismic Disaster
GHI	: Geo Hazard International
TELES	: Taiwan Earthquake Loss Estimation System
FIT	: Flood Information Tool
AEBM	: Advanced Engineering Building Mudale
CDMAS	: Comprehensive Data Management System
BIT	: Building Information Tool
InCAST	: Inventory Collection and Survey Tool
NCREE	: National Center for Research on Earthquake Engineering
OOP	: Object Oriented Programming
OLE	: Object Linking and Embedding
C++	: General purpose object oriented programming language
FORTTRAN	: General purpose compiled imperative programming language
CWB	: Center Weather Bureau
PESH	: Potential Earth Science Hazard
PGM	: Peak Ground Acceleration
MOTC	: Ministry of Trans Partition and Communications
NERIES	: Network of Research Infrastructures for European Seismology
I3	: Integrated Infrastructure Initiative
VEBSN	: Victual European Broadband Seismography Network
EIDA	: European Integrated Data Archive
ORFEOS	: Observatories and Research Facilities for European Seismology
EMSC	: Euro Mediterranean Seismological Center

IA	: Information assurance
PAGER	: Prompt Assessment of Global Earthquake for Response
NEIC	: National Earthquake Information Center
USGS	: United State Geological Searcher
EIS	: Earthquake Impact Scale
EMERCOM	: Ministry of Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disaster
FSSN	: Fighting Sioux Sports Network
OAS	: Organization of America States
IDMP	: Istanbul Deprem Master Planı
EMA	: Emergency Management Australia
ELEM	: Earthquake Loss Estimation Methodology
ORFEUS	: Observatories & Research Facilities for European Seismology
AK	: Avrupa Komisyonu
SP	: Short Period
BB	: Broadband
ESC	: European Seismological Commission
EC	: European Commission
FP6	: Sixth Framework Program
KNMI	: Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
NHRAP	: National Human Right Action Plan



DEPREM AFET YÖNETİMİNDE DİSİPLİNLER ARASI BİLGİ PAYLAŞIM SİSTEMLERİ

ÖZET

Deprem tehlikesi ve riskleri dünya için çok büyük bir gündem oluşturabilir bu nedenle gerçekleşecek depreme ve neden olacağı risklere önceden en iyi şekilde hazırlıklı olma ve afet yönetimini planlamak için, beklenen depremin insanların hayatını nasıl etkileyeceğini, meydana çıkabilecek ekonomik ve sosyal zararları, can ve mal kayıplarını, ayrıca hangi tipteki binalar ve kentleri nasıl bir şekilde ve hangi büyüklükte etkileyebileceğini beklenen afet gerçekleşmeden önce analiz etmek gerekir.

Kentlerin ve yerleşmelerin depreme karşı dayanıklı olabilmesi ve risk azaltma planlaması için kentin bileşenlerinin ve unsurlarının hassasiyetini tespit etmek ve hassas kent alanlarında kentlerin fiziksel hassasiyetlerini etkileyebilecek doğal ve insani faktörleri tespit etmek gerekir.

Deprem bölgelerinde kentlerin depreme karşı hassasiyetlerinin değerlendirilmesi ve risk azaltma planlaması için yararlı bir afet yönetim sistemi ve depreme karşı risk azaltma planlaması gerekir, bu konuda arazi kullanım sistemler ve mikro bölgelemeler çok önemli bir rol oynamaktadır.

Kentsel hassasiyetlerin değerlendirilmesi, deprem risklerinin insanlara ve insani kalkınmaya olan etkilerini önlemeye veya en azından azaltmaya yönelik yeni yollar açabilir.

Kentlerin depremlere karşı hassasiyetlerinin azaltılması, fiziksel planlama ve kentsel tasarımın ana hedeflerinden biri olarak tanımlanmalıdır. Ama kentlerin depreme karşı dayanıklı olabilmesi ve hassasiyetlerinin azaltılması için kentlerin jeolojik ve jeofizik açısından araştırılması ve teknik uzmanların bu konuda bilgi paylaşarak çalışma sağlamaları önemli görülmektedir.

Dolayısıyla bu tezde afet yönetim sistemi ve deprem risk değerlendirme ve azaltma planlaması olguları ele alınarak, kentlerde deprem afet yönetim ve risk azaltma planlarına veri sağlayan bilgi paylaşım sistemleri dünya genelinde uygulamalar üzerinden incelenmiştir.

Bilgi yönetimi teknik uzmanlık alanında bilgi kapasitesini sürekli güncelleyen, bilgi hazırlayan, gerekli bilgilere ulaşmak için gerekli süreçleri organizasyon çalışmaları ile paylaşılacak bir disiplindir. Günümüzde afet yönetimi ve risk azaltma planlaması için teknik uzmanlık alanında bilgi paylaşım yöntemi en iyi avantajdır.

Anahtar kelimeler: *Afet yönetimi, Deprem risk analizi, Kentsel hassasiyet, Arazi kullanımı, Bilgi paylaşım sistemleri.*



INTER-DISCIPLINARY INFORMATION SHARING SYSTEMS IN EARTHQUAKE DISASTER MANAGEMENT

ABSTRACT

Earthquake hazards and risks can be a huge agenda for the world, so in order to be prepared in advance for the earthquake and the risks it will cause and to plan disaster management, how the expected earthquake will affect the lives of people, economic and social damages, life and property losses may occur. In addition, it is necessary to analyze before the expected disaster, which type of buildings and cities can affect how and in what size.

In order for cities and settlements to be resistant to earthquakes and risk mitigation planning, it is necessary to determine the vulnerability of the components and elements of the city and to identify the natural and human factors that may affect the physical vulnerability of the cities in sensitive urban areas.

In earthquake zones, a useful disaster management system and risk mitigation planning are required for the assessment of urban vulnerability to earthquake and risk mitigation planning. Land use systems and microzonation play an important role in this regard.

Assessment of urban vulnerability can open new ways to prevent or at least mitigate the effects of earthquake risks on people and human development.

Reducing the vulnerability of cities to earthquakes should be defined as one of the main goals of physical planning and urban design. However, it is important for cities to be surveyed in terms of geological and geophysical aspects and to share information with technical experts to ensure that cities are resistant to earthquakes and that their vulnerability is reduced.

Therefore, in this thesis, disaster management system and earthquake risk assessment and mitigation planning cases are handled and information sharing systems providing data to earthquake disaster management and risk mitigation plans in cities are examined through applications around the world.

Knowledge management is a discipline that constantly updates its knowledge capacity in the field of technical expertise, prepares information, and processes necessary to reach the necessary information will be shared with the organization studies. Today, information sharing in the field of technical expertise for disaster management and risk mitigation planning is the best advantage.

Key words: *Disaster management, Earthquake risk analysis, Urban vulnerability, Land use, Information sharing systems.*



1. GİRİŞ

Yirminci yüzyılda dünyanın farklı noktalarında 1100' den fazla yıkıcı depremler meydana gelmiş ve bu tehlikeli depremlerin meydana gelmesi 1,5 milyon insanın ölmesine neden olmuştur. Bu ölümlerin % 90' binaların depreme karşı yeterli güvenliğinin olmamasına dayanmaktadır (Alahi, 2018).

İnsan yerleşimlerinin oluşum tarihinin incelenmesi, insanların kendi yaşam alanlarını seçerken, suya kolay erişime sahip alanları aradıklarını ve bu nedenle dağların, nehirlerin ve çevredeki yaşam alanlarının yamaçlarını seçtiklerini göstermektedir. Çalışmalar, bu olay nedeniyle farklı ülkelerin geniş alanlarının finansal ve mali kayıplara maruz kaldığını göstermektedir (Alahi, 2018).

Bugün iki milyardan fazla insan doğal afet ve depreme karşı herhangi bir direncin olmadığı bölgelerde yaşamaktadır ve bu nedenlerle çevresel ve hayati olanakları zorlamaktadır. Bu alanları kullanacak insanlar şüphesiz depremin ilk kurbanları olacaklardır (Alahi, 2018).

Kentlerin insanlar için çevresel ve ekonomik yükleri biriktirecek ve arttıracak bir yer olduğu göz önüne alındığında, depremlere karşı hassasiyetini azaltılması ihtiyacı gündeme gelmiştir. Nüfus artışı ve kentleşme nedeniyle depremler gibi doğal afetler sonucu oluşan diğer kayıplar şehirlerin ve devletlerin gelişimini önlemektedir. Şehirlerin bu olaylara karşı hassasiyetinin azaltılması, kent planlama, kentsel tasarım, mimarlık ve inşaat mühendislerin ana hedeflerinden biri olarak görülmektedir. Bu bağlamda ilk adım, kentin bileşenlerinin hassasiyetini tespit etmek, hassas kentsel alanları ve dokuları tanımlamak ve bu alanların mikro bölgelemesi ile mevcut modelleri kullanarak analiz etmek ve değerlendirmektir. Kent planlama perspektifinden deprem etkilerini azaltmak için bilimsel ve pratik çözümler sunmaktır (Gispen, 2002).

Yukarıda bahsedilen konular yapıdan daha çok kentsel alanların depreme karşı tutumunun ölçeğini değiştirme ihtiyacını arttırmaktadır. Bu tutum değişikliği için kentsel planlama ve kentsel tasarımın çeşitli düzeylerinde baş etmede temel

faktörlerden biri olarak kullanılabilmeyle birlikte deprem etkilerini azaltmak için pratik çözümler araştırılabilir ve uygulanabilir (Gispén, 2002).

Yapıların bir kentin her alanında ve özelliklerinde oynadığı rol reddedilemez. Kentin, depremlerin sadece inşaat önlemleriyle olumsuz etkileriyle mücadele etmek için kullanılacak binalardan oluşan bir koleksiyon olmadığı, bina rehabilitasyonu ve kentsel planlamanın gerekli olduğu belirtilmelidir. Depremlerli bölgelerde deprem risk tayini ve risk azaltma planlaması için bölgelerin jeofizik ve jeolojik açılarından araştırılması ve bu konularla ilgili bilgilerin risk azaltma planlaması ve afet yönetim amacı için teknik uzmanlıklar arası paylaşma yöntemi çok etkili ve önemlidir (Gispén, 2002).

1.1 Amaç

İnsanları şehirlerinde ve meskenlerinde koruma ve deprem felaketi karşısında rahatlık ve huzurlarının sağlanabilmesinin ilk adımı yerleşmelerin ve insanların yaşadığı bölgelerin Jeofizik, Jeolojik, İnşaat ve Mimarlık açısından depreme ait bilgileri toplamak ve riskleri belirlemektir (Gispén, 2002). Bu tezin amacı deprem tehlikesi olan kentlerde deprem afet yönetimi ve risk azaltma planlaması için disiplinler arası bilgi paylaşım sistemlerinin incelenmesi ile bu sistemlerin nasıl yönetildiğidir.

1.2 İçerik ve Yöntem

Afet yönetimi ve risk azaltma planlaması özel ve önemli bir politikaya sahiptir. Etkili afet yönetimi sistematik ve öngörülebilir bir yaklaşım gerektirir ve afet yönetim politikası doğru değilse veya uygun önleme planı dikkate alınmazsa, afet yönetim teknolojisi, risk azaltma planlamaları ve bilgi paylaşım sistemlerinin kullanılmasına rağmen başarısız ve dezavantajlı olacaktır. Beklenen tehlike nedeni ile büyük risk meydana çıkabilir. Dünyadaki farklı ülkelerin, şehirlerin afetlere karşı dayanıklı olması ve doğal afetlerin risklerini azaltmak için afet anında ve sonrasında farklı stratejik önlemler alınmalıdır.

Bu doğrultuda, çalışma geniş bir literatür ve dünya genelindeki başlıca sistemler üzerinde bir araştırmaya dayanmaktadır.

Bu çerçevede, çalışmanın ikinci ve üçüncü bölümlerinde afet ve deprem olgularının kavramsal çerçevesi verilmektedir.

Dördüncü bölümde deprem riskleri, risk değerlendirme ve analizi, risk yönetimi ve gibi konular anlatılacaktır. Beşinci bölümde bir önceki bölümde anlatılan riskler nedeniyle kentlerin ve binaların hassasiyeti, kentsel hassasiyet analizi ve faktörler üzerinde durulmuştur. Altıncı bölümde risk azaltma planlamasına altlık oluşturacak bilgi paylaşım sistemleri incelenmiştir. Sistemler üzerine ayrıntılı değerlendirme ve tartışmalara ise yedinci bölümde yer verilmiştir.





2. AFET VE AFET YÖNETİMİ

Afet insanlar için ekonomik, çevresel, fiziksel ve sosyal kayıplara neden olup normal yaşamı ve insan faaliyetlerini aksatarak toplumları etkileyen ve etkilenen topluluğun kendi kaynak ve varlıklarını kullanarak üstesinden gelmeyeceği, insani, doğal ve teknolojik kökenli olayların sonuçlarına denilmektedir. Yani afet olayın kendisi değil, neden olduğu sonuçtur (Carter, 2008).

Afetin büyüklüğü genellikle olayın neden olduğu yapısal hasarlar, yaralanmalar, can kayıpları, yol açtığı ekonomik, sosyal ve çevresel kayıplarla ölçülmektedir. Bu farklı kavramlar içerisinde en önemli olanın insan canı olduğundan dolayı, kamuoyunda yaralanmaların ve can kaybı büyüklüğü ile değerlendirmek eğilimi vardır (Gispén, 2002).

Afetin büyüklüğünü etkileyen ana faktörler aşağıdaki gibidir (Khorram ve Manesh, 2017).

- Nüfus yoğunluğu olan alanlarla olayın uzaklığı,
- Az gelişen alanlar ve yokluluk,
- Fiziksel büyüklük,
- Hızlı gelişim ve nüfus artışı,
- Tehlikeli bölgelerde plansız hızlı sanayileşme ve şehirleşme,
- Çevresel varlıkların (orman gibi) yanlış kullanımı ve tahribi,
- Bölgelerin afetlere karşı korumak için önceden, hassasiyet ve risk azaltıcı önlemlerin oluşturmak düzeyi,
- Eğitim eksikliği ve bilgisizlik

Yukarıdaki faktörlerden iki tanesi, yani alanların uzaklığı ve fiziksel büyüklüğü doğal kökenli ve kalanları hepsi insan faaliyetleri kökenlidir. Dolayısı ile afetlerin büyüklüğü insan faaliyetlerinin yanlış veya doğru yönde gelişmesine paralel olarak azalmakta yada artmaktadır (Khorram ve Manesh, 2017).

2.1 Afet Türleri

Afetler toplumların gelişmişlik düzeyine göre farklı algılanabilmektedir. Gelişmiş toplumlarda afet olarak nitelendirilen bir olay, daha az gelişmiş toplumlarda afet olarak değerlendirilmeyebilir. Afetler farklı yaklaşımlar sonucu, bazen ikili bazen üçlü olmak üzere farklı tasniflere tabi tutulabilmektedir. Öte yandan afet algısı, zamana göre de değişebilmekte, belli bir süre sonra afet olarak kabul edilen bir olay daha önceden afet olarak nitelendirilmediği görülebilmektedir. Doğal afetler, can veya mal kaybına neden olma potansiyeli olan büyük ölçekli jeolojik veya meteorolojik olaylardır. Afetler meydana geliş hızlarına göre ani gelişen ve yavaş gelişen afetler olarak ikiye ayrılırken kökenlerine göre de jeofizik, meteorolojik, teknolojik ve insan kökenli olarak sınıflandırılmaktadır (Yıldırım, 2004).

Ani gelişen afetlere örnek olarak; volkanik patlamalar, seller, kaya ve çığ düşmeleri, depremler, çamur akmaları, tayfunlar, fırtınalar, kimyasal kazalar ve nükleer sayılabilir. Bu tür afetlerde erken uyarı, önceden tahmin ve tahliye imkanı çok sınırlı olduğu veya hiç olmadığından dolayı toplumun afetlere karşı önceden önleyici ve koruyucu önlemler yetersiz olunca, çevresel, ekonomik, psikolojik, sosyal ve can ve mal kayıpları da büyük olabilmektedir (Khorram ve Manesh, 2017).

Yavaş gelişen afetlere ise; kuraklık ve açlık, erozyon, çölleşme salgın hastalıklar ve küresel iklim değişimi yavaş gelişen afetler örneği olabilir. Dolayısı ile bu tür afetlerin neden olduğu kayıplar ve yol açtığı zararlar yavaş yavaş zaman içerisinde geliştikleri için risk azaltıcı, önleyici ve koruyucu önlemleri planlamak daha kolaydır (Carter, 2008).

Jeofizik kökenli afetler; heyelanlar, volkan patlamaları, depremler ve kaya düşmeleri bu tür afetlerin örneği olabilir.

Meteorolojik kökenli afetler; su baskınları, fırtınalar, çölleşme, seller, kuraklık ve küresel ısınması gibileri içerir.

Teknolojik ve insan kökenli afetler; kimyasal kazalar, çevre kirlenmeleri, nükleer, büyük yangınlar, savaşlar ve terör olayları gibidir.

Ancak afetlerin bu tür gruplara ayrılmasını, bazı araştırmacılar uygun görmemekte ve kökeni ne olursa olsun afet sonucunu doğuran olayların, insanların bilinçli veya bilinçsiz olarak yol açtıkları, sosyal, ekonomik çevresel ve politik ortamlardan kaynaklı ve tüm afetlerin insan kökenli ileri sürmektedir (Khorram ve Manesh, 2017).

Belirlendiği gibi insan ve doğa kaynaklı afetlerin arasındaki değişkenlik giderek netliğini kaybetmekte ve afetler zincirleme etkilerle, birbirlerini tetiklemekte ve giderek karmaşık sonuçları, örneğin, uzun süren bir su baskını veya büyük bir deprem, arkasından salgın hastalıklara veya kıtlığa yol açabilmektedir. Ayrıca, Afrika kıtasında sıkça görüldüğü gibi yetersiz yağış sonucundaki kuraklık her zaman kıtlık ve açlığa neden olmamakta, ancak başarısız bir piyasa mekanizması, siyasi istikrarsızlık ve iç çatışmalar kuraklıkla birleştiğinde, kolaylıkla kıtlık ve açlıkla karşılaşılabilmektedir (Carter, 2008).

2.2 Afet etkileri

Afetlerin ekonomi ve insan toplulukları üzerindeki etkileri aşağıdaki gruplara ayrılabilir (Demirci ve Karakuyu, 2004).

Doğrudan etkiler; alt yapı hasarları, can kayıpları, malzeme ve eşya kayıpları, yaralanmalar, hayvancılık ve tarım ürünleri kayıpları, ilk yardım ve kurtarma, yedirme, giydirmeye tedavi ve beslenme giderleri, geçici barınma çalışmaları giderleri, ulaştırma ve haberleşme alt yapı tesislerindeki hasarları onarım giderleri ve binalardaki çitli hasarları onarım giderlerini içerir. (Demirci ve Karakuyu, 2004).

Dolaylı etkiler; eğitim, sağlık ve diğer devlet hizmetlerinin kesilmesi nedeni ile uğranılan hizmet kayıpları, turizm, üretim, ticaret ve hizmet sektörlerindeki uzun veya kısa işletme kayıpları nedeni ile uğranılan gelir kayıpları, tüm kaynakların ilk yardım, kurtarma ve geçici barındırma çalışmalarına yoğunlaştırılması nedeni ile, diğer alanlarda görülen yatırım ve hizmet azaltılması ve bunların alternatif maliyetleri, işyeri ve üretim tesislerini geçici veya sürekli kapanması nedeni ile uğranılan üretim kayıpları, hizmet veya üretim yetersizliği nedeni ile ortaya çıkan fiyat artışları, eğitimin ve genel kalkınma programlarının aksamasının doğuracağı ilave maliyetleri, göç, işsizlik, yaralı insanlar ve kimsesiz kalanların yol açtığı diğer sosyal maliyetlerini kapsamaktadır (Demirci ve Karakuyu, 2004).

İkincil etkiler; tüm kaynakların afetten etkilenen bölgelere yoğunlaştırılmasının neden olabileceği aşırı talep ve fiyat artışları, ek veri ve dış borçlanma ihtiyacının kaçınılmaz olması, üretim veya arz kaybının yol açtığı pazar kaybı, yatırıma ayrılmış kaynakların afet bölgesine aktarılması nedeniyle yatırımların durması ve yıllık bütçe giderlerinin aşırı artması, parasal kaynakların azalması ve ödemeler dengesinin bozulması gibidir (Demirci ve Karakuyu, 2004).

21. yüzyılda afetlerin etkilerini birçok araştırmacılar, yukarıda verilen klasik etkilerinden farklı olarak, hızlı şehirleşme sosyal karmaşaya bağlılık, teknolojiye aşırı bağımlılık sonucunda çok daha karmaşık olacağı görüşündedirler (Demirci ve Karakuyu, 2004).

2.3 Afetin Belirlenmesi

Afet üzerinde oluşan tehlike; bulunduğu bölgeye, ülkeye veya yere göre değişebilmektedir. Yani afetin bulunduğu konuma bağlıdır. Ayrıca tehlikelerin oluş sıklığı, olası etkileri, büyüklüğü, tekrarlanma süresi de konuma bağlı olarak değişebilmektedir. Yani bir deprem tehlikesi ülkenin her bölgesinde, her yerleşmede ve her yerinde aynı sıklık, büyüklük ve tekrarlanma süresinde değildir. Ayrıca bir nükleer kaza tehlikesi sadece olası etkilerine maruz kalabilecek yerlere ve bir nükleer enerji merkezinin bulunduğu yerlere geçerlidir (Carter, 2008).

Tehlike kökeni ne olursa olsun, potansiyel bir tehlikenin belirlenmesi için tehlikenin büyüklüğü, kaynağı, süresi, olası etkileri ve oluş sıklığı ile ilgili bilgilerin toplanması, sentezini ve analizi gerektirir ve uzmanlık isteyen bir iştir. Dolayısı ile her ülkede doğal tehlikelerin belirlenmesi için kurulmuş resmi kurumlar bulunmaktadır ve sel, deprem, heyelan vb. gibi doğal tehlikeler bu kuruluşların hazırladıkları haritalar veya araştırma kuruluşları veya üniversitelerin çalışmalarından elde edilmektedir. Hangi büyüklükte olursa olsun bir yerleşme biriminde gerek müdahale ve gerekse risk azaltma amaçlı afet planlanması çalışmalarına başlanırken, ilk yapılması gereken işlem insan, teknolojik veya doğal kökenli tehlikelerin belirlenmesi işlemidir (Demirci ve Karakuyu, 2004).

Planlama ekibleri geçmişte, hangi büyüklükte, hangi türde ve hangi sıklıkta afet gerçekleştiğini, nereleri nasıl etkilediğini, hangi türdeki ek veya zincirleme tehlikeleri meydana getirdiklerini, geçmişte gerçekleşen afetlerin doğurduğu ekonomik, çevresel, politik, sosyal ve psikolojik problemlerin neler olduğunu, yerleşme biriminin önceden yapılmış tehlike analizleri olup olmadığını araştırmak ve bu konularla ilgili tüm bilgileri toplamak durumundadır (Khorram ve Manesh, 2017).

2.4 Afet ve Toplum

Afetin alt kültürü; bir olayın devam eden tehdidine ve etkilerine cevap olarak ortaya çıkan bir dizi kavram, norm, değer, örgütsel hazırlık ve teknik donanımı olarak tanımlanmaktadır. Olay alt kültürünün önemi, insanların gelecekte bir olay olasılığını algılama ve tepki verme şeklini etkilemektedir. Böylelikle olayın alt kültürü, bireysel algı ve tehlikenin toplumsal algılanması ve onunla başa çıkabilmek için olası hazırlıklarda önemli bir nokta olabilir (Özmen ve Özden, 2013).

Her bireyin afete dair belirli bir algısı vardır, böylece anıları ve hayal gücü kendi özel olaylarıdır. Genel olarak afetin korkusu kişinin geçmiş deneyimlerine, diğer kaynaklardan elde edilen algıları derinlemesine görülebilir. Kişinin korkusu; ölüm, yıkım, yaralanma ve sakatlık gibi bir kazanın etkisine dair algılarının bir sonucudur. Olaylarla baş etmeyi öğrenmek kişinin iç algı ve bilgisine katkıda bulunabilir, böylece bir kaza olasılığını daha doğru tahmin edebilir ve etkili önleyici tedbirlerin kaynakları ile birlikte en uygun yanıtları belirleyebilir. Bir kaza meydana geldiğinde, gerekli bilgi ve eğitim eksikliği, kaygıya katkıda bulunmaktadır. Risk kavramının kişinin yaşamını sürekli tehdit ettiği durumlarda, onunla başa çıkma pratiği ve beceri, kişinin olayla yüzleşmesine ve kaygısını azaltmasına yardımcı olabilmektedir (Özmen ve Özden, 2013).

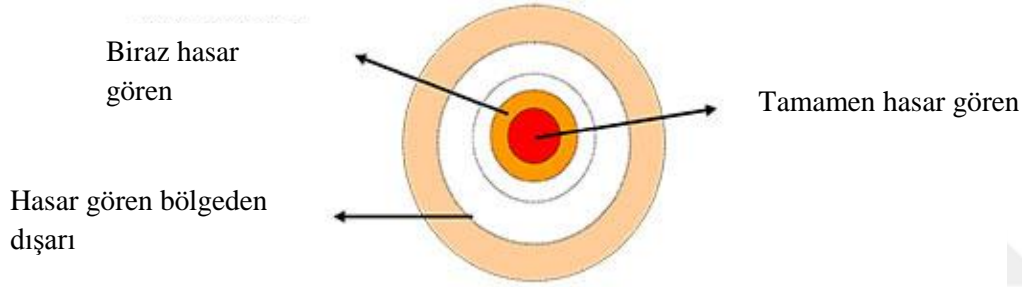
Uyarı genellikle ilgili yetkililer tarafından verilir. Uyarılar, olayın niteliğini ve zamanlamasını açıklığa kavuşturmalı ve gerekli önlemleri belirtmelidir. Birçok kişi, olay gerçekleşirse, bununla baş etmenin en iyi yolunun uyanıklığı sürdürmek olduğuna inanır. Muhtemel çatışmalar ve erozyondan (gerekli önlemleri almamaktan) kaçmaktan sorumlu olmak (başkalarına karar vermek) veya kötüye kullanma eylemlerini meşrulaştırmak (önceki kararları rasyonelleştirmek) aşırı dikkat bilincinde doğru değerlendirme ve karar verme üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olan aşırı bir durumdur. Bu aşırı ihtiyat özellikle de bunalmış olma ihtimalinin olduğu ve insanlar için yeterli zamanın olmadığı durumlarda telaşla ilişkilendirebilmektedir (FEMA, 2002).

2.5 Afetlerin Önceden Tahmin Edilmesi

Afet yönetim çerçevesinde ise kayıp ve zarar azaltılması için erken uyarı, tahmin, hazırlık, yardım ve etki dahil olmak üzere afetin zamanlamasıdır. Afetleri önceden tahmin etmeye yönelik çalışmalar afet kavramı, afetin değerlendirilmesi, etki analizi olarak kabul edilebilmektedir (Hüsayni, 2004).

Bu konuda etkin ve yararlı bir afet yönetimi çalışması, afet öncesi, afet sırası ve afet sonrası ihtiyaç duyulan tüm çalışmaları kapsamaktadır. Soruşturma aşaması, afet gerçekleştiği zaman ölüme, fiziksel hasarlara ve binaların yıkılması olarak kabul edilmektedir. Etki aşamasından sonra, bireylerin maruz kaldıkları zarar miktarını tahmin etmeleri gereken bir inceleme aşaması devam etmektedir. Kurtarma aşaması, kazaların çoğu zaman yaralılara ve diğer kurbanlara yardım etmek için arama kurtarma ekiplerinin eşlik ettiği bir aşamadır (Hüsayni, 2004).

Çoğu durumda afetlerin sadece bir zaman boyutu değil, aynı zamanda mekânsal bir boyutu vardır. Şekil 2.1.'de görüldüğü üzere bazı alanlar neredeyse tamamen hasar görürken, diğer alanlar daha az, bazıları ise hiç hasar görmemektedir. Böylelikle mevcut işlerde yıkım, kargaşa, ölüm, bu süreçte kurtuluş ve iyileşme olasılığı değişmektedir (Hüsayni, 2004).



Şekil 2.1: Deprem nedeniyle bölgelerin hasar görme miktarı (Hüsayni, 2004).

Pek çok afette yakınsama olarak adlandırılan bir olgu görülmektedir. Bu kitleler genellikle insanların ya da alanların en çok hasar gördüğü alanlar ve kurtuluşun sağlanmasına yönelik faaliyetlerin gerçekleştiği yerleri bir araya getirmektedir (Hüsayni, 2004).

2.6 Afet Yönetimi

Afet yönetimi; hazırlık olma, risk azaltma, müdahale etme, iyileştirme ve yeniden inşaa etme aşamalardan yapılması gereken faaliyetlerin planlanması için toplumun tüm kaynakları ile kuruluşlarının ortak amaç doğrultusunda kullanılmasını gerektiren kapsamlı bir yönetimdir. Çeşitli kurumların ve bireylerin kendi başlarına yaptıkları çalışmaları ve mücadele ile değil, farklı kuruluşların ve çeşitli bilgiye sahip olan insanların bir arada çalışması ile etkin bir afet yönetimi ortaya çıkarılması mümkündür (FEMA, 2002).

Etkin bir afet yönetimi, insanların yaşadığı yerleşmelerin hangi doğal afet açısından nasıl bir büyüklükle risk taşıdığını bilmektedirler. Ayrıca gerçekleşecek afetin ne ölçüde büyük olabileceği ve insan hayatını hangi boyutlarını etkileyeceğini ve bu etkilerin en az zararla kurtulma yollarını öngörebilmektedirler. İnsanların afet bölgelerinde, afet sırasında ve afet sonrasında yapılması gerekenler, afet riskinin en aza indirilmesi ve afetin yol açtığı karmaşıklıkların ortadan kaldırılarak yaşam durumunun kısa sürede normal haline getirilmesi etkin bir afet yönetimi ile mümkündür (Elahi ve Razzaghi, 1999).

Afet olmadan önce devlet tarafından yapılması gereken konular aşağıdaki gibidir; (Elahi ve Razzaghi, 1999).

- Afetlerin zararlarını azaltma amacıyla yapılması gereken önlemleri araştırmak,
- Afet konusundaki gereken temel konularla amaç ve politikalar belirlemek,
- Teknik, bilimsel ve idari çalışmalar içerisinde eşgüdüm sağlamak,
- Ortak sunuşları yönetmelik, genelgeler, yönetmelik vb. gibi yasal araçların yanında eğitim yoluyla uygulamaya aktarmak gelmektedir.

Bu çalışmaların en önemlisi kuşkusuz toplumun tüm birimleri ile muhtemel bir afet hazırlanmasını sağlayan afet öncesinde yapılması gerekenleri kapsamaktadır (Alahi, 2018).

Afet yönetim sürecinin özellikleri aşağıda sıralanmıştır; (Alahi, 2018).

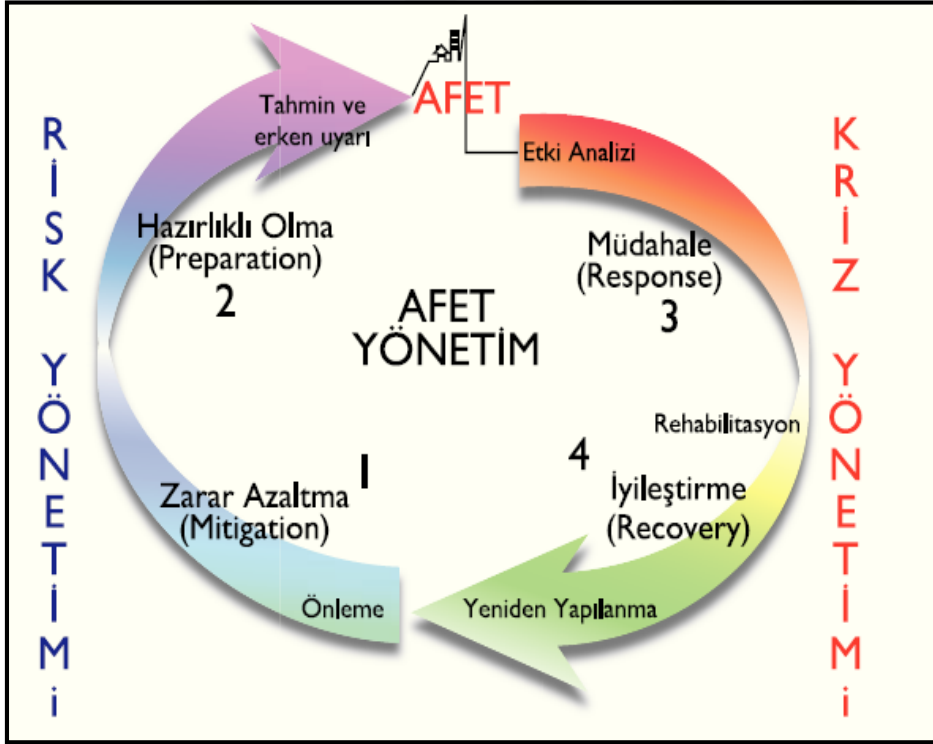
1. Afetlerin olumsuz etkilerini azaltmak için ekonomik yönüne dikkat ederek, afetlerin gerçekleşmesini azaltıcı önemli planların yürütülmesi,
2. Hemen olacak afetlerin tehditlerine karşı hazırlık düzenlenmesi yapılması ve acil durum önlemlerinin etkilerinin ele alınması,
3. Göçüklerde, kıtlıkta, sel baskınlarında bölgenin ve yaşayan halkın durumunun saptanarak izlenmesi,
4. Afetten hemen sonra hayat kurtarılması için acil yardım uygulaması,
5. Rehabilitasyon planlarını hızlandırma ve afetten sonra gelişme programlarının desteklenmesi

Afet yönetiminin temel hedefleri de aşağıdaki gibi sıralanmıştır; (Alahi, 2018).

- Can ve mal kayıplarına neden olacak risklerin etkisini en düşük seviyeye indirmek,
- Afetten en fazla zarar gören insanları kurtarmak,
- Mal, mülk, kültür, çevre ve doğal varlıklarını korumak,
- Afetten sonra yaşam hayatını iyi şekilde dönüştürmek,
- Sürdürülebilir kalkınmayı sağlamak, hizmetlerin devamını ve iş sürekliliğini sağlamak

2.6.1 Afet safhaları ve afet yönetim aşamaları

Tüm afet olayları ile ilgili faaliyetler, Risk azaltma safhası, Hazırlık safhası, Müdahale safhası, İlk yardım ve kurtarma (iyileştirme) safhası, Yeniden yapılma safhası gibi beş ana safhaya ayrılmaktadır (Özmen vd, 2005).



Şekil 2.2: Afet yönetim aşamalarının sistemi (URL 1)

Yapılan faaliyetler birbirleriyle iç içe girmiş, birbirlerini takip etmek zorunluluğu olan ve bir sonraki safhada yapılacak olan çalışmaları büyük ölçüde bir önceki safhada yapılan çalışmalar etkileyeceği ve dolayısıyla da afetler halkası veya zinciri denilen süreklilik göstermesi gereken bu faaliyetler kolayca incelenebilmektedir. Afet safhalarında yapılması gereken kısaca şekil 2.2’de özetlenmiştir (Özmen vd, 2005).

2.6.1.1 Olası zarar (Risk) azaltma safhası

Afet tehlikesini önlemek ve neden olacağı riskleri azaltma için yada büyük kayıplara neden olmaması için alınması gereken tüm önlemler ve faaliyetler risk azaltma safhasında yapılmalıdır. Bu safhadaki faaliyetler iyileştirme ve yeniden yapıma safhasındaki faaliyetlerle birlikte başlar ve yeni bir afet olana kadar devam eder. Bu safhada yapılması gereken faaliyetler ülke, bölge, il ve yerleşme birimi bazında olmak üzere çok geniş uygulama alanı göstermektedir (Demirci ve Karakuyu, 2004).

Bu safhada yapılması gereken çalışmaları aşağıdaki gibi sıralayabiliriz; (Demirci ve Karakuyu, 2004).

- Afet tehlikesi ve risklerinin makro ve mikro ölçekte yeniden geliştirilmesi, belirlenmesi ve risk ve tehlike haritaları ile afet senaryolarının haritalarının hazırlanması,
- Yapı ve deprem yönetmelikleri, gelişme ve mekansal planlama ile ilgili yasa ve yönetmeliklerin gözden geçirilmesi ve ihtiyaç halinde yeniden düzenlenmesi,
- Afet anında uygulanacak yasal mevzuatın ve kurumsal yapılanmaların gözden geçirilmesi ve gerekiyorsa yeniden düzenlenmesi,
- Ülke için afet erken uyarı sistemleri ve deprem kayıt şebekeleri kurulması ve geliştirilmesi,
- İhtiyaç duyulan teknik ve bilimsel araştırma-geliştirme faaliyetlerinin planlanması ve uygulanması,
- Afetlere karşı önleyici ve risk azaltıcı mühendislik tedbirlerinin geliştirilmesi ve uygulanması,
- Afet risklerinin azaltılması kavramının, kalkınmanın her aşamasına dahil edilmesi ve uygulamasının sağlanması,
- Afet zararlarını azaltılması konusunda ilgili her kesimi kapsayan ş kapsamlı bilgilendirme, eğitim ve bilinçlendirme faaliyetlerinin yürütülmesi gibi pek çok faaliyetleri içerir.

Bu faaliyetler mevcut safhadaki faaliyetler, iyileştirme veya müdahale safhalarındaki faaliyetlerden gerek uygulama gerekse kavram şekilleri açısından çok farklı faaliyetlerdir. Bu faaliyetler birçok kuruluş ve kurumla, çeşitli disiplinleri bir ortak hedef doğrultusunda çalışmasını gerektiren uzun vadeli çalışmalardır. Dolayısıyla

toplumun her kesimini ilgilendirir ve bu kesimlerin katkı ve gayretlerini gerektirmektedir (İB-İTÜ, 2002).

2.6.1.2 Hazırlık safhası

İnsanlar için tehlikelerin olumsuz etkiler doğurabilecek sonuçlarına karşı önlemler alarak, en uygun şekilde, zamanında etkili yöntemler ve organizasyonla ortadan kaldırmak bu safhada yapılması gereken önemli çalışmalardır. Risk azaltma safhasında alınan önlemlerle olayların önlenmesi veya durdurulması her zaman mümkün değil dolayısıyla bu safhada insan can ve malı ile milli servetleri, afetlerin yıkıcı etkilerinden koruyacak bazı faaliyetlerin yapılması zorunlu olmaktadır. Hazırlık safhasında yapılması gereken faaliyetler aşağıdaki gibi sıralandırılır; (İB-İTÜ, 2002).

- Arama-Kurtarma faaliyetlerinin geliştirilmesi, örgütlenmesi, eğitimi ve yaygınlaştırılması,
- İl düzeyinde de aynı planların hazırlanması ve geliştirilmesi,
- Merkezi düzeyde afet yönetimi ile ilgili risk azaltma strateji planları ile müdahale planlarının hazırlanması ve geliştirilmesi,
- Gerektiğinde bölge teçhizat merkezleri kurulması ve kritik malzemelerin stoklanması,
- Erken uyarı ve alarm sistemlerinin kurulması, işletilmesi ve geliştirilmesi,
- Bu planlarda görev sorumluluk verilen kurumların ve personelin eğitimi ve tatbikatlarla bilgi düzeylerinin geliştirilmesi vb. gibi ana faaliyetler sayılabilir.

Bu safhada yapılması gereken faaliyetler sadece afetin erken uyarı süresi içerisinde yapılacak kısa süreli faaliyetlerdir. Bu safhada yapılması gereken faaliyetler olayın yıkıcı etkilerinin azaltacak ve insanların can, mal ve milli servetlerini koruyacak uzun ve kısa süreli birçok faaliyeti de kapsayabilir. Örneğin; halkın afetlere karşı hazırlıklı olmasını sağlayacak ve baş edebilme kapasitelerini geliştirecek geniş kapsamlı halk eğitimi faaliyetlerinin örgütlenmesi, yoğunlaştırılması ve desteklenmesi, bazı kritik yapı ve altyapıların onarım ve güçlendirme faaliyetlerinin planlanması, örgütlenmesi ve desteklenmesi gibi faaliyetler olarak belirlenmiştir (Özmen vd, 2005).

2.6.1.3. Müdahale safhası

Müdahale safhasında yapılması gereken faaliyetler afetin oluşundan hemen sonra başlayarak, afetin büyüklüğüne bağlı olarak en fazla 2 aylık bir süreyi kapsayabilir.

Bu safhada yapılacak faaliyetlerin ana hedefi; en kısa süre içerisinde yaralıların tedavisini sağlamak, en büyük sayıda insan hayatını kurtarmak ve açık kalanlara giyecek, su, korunma, yiyecek, barınma, ısınma vb. gibi hayati ihtiyaçlarını en uygun yöntemlerle karşılamaktır (Özmen vd, 2005).

Müdahale safhasında yapılması gereken faaliyetler; arama ve kurtarma, haber alma ve ulaşma, ilk yardım, tahliye, tedavi, ihtiyaçların belirlenmesi, giyecek ve yiyecek ve içecek temini, güvenlik, geçici iskan, hasar tespiti, çevre sağlığı ve koruyucu hekimlik, tehlikeli yıkıntıların kaldırılması yangınlar, patlamalar, bulaşıcı hastalıklar vb. gibi ikincil afetlerin önlenmesi faaliyetleri kapsar. Bu safhada yapılacak bütün faaliyetler devletin tüm güç ve kaynaklarının en hızlı şekilde ve etkili yöntemlerle afet bölgesinde kullanılmasını amaçladığından iyi bir koordinasyonu gerektirmekte ve olağanüstü koşullarda uygulanması zorunluluğu, olağanüstü hazırlık, yetki ve sorumluluklara ihtiyaç duymaktadır (Berke PR, 1993).

2.6.1.4 İyileştirme safhası

İyileştirme safhasında yapılacak faaliyetlerin ana hedefi; su, kanalizasyon, eğitim, elektrik, psiko-sosyal destek, ekonomik ve sosyal ihtiyaçlar, uzun süreli geçici iskan vb. gibi insanların ihtiyaçlarını minimum düzeyde karşılanabilmesi için gereken tüm çalışmaları içerir. Bazı araştırmacılar bu safhaya, yeniden inşa safhasını da dahil etmekte ve bu safhayı afetten etkilenen toplulukların ihtiyaçlarının en az afet öncesindeki veya mümkünse daha ileri bir düzeyde karşılanana kadar devam etmesini önörmektedir (Berke PR, 1993).

2.6.1.5 Yeniden inşa safhası

Yeniden inşa safhasında yapılması gereken faaliyetlerin ana hedefi afetten zarar gören tüm sosyal aktivitelerinin önceki düzeyden daha ileri bir düzeyde karşılanabilmesidir. Ayrıca bu safhada yapılacak faaliyetler içerisinde hasar gören ve yıkılan tüm tesislerin ve binaların yeniden olduğu gibi inşaa edilmesi, afet nedeniyle toplumun bozulmuş olan sosyal, ekonomik ve psikolojik bütünlüğünü yeniden sağlanması vb. gibi çok geniş alanlara yayılan faaliyetler bulunmaktadır (Özmen vd 2005).

Yeniden inşa safhasından yapılacak faaliyetler süresi afet büyüklüğüne bağlı olarak birkaç yıl sürebilir ve bu süre içerisinde toplum için lazım olan ve zarar azaltma safhasında konu edilen bazı faaliyetlerinde yapılması gerekmektedir. Tüm bu faaliyetlerin yapılma amacı afetten etkilenen toplulukların gelecekte benzer afetlerle

karşılaşmaları halinde aynı olumsuz sonuçlara gelmemelerini sağlamaktır (Berke PR, 1993).



3. DEPREM OLGUSU

Cisimlerin bir etki altında yaptıkları hareket deprem olarak nitelendirilebilmesinden dolayı depremler doğal depremler ve yapay depremlere ayrılır. Yapay depremler, şiddet, zaman ve büyüklük gibi parametreleri belli olan depremlere denir ve parametreleri önceden belli olmayan depremlere doğal depremler denir. Yapay depremlerin parametreleri belli olduğu için incelenmiyor ama doğal depremlerin parametreleri belli olmadığı için incelenmelidir (Alahi, 1995).

3.1 Oluş Nedenlerine Göre Deprem Türleri

Tektonik depremler;

Yer içinde biriken iç kuvvetlerin neden olduğu gerilmelerin boşalması ile meydana gelen katmanların yer değiştirme, oynama ve kırılma gibi hareketlerinin sonucu olan depremler genellikle tektonik depremler olarak nitelendirilir ve bu depremler çoğunlukla levha sınırlarında oluşurlar. Tektonik depremler etki alanı ve şiddet açısından en önemli ve yıkıcı depremlerdir Yeryüzünde olan depremlerin %90'ı bu gruba girer. Türkiye'de meydana gelen depremlerin büyük çoğunluğu tektonik depremlerdir (Rezaiyan, 2002).

Volkanik depremler;

Bu depremler sadece volkanik bölgelerde, volkanların püskürmesi sonucunda meydana gelir. Yerin derinliğinde erimiş maddelerin yeryüzüne çıkarak fiziksel ve kimyasal durumlar nedeniyle gazların yapmış olduğu patlamalar, volkanik patlamalar olarak bilinir. Bu tür depremler çevreye ve insanların sosyal ve ekonomik hayatına büyük zararlar vermemektedirler (Rezaiyan, 2002).

Çökme depremler;

Mağaraların ve yeraltı kanallarının çökmeleri sonucu meydana gelen depremlere denir. Bu tür depremlerin dalga ve şokları çok az ve sadece yanal öneme sahiptir (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

İndüksiyon depremler;

Su kaybına veya barajların arkasındaki göllerin yüzey sularındaki ani değişikliklere, özellikle aktif fayların bulunduğu yerlerde, diğer sıvıların enjekte edilmesinden dolayı meydana gelen depremlerdir. Bu titremelerin ana sebebi, zemindeki hızlı yüklemeler veya yüklerin aniden uzaklaştırılmasıdır. Maden şoklarının da bu kategoriye dâhil olduğu şoklar da indüksiyon depremler olarak adlandırılır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

Patlamaya bağlı depremler;

Askeri ve endüstriyel patlamalar ya da inşaat faaliyetleri sonucunda meydana gelen dalgalanmalar ve şoklar sonucu patlamaya bağlı olan depremler olarak isimlendirilmektedir (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

3.2 Derinliklerine Göre Deprem Türleri

Tektonik depremler odak derinliklerine göre üç gruba ayrılabilir (Hüsayni, 2004).

- 0 – 70 km derinlikte sığ depremler
- 70 – 300 km derinlikte orta depremler
- 300 – 700 km derinlikte derin depremler

Derin depremler geniş alanlarda hissedilir ve neden olacağı hasar da azdır. Orta ve derin depremler daha çok bir levhanın altına girdiği bölgelerde oluşur ama sığ depremler dar bir alanda hissedilir dolayısıyla dar bir alan içerisinde büyük hasar oluşturabilir (Hüsayni, 2004).

3.3 Büyüklüklerine Göre Deprem Türleri

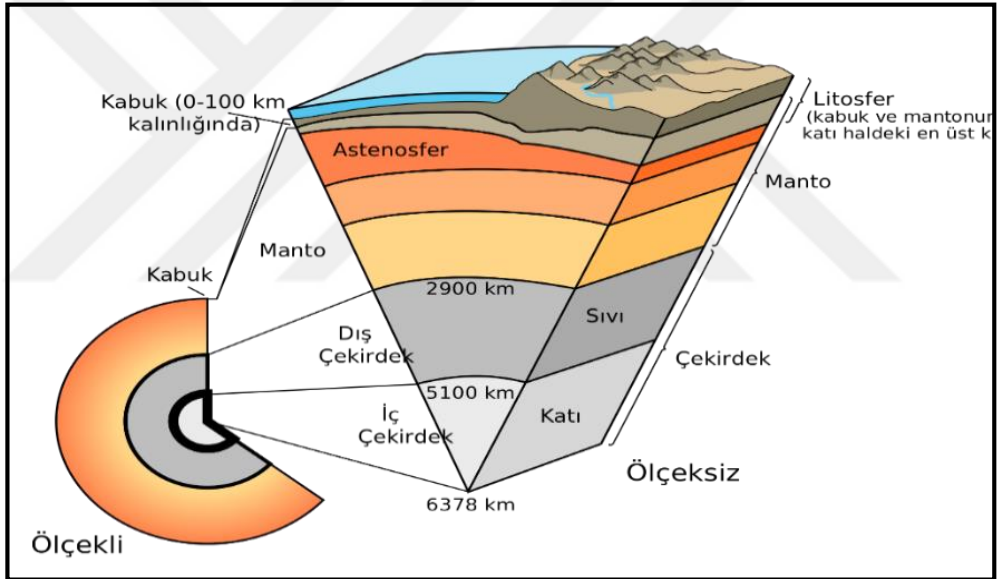
Deprem yerkabuğunun gerilme etkisi nedeni belirli bir derinlikte kırılması olarak tanımlanabilir. Depremin büyüklüğü, kırılan yüzeyin ve büyüklüğünü ve ortaya çıkan enerjinin miktarını belirleyen bir ölçüdür. Bu ölçüler aşağıdaki şekilde sınıflandırılmıştır; (Hüsayni, 2004)

- Çok çok hafif depremler $M < 3.0$
- Çok hafif depremler $3 < M < 3.9$
- Hafif depremler $4 < M < 4.9$
- Orta şiddetli depremler $5 < M < 5.9$
- Şiddetli depremler $6 < M < 6.9$

- Çok şiddetli depremler $7 < M < 7.9$
- Çok çok şiddetli depremler $M > 8.0$

3.4 Tektonik Deprem Oluşum Mekanizması

Zemin kürenin içyapısı konusunda, jeofizik ve jeolojik çalışmalar sonucu elde edilen verilerin bir yeryüzü modeli bulunmaktadır. Buna göre, zemin kürenin dış kısmında yaklaşık 70-100 km. kalınlığında oluşmuş bir taşküre (Litosfer) vardır. Okyanuslar ve kıtalar bu taşkürede yer almaktadır. Çekirdek ile litosfer arasında olan kuşağa Manto denir ve bu kuşağın kalınlığı 2.900 km'dir. Aşağıdaki şekil 3.1'de görüldüğü gibi, Manto'nun altındaki çekirdek Demir ve Nikel karışımından oluşmuştur. Yerin, yüzeyinde derine gidildikçe ısının arttığı bilinmektedir. Enine deprem dalgalarının yerin çekirdeğinde yayılamadığı olgusundan giderek çekirdeğin sıvı bir ortam olması gerektiği sonucuna varılmaktadır (Rezayıyan 2002).



Şekil 3.1: Zemin küresini dışarıdan içeriye doğru katları ve ölçüsü (URL 2)

Yerkabuğunu oluşturan levhaların birbirlerinin altına girdikleri ya da üstüne çıktıkları, birbirlerini sıkıştırdıkları, birbirine sürtündükleri bu levhaların sınırları dünyada depremlerin oldukları yerler olarak karşımıza çıkmaktadır. Dünyada olan depremlerin büyük çoğunluğu bu levhaların birbirlerini zorladıkları levha sınırlarında dar kuşaklar üzerinde oluşmaktadır (Hüsayni, 2004). Birbirlerini altına giren ya da iten iki levha arasında, harekete engel olan bir sürtünme kuvveti vardır. Levhaların hareket edebilmesi için sürtünme kuvvetinin giderilmesi gerekmektedir.

Sürtünme kuvveti, itilmekte olan bir levha ile bir diğer levha arasında aşıldığı zaman bir hareket oluşur, bu hareket çok kısa bir zaman biriminde gerçekleşir ve şok

niteliğindedir. Yani çok uzaklara kadar yayılabilen deprem (sarsıntı) dalgaları ortaya çıkar. Bu dalgalar geçtiği ortamları sarsarak ve depremin oluş yönünden uzaklaştıkça enerjisi azalarak yayılır. Yeryüzünde, kilometrelerce uzanabilen ve bazen gözle görülebilen fay adlı verilen arazi kırıkları oluşabilir. Bu kırıklar bazen gözle görünmez ve yüzey tabakaları ile gizlenmiş olabilir. Bazen de yeryüzüne kadar çıkmış ve eski bir depremden oluşmuş, ancak zamanla örtülmüş bir fay yeniden oynayabilir (Rezaiyan, 2002).

Öncü deprem

Ana depremin meydana gelmesinden önce, ana depremden daha az büyüklükte bir dizi deprem meydana gelir ve genellikle ilk titreşimin zamanına yaklaştıkça sıklık artar. Bu tür depreme ilk deprem denir (Rezaiyan, 2002).

Ana deprem

Kayalarda depolanan enerjinin çoğunun bir kerede serbest bırakıldığı ve büyük titreşimlere neden olan deprem ana deprem olarak adlandırılır ve veriler sismik olarak cihazlarda ana depreme kayıt edilir (Rezaiyan, 2002).

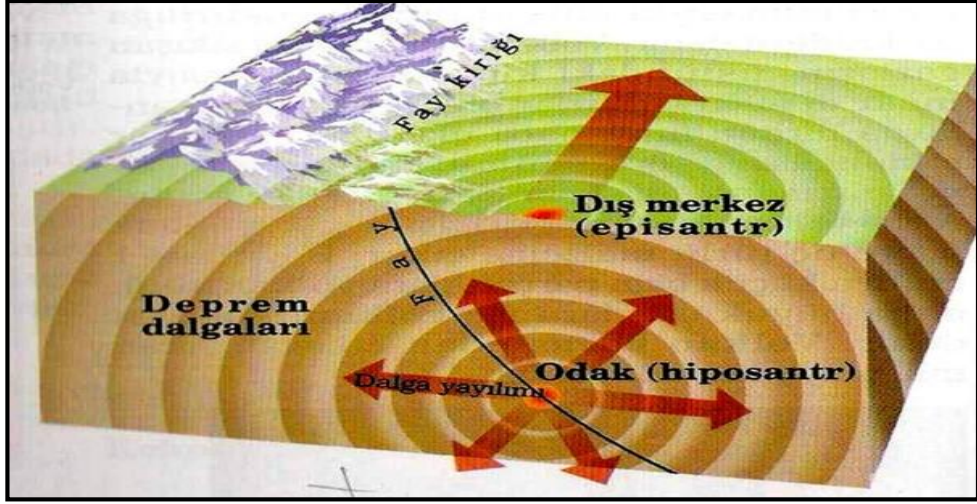
Artçı deprem

Ana sarsıntıdan sonra genellikle ana depremin yakınlarında meydana gelen daha hafif depremler artçı sarsıntılar olarak adlandırılır. Artçı depremin gerçekleşmesi büyük depremlerden aylar sonra bile sürebilir (Rezaiyan, 2002).

3.5 Deprem Parametreleri

3.5.1 Odak noktası

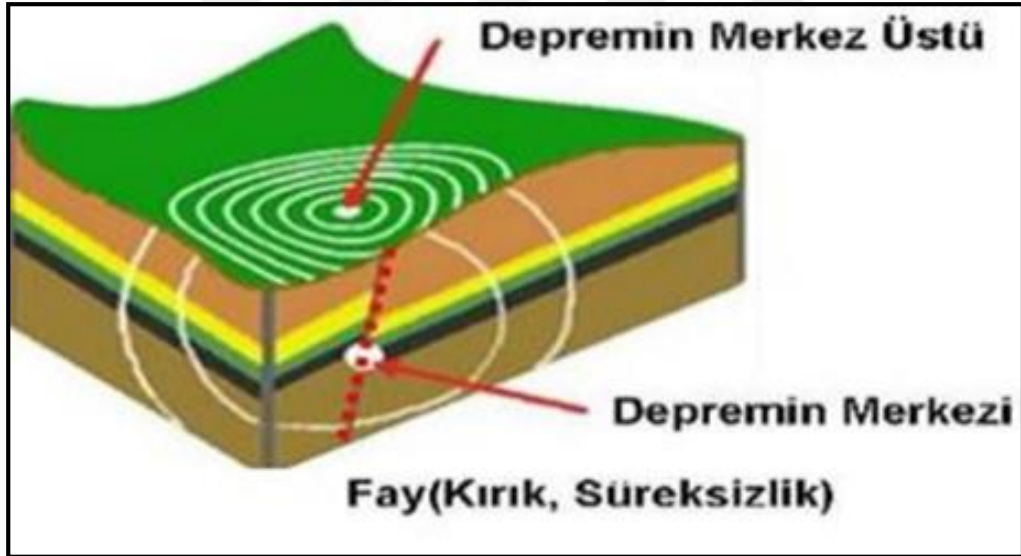
Çoğu deprem fayların ya da eski faylar boyunca kayaların hareketi ve rotasyonundan kaynaklanır ve bu sebepten dolayı depremler tek bir noktada değil, şekil 3.2.' de görüldüğü gibi bir alanda üretilir. Ancak bilim adamları, referans kolaylığı için dalganın kaynağını, şartlı olmayan bir nokta olarak görürler. Çünkü ölçüm istasyonları ve depremin yeri arasındaki mesafe, bir fayın uzunluğundan daha büyüktür. Bundan dolayı dalgaların yayıldığı noktaya “deprem odak noktası” denir. Bu nokta, kayaların parçalandığı ve etrafındaki enerji ve yayılmanın açığa çıktığı noktadır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).



Şekil 3.2: Sürtünme kuvvetlerinin aşılmasıyla enerjinin açığa çıktığı ilk nokta (URL 3)

3.5.2 Merkez üssü

Deprem odak noktasının yeryüzüne dik bir şekilde düşen izidir. Şekil 3.3’de görüldüğü gibi, genel olarak depremin en şiddetli hissedildiği bölgedir (İbrahimi ve Cezayirli, 1995)



Şekil 3.3: Deprem merkez üssü (URL 4)

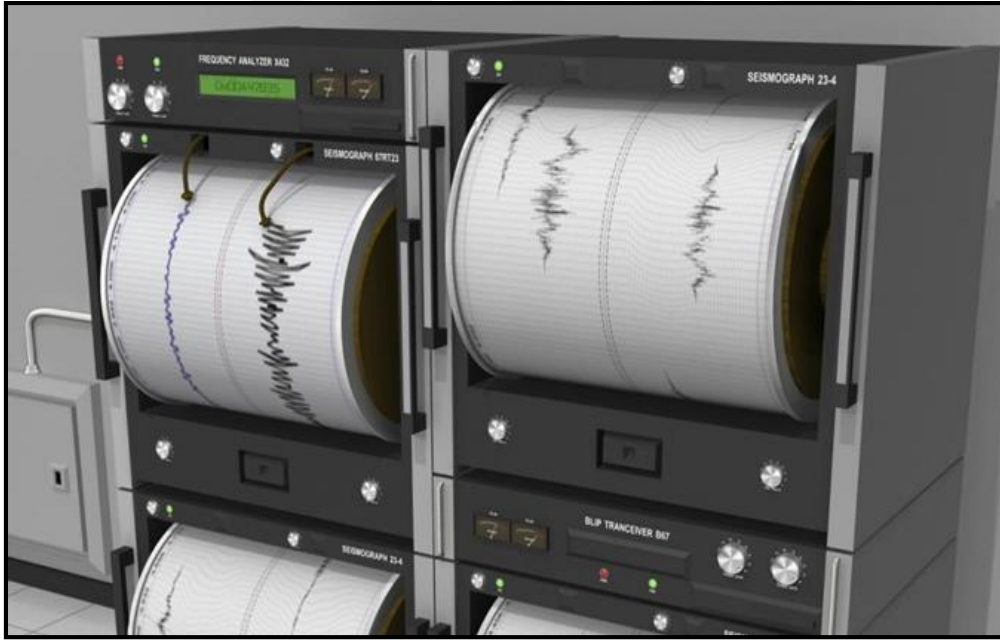
3.5.3 Deprem büyüklüğü

Sismoloji’de kullanılan Richter ölçeği veya yerel magnitud ölçeği dünyanın genelinde meydana gelen depremlerin sarsıntı oranını ve aletsel büyüklüklerini sınıflarına ayıran ve belirleyen uluslararası ölçümdür. Deprem büyüklüğü ya da aletsel büyüklük deprem sırasında ortaya çıkan enerji miktarını bir göstergesidir. Depremlerin büyüklüğü ölçülebilir ve sayı ile ifade edilebilir bir rakamdır. Büyüklüğü etkileyen iki etmen daha vardır. Bu etmenler, atım ve berklik (rijidite) olarak adlandırılır. Atım, kırılan yüzeyin

iki tarafında kalan kayaçların birbirlerine göre bağıl olarak ne kadar yer değiştirdiğini belirtir. Berklik ise, kırılan kayaçların sertliğine bağıl bir parametredir. Ancak depremin meydana geldiği derinliklerde genelde berklik değeri hemen hemen hep aynıdır ve sabit kabul edilebilir. Atım değerinin ise genelde kırılan yüzeyin büyüklüğüne hep orantılı olduğu gözlenmiştir. Bu nedenle, büyüklüğün bilinmesi için sadece kırılan alanın yüzölçümünün tahmin edilmesi yeterli sayılabilir (Alahi, 1995).

3.5.3.1 Büyüklük nasıl ölçülür?

Depremi oluşturan kırık genelde yer kabuğunun derinliklerindedir ancak büyük depremlerde yer yüzeyine kadar ulaşır ve bizim fay kırığı dediğimiz yüzey kırıklarını oluşturur. Bir deprem olduğunda, derinlerde oluşan kırığı doğrudan gözle görmek mümkün olmadığından, onun yüzölçümünü dolaylı olarak tahmin etmek zorunda kalırız. Bir başka deyişle deprem kırığını kendisini görmesek de, onun ortaya çıkardığı etkileri inceleyerek büyüklüğü hakkında bir fikir edinebiliriz (Partavi ve Alahi, 1995).



Şekil 3.4: Deprem büyüklüğünü ölçmek için kullanılan Sismograf (URL 5)

Depremi nasıl oluştuğunu, deprem dalgalarının yer küre içerisinde ne şekilde yayıldıklarını, ölçü aletleri ve yöntemlerini, kayıtların değerlendirilmesini ve deprem ile ilgili diğer konuları inceleyen bilim dalına “Sismoloji” denir. Bir deprem sonucu oluşan yer hareketini sürekli olarak kaydeden düzeneklere şekil 3.4’de görüldüğü gibi “Sismograf” denir. Yer titreşimlerinin kaydedildiği kâğıtlara ise “Sismogram” adı verilir (Partavi ve Alahi, 1995).

Aletle depremlerin ölçülmesine yönelik ilk aygıt; M.S. 132 yılında Çinli filozof Chang Heng tarafından icat edilmiştir. Bu aygıt ayaklı bir vazo üzerine eşit aralıklarla yerleştirilmiş 8 tane ejderha başı ile vazunun ayağı üzerine yerleştirilmiş 8 tane kurbağadan oluşur. Kurbağaların açık olan ağızları ejderhalara doğru dönüktür. Deprem sırasında ejderhalardan bazıları ağızlarındaki bilyeyi kurbağaların ağzına düşürür. Hangi ejderin bilyesi düşmüşse sarsıntının doğrultusu o yöndedir. Aletin kendi bulunduğu yerde hissedilemeyen yaklaşık 750 km. uzaklıklardaki depremleri algılayabildiği söylenmektedir. Aletin gövdesini oluşturan vazunun içerisinde ne tür bir düzenek olduğu bilinmemektedir. Bu konudaki en yaygın görüş, vazo içerisine çok duyarlı bir sarkaç' ın yer aldığı görüşüdür noktadır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

Günümüzde deprem ölçümleri, sismograf denilen modern cihazlarla yapılmaktadır. İlk kullanılabilir sismograflar IX. yüzyılın son çeyreği içinde Filippo Cecchi, James Ewing ve Thomas Gray gibi sismologlarca geliştirildi (Alahi, 2018).

Sismograf, deprem anında yer hareketinin ivmesini kaydeden cihazlardır. Ayrıca kuvvetli yer hareketi sismografi olarak da adlandırılırlar. Aletin ölçtüğü değer birimi cm/sn^2 dir. Yerçekimi ivmesinin ($g=98,1 \text{ cm/sn}^2$) kesri olarak kayıt alırlar. Bu aletler normal olarak sükûnette olup, ancak yer hareketi ivmesinin belirli bir değeri aşmasından sonra harekete geçerler. Yer hareketinin iki yatay ve bir düşey olmak üzere üç bileşenini ölçebilirler. Genellikle bu tür aletlerin öz periyodu 0.05s ile 1.0s arasındadır. Yaklaşık olarak 0.005g ivme ile harekete geçen bu aletle 0.001g ile 1.0g arasında hassas bir ölçüm yapılabilir noktadır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

Sismograf, yer hareketlerini sürekli olarak kaydederek yer sarsıntılarının büyüklüğünü, süresini, merkezini ve saatini saptamaya yarayan aygıta denir. Depremlerin ölçümünde kullanılır. En basit türü bir ucu dayanaklı, öbür ucunda bir kayıt kalemi bulunan, yay ile desteklenmiş ağırlıklı bir çubuktan oluşmaktadır. Herhangi bir sarsıntı anında, üzerindeki ağırlık atıldığından dolayı, çubuğun sabit kalarak diğer bölümlerin salınması ilkesine göre çalışır. Kayıt kalemi, saat ibresi yönünde ağır ağır dönen bir silindir üzerinde sarsıntıları saptar. Günümüzde, gözlemlerinden daha çok, benzer mekanik düzenekten yola çıkarak salınımları değişik elektronik aygıtlarla yükseltip otomatik olarak saptayan, çok daha duyarlı sismograf türleri kullanılmaktadır (Alahi, 2018).

3.5.4 Depremiñ Şiddeti

Deprem Şiddeti; depremin yer yzeyindeki etkilerine g3re 3lç3lmektedir. Depremin etkilediği b3lgelerde depremin verdiği zararlar ne kadar fazlaysa deprem o kadar Şiddetli olarak tanımlanmaktadır. Deprem Őiddetinin 3lç3s3 b3lgede yaşayan insanların g3rd3đ3 zararlar, yıkılan binalara, 3l3m sayısı ve yaralananlar sayısına bağlıdır. Deprem Şiddetini 3lçmek için d3nyada birçok 3lek geliŐmiŐtir. Bunlardan en yaygın olarak kullanılanı izelge 3.1’de g3r3len ‘‘Mercalli’’ Şiddet 3leğidir. Bu 3lek belirlenmiş 12 d3zeyden oluşmuştur (Alahi, 1995).

Çizelge 3.1: Mercalli Şiddet 3leği (URL 6)

1 duyulmayan	Yalnız sismograflarca kaydedilebilir ama insanlar tarafından titreŐimleri hissedilir.
2 Çok zayıf	TitreŐimleri y3sek binaların en 3s katlarında, dinleme olan kişiler tarafından hissedilir.
3 Zayıf	Bu Şiddetli depremi dışarıda sadece uygun Őartlar altındaki kişiler ve ev içerisinde az kişiler tarafından hissedilir. Ayrıca binaların 3st katlarında asılı olan eŐyalardaki hafif sallantıyı izleyebiliriz.
4 Çok Şiddetli	Bu Şiddetli depremler dışarıda az kişi tarafından ve ev içerisinde çok kişi tarafından hissedilir. Bu depremde pencere, kapı ve mutfak eşyaları titrer ve asılı eŐyalar sallanır. Ama araç içerisinde olan kişiler tarafından hissedilmez.
5 Şiddetli	Bu Şiddetli depremleri dışarıda çok kişiler ve ev içerisinde herkes hisseder. Uyumakta olan kiŐileri uyandırır, yapılar baŐtan aŐađıya titrerler, az sayıda dışarı kaçan olur, duvarlara ve çatılara asılı eŐyalar 3nemli derecede sallanır, hayvanlar huysuzlanmaya başlar ve Sarkaçlı saatler durur. Açık pencere ve kapılar Őiddetle kapanır ve kilitlememiŐ kapılar açılabilir, sabit olmayan eŐyalar az miktarda yerlerini deđiŐtirebilirler. İyice dolu, ağzı açık kaplardaki sıvılar d3k3l3r. Sarsıntı yapı içerisine ağır bir eŐyanın d3Őmesi gibi hissedilir. (b) : A tipi yapılarda hafif hasar olabilir. (c) : Bazen kaynak sularının debisi değişebilir.
6 Çok Şiddetli	Bu Şiddetli depremler dışarıda ve ev içerisinde herkes tarafından hissedilir. Ev içerisinde bazı kişiler korkup dışarıya kaçar ve bazı kişiler dngelerini kaybederler. Bazı hallerde cam eŐyalar kırılabilir bardak, tabak vb. gibi, evcil hayvanlar ağıllarından dışarı kaçarlar, ağır mobilyalar yerlerini değiştirir ve kitaplar raflardan aŐađıya d3Őerler. (b) : A tip az yapıda orta hasar ve B tip az ve A tip çok yapıda hafif hasar g3r3l3r. (c) : Nemli zeminler 1 cm. Genişliğinde atlayabilir. Yeraltı su d3zeylerinde ve pınar sularında değişiklikler dağlarda rastgele yer kaymaları g3r3lebilir.

Çizelge 3.1: (devamı) Mercalli Şiddet 3leği (URL 6)

7 Hasar yapıcı	<p>Oturan kişiler kalkmakta zorlanır, ev içerisinde herkes korkar ve dışarı kaçar ve araç içerisindeki kişiler tarafından önemli hissedilir.</p> <p>(b) : Atip az yapılar yıkılır, A tip çok yapılar ağır hasar, B tip çok yapılar orta hasar ve C tip çok yapılar hafif hasar görürler.</p> <p>(c) : Sular çalkalanıp bulanır, yeraltı su düzeyi ve suyu debisi değişebilir hata ki bazı durumlarda kaynak suları kesilir yada kuru kaynaklar yeniden akmaya başlar. Yollarda çatlama ve heyelan olabilir, taş duvarlar çatlayabilir.</p> <p>Araç kullanan kişiler rahatsız olup panik ve korku meydana gelir, ağaç dalları kırılır ve asılı lambalar zarar görür.</p>
8 Yıkıcı	<p>(b) : A tip çok binalar yıkılır, B tip çok binalar ağır hasar görür, C tip az binada ağır hasar ve çok binada orta hasar görülür. Heykeller ve abideler hareket edip borular kırılır ve taş duvarlar yıkılır.</p> <p>(c) : vadi içinde ve dik şevli yol kenarında yer kaymalar olabilir. Zeminde çatlaklar cm. Ölçüsünde ve farklı genişliklerde oluşabilir. Sular bulanıp ve yeni su kaynaklar ortaya çıkabilir.</p> <p>Hayvanlar bağrışıp rastgele öteberiye kaçarlar. Ev eşyaları ağır hasar görür.</p>
9 Çok yıkıcı	<p>(b) : A tip çok binalarda fazla yıkıntı, B tip az binalar fazla yıkıntı ve B tip çok binalarda yıkıntı, C tip az binalarda yıkıntı, C tip çok binalarda ağır hasar görülür. Bina bentleri önemli hasar görüp sütunler ve heykeller düşer. Demiryolu rayları eğrilip, toprak altındaki borular kırılır.</p> <p>(c) : zeminde çatlaklar 10 cm. Genişliğinde oluşur. Eğimli yerlerde ve nehir teraslarında bu çatlaklar 10 cm. genişliğinden daha fazladır. Ayrıca sularda büyük dalgalar, yer ve dağ kaymaları ve kaya düşmeleri meydana gelebilir.</p>
10 Ağır yıkıcı	<p>A tip pek çok binada ve B tip çok binada fazla yıkıntı, C tip az binada yıkıntı ve C tip çok binada yıkıntı görülür. Köprüler, bent ve barajlar önemli hasar görür. Ayrıca parke ve asfalt yollarda kasisler oluşur.</p> <p>(c) : Zeminde 1 m. genişliğinde çatlaklar olabilir. Dik meyilli yerlerde ve nehir teraslarında heyelanlar olur, kaya düşmeleri meydana gelir, nehir suları karalar üzerinde taşar.</p> <p>Tren yolu raylarında, su bentlerinde, iyi inşa edilmiş binalarda, barajlarda ve köprülerde tehlikeli hasarlar oluşup cadde ve yollar kullanılmaz hale gelir.</p>
11 Çok ağır yıkıcı	<p>(c) : düşey ve yatay doğrultudaki hareketler nedeniyle, yer çatlaklar ve geniş yarık tarafından önemli biçimde bozulur. Çok sayıda kaya düşmesi ve yer kayması meydana gelir. Çamur va kum fıskırmaları görülür.</p> <p>Pratik olarak toprağın üstünde ve altında tüm bina ve yapılar baştanbaşa yıkılır.</p>
12 Yok edici	<p>(c) : Geniş ölçüde yarık ve çatlaklarda düşey ve yatay hareketlerin yön miktarları izlenebilir. Nehir kenarlarındaki göçmenler ve kaya düşmeleri çok geniş bir bölgeyi kaplar.</p>

3.6 Deprem Zemin Davranışına Etkileri

3.6.1 Yüzey faylanması

Fayın yüzeyinde meydana gelen değişimlerin yer yüzeyindeki görünümüne yüzey faylanması denir. Genellikle yüzey faylanması yer yüzeyindeki hatalar, değişimler ve kuşaklar halinde haritalanmış aktif faylar boyunca orta yıkıcı büyüklükte olan depremlerden oluşabilir (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

Yüzey faylanmasının gerçekleşme olasılığı ve yüzeydeki yer değiştirme miktarı deprem parametrelerinin (büyüklük, odak derinliği) kırılma sürecinin, fay geometrisinin ve zemin içsel özelliğinin bir fonksiyonudur. Yüzey faylanması sonucu oluşan yer değiştirme miktarı deprem büyüklüğüne ve başka faktörlere göre 5 metre ve fazlası olabilir. Alüvyon zeminlerde inşa edilmeyen binalar bile yüzey faylanmasının gerçekleştiği hatlar boyunca ağır zarar görebilmektedir. Bu nedenle hiç bir yapı fay izlerinin üstünde ya da yakınında yapılmamalıdır. Yüzey faylanması yeni fark edilen bir konu olmamakla birlikte birçok ülkede riski azaltmak için öneri ve kurallar içeren yönetmeliklere dâhil olan bir olgudur (İbrahimi ve Cezayirli, 1995)

Bu olguların sebepleri aşağıda şu şekilde açıklanmıştır;

1. Yüzey faylanması sıklıkla gerçekleşmektedir,
2. Faylanmadan etkilenecek yerlerde mevcut binalar için zararı önleme ve azaltmadaki büyük güçlük,
3. Geniş alanlarda olası fay konumu, geometrisi ve hareketi,
4. Zemin ve kaya birimlerini mekanik özellikleri gibi birkaç bilinmeyen faktörlerden dolayı ilgili kalıcı deformasyonlar hesaplama güçlüğüdür.

3.6.2 Fay ve deprem ilişkisi

Deprem sonrası fay zonlarının araştırılması, deprem deplasmanının miktarını 1 cm.'den 20 metreye kadar değiştiğini ve bu sınırı aşmadığını göstermektedir. Fayların genişliği onlarca ya da yüzlerce metre arasında değişir ve uzunluğu 1 ile 1000 kilometre arasında değişmektedir. Temel olarak bir depremde, tüm fay zonu kırılmaz ancak bazı parçalar çöker ve bunun yerine diğer sektörlere direnmektedir. Faylar ve iki yönlü depremler arasındaki ilişki yeni bir alanda büyük fayların varlığı yeni bir deprem oluşturabilir. Deprem yeni bir fay yaratır ve sonuç olarak kırık sayısı artar ve bu sebepten dolayı bölgenin sismisitesi artabilir (Kadioğlu, 2011).

Faylar her zaman insanlara zarar vermez, aynı zamanda olumlu etkileri vardır. Örneğin, birçok yerdeki faylar, yeryüzünün yüzeyine suyun taşınmasından dolayı sorumlu olmuş ve bu nedenle bazı köylerin ve günümüz şehirlerinin yanı sıra fayların değerli maden yataklarında varlığı da fayların olumlu rolüne bağlanabilir (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

3.6.3 Fay

Fay, kırılma plakasının iki tarafındaki kayaların birbirine göre hareket ettiği kırıkları ifade etmektedir. Aktif faylar sırasında sık sık açığa çıkan enerji çoğu depremlerin sebebidir. Yer kabuğundaki büyük faylar, yeryüzünün kesilmesinin sonucudur ve depremler de, bir fay kenarlarının hızlı kayması sırasında terk edilmiş kuvvetin sonucudur. Bir fay genellikle düz ve sürekli bir oluktan oluşmadığından ve karmaşık toprak deformasyonlarının bir bölgesini kapladığından dolayı faydan ziyade fay bölgesi söz konusudur. Faylar kırık olarak da bilinir. Jeolojide yer kabuğunun kayaçların ters yönlü sıkıştırması ya da gerilme kuvvetlerinin etkisiyle koparak birbirine göre yer değiştirmesiyle birlikte ortaya çıkan yapıdır (Dan vd, 2014).

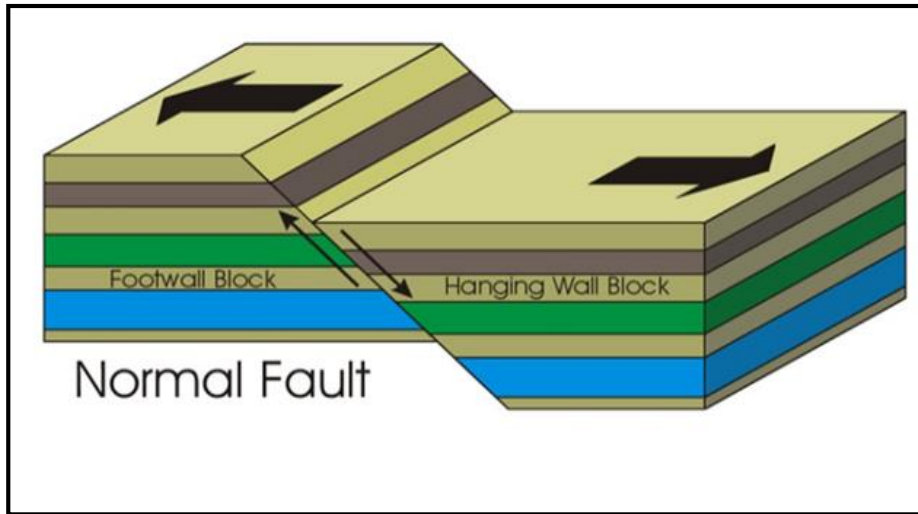
Tekil kırıktan oluşan bir kırık bölgesinde bazı durumlarda hareket sayısı bölge üzerinde dağılabilir ve yüzlerce metre geniş bir alanda kırıklık kuşağı oluşturur. Bu dağılımlar düzensiz bir şekilde olabilir. Bazı geniş alanlarda kırık bulunmuyorken bazı alanlarda da sayısız kırıklar bulunabilir (Kadıoğlu, 2011).

3.6.3.1 Fay çeşitleri

Düşey atımlı faylar

Normal fay

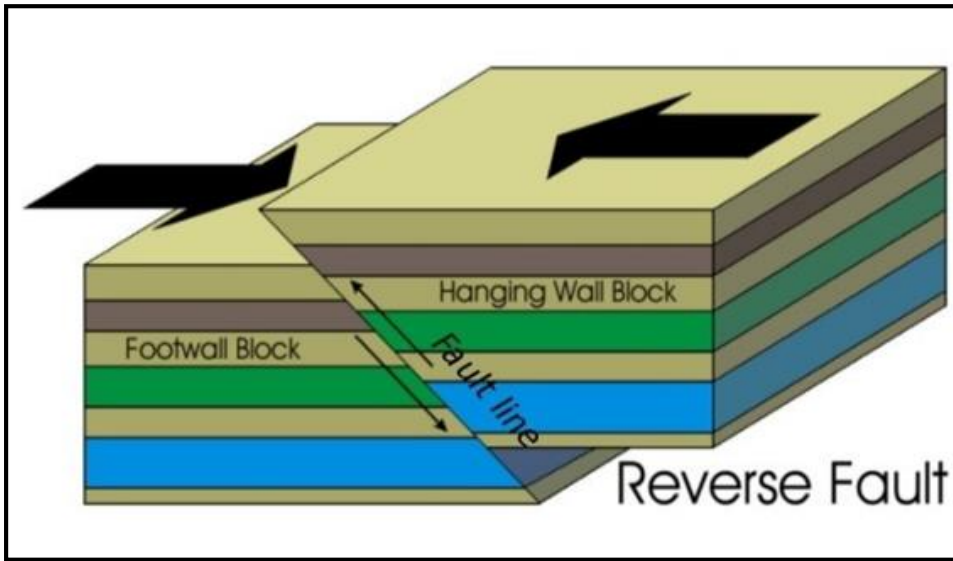
Şekil 3.5'de görüldüğü üzere gerilmeli bölgelerde, eğik bir fay düzlemin üzerinde kalan bloğu, düzlemin altında kalan bloğa göre aşağı doğru hareket etmesi nedeni ile gelişen faylara normal fay denir. Fay düzleminin altında kalan bloğa taban blok ve fay düzleminin üzerinde kalan bloğa tavan blok denir (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).



Şekil 3.5: Deprem sonucu kabuğun birbirinden ayrılıp normal fayın meydana gelmesi (URL-7)

Ters fay

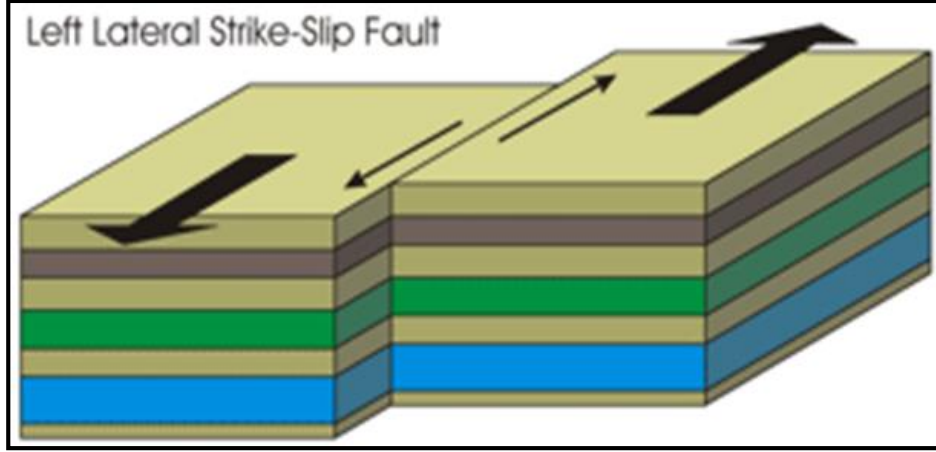
Şekil 3.6’de görüldüğü üzere sıkışmalı bölgelerde gelişen ters faylar, eğik bir fay düzlemi üzerinde kalan bloğu, düzlemin altında kalan bloğa göre yukarıya doğru hareket etmesi nedeniyle gelişir. Bu tür fay gelişmelerinde fay düzleminin yataya yakın olduğu ve yükselen tavan bloğunun, taban bloğu üzerinde uzun mesafelerde ilerlemesi sonucu gelişen özel tür ters fay olarak adlandırılmaktadır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).



Şekil 3.6: Deprem nedeniyle kabuğun birbirinden ayrılıp ters fayın meydana gelmesi (URL-7)

Doğrultu atımlı faylar

Şekil 3.7’de görüldüğü üzere fay düzlemi boyunca blokların birbirine oranla yanıl yönde hareket etmesi nedeniyle doğru atımlı faylar oluşmaktadır. Bu tür faylarda bloklar birbirlerine göre sağa ya da sola hareket ederler (İbrahi ve Cezayirli 1995).

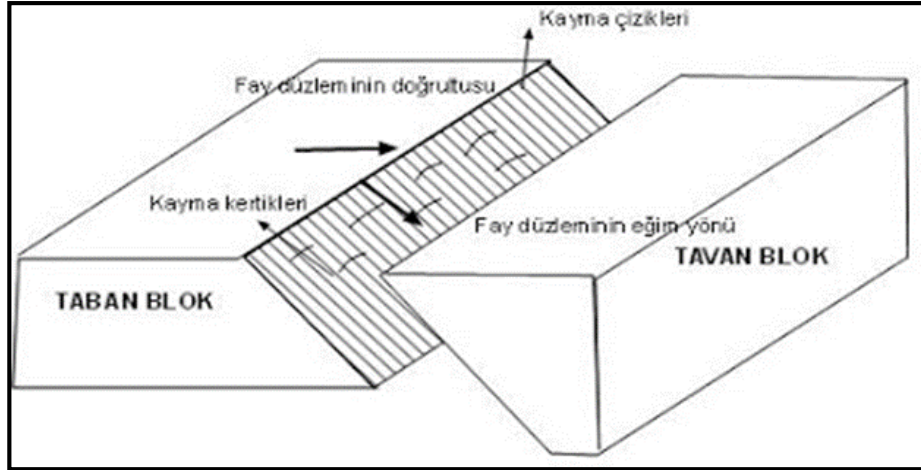


Şekil 3.7: Deprem nedeniyle kabuğun birbirine sürtünüp doğrultu atlama fayın meydana gelmesi (URL-7)

Oblik atımlı fay

Şekil 3.8’de görüldüğü üzere doğada oluşan gerilmelerin yönü kayalarda oluşan kırılmaların doğrultusu ile mükemmel paralellik göstermediğinden, bu gerilme nedeni ile gelişen faylarda genellikle tek bir yöne atım göstermezler.

Bu durum fayların hemen tamamında değişik miktarlarda gözlenen ikinci nitelikli ve farklı yönlerde gelişen atımların oluşmasını sağlamaktadır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).



Şekil 3.8: Deprem nedeniyle oblik atımlı fayın gerçekleşmesi (URL-7)

3.6.4 Zemin büyütmesi

Yer içerisinde farklı sismik dalgalar kaynağından itibaren deprem meydana geldiğinde farklı hızlarda yayılmaya başlayan dalgalar, yer yüzeyine eriştiklerinde birkaç saniyeden birkaç dakikaya varan sürelerde titreşimler üretirler. Titreşimin şiddeti ve

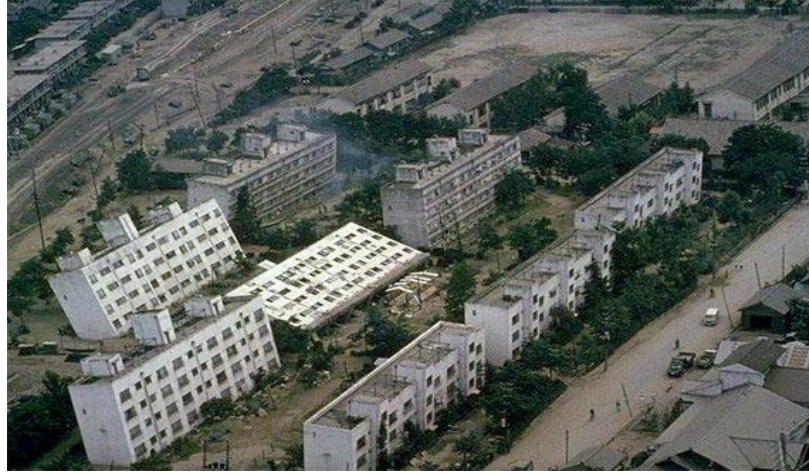
süresi belirli bir alanda; kaynaktan uzaklığına, dalgaların yol aldığı ortamın fiziksel ve zemin özelliklerine ve deprem şiddetine bağlıdır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

Sismik dalgalar, kaynaktan yeryüzüne kadar olan seyahatlerinin önemli bir bölümünü yer kabuğunu oluşturan sert ana kaya içinde geçirirler. Seyahatlerinin son aşaması, özellikleri ana kayaya göre oldukça farklı olan gevşek tutturulmuş zemin tabakaları içinde gerçekleşir ve bu zemin tabakalarının fiziksel özellikleri yeryüzünde gözlenen titreşimin karakteristiğini büyük ölçüde belirler. Zemin tabakaları, sismik dalgalar için adeta bir süzgeç gibidir. Bazı frekanslardaki sismik dalgalar sönmülmendirilirken bazıları da büyütülür. Sismik dalgaların zemin tabakaları içinde geçirdiği değişimlerin tümüne 'zemin etkisi' adı verilir. Genellikle bu değişim, genliklerin artması şeklinde gözlemlendiğinden, zemin etkisi terimi zemin büyütmesi olarak da adlandırılır (İbrahimi ve Cezayirli, 1995).

Gelen deprem dalgaları hiçbir zaman tek bir harmonikten oluşmaz. Genelde hasar yapıcı özelliğe sahip dalga grubu 0.1 Hz. ile 10 Hz. arasında bileşenlere sahiptir. Deprem dalgalarının frekans içeriğini kaynaktaki kırılmanın özellikleri belirler, daha sonra yayıldıkları ortamın özellikleri bunu şekillendirir. Yumuşak zemin tabakaları, bu farklı genlik ve frekanslardan oluşan deprem dalgalarının tümüne aynı tepkiyi vermez. Yani; büyütme frekansa bağımlıdır, bazı frekanslar daha çok, bazı frekanslar ise daha az büyütülür (İlahi, 1995).

3.6.5 Zemin sıvılaşması

Deprem süresince sismik dalgalar, özellikle kayma dalgaların etkisi ile genellikle drenajsız suya doygun ve gevşek zeminler içinde yayılırken birbirine göre kayma kuvvetleri oluşturarak zemin partiküllerinin yer değiştirmesine neden olurlar. Bu koşullar altında doygun ve gevşek zemin partikülleri birbirine yaklaşma eğilimi gösterirler. Bu durumdaki partiküllerin temas noktalarındaki gerilim, partikülleri çevreleyen suya iletilir. Deprem süresince sismik dalgalar ani ve çok kısa süreli hareketlere neden olmasından dolayı, partiküller arası suyun drene olması için gereken yeterli süreye olanak tanımlanmaktadır (Uyanık, 2002).



Şekil 3.9: Japonya Niagata'daki 1964 depreminde toprak sıvılaşması (URL-8)

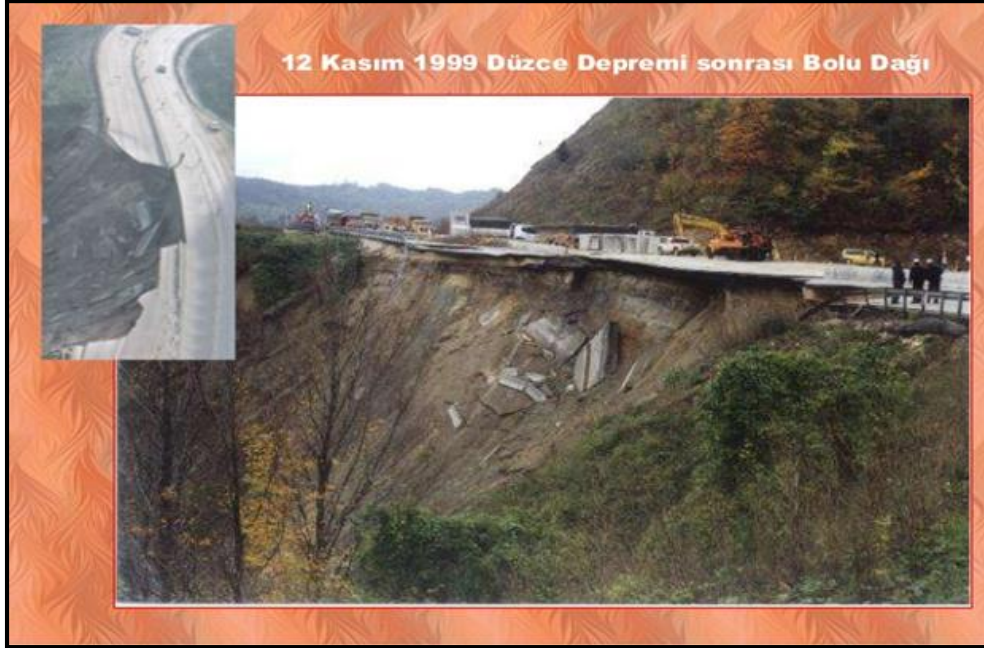
Şekil 3.9 ve şekil 3.10'de görüldüğü üzere, ortamdaki uzaklaşmayan gözenek suyunun basıncı aniden artmaktadır. Gözenek suyundaki bu ani artış, zemin partiküllerini bir arada tutan temas kuvvetlerini yok ederek partikülleri birbirinden uzaklaştırır. Böylece zemin dayanımını yitirir. Efektif düşey basıncın sıfır olduğu bu koşullar altında zemin, deprem öncesinde gösterdiği katı zemin davranışı yerine, bir sıvı gibi davranarak suyla birlikte yüzeye doğru hareket eder ve yüzeyden fişkırmaya başlar. Zeminin dinamik yükler sonucunda ortaya koyduğu bu davranış biçimi sıvılaşma olarak tanımlanır. Zemin sıvılaşması, yeraltı su seviyesi altındaki tabakaların geçici olarak mukavemetlerini kaybederek, katı yerine viskoz sıvı gibi davranmalarıdır. Özellikle, kil bulunmayan kum ve siltler ve bazen çakıllar sıvılaşma potansiyeline sahiptirler (Youd, 1984).



Şekil 3.10: 17 Ağustos 1999 Marmara depreminde Adapazarı (URL-9)

3.6.6 Heyelan

Şekil 3.11’ de görüldüğü üzere, heyelan veya toprak kayması yapay dolgu malzemesinden meydana gelen bir yamacın yerçekimidir. Bu olay eğim ve su gibi kuvvetler nedeni ile aşağı doğru hareket eder. Topraklardan oluşmuş kütlelerin yer çekiminin etkisi ile yerlerinden koparak yer değiştirmesine heyelan denir. Heyelanlar hızlı ve yavaş halde gerçekleşebilirler. Deprem nedeni ile heyelanlar çok fazla ve büyük bir şekilde meydana gelecek olaylardır (İlahi, 1995).



Şekil 3.11: 12 Kasım 1999 Düzce depremi nedeni ile Bolu Dağı meydana gelen heyelan (URL-10)

3.6.7 Sel ve taşkınlar

Taşma, yere ulaşan herhangi bir miktar sudur. Taşkın genellikle nehir veya göl gibi yatağın içindeki su hacmi toplam kapasitesini aştığında, yatağın doğal ortamının dışında akan bir miktar suyla sonuçlandığında oluşur. Ancak, şekil 3.12 ve şekil 3.13’de görüldüğü üzere baraj hasarlı ise sel, depremin ikincil etkileridir. Bir deprem, dağın düşmesine ve nehrin akışını engellemesine neden olabilir (İlahi, 1995).



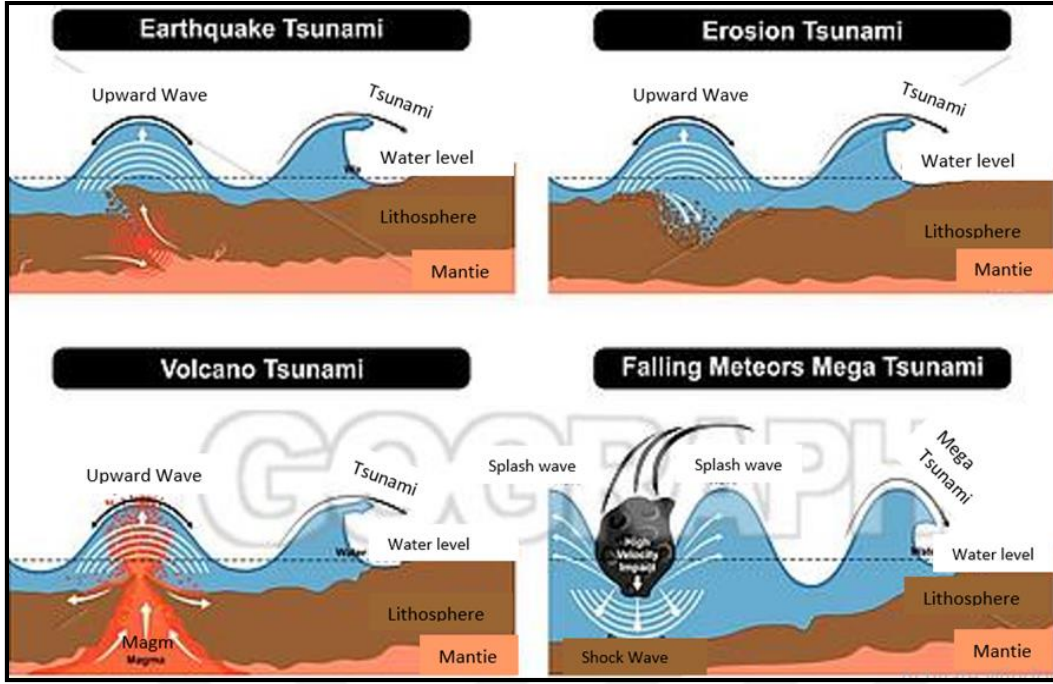
Şekil 3.12: 2013’de İran’ın Buşehir şehrinde deprem nedeniyle meydana çıkan sel ve taşkınlar (URL11)



Şekil 3.13: 2013’de İran’ın Buşehir şehrinde deprem nedeniyle meydana çıkan sel ve taşkınlar (URL11)

3.6.8 Tsunami

Tsunami deniz tabanının düşey hareketinden kaynaklanan uzun okyanus dalgalarıdır. Büyük bir deniz dibi hareketine neden olan bu olay, aynı zamanda eşit hacimdeki suyun yer değiştirmesine de neden olur. Şekil 3.14’de görülen Tsunamilerin çoğu deprem, volkanik patlama, denizaltı heyelanı, göktaşı çarpması gibi etkilerle oluşur.



Şekil 3.14: Tsunaminin meydana gelme nedenleri (URL-12)

Deniz içindeki her depremde Tsunami oluşmayabilir. Genellikle normal ya da ters faylanma denilen düşey bir hareket gerekir. Çoğu Tsunami kıyıya yakın ya da uzak depremler nedeni ile meydana gelir. Dalga gruplarının asıl sebebi, enerji boşalmaları ve deprem sonucu oluşan kabuksal deformasyonlardır (Admire vd, 2011).

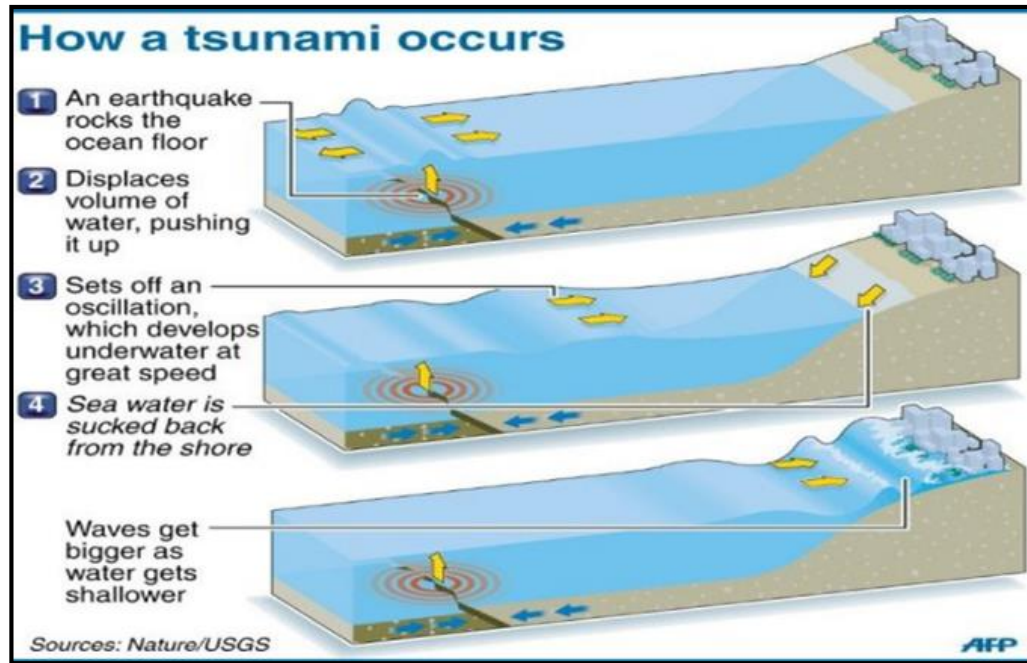
Depremlerin büyüklüğü ile Tsunamilerin ilişkisi her zaman bu kadar basit değildir. Tsunamilerin meydana geliş nedeni kabuğun yatay deformasyonlarından çok düşey deformasyonlarıyla ilgilidir. Bunun tersine, deniz tabanı düşey olarak hareket ederse su, sanki bir kürekle deformasyon seviyesinden dışarıya atılıyormuş gibi davranır. Yani, normal veya ters faylar boyunca gelişen düşey hareketler sonucu kabuksal ötelemeler Tsunamiyi oluşturur. Büyük depremlerde meydana gelen düşey hareket normal veya ters faylanma olsa bile, bazen orta büyüklükte bir Tsunami oluşur ya da hiç oluşmayabilir. Bazen de meydana gelen deprem küçük ya da orta büyüklükte olmasına rağmen oluşan Tsunami beklenenden daha büyük olabilir. Bu nedenle Japon uzmanlar Tsunami oluşturan depremleri kökenlerine göre ayırmışlardır. Bu depremler, sarsıntının büyüklüğüne göre alışılmışın dışında Tsunamiler oluşturabilirler (Admire vd, 2011).

Tsunamide meydana gelen asıl hasar, dalgaların kıyıdaکی yapılara direkt etkisi sonucudur. Yine de dolaylı olarak başka zararları da vardır. Sözgelimi, suyun yükselmesi ve alçalması sonucunda evleri, makineleri ve demiryolu araçlarını

yerlerinden oynatabilir, binalar temellerinin aşınması sonucu yıkılabilir, ağaç ve araçlar mermi görevi görebilir, oluşan sıkıntıların kazınması sonucu köprüler ve dalgakıranlar çökebilir, gemi ve depolardan sızan petrol yangınların çıkmasına neden olabilir (Admire vd, 2011).

3.6.8.1 Tsunami' nin kıyıya olan etkileri; (Admire vd, 2011).

1. Dalga boyu çok uzun olduğundan dolayı deniz tabanında erozyona sebep olur,
2. Denizin tuzlu suları zemin içine birkaç kilometreye kadar girebilir ve kıyıdaki bitkiler etkilenip tarımcılık yıllar boyunca olmayabilir,
3. Can ve mal kayıplarının sebebi olabilir,
4. Tsunami ve yol açtığı güçlü kıyı boyu akıntılar sularındaki ekolojiye zarar verebilir



Şekil 3.15: Deprem nedeni ile Tsunami oluşumu (URL-13)



Şekil 3.16: Japonya 2011 depreminde gerçekleşen Tsunami (URL-14)

3.7 Depremın Sosyal ve Ekonomik Etkileri

3.7.1 Ekonomik etkiler

Deprem etkileri incelenirken deprem afetinde ekonomik etkinin bağlı olduğu nedenlerden dolayı üzerinde durulmasını gerektiren önemli bir konudur. Geliştirilen terminolojiye göre, depremin neden olduğu ekonomik hasarları açıklanması için ekonomik etkiler iki grup, yani; birincil (doğrudan ve dolaylı) ekonomik etkiler ve ikincil ekonomik etkiler altında incelenebilmektedir. Birincil etkiler depremin enerji, altyapı, ulaşım, sanayi ve iletişim vb. gibi sistemlere olan etkilerdir. Ayrıca depremden bir süre sonra meydana gelen ve ülke ekonomisi üzerinde olan etkilere ikincil etkiler denir. İkincil etkiler fiyatlar genel düzeyine, ödemeler dengesine, istihdam ve gelir ve büyüme düzeyi ile ilgilidir. Enflasyon oranları, borç dengesindeki bozulmalar, kamu harcamalar, iktisadi büyüme ve bütçe açığı ikincil ekonomik etkilerdir (Mustafa vd, 1993) .

Birincil etkiler:

Birincil etkiler dolaylı ve doğrudan etkileri içerir. Sermaye stokları, nüfus ve altyapı üzerindeki ekonomik riskler, ürün stokları deprem afetinin doğrudan olan etkileridir. Dolaylı etkiler deprem afetinden hemen sonra başlayıp birkaç yıla kadar sürüp doğrudan risklerin türevleri olabilir etkilerlerdir. Dolaylı etkilere yol açan sorunlar ise; iletişim, ulaşım, üretimde meydana gelen azalmalar ile su vb. gibi hizmetlerde yaşananları kapsamaktadır (Devremi ve Vakifi, 1996).

Toplumun hareketli varlıklarına ve stoğuna birlikte, dolaylı ve doğrudan etkiler zarar verebilmektedir. Örneğin, üretim ve dağıtım sistemler dolaylı ve doğrudan etkilerden zarar gördüğü halde, işgücünde ve sermaye stoğunda meydana gelecek zararlar doğrudan risklerden kaynaklanabilmektedir. Üretim kalitesi ve seviyesi düşebilmek nedeni üretim sistem üzerindeki etkiler ve halk ile olan ilişkilere olumsuz yansıyabilme nedeni ise, dağıtım kanallarında meydana gelen aksaklıklardır. Bunlardan dolayı sosyal negatif etkiler meydana gelebilmektedir. Bu durum ise tasarruf, üretim, yatırım, gelir ve verimlilik üzerindeki riski temsil etmektedir (Devremi ve Vakifi, 1996).

Toplum açısından son derece önemli olan deprem afet sonrasında meydana gelen hasarlardan, refah, güvenlik ve toplumun sağlık gibi temel ihtiyaçlarını koruyacak kamu ya da özel sektör alanlarıdır. Temizlik hizmetleri, itfaiye, gıda, iletişim şirketleri, emniyet, finansal kurumlar ve tıp hizmetleri de örnek verilebilir (Opadeyi, 2010).

Birincil etkiler iki alt yapıya bağlıdır. Çeşitli sosyal ve ekonomik kayıplara yol açabilen altyapıda meydana gelen hasarlardır. Ulaştırma sektöründe meydana gelen kayıplar ile demiryollarında ve karayollarında depremden sonra oluşan tahribatlar, ticari hayatı önemli ölçüde sekteye uğratmakta, aynı zamanda kamu sektörü üzerinde ciddi bir yük oluşturmaktadır. Ülke ekonomisi için hayati önem taşıyan haberleşme ve dağıtım tesislerinde oluşabilen hasarların kısa ömürde giderilmesi gerektiğinden kamu finansman ihtiyacını arttırmaktadır (Opadeyi, 2010).

İkincil etkiler:

Depremin üzerinden belli bir zaman geçtikten sonra meydana gelen etkilere ikincil etkiler denir. Makroekonomik düzeyinde olan istihdam, enflasyon ve büyüme gibi etkilerdir. Milli gelir üzerindeki etkiler bu aşamanın en önemlisidir. İşgücü ve sermaye stokta meydana gelen kayıplar üretimi tamamen yada belli bir dönem içinde durması nedeniyle bölgede yaratılan katma değerde kayıplar deprem sonrası meydana gelebilmektedir (Devremi ve Vakifi, 1996).

3.7.2 Can ve mal kayıpları

Afetlerin en önemli etkilerinden biri ve ön plana çıkan konusu can ve mal kayıplarıdır. Bu konuda ön plana alınan fiziksel ve ruhsal zararlar daha önemlidir ve bu zararlar sadece afet bölgesinde yaşayan insanlar için değil ayrıca yardım personelleri, afetzedeleri yakından görenler ve şehit olanları sosyal medyadan izleyenleri de

etkileyebilir. Deprem afetinin en acı kayıplarından biri şüphesiz can kayıplarıdır. Küçük enerjili bir deprem sonucunda çok sayıda can ve mal kaybı oluşacaksa böyle bir deprem can ve mal kayıp parametreleri açısından büyük deprem sayılmaktadır (Mustafa vd, 1993).

Bir deprem sonrasında oluşan can ve mal kayıplarının büyük olması, zemin, yapı kalitesi, hızlı nüfus artması, eğitim eksikliği, deprem riskini azaltmak için önlem planlarının olmaması vb. gibi hazırlıklı olma programlarına göre farklılık gösterir (Opadeyi, 2010).

3.7.3 Sosyal etkiler

Can ve mal kayıpları afetin ön plana çıkan riskleri olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca ortaya çıkan ruhsal ve fiziksel hasarlar da ileri safhalarda da çok önemlidir. Yalnızca psikolojik sorunlara afete doğrudan maruz kalanlar söz konusu değil, afetzedelerin yakınları, yardım ekipleri ve olaylara medya yoluyla şahit olanlarla karşı karşıya kalabilmektedirler (Mustafa vd, 1993).

Deprem afet nedeniyle etkilenenler farklı sınıflara ayrılmakta, afeti doğrudan yaşayan ve afet bölgesinde ikamet eden kişiler “birincil mağdurlar” olarak adlandırılmaktadır. Bu mağdurların yakın çevreleri ve aileleri ise “ikincil mağdurlar” olarak tanımlanabilmektedir. Üçüncül mağdurlar ise; deprem gerçekleştiği bölgede sivil toplum kuruluşu mensupları ile resmi görevliler, yardım çalışmalarını yürüten kişiler ve gönüllü yardım edenlerdir. Ayrıca dördüncül mağdurlar ise; deprem ve risklerini medyadan takip eden kişilerdir (Hamidi, 1995).

3.7.4 Depremi çevresel etkileri

Deprem nedeniyle boru hatlarının kırılması, endüstriyel yapıların yıkılması sonucu ortaya çıkan tehlikeli maddelerin çevreye yayılması veya yanması ekolojik yapıyı ve insan hayatını önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin; 1999 yılında Türkiye Kocaeli depreminde Aksa tesislerinden ve Tüpraş yangınından çevreye akrilonitril yayılması ile yaşanmıştır, şekil 3.17 ve şekil 3.18 (Samsunlu vd, 1999). Depremi ani etkisi olan, tehlikeli maddeler ve yangının ortama yayılması kısa sürede yanma, yayılma ve patlama sonucu ekolojik çevrede (hava, toprak ve su ortamlarında) kronik ve akut tahribat meydana getirmektedir. Zemin göçme veya çökme gibi depremle birlikte meydana gelen değişimler de ekolojik yapıyı etkilemektedir (Samsunlu vd, 1999). Diğer taraftan, radon gazı çıkmasının artışı, suların ısınması vb. gibi faktörlerin

depremden hemen sonra ve sırasında can ve mal kaybına neden olup insan hayatını etkilediği gölenmiştir. Nükleer santrallara ait olan yapıların depremde çatlaması nedeniyle zararlı olacak düzeyde radyasyon sızabilmektedir. Su dağıtma şebekesinde depremden hemen sonra lokal vanalar vasıtasıyla otomatik olarak su kesilmemesi durumunda kırılan veya kopan boru ve su tesisatından sızan sular enkaz altında kalan canlıların boğulma tehlikesi geçirmesine ve yapı taşıyıcı elemanlarının su etkisiyle gevşeyerek daha hızlı bir şekilde yıkılmasına yol açmaktadır (Samsunlu vd, 1999).



Şekil 3.17: 1999 yılında Kocaeli depreminde Körfez ilçesinde faaliyet gösteren Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde çıkan yangın (URL-15)



Şekil 3.18: 1999 yılında Kocaeli depreminde Körfez ilçesinde faaliyet gösteren Tüpraş İzmit Rafinerisi'nde çıkan yangın (URL-16)

Doğal gaz ve elektrik şebekelerinin deprem sırasında otomatik olarak kesilmemesi durumunda, can ve mal kaybıyla birlikte ekolojik çevrede de olumsuz etkiler bırakan büyük yangınlar çıkmaktadır. Depremle birlikte bir kısmının evlerinin enkaz haline gelmesi, bir kısmının ağır veya orta derece hasar görmesi, diğer bir kısmının ise evleri sağlam olsa bile psikolojik korku nedeniyle evlerine girememeleri sonucu deprem bölgesinde yaşayan insanların önemli bir kısmı bir süre dışarıda kalmaktadır. Bu sırada insanlar sağlıksız koşullarda yaşamaktadır. Ayrıca ortaya çıkan katı atıkların uzaklaştırılması, kurtarma ve gıda temini gibi diğer acil sorunlar yanında, genellikle öncelikli bir problem olarak görülmemekte, bu da organik katı atıkların bozularak çevreye kötü koku salmasına ve salgın hastalıkların hızla yayılmasına yol açmaktadır (Samsunlu vd, 1999).

Su getirme ve dağıtma şebekesinde meydana gelen hasar, suyun kesilmesine yol açmaktadır. Bunun sonucunda bölgede su sıkıntısı çekilmekte, sağlıksız ve kirli su kullanılması sonucu salgın hastalık tehlikesi baş göstermektedir. Su şebekesinin kırılan noktalarından içeri kirli suların sızması sonucu toplum sağlığı tehlikeye düşmektedir.

Bir diğer önemli altyapı sistemi olan atık su toplama (kanalizasyon) sisteminin zarar görmesi durumunda kirli sular çevreye rastgele yayılmakta, salgın hastalıklar baş göstermektedir (Sarıkaya vd, 1999).

Depremden sonra su temini ve kanalizasyon sistemlerinin kullanılmaması sonucunda su temininde ve atık su uzaklaştırmada sorunlarla karşılaşmaktadır. Bu ani su temini ve atık su uzaklaştırma sorununa kısa sürede çözüm bulunamaması durumunda felaketin getirdiği yük daha da ağırlaşmakta, can kaybı artmaktadır. Deprem sonucu ortaya çıkan enkazın kaldırılması da bir diğer önemli çevre sorunudur. Enkazın geri kazanım uygulanmadan taşınarak rastgele depolanması, özellikle sahilden denize dökülerek kıyı bandının tahrip edilmesi hem kıyı flora ve faunasını yok etmekte, hem de zamanla sahil bandının doğal yapısının bozulmasına yol açmaktadır (Sarıkaya vd, 1999).

4. DEPREM RİSK DEĞERLENDİRME VE ANALİZİ

4.1 Genel Kavramlar

Tehlike: ekonomik, sosyal, çevresel ve fiziksel kayıplara yol açabilen teknolojik, insan ve doğal kökenli tüm olaylara tehlike denir (Balyemez 2010).

Hassasiyet yada zarar görebilirlik (Vulnerability): hassasiyet bir yapının, bir hizmetin veya bir toplumun tehlike oluştuğunda görebileceği hasar veya zararın ölçüsü olarak tanımlanabilir. Hassasiyet afet yönetim veya afet planlamasında oldukça karmaşık bir kavram olarak kabul edilmektedir. Diğer bir ifade ile hassasiyet yada zarar görebilirlik; tehlikenin meydana gelmesi halinde yapı, kent, sosyo-ekonomik düzey, insan, çevre, yerleşme birimi vb. gibi unsurların sosyal, çevresel, fiziksel ve ekonomik kayıp ve zararların ölçüsü olarak ta tanımlanabilir (Balyemez 2010).

Genel bir ifade ile hassasiyet ya da zarar görebilirlik; sosyal grubun ya da insanın herhangi bir tehlikenin olası zararlarını azaltma, etkilerini tahmin etme, yaşamı normal halinde döndürmek ve tehlike etkileri ile baş edebilme ve tehlikenin meydana gelmesi halinde sonuçlarına karşı dirençli olma konularındaki kapasite eksikliği olarak ta tanımlanmaktadır (Balyemez 2010). Hassasiyet kavramı ise; fiziksel hassasiyet, sosyal hassasiyet, ekonomik hassasiyet ve çevresel hassasiyet olarak gruplara ayırmak mümkündür (Balyemez 2010).

Risk: Tehlikeden kaynaklanacak kayıp, yaralanma ya da başka zararlı sonuç meydana gelme ihtimalini ifade eder (Balyemez 2010)..

Tanımda da belirtildiği gibi, risk bir olay veya tehlikenin kendisi değil yol açtığı kayıplar, yani olumsuz sonuçlardır. Dolayısıyla riski aşağıdaki basit formülle ifade etmek mümkündür; (Balyemez 2010).

Risk = Tehlike x Hassasiyet

4.2 Risk Türleri

4.2.1 İnsani riskler

Risk; gerek insanların, gerekse özel ve kamu kesimindeki kurumların günlük yaşamlarında karşı karşıya oldukları temel bir gerçekliktir. Bu gerçekliğin özellikleri arasında, kaçınılmaz oluşu, her ortamda olabileceği, sonuçlarının belirsizliği, karar mekanizmalarının insanı, çevreyi ve toplumu etkilemesi vb. gibi hususlar sayılabilir. Risk, kurumun amacına ulaşma yolunda ortaya çıkabilecek tehditler ya da başarıyı arttıracak fırsatlardır. Diğer bir ifadeyle risk, başarıyı engelleyen olumsuzluklar veya kolaylaştıran fırsatlardır. Söz konusu tehdit ya da fırsatın, insan ve insan kaynakları, politika ve uygulamaları yönüyle tanımlanması ise insan kaynağı ile ilgili riski ifade etmektedir. Eğitim almış çalışanın, doğru yerde istihdam edilememesi, motivasyon seviyelerinin azalması, performansın objektif şekilde değerlendirilememesi, kurumsal politika ve uygulamalar konusunda çalışmanın yeterince bilgilendirilememesi, ihtiyaç duyulan ilave çalışanın zamanında ve gerekli niteliklere göre temin edilememesi, başarısız olma ihtimalini de göze alarak kurumsal projelere girişilmesi buna bağlı risklerdendir (Balyemez 2003).

4.2.2 Çevresel riskler

Gerçekleştirilen faaliyetlerin insan sağlığını veya çevreyi doğrudan ya da dolaylı olarak olumsuz etkileme ihtimaline ‘Çevresel Risk’ denir. Uzun süreli elektrik kesintisi, kirlilik, kimyasal malzemeler, sıvı kaçağı, istemsiz yangın, donanım ve sarf malzemelerinin amortismanı gibi risklere çevresel riskler denir (Hamidi, 1995).

Çevresel zarara uğrama ihtimali olarak tanımlanır. Eğer zarara uğrama ihtimali ölçülebilen bir özellikte ise (örneğin kaybedilen iş günü sayısı ve yaralanan insan sayısı vb. gibi) risk, zararın şiddeti ve olayın meydana gelme ihtimali ile çarpılarak hesaplanabilir (Balyemez 2003).

Çevresel risk değerlendirmesi, sistematik metotlar ile çalışma ortamında var olan çevresel tehlikeleri belirlemek, riskleri ortaya çıkarmak ve riskleri kontrol altına almak için uygun nitel veya nicel yöntemler kullanarak yapılan çalışmaların bütünüdür. Çevresel risk yönetimi, hangi durumda ne yapılacağına karar verme sürecidir. Verilen mevcut risk tahminleri üzerinden, risklerin kabul edilir olup olmadığı, kabul edilebilir risk düzeyine erişmek için yapılması gerekenler ve nasıl yapılacağı gibi konularda karar verilmesi gerekmektedir (Opadeyi, 2010).

4.2.3 Doğal riskler

Fırtınalar, depremler, kasırgalar, heyelanlar, çığlar, yıldırım vb. gibi olayların neden olduğu risklere denir ve genel olarak aşağıda görüldüğü gibi üç bölümden oluşmaktadır (Balyemez 2003).

- Meteorolojik riskler; rüzgâr, yağmur, yıldırım, dolu, kasırgalar ve tropik fırtınalar, kış fırtınası (kar / buz),
- Jeolojik riskler; Tsunami, heyelan, volkan, deprem,
- Biyolojik riskler; Pandemik hastalık, gıda kaynaklı hastalıklar.

4.3 Deprem Riski

Deprem riski, belirli bir fay üzerinde gerçekleşecek olası bir deprem nedeniyle yıkılan binalar, ekonomik ve sosyal zararlar ve öldürmesi beklenen kişi sayısıdır. Depremler büyük ekonomik ve insani kayıplara neden olabilir ve sosyo-ekonomik kalkınmaya, işgücü sağlanması ve yoksulluğun azaltılması girişimleri için fonların kullanılabilirliğine ciddi bir engel teşkil edebilir. Deprem tehlikesi ve risk değerlendirmesi, risk azaltma önlemlerinin geliştirilmesi için temel araçlardır (Opadeyi, 2010).

Bu süreç deprem kataloglarının ve fay verilerinin toplanmasını, deprem genetik modellerini geliştirmeyi, yer hareketi tahmin denklemlerini seçmeyi, pozlama modelleri oluşturmayı ve kırılma ya da kırılma fonksiyonlarını oluşturmayı kapsar. Bu bileşenleri deprem tehlikesi ve riskini değerlendirmek için birleştirmek, bazıları halen kamuya açık olan karmaşık yazılım paketleri gerektirmektedir. Dünyadaki bazı örnekler deprem tehlikesi ve risk bilgisinin, risk azaltma önlemlerini geliştirmek ve nihayetinde depremlerin olumsuz etkilerini azaltmak için nasıl kullanılabileceğini göstermiştir (Opadeyi, 2010). Böyle sistemler daha sonra bilgi paylaşım sisteminde ele alınacaktır.

4.3.1 Deprem risk değerlendirmesi

Risk değerlendirmesi, genel süreci veya yöntemi tanımlamak için kullanılan bir terimdir ve aşağıda belirtilen adımları kapsar; (Opadeyi, 2010).

- Zarar verebilecek tehlikeleri ve risk faktörlerini nedeni (tehlike tanımlaması),
- Bu tehlikeyle ilişkili riskleri analiz etme ve değerlendirme (risk analizi ve risk değerlendirmesi),

- Tehlikeyi ortadan kaldırmak için uygun yolları belirlemek veya tehlikenin ortadan kaldırılamaması durumunda riskini kontrol etmek,

Deprem risk değerlendirmesi, farklı büyüklük ve yoğunluklarda belirli bir deprem setinin olasılığını ve potansiyel sonuçlarını tahmin etmek için gerekli çalışmaların içerisinde yer almaktadır. Sismik bilimciler ve mühendisler, belirli bölgelerdeki deprem riskinin niteliğinin yanı sıra bu tür tahminleri çevreleyen belirsizlik derecesinin tanımlanması ile önemli karar alıcıları sağlar. Deprem riskinin kantitatif tahminleri, deprem riskinin, diğer doğal tehlikelere ve tasarım ve iyileştirme kararlarını vermek için diğer önceliklere göre objektif olarak ağırlık kazandırılmasına olanak sağladığından, önemli bir tehdit oluşturup oluşturmadığı konusunda olumludur (Hamidi, 1995).

4.3.1.1 Deprem risk değerlendirme gerekliliği

Gelişmekte olan ülkelerdeki şehirler, artan afet riskleri ile karşı karşıyadır ve deprem tehlikesinden kaynaklanan ekonomik ve insani kayıpların potansiyeli, plansız kentsel genişleme oranıyla ve kentsel yönetim kalitesinden etkilenecek artmaktadır. İklim değişikliği, şehirlere kritik ekosistemler ve vatandaşların geçim kaynakları üzerindeki artan sayıda ve çeşitli etkiler ile ek zorluklar getiriyor. Yeni yerleşim bölgeleri ve kentsel alanlarda yaşayan yoksullar ve enformel yerleşimler, yüksek riskli alanlarda ve hatalı sığınma evlerinde ikamet etme, temel ve acil hizmetlere sınırlı erişim ve genel olarak ekonomik dayanıklılık eksikliği nedeniyle savunmasızdır (Hamidi, 1995).

Hiçbir şey yapmama seçeneği, proaktif olarak deprem risklerin tanımlanması ve yönetilmesinden daha az maliyetli olamaz. Afet risklerini ve iklim değişikliğini tanımlamak ve yönetmek için hiçbir adım atılmadığı takdirde, ortaya çıkan kayıplar şehirlerin güvenliği, yaşam kalitesi ve ekonomik performansı üzerinde ciddi etkilere yol açacaktır. Daha iyi kentsel yönetim ve yönetişim, felaket ve iklim değişikliği risklerini azaltmanın ve şehirleri daha güvenli hale getirmenin temelidir. Şehirlere, riskin yeri ve niteliği biliniyorsa ve deprem risk değerlendirme ve yönetim süreçlerinin kentsel gelişim ve yönetim programlarında yaygınlaştırılması halinde daha iyi planlanabilir ve daha iyi yanıt verebilir (Hamidi, 1995).

Kentsel alanlarda doğal afetlerin (sel, deprem ve tropik siklonlar vb. gibi) neden olduğu afet riskinin azaltılması büyük ölçüde bir kalkınma sorunudur ve daha geniş bir kentsel kalkınma çerçevesi bağlamında ele alınmalıdır. Afet riskinin azaltılması,

kentsel dayanıklılığın ve sürdürülebilir kentsel gelişimin güçlendirilmesine katkıda bulunmaktadır (Hamidi, 1995).

4.3.1.2 Deprem risk yönetimi neden yapılır?

Deprem risk yönetiminin amacı aşağıda şu şekilde sıralanmıştır; (Devremi ve Vakifi, 1996).

- Olası deprem risklerini tanımlamak,
- Deprem riskleri azaltma veya tahsis etme,
- Deprem risklerin konusunda daha iyi karar verebilmek için rasyonel bir temel sağlamak,
- Riskleri azaltmak için önleyici bir plan hazırlamak,

Deprem risklerini değerlendirmek ve yönetmek, proje felaketlerine karşı sahip olduğumuz en iyi silahtır. Potansiyel sorunlara yönelik planımızı değerlendirerek ve bunlara yönelik stratejiler geliştirerek mükemmel olmasa bile, başarılı olma şansımızı artırabiliriz.

Sürekli risk yönetimine aşağıdaki gibi ekler yapılabilir; (Devremi ve Vakifi, 1996).

- Yüksek öncelikli risklerin agresif bir şekilde yönetildiğinden ve deprem risklerinin proje boyunca maliyetinin etkin bir şekilde yönetildiğinden emin olmak,
- Proje başarısı için kritik olan konularda bilinçli kararlar vermek için gerekli olan bilgileri her seviyede yönetime sağlamak,

Deprem risk değerlendirmesi dört ana bölüm içermektedir (Devremi ve Vakifi, 1996). Bunlar;

- 1) Tehlike analizi; meydana gelme olasılığı, büyüklüğü, şiddeti, yeri, jeolojik faktörlerin etkisi dâhil olmak üzere bir tehlikenin fiziksel özelliklerini belirlemek,
- 2) Maruziyet analizi; yapılı çevre, nüfus ve ekonomik aktivite gibi sosyoekonomik faktörler de dâhil olmak üzere risk altındaki unsurları tanımlamak,
- 3) Hassasiyet analizi; risk altındaki öğelerin tehlikeye maruz kaldığı duyarlılık derecesini değerlendirir. Ortak bir hassasiyet analizi biçimi, konutlardaki hasar ve tehlike yoğunluğu arasındaki ilişkiyi reçete etmek için tarihsel hasar kayıtlarını

kullanır. Örneğin, farklı binalar ve inşaat türleri farklı hassasiyet eğrilerine sahip olmaktadır,

- 4) Risk analizi; yukarıdaki belirtilen üç bileşenin sentezleri ve sonuçta ortaya çıkan kayıpların geri dönüşünde bir fonksiyonu olarak veya bir aşma olasılığı olarak belirtilebilir,

4.3.1.3 Deprem risk değerlendirmesinin kullanım alanları

Deprem risk değerlendirmesinin kullanım alanlarını aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (Devremi ve Vakifi, 1996).

- Projelerde beklenen depremin etkisini tahmin etmek,
- Uygun risk yönetimi stratejilerinin belirlenmesi,
- Bir projenin daha geniş topluluktaki formlar ve hasar görme düzeyi üzerindeki etkisini tahmin etmek,
- Arazi kullanım planlaması ve bina kodları gibi ulusal politika hedeflerini formüle etmek için yardım etmek,
- Deprem öncesinde, sırasında ve sonrasında, üç durumda risk azaltıcı önlemlere yatırımların nasıl optimize edileceğine ilişkin maliyet etkin karar desteği sağlar,

4.3.1.4 Deprem risk değerlendirmesi için gerekli veriler

1. Temel veriler aşağıdakiler; (Opadeyi. 2010).

- İdari sınır,
- Arazi örtüsü, yollar, akarsular vb. gibi,
- Ulaştırma ve kamu hizmeti sistemi,
- Tesis ve bina yapıları,
- Demografi (nüfus sayımı, nüfus dağılımı, yoğunluk),
- Çeşitli sektörlerin varlığının ekonomik değeri

2. Tehlike verileri aşağıdakiler gibidir; (Opadeyi, 2010).

- Deprem tehlikesinin tarihsel kayıtları (zaman, yer, büyüklük, yoğunluk),
- Jeoloji, litoloji, toprak ve eğim, su tablası,
- Fayların konumu, uzunluğu ve derinliği,
- Arazi koşulu, yer hareketi,
- Tehlike, risk değerlendirme metodolojisinde mevcut metot,

3. Hassasiyet verileri aşağıdakiler gibidir; (Opadeyi, 2010).

- Varlıkların aktif ve inaktif fay hatlarına yakınlığı,
- Yapıların yaşı,
- Nüfus ve demografik veriler,
- Varlıkların değer ve ikame maliyeti,
- Kritik tesislerin yeri, hastaneler, okullar, hapisaneler, bankalar, kamu kurumları,
- Binalarda kullanılan inşaat malzemeleri,
- Temel altyapı unsurları; telekomünikasyon, su, gaz, güç, ulaşım sistemleri,

4.3.2 Deprem risk analizi

Deprem risk analizi, belirli bir alanda yer sarsıntısı tehlikelerinin kantitatif tahminini içerir. Deprem riskleri, belirli bir deprem senaryosunun varsayıldığı gibi veya olasılıksal olarak, deprem büyüklüğü, konumu ve meydana gelme zamanındaki belirsizliklerin açıkça göz önüne alındığı şekilde deterministik olarak analiz edilebilir. Deprem risk analizinin kritik bir parçası, bir alan ve tepki ivmesinin (spektral ivme) belirlenmesidir. İnşaat mühendisleri yapılarının tasarımı için spektral hızlanmayı tercih etmekte (Hamidi, 1995).

Risk analizi, temel iş girişimlerini veya projelerini zayıflatabilecek potansiyel sorunları tanımlanmasına ve yönetimine yardımcı olan bir süreçtir, şekil 4.1. Bir risk analizi yapmak için, önce karşılaşılan olası tehditlerin tanımlanması ve ardından bu tehditlerin gerçekleşmesi olasılığının tahmin edilmesi gerekmektedir (Türkoğlu, 2014).

Risk Analizi Süreci temel olarak kaliteli bir problem çözme sürecidir (Hamidi,1995).

Deprem risk analizi süreci aşağıdaki gibidir;

1) Riskin belirlenmesi;

- Bu adım beyin fırtınasıdır. Olası deprem risk kaynaklarının listesini, proje ekibinin deneyimlerini ve bilgilerini gözden geçirerek tüm potansiyel riskler tanımlanır.
- Bir değerlendirme aracı kullanarak riskler daha sonra sınıflandırılır ve öncelik tanınır. Belirlenen risklerin sayısı genellikle, proje ekibinin olasılıkları analiz etme ve geliştirme zaman kapasitesini aşmaktadır. Öncelik verme süreci, hem

yüksek etkiye sahip hem de yüksek bir olasılığı olan riskleri yönetmelerine yardımcı olmaktadır.

- Geleneksel problem çözüme genellikle problem tanımlamasından problem çözümüne geçer. Ancak, risklerin en iyi nasıl yönetileceğine karar vermeden önce, proje ekibi belirlenen risklerin temel nedenlerini tanımlamalıdır.

2) Proje ekibi aşağıda belirlenen soruları sorar; (Hamidi, 1995).

- Bu riske ne sebep olur?
- Bu risk projeyi nasıl etkileyecek?
- Riske yanıt verme

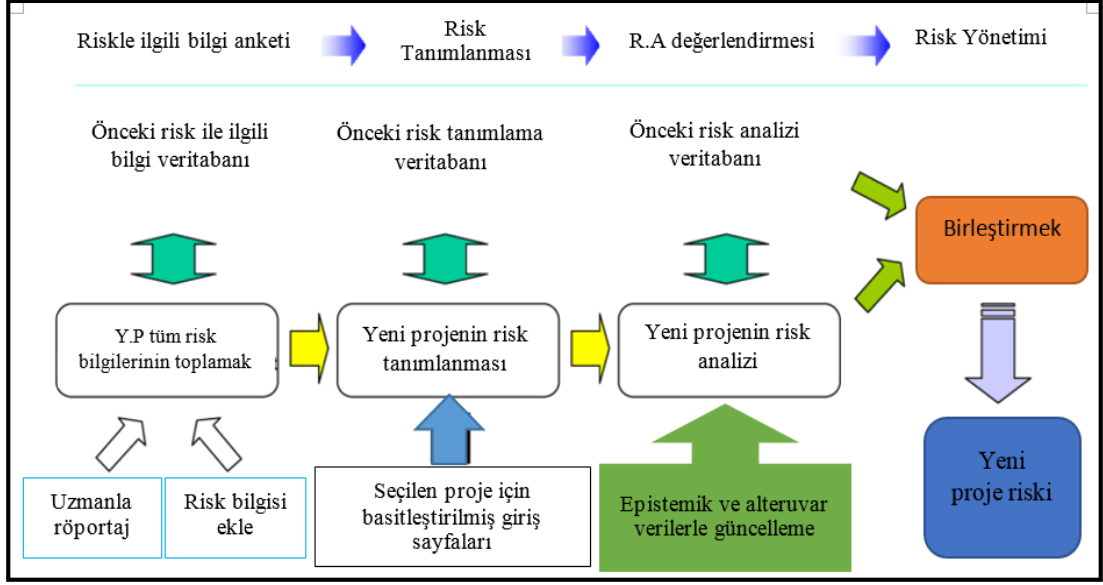
Artık proje ekibi, riski yönetmek için olası çareleri değerlendirmek veya olası bir risk oluşmasını önlemek için hazırdır (Hamidi, 1995).

Grubun soracağı sorular aşağıda belirlenmiştir; (Hamidi, 1995).

- Bu riskin olasılığını azaltmak için neler yapılabilir?
- Riski yönetmek için ne yapılabilir?

Risk için bir acil durum planı veya önleyici tedbirler geliştirme; (Hamidi, 1995).

- Proje ekibi, risk olasılığını azaltmak ya da ortadan kaldırmak için belirlenen fikirlere dönüştürecektir.
- Riski yönetmek için belirlenen görevler, ortaya çıkması halinde, bir kenara konulabilecek kısa acil durum planlarına dönüştürülür. Risk oluşursa, ileriye götürülebilir ve hızla devreye sokulabilir, böylece riski krizle yönetme ihtiyacı azalır.



Şekil 4.1: Risk analizini yapılması amacıyla gereken temel işler ve adımlar (Hamidi, 1995)



5. KENTSEL HASSASİYET VE DEPREM RİSKLERİ

Doğal ve insani olaylar ile eylemler sonucunda aniden ortaya çıkan ve bir topluma ya da insan toplumu üzerine bir fedakârlık getiren ve onu ortadan kaldıran kazalar, eylem ve acil eylem gerektirmektedir (ADB 2016).

Başka bir deyişle bir afet, ciddi, maddi zedelenme veya bu tür bir hasarın sebebi, acil eylem gerektiren ve sistematik gözlem kriz için bilimsel olarak yararlı bir tür afet yönetimi gerektiren bir olaydır (Gencer 2013). Krizleri önlemeye yardımcı olabilecek uygun bir araç arayışında ve etkilerini azaltmaya geliyorsa, hızlı bir şekilde hazırlanıp yanıt verir ve durumu iyileştirir. Korunmasızlık düzeyine bağlı olarak herhangi bir riskin oluşması, etkilenen bölgeler için birçok zarar nedeni olabilmektedir. Topluluğun dengesinin çöküşüyle ilgili bir tehlikenin ortaya çıkmasından sonraki şartlara kritik koşullar denir. Krizlerin birçoğu belirlenen tanımlar içinde sunulmuştur. Krizin, normal bir program olan olağan halinin dışında olduğu ve kendi özel koşullarında bulunduğu koşulların kümesine atıfta bulunması neredeyse yaygındır (ADB, 2016).

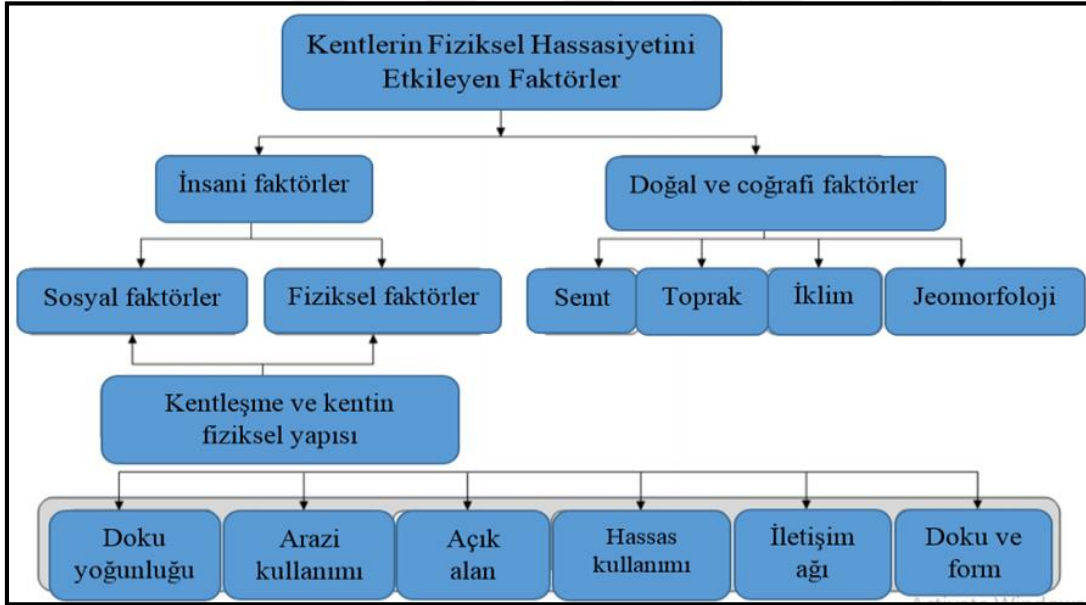
Bununla birlikte mekânların tehlikelere karşı hassas olması, hasar ve zayi atların başlıca nedenlerinden biridir. Mevcut binaların hassasiyet değerlendirmesi, depremler potansiyeli ve böylece hassasiyet analizine karşı aslında, beklenen hasarın bir tür gözleri, kentsel değerlendirmek, analiz etmek, yaşam ve mali ve manevi şehir ve sakinleri kaybına karşı olasılığını öngörmek olası riskler açığını etkileyen faktörler (doğal, fiziksel, sosyal, ekonomik, vakıflar, yönetmelikler vb. gibi) çok farklıdır (Gencer, 2013).

Çeşitli hassasiyetli tehlikelerin türünden ve özelliklerinden güçlü bir şekilde etkilenmektedir. Riskler, menşe, zaman, hasar tipi, öngörülebilirlik vb. gibi farklı tiplerde sınıflandırılmaktadır. Afet yönetim uzmanları ve risk azaltma planıcıları, iki kaynağın tüm tehlikelerini tespit edebilmektedirler (Kundak, 2014). Bunlar;

- Doğal riskler
- Teknoloji riskler

Yaşamın doğal bir tehlikesi olarak deprem ve insan yerleşimlerinin fiziksel boyutu büyük ölçüde gölgede kalmaktadır. Tarih boyunca insan, depremle doğal bir risk olarak karşı karşıya kalmış ve birçok sosyal ve ekonomik kayıp yaşamıştır. Depremi felakete dönüştüren, insan bilincinin eksikliği ve bununla yüzleşme ve başa çıkma becerisidir. Bu konu genel olarak, doğal ortamdaki en geniş insan korumasız müdahalesi ile daha da artmaktadır ve bunlara, fayın geleneksel olmayan inşası, inşaat standartları ve standartlarının eksikliği veya ihmali de dâhil olmaktadır (Gencer, 2013).

Hem psikolojik hem de finansal olarak deprem, yıkım ve yıkım hızının etkisiyle yıkıcı etkilere sahiptir ve doğal afetler arasındadır. Farklı kullanımların karmaşıklığı, doku yoğunluğu ve daha büyük nüfus nedeniyle şehirler, kırsal alanlara oranla yerleşim alanlarından daha hassasiyetlidir. Ekonomik hassasiyet, sosyal, kurumsal ve fiziksel hassasiyeti içerir (Poyan vd, 1994). Fiziksel hassasiyet, kentsel kalıntıları herhangi bir tehlikeden sonra ölüm, birincil ve ikincil kayıpların artmasında en önemli unsurlardan biridir (Kundak, 2014).



Şekil 5.1: Kentsel alanlarda hassasiyetin etkileyen faktörler (OAS, 1991)

Şekil 5.1’de görülen diyagram, deprem bölgelerinde kentlerin fiziksel hassasiyetini etkileyen faktörlerin türlerini göstermektedir ve bu faktörlerin önlenmesi ve deprem risk azaltma planlaması için değerlendirilmesi ve analiz edilmesi gerekenleri gösteriyor ve bu çalışmada da kentsel hassasiyet değerlendirmesi diyagramdaki çerçeveye göre ele alınmıştır.

5.1 Kentsel Hassasiyet Değerlendirmesi

Hassasiyet; ülkelerin, kurumların, toplulukların, bireylerin tehlikeye maruz kalmaları, tehlikenin etkilerini azaltma ve tehlike ile başa çıkma konularında gerekli kaynaklar ve özelliklere (kapasiteye) sahip olmamalarıdır. Bugüne kadar hassasiyet kavramı yapısal yani fiziksel hassasiyet boyutuyla mühendislik etkisiyle incelenmiştir (Albano vd, 2013).

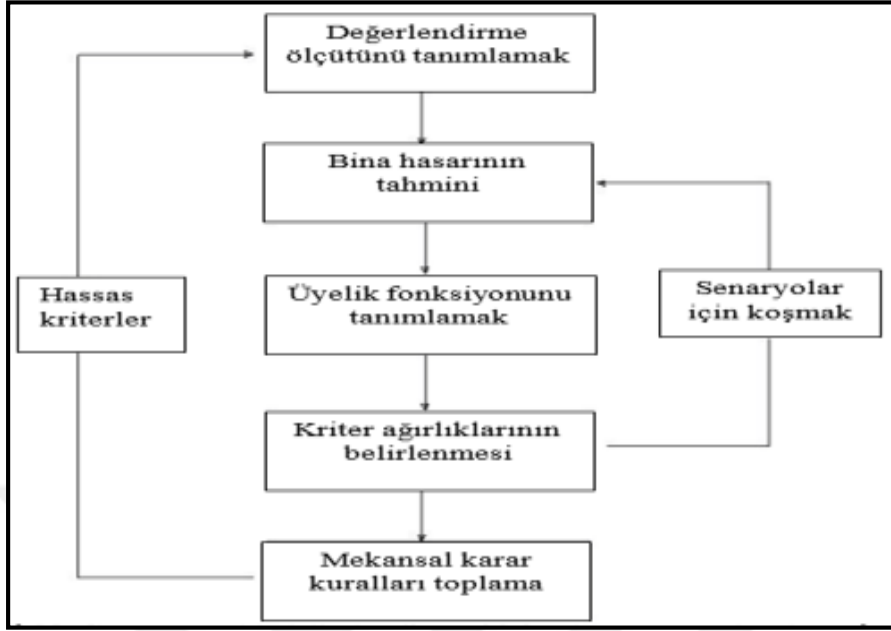
Afet yönetim uzmanları, hem öncelikli planlama hem de felaket sonrası kurtarma dönemlerinin uzun vadeli sosyal, ekonomik ve fiziksel gelişmeyi kolaylaştırmak, yerel örgütsel kapasiteyi güçlendirmek için fırsatlar sunduğuna giderek daha fazla vurgu yapmıştır. Bu yaklaşıma göre yerel örgütler bir felaketten önce ve sonra uzun süre dayanan sürdürülebilir kalkınma inisiyatiflerini yürütmeye daha etkili olmak için yerel örgütleri kurmak ve desteklemek için kullanılabilir (Albano vd, 2013).

Bu tür girişimler sadece risk ve acil yardım dağıtımını azaltmayı değil, aynı zamanda yoksullar için uygun fiyatlı konut stoklarını içeren uzun süreli sorunların çözümlenmesi nedeniyle yerel kapasiteyi güçlendirmekle kalmaz, aynı zamanda su havzasında erozyon ve sel baskınlarına neden olan ormansızlaştırma uygulamalarını, yoksul kesimin toprak kaymasına eğilimli yamaçları işgali ve kötüye giden veya var olmayan kamu altyapısını (su, kanalizasyon, yollar vb. gibi) kapsamaktadır (Albano vd, 2013).

Tehlikelerin etkisine maruz kalabilecek nüfus büyüklüğü ile yorumlanan hassasiyete demografik ya da sosyal hassasiyet denir. Doğrudan olası ekonomik kayıplar şeklinde yorumlanan hassasiyete ekonomik hassasiyet denir. Hassasiyet her bir bina yada insanın (ögenin) zaman içerisinde geliştirdiği ya da başlangıcından beri sahip olduğu zafiyetleri kapsamaktadır. Son yıllarda yapılan bilimsel araştırmalar, farklı hassasiyet bileşenlerinin yayılma ve birbirini etkileme özelliklerinin de olduğu ayrıca göstermiştir. Sistemsel hassasiyet son dönemlerde, üzerinde sıklıkla bahsedilen kavramı özellikle itfaiye, hastana vb. gibi kritik tesislerin afet anında hizmet verebilme durumlarını incelemektedir (Poyan ve diğeri, 1994).

Hassasiyet kalkınma ve afet yönetim çevreleri ortak bir terim haline gelmiştir. Mühendisler hassas yapılardan söz edebilirler, planlamacılar hassas ekonomilerden söz edebilirler, işbirliğine yönelik yenilikçi yaklaşımlar, risk altındaki toplulukların

hassasiyetini azaltabilir. Bu çerçevede, kentsel hassasiyet belirleme metodolijisi şekil 5.2’de verilen başlıklar altında gösterilmektedir (Kundak, 2014).



Şekil 5.2: Kentsel alanlarda hassasiyet belirleme metodolijisi (OAS, 1991)

5.1.1 Hassasiyet değerlendirme metodolojisi

Kentsel hassasiyetin değerlendirilmesinde önerilen yöntem, mekânsal çok kriterli analiz tekniklerine dayanmaktadır. Mekânsal olarak yönlendirilen veriler (girişler) birleştirilir ve sonuçta ortaya bir hassasiyet planı (çıktılar) aktarılır. Hassasiyet değerlendirme süreci aşağıdaki beş aşamadan oluşur (Van Westen vd, 2011).

İlk aşama, analizin kapsamını belirleyen önlemleri tanımlamak.

İkinci aşama, bina çöküşünü tahmin etmek.

Üçüncü aşama, değerlendirme kriterlerine uygun üyelik işlevleriyle standartlaştırılmasıdır.

Dördüncüsü aşama, kriterler Saaty tarafından 1980’de geliştirilen AHP (Analytical Hierarchy Process) kullanılarak çift yönlü olarak karşılaştırılması.

Beşinci aşama, bina hassasiyet değerlerinin bir yerde toplanması.

5.2 Kentsel Hassasiyet Analizi

Hassasiyet, kentsel çevrenin, sosyal, biyofiziksel veya tasarım özelliklerine bağlı olarak, zarar verebilen belirli yönlerindeki zayıf yönlerini tanımlarken, riskler kentsel alanlardaki tehlikelere maruz kalmalarından dolayı potansiyel kayıpların derecesini

ifade eder ve risklerin meydana gelme olasılığının ve hassasiyet derecesinin bir ürünü olarak ($\text{risk} = \text{tehlike} \times \text{hassasiyet}$) göstermektedir (Martins vd, 2012). Literatürü daha iyi anlamak için, hassasiyet bir risk zincirinin birkaç bileşenine ayrılabilir (Martins vd, 2012). Bunlar;

- a) Risk veya riskli olaylar,
- b) Risk yönetimi seçenekleri veya risk tepkileridir.

Bu tanım, toplum zincirinin herhangi bir bölümünde riski yönetebileceğini anlamak için kullanılabilir (Martins vd, 2012).

Afet yönetim literatürü genellikle iki bileşen halinde hassasiyeti önlemektedir (Martins vd, 2012). Bunlar;

1. Risk azaltma veya afet hazırlığı,
2. Afet yardımıdır.

Risk azaltma, hafifletme ve bazı baş etme faaliyetleri genellikle azaltma faaliyetleriyle birlikte toplanır ve kalan başa çıkma faaliyetleri bir afet yardımı olarak adlandırılır. Hükümet ajansı, bilim adamları ve genel halk, genellikle farklı risk unsurlarıyla ilgilenmektedir (Karimzadeh vd, 2014). Bilim insanları, genellikle halk için risk olasılığını temsil eden risk değerlendirmesini ifade etmek amacıyla bir numaralandırma yöntemi kullanır. Fakat insanlar riski kişisel olarak görürler ve kendileri veya toplulukları için özel bir risk, kamu ile kurumlar arasındaki gerilim, kamu ve hükümet yetkililerinin riski nasıl algıladıkları konusundaki ayrılıkla ilgilidir (Martins vd, 2012).

Analitik yaklaşım ve doğal fenomenlere karşı dayanıklılık ilkesine dayanan daha sentetik bir yaklaşım adı altında iki çeşit geniş hassasiyet yaklaşımı vardır. Sistem krizin üstesinden gelebilme ve geri kazanma kapasitesini belirlerken, aynı zamanda ekoloji, ekonomi vb. gibi bir dizi başka disiplinin çağrıştırdığı bir terimdir. Psikoloji, sosyal sistemin esnekliğine sahipse, hassasiyeti düşüktür ve başlangıç durumuna geri dönüş daha hızlıdır. Esnekliği tahmin etmek, katastrofik fenomenin dinamikleri ve özellikleriyle ilgili faktörleri tam olarak bilmesini gerektiren karmaşık bir süreçtir (Albano vd, 2013).

Göz önünde bulundurulması gereken parametreler ve bileşenler; doğal fenomen süreçleri, bireylerin ve nesnelerin doğal olaylara maruz kalma derecesi, kriz karşısında önleme ve hazır bulunmalarıdır. Her bir faktörün kapsamı, risk türüne göre değişir ve

bir dizi sosyo-ekonomik, kentsel planlama, mekânsal planlama ve demografik parametrelerle ilişkili olarak dalgalanır. Kriz sadece yukarıda belirtilen parametreler etkileşim halinde iken gerçekleşir. Katastrofik fenomenler karşısında bir popülasyonun farklı açıklık-dirençlilik düzeylerinin belirlenmesi, mevcut verilerin yeterli olması ile daha gerçekçi sonuçlara yakın olabilir. Doğal afetlerin çoğunda, sosyal süreçlerle ilgili risklere maruz kalan bireylerden çok, başlangıçta vatandaşların zayıf olarak muamele görmeleri yaygındır. Risk yönetimi yetersizliği temelinde, risk altındaki toplulukları ve savunmasız ülkeleri ayırt edebilmektedir (Albano vd, 2013).

Dolayısıyla ihtiyaç duyulan şey, felaketler ile risk yönetimi planlaması arasındaki ilişkilere dair kapsamlı bir bilgi birikimidir. Kentsel hassasiyeti analiz etmek için farklı nitelikte yaklaşımlar vardır. Bunlar; niteliksel miktarlar olanlar ve maliyet önleme temelinde farklı önleme politikalarının değerlendirilmesini ve niteliksel olanı ve asıl nedenleri ve hassasiyet parametrelerini tanımlamayı amaçlamaktadır. Analiz genellikle farklı deprem seviyelerindeki sismik risk senaryoları için, örneğin belirleyici bir senaryo (belirli bir yerde belirli bir büyüklükte bir depremin ortaya çıkmasına dayanarak) ve olasılıksal bir senaryo (boyuttaki belirsizliklerin birleşimine dayanarak) için gerçekleştirilmektedir (Albano vd, 2013).

5.2.1 Risk altındaki mekânsal unsurlar

Risk yönetimi ile ilgili olarak, planlama sistemi doğal, sosyal, ekonomik ve politik kategorilere ayrılmıştır (Van Westen vd, 2011).

Bu kategorilerin her birini oluşturan beş bileşen; nüfus, mekân, mekânsal faaliyetler ve işlevler, yönetim ve yönetim ilkeleri, mekânsal temsil ve imajdır (Van Westen vd, 2011). Kentin hassasiyetinin analizi, bir yandan hassasiyet bileşenlerinin, nüfus, yapı çevre, mekânsal örgütlenme, işlevler ve diğer yanda, uygunsuz kalkınma politikaları gibi buna ilişkin hassasiyeti şiddetlendirecek reaksiyonların tanımlanmasında yatmaktadır (Martins vd, 2012).

Hassas konumsal unsurlar ile mekânın insan unsuruna içerdiği nesnelere, teçhizata ve genel olarak doğal afetler tarafından tehdit edilebilecek ve hasar ya da yaralanmalara karşı hassas olabilecek element unsurlarına tekabül eden elementlere değinmektedir.

Risk yönetimi planlamasındaki ilk adım, risk alanının unsurlarını analiz etmeyi içerir ve bu adımlar aşağıdakileri kapsar; (Van Westen vd, 2011).

- Daha geniş alandaki nüfus, insan unsuru, yani kalıcı nüfus (şehir sakinleri ve şehirde çalışan insanlar) ve geçici olanlar (çalışan ancak şehirde yaşayan insanlar, profesyonel ziyaretçiler, turistler, vb. gibi),
- Kentin konutları, binaları ve altyapıları, kamu binaları, hizmetler, merkezi işlevler barındıran binalar gibi çok sayıda ziyaretçi almaktadır,
- Kriz dönemlerinde hastaneler, itfaiye ve karakollar, iletişim merkezleri, genel altyapı ve temel karar merkezleri (bakanlıklar, belediye binası, vb. gibi) organizasyonlar gibi kullanım amaçlarıyla nitelenen stratejik öneme sahip yapılar,
- Anıtlar, şehrin kültürel mirasına ait binalar, mimari önemi olan binalar,
- Altyapılar (köprüler, tüneller, sokaklar, terminal istasyonları vb. gibi) ile ulaşım ağları (karayolu, demiryolu, metro, havaalanı, liman vb. gibi),
- Alt bileşenler (alt istasyonlar, tanklar, boru hatları, vb. gibi) ile yardımcı ağlar (elektrik, telekomünikasyon, su temini, doğal gaz, kanalizasyon atıkları),
- Doğal kaynaklar (ormanlar, vb. gibi),
- Nükleer santraller, zehirli madde depolama tesisleri gibi özel tesisler,
- Şehir ve doğal sembollerin yerleri,
- Kentsel yönetim parametreleri ve kriz yönetimi ve stratejisi. Devlet memurları, idari, politik ve ekonomik faktörler, çeşitli karar organları (kuruluşlar, üniversiteler, araştırma merkezleri), halk sağlığı ve kriz yönetim uzmanları, kurumlar ve sosyoekonomik faktörler vb. gibi,

5.3 Kentsel Hassasiyet Türleri

5.3.1 Sosyo-Ekonomik hassasiyet

En karmaşık çerçeveye sahip olan hassasiyet türü Sosyo-ekonomik olarak öne çıkmaktadır. Sosyal ve ekonomik sistemlerin bir araya gelmesinden oluşan döngüsel yapı içerisinde örneğin, sosyal geri kalmışlık ekonomik yapının gelişmesini engellerken, ekonomik kısıtlarda sosyal gelişmeyi etkileyerek bu bileşendeki hassasiyet düzeyini artırabilmektedir (Van Westen vd, 2011).

Tehdit altında bulunan ekonomik ve nüfus değerlerden çok, bu öğelerin zayıflıkları sosyo-ekonomik hassasiyetin tanımlanmasında öne çıkarılmalıdır. Örneğin; İstanbul 16 milyon nüfusuyla deprem tehlikesi ile karşı karşıyadır ve bu insanlar aynı zayıflıklara sahip değildir. UNDP özellikle son yıllarda altını çizdiği başlık altında

sosyal hassasiyet konularının başında kadınlar gelmektedir. Kadın toplum içindeki sosyal rol anlamında yaşanan mekandeki risklerin azaltılmasında en önemli aktör olarak öne çıkarken, afet anında ve sonrasında fazla zarar göreceği olarak dikkat edilmektedir (Kundak, 2014).

5.3.2 Kurumsal hassasiyet

Kurumsal yapı yerel ve merkezi yönetim yapısını kapsarken ayrıca her türlü yönetim faaliyetinin aktörlerini ve sivil toplum kuruluşlarını kapsamaktadır. Günümüzde bilimin ve teknolojilerin ulaştığı noktadaki gelişmeler yönetsel sistemin oluşturduğu kurallar (yasalar ve yönetmelikler) yapı ve kent ölçeğinde güvenli yapılaşma anlamında temel araçlardır, çizelge 5.1. Bu araçların, teknik personeler ve karar vericiler başta olmak üzere, benimsenerek etkin şekilde tüm ilgili paydaşlar tarafından kullanılması gerekmektedir. Ayrıca bilgi akışının sağlanması, riski oluşturan faktörlerin algılanması, toplumsal örgütlenme de sağlıklı yönetişimin sağlanmasındaki kilit unsurlar arasındadır (Kundak, 2014).

Çizelge 5.1: Kurumsal hassasiyet değişkenleri (Kundak, 2014)

Alt ölçek (Kurumsal/STK)	Orta ölçek (mahalle/ilçe)	Üst ölçek (şehir/bölge/ülke)
<ul style="list-style-type: none"> • Yönetişim • Şeffaflık • Güvenilirlik • Risk Algılama • İletişim • İşbirliği • Meslek için eğitim • Görev ve sorumlulukların tanımlanması • Kaynak 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurumlar arası iletişim • Kurumlar arası eşgüdüm • Kurumlar arası işbirliği • Halk Katılımı 	<ul style="list-style-type: none"> • Kanun • Yönetmelik • Kurumsal yapı • Temsil • Merkezi / Yerel Yönetim ilişkileri

5.3.3 Sistemsel hassasiyet

Sistemsel hassasiyet, kent sisteminin içinde olan alt sistemlerden biri afet anında hasar görmesi nedeniyle başka diğer sistemler çalışamaz hale getirmesidir, çizelge 5.2. Örneğin, kritik tesislerin ulaşım ve altyapı sistemlerinde yaşanabilecek kayıplar nedeniyle işlemez hale gelmesidir. Sistemsel hassasiyet sadece yapısal kayıpların kendi sistemleri içinde ardışık kayıplar yaratmasında değil aynı zamanda sosyo-ekonomik ve kurumsal yapılardaki zayıflıklardan da etkilenebilmektedir (UNISDR 2011).

Çizelge 5.2: Sistemsel hassasiyet değişkenleri (Kundak, 2014)

Alt ölçek (Kritik Tesis)	Orta ölçek (Mahalle/İlçe)	Üst ölçek (Şehir/Bölge/Ülke)
* Kurumsal hazırlıklara bağlı olarak acil durum ekipmanlarının / yedeklerin omaması	* Erişim * Güvenlik * Yönlendirme	* Kritik tesislere erişim * Altyapı zararları
* Personelin hazırlıklı olmaması	* Tahliye	
* Yapısal olmayan zararlar nedeniyle işleyişin durması		

5.3.4 Ekolojik hassasiyet

Hassas ekolojik kaynaklar ve bölgeye özel flora ve fauna, en çok doğal afetlerin tetiklediği teknolojik kazalardan etkilenmektedir. Özellikle sanayi tesislerindeki yangın ve sızıntılar, ekolojik sistemde büyük zararlar yaratabilmektedir. Bu tür kayıplar, doğrudan ya da dolaylı olarak önce doğal hayatı ardından da insan sağlığını etkileyerek, ekonomik anlamda da kayıplara neden olabilir. Ekolojik hassasiyet kapsamında özel alanlar, tarım alanları ve su kaynaklarının yerleşimler ve yapılaşmış çevre ile ilişkilerinin tanımlanması gerekmektedir (UNISDR, 2011).

5.3.5 Yöresel hassasiyet

Çeşitli belirleyicilere göre yöre bir bütün teşkil eden alanları tanımlamaktır. Bir bölge içindeki Sosyal, Ekonomik ve kültürel bağların yanında coğrafi bütünlüğü yöresel hassasiyetin temel noktaları içerisindedir. Ayrıca bu kapsamda bölgeler arası bağımlılıkların ve bağların irdelenmesi gerekmektedir (UNISDR, 2011).

5.3.6 Yapısal-Fiziksel hassasiyet

Mühendislik yaklaşımları ile incelenen ve afet literatüründe geniş kapsamlı şekilde yer alan konu yapısal hassasiyettir. Yapısal hassasiyet genellikle yollar, altyapı sistemler, tek bina köprüler ve yan yana yapılan binaların zayıf noktalarını tanımlayarak tehlikeye karşı yapıların davranışını değerlendirmektedir. Yapısal hassasiyetin ölçülmesinde uyumsuz kullanımların, arazi kullanım bütünlüğünü ve kullanım biçimlerini tanımlanması çok önemlidir çizelge, 5.3. Ayrıca bu kapsamda özellikle

edüstri tesislerinin ve bazı yapıların zarar görmesi durumunda ikincil ya da “na-tech” olarak tanımlanan teknolojik kazalarını meydana gelebilmesi muhtemel etkileri ve olasılıkları de incelenmelidir (UNISDR, 2011).

Çizelge 5.3: Yapısal hassasiyet değişkenleri (Kundak, 2014)

Alt ölçek (Tek yapı/Yapı grubu)	Orta ölçek (Mahalle/İlçe)	Üst ölçek (Şehir/Bölge/Ülke)
<ul style="list-style-type: none"> • Bina yapı tarzı • Bina durumu • Kat adedi • Yapı yaşı • Tadilat ve değişiklikler • Düzensizlikler • Yapı kullanım türü • Yapı / kullanım uyumu • Yapı bir araya gelişleri • Ulaşım yolları • Yol genişlikleri • Yol cinsi • Tarihi Yapılar • Kritik yapılar 	<ul style="list-style-type: none"> • Doluluk – Boşluk oranı • Yerleşim dokusu • Yapı yoğunluğu • Yerleşim yaşı • Arazi kullanımı • Arazi kullanımları arasındaki uyumsuzluklar • Yeşil ve açık alan oranı • Kritik tesislerin yeri • Ulaşım sistemi • Trafik yoğunluğu (ortalama/yoğun saatları) • Altyapı tesisler • Tarihi doku 	<ul style="list-style-type: none"> • Arazi kullanımı • Ulaşım ağı • Altyapı ağı • Kentsel/arkeolojik sit alanları

5.3.6.1. Fiziki hassasiyeti etkileyen doğal faktörler

Bölgelerin hassasiyetinde, yerleşim bölgelerinin doğal habitalar üzerinde ve çamur, kaymalar pürüzler ve fay gibi tehlikeli unsurların yanında önemli bir etkisi vardır. Deprem büyüklüğünü, derinliğini ve şiddetini artıran doğal faktörler depremin hassasiyetini etkileyebilir yani depremin merkezi, odak noktası ver yerleşmeden uzaklığı ne kadar fazla olursa deprem etkisi ve yerleşme hassasiyeti o kadar az olabilir (UNISDR, 2011).

5.3.6.2 Fiziki hassasiyeti etkileyen insan faktörleri

Depremden kaynaklanan zararın artmasında en önemli insan faktörlerinden biri, kentsel nüfusu artırma, uygun olmayan konut, eşit olmayan ekonomik ve sosyal koşullarıdır. Ancak artan nüfus orantısız bir olgu değildir, şehrin farklı düzeylerindeki

nüfusun orantısız dağılımı, özellikle yüksek göreceli yoğunluklu ve düşük kaliteli konutlara sahip düşük gelirli kentsel alanlar, hassasiyeti arttırmaktadır. Birim alandaki nüfus artışı, kaçma ve sığınma şansının azalmasına neden olabilir (UNISDR, 2011).

Gelişmekte olan ülkelerdeki düzensiz ekonomik ve sosyal koşullar toplumun sadece küçük bir bölümünün yeterli konuta (bilimsel ve teknik standartlarla) sahip olmasına ve geri kalanın her zaman bundan yoksun kalmasına sebep olmuştur (Karimzadeh vd, 2014).

Hassasiyetlerin arttıran şehirler için en önemli risk faktörleri şunları içerir; (Eidsvig vd, 2014).

- 1) Kentsel yapıyı farklı faylar üzerinde inşa etmek,
- 2) Uyarılma kurallarına ve düzenlemelerine uyulmaması,
- 3) Deprem-aktif faylar üzerinde yüksek binaların yapılması,
- 4) Güvenliğini tehlikeye sokan malzemelerin kullanımı,

Deprem, dünyadaki çoğu şehrin karşılaştığı doğal afetlerden biridir. Bu konu genellikle, doğal ortamdaki istenmeyen insan müdahaleleri ile faysız alanda geleneksel olmayan inşaat, inşaat standartları ve standartlarının ihmali de dâhil olmak üzere genel olarak daha da kötüleşmektedir. Kentlerin depremlere karşı hassasiyetlerini azaltma ihtiyacı, şehir yöneticilerin rolünün şehirde hassasiyetin azaltılmasında göz ardı edilemeyeceği fiziksel planlama, kentsel planlama ve kentsel tasarımın ana hedeflerinden biri olarak görülmektedir ((UNISDR, 2011).

Yaşamı boyunca, dünya her zaman doğanın, belki de en yıkıcı depremlerin güçleri tarafından tehdit edilmektedir. Deprem, dünyamızda binlerce kişinin kurbanı olduğu ve çok fazla fedakârlık yaşadığı gezegenimizin fenomenlerinden biridir. Deprem, bölgedeki geniş çaplı sebeplerden dolayı meydana getirdiği hasarın kapsamı ve ciddiyeti nedeniyle dünyanın en tanınmış doğal afetlerinden biridir. Deprem, krize yol açabilecek faktörlerden biridir. Tabii ki, doğal faktörlere ek olarak insan faktörleri, en önemlilerinden birinin mesleki hassasiyetini fiziksel boyutu olan ölümlerin (mortalite ve mali) yoğunlaşmasını katkıda bulunmaktadır (Armaş ve Garriş, 2013).

Kötü fiziksel durum ve uygunsuz kentsel kullanım, verimsiz iletişim ağları, yoğun kentsel alanlar, yüksek kentsel yoğunluk, tedavi kullanımının yetersiz durumu, kentsel açık alanların yetersiz dağılımı vb. gibi yaralanmaların görülme sıklığının artmasında

önemli rol oynamaktadır (Armaş ve Garriş, 2013). Pek çok alanda, binaların kalitesizliği ve düşüklüğü, yapılan tesisler, konut dokusunun birbirine olan yakınlığı, acil servislerin dağıtımı ve dağıtılmasındaki eşitsizlikler bu alanlardaki depremlere karşı hassasiyetinin diğer kaynakları arasındadır.

Kentsel alanlarda, binalar, nüfus, ana yollar, ekonomik ve sosyal faaliyetler sistemi tehlike unsurlarıdır ve genellikle çevreye inşa edilen binalar ve otoyol sistemleri deprem ve kentsel hassasiyet açısından önemli unsurlardır. Afet yönetimi süreci, yönetim, planlama, organizasyon, liderlik, izleme ve koordinasyon ilkelerine dayanarak, depremin etkilerini azaltma stratejisinde en önemli konudur. Afet yönetimi tutarlı bir hükümet örgütleri ve popüler kurumlar olmasına rağmen, şehir yönetimi kriz yönetiminde kritik öneme sahiptir. Afet yönetiminde bir kamu kurumu olarak belediyelerin rolü, merkezi bir rol ve sorumluluktur ve afet yönetiminde yer alan diğer organizasyonları ve araçları koordine etmektedir (UNISDR, 2011).

5.4 Arazi Kullanımıyla Kentsel Hassasiyeti Arasındaki İlişki

Fiziksel unsurların birikimi ve uygun olmayan kentsel arazi kullanımı, verimsiz şehir iletişim ağı, kompakt kentsel doku, yüksek kentsel yoğunluk, kentsel altyapının kurulmasının kötü şartı ve yetersiz kentsel alan boşlukları ve dezavantajları vb. gibi şehre verilen hasarın büyüklüğünü azaltmak için, depremleri birçok şehirde bir felaket haline getiren şehir planlama yetersizliğidir (Armaş ve Garriş, 2013).

Şehirlerde arazi kullanımı, uygulama eksikliğine yol açacak şekilde dağıtılıyorsa depreme karşı hassasiyetinin büyük ölçüde azalması beklenebilir. Şehrin depreme karşı hassasiyetinde büyük rol oynayan bazı kullanımlar vardır. Bu uygulamalar özellikle metrolar için tasarlanmıştır ve okulları, üniversiteleri, hastaneleri, yardım merkezlerini, fabrika şehir merkezlerini, yakıt depolarını ve daha fazlasını içerir (Johnson vd, 2005).

Okullar ve üniversiteler gibi merkezlere verilen zararın, büyük bir fabrika ve yakıt deposu kalabalığından kaynaklanıyor olması nedeniyle, bölgelerinde, hastanelerinde ve acil yardım merkezlerinde ve kentsel yönetim merkezlerinde meydana gelebilecek tehlikelerden ötürü, deprem büyük bir duyarlılığa sahiptir ve bu merkezlerin zarar görmemesi için bu tür uygulamaların yerini dikkatlice değerlendirmek gerekmektedir. Örneğin, şehir merkezindeki acil yardım merkezlerinin doğru dağılımıyla, özel uygulamaların basit tasarımı ve düz betonarme eğimlerdeki ve pasajlar ve bitişik

olmayan alanlar ile bağlantılı olarak yerleştirilmeleri, bu depremlerin kırılabilirliğine karşı hassastır (Jones vd, 2014).

Bu bölümün zarar görmemesi amacıyla, konut ve komşu binaların inşa edilmesi için basit tasarımların kullanılması gerekmektedir. Özellikle konutlar, endüstriyel atölyeler vb. gibi tehlikeli kullanımlardan uzak olmalıdır. Hafif inşaat malzemelerinin kullanılması ve yerleşim alanlarının hızlı boşaltılması, bu alanların hassasiyetinin azaltılmasında çok etkilidir. Aslında, kentsel yerleşim uygulamaları, tam ölçekli bir test ortamına sahip olan ve iki türdeki şiddetli deprem ve kentsel çevre hassasiyetlerinden etkilenen bir laboratuvardır. Ancak, depremlerin ikili etkilerinin (eğitim, sağlık, dini ve) gibi diğer mevcut kullanımları sadece yıkım kısmını yansıtmaktadır (Jones vd, 2014).

Arazi kullanım planlaması, kentin doğal afetlere ve özellikle depremlere karşı kentin hassasiyetinin azaltılmasında önemli bir rol oynayabilmektedir. Çünkü, komşuları kentsel altyapıların belirlenmesine ve yakın kullanımların uygunsuz kullanımına bağlı kaldıklarında, yerlerin hızlı tahliyesi sağlanabilir. Kentsel arazi kullanımı optimum planlama, depremlere karşı hassasiyet azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ne zaman bir komşu kentsel arazi kullanımı kurulur ve aralarındaki uyum ilkeleri yerine getirilirse, felaketlerden kaynaklanan ikincil felaketlerin hızlıca boşaltılması ve önlenmesi sağlanabilir (Jones vd, 2014). Hastaneler, yakıt depoları, kurtarma ve yangınla mücadele merkezleri, erişim ağları vb. gibi bazı kullanımlar doğal afetlere karşı korunmak için özel dikkat gerektiren özel kullanımlar olarak kabul edilmektedir (OAS, 1991).

Öte yandan, eğer kullanıcılar kentsel yapıya kentin yerçekimi ve iç-duyarlı alanlarındaki yoğunlaşmaya yol açacak şekilde dağıtılıyorsa, afet yönetim sürecinde kentin doğal afetlere karşı hassasiyetini azaltılmasının yanı sıra rahatlama ve hatta travma sonrası yeniden yapılandırma süreci de etkili olacaktır. Bu arada, birçok kentsel arazi kullanımı, şehrin özel bir kullanımı olarak adlandırılan, şehrin hassasiyetinin kapsamını ve boyutunu azaltmada kilit bir role sahiptir (Jones vd, 2014).

Komşu merkezler ve kurtarma merkezleri ve hastaneler, yaralıların tıbbi tedavisi ve kurtarılmasındaki rolleri için özel bir duyarlılığa ve önemine sahiptir. Bunların kentin ve yerin iç kullanımı ve nasıl konuşlandırıldıkları göz önünde bulundurulmalıdır (Jones vd, 2014).

Bu arada, kentsel yapıdaki kurtarma ve afet yönetim merkezleri ve hastaneler gibi bazı kentsel tesislerin dengeli orantılı ve bölgesel dağılımı bu kullanıcılarla iletişimin konumu ve güzergâhları konusunda dikkatli olunması açısından çok önemlidir. Afet yönetimi ve kurtarma çalışmalarında, bu uygulamaların kentteki yeri ve konuşlandırılması ile ilgili uygun dikkat ve açıklama olmaksızın, optimal ve etkili müdahaleler sağlayamayacak olması beklenemez. Bu bağlamda, arazinin bir eğim olmadan ve doğrudan yol şebekesi ile anında temas halinde tahsis edilmesi ve aynı zamanda bu merkezlere ya da kitlelerin yokluğuna uygun şekilde aktarılması ve dağıtılması için hassas şehir alanlarına bitişik olmamalıdır. Komşu noktalarındaki trafik düğümleri, şehrin doğal afetlere ve depremlere karşı hassasiyetini olabildiğince azaltmış, böylece kentin doğal afet riskine karşı güvenlik derecesini arttırmıştır (Johnson vd, 2005).

Ayrıca konut, kentsel konut inşaatı gibi kentsel felaketlere ve doğal afetlere karşı büyük oranda şehir hassasiyetine ve mimari tasarım standartların uygunluğuna ve inşa edilme biçimine sahip en önemli kentsel tesislerden biridir. Buna göre, konut inşaat türü, konut mahallelerinin yoğunluğu, bitişik hiyerarşileri ve yangın söndürücüler ve takviyelerin varlığı veya yokluğu açısından kentin depreme karşı hassasiyetliğini azaltmada konut kullanıcılarının rolü ile ilgili meselelerin türü ve konut binalarında merdiven kaçışına ve detaylara ve yönetici veri setlerine erişimdir (OAS, 1991).

Buna ek olarak, konut alanlarının ve bunların bitişik noktalarının konumu da konutların endüstriyel atölyeler gibi tehlikeli tesislerden kaçınılması halinde hassasiyetin azaltılması üzerinde de etkilidir. Ayrıca konut inşa etmek için basit tasarımlar kullanılmalı ve konut alanlarının ve ilgili uygulamaların yerleştirilmesinde ve yan yana olmayan uyumsuz uygulamaların ilkesine bağlı kalmalıdır. Hafif malzemelerin kullanımı ve yerleşim alanlarının hızlı tahliyesi olasılığı bölgeler arasındaki kırılğanlığın azaltılmasında etkili olacaktır (OAS, 1991).

Aslında, yerleşim alanlarının şiddetli deprem gerginliği sürecinden etkilenen bir laboratuvar ve kentsel yapıların kırılğanlığının iki tür yıkıma ve tahribata işaret ettiği belirtilebilmektedir. Kentsel açık alanlar, afet yönetimi ve kurtarma ve hatta travma sonrası birincil yerleşim gibi kaza sonrası müdahalelerinde destek alanları olarak hareket edebilen diğer temel kentsel kullanım alanlarıdır. Buna göre kentsel açık alanların miktarı ve kalitesi ve kentte nasıl dağıldıkları, kentin doğal afetlere karşı hassasiyetini azaltılmasında kilit rol oynamaktadır (Jones vd, 2014).

Bunun nedeni, açık alanların geçici barınma ve yaralanmalar ve kamu yardımı toplamak için bir yer olarak hareket edebileceği ve bu alanların yerleşim alanları ile doğrudan ve yakın bir ilişkisi olduğu ve iletişim yollarının erişilebilir olduğu ve şehrin güvenliğini doğal afetlere karşı artırmak daha kolaydır. Ayrıca, bu alanların korunma dereceleri bundan daha azdır, şehrin doğal afetlere karşı direnci büyük ölçüde artmaktadır (Jones vd, 2014).

Öte yandan, depremlerin kentsel yapı üzerindeki etkisinin büyüklüğü ve etkisi depremlere karşı şehirdeki hassasiyet ve göstergelerin bu iki boyuttan (kayıp) ve (bozulma) hangisinin olabileceğine bağlı olarak, değerlendirilmelidir. Makul inceleme Çizelge 5.4’de görüldüğü üzere, deprem ve doğal afetlere karşı kentsel hassasiyet göstergeleri ve ölçütleri, kayıpların ve yıkımın iki temel boyutuna dayanmaktadır (Armaş ve Garriş, 2013).

Çizelge 5.4: Deprem ve doğal afetlere karşı kentsel hassasiyet göstergeleri ve önlemleri (Armaş ve Garriş, 2013)

Depreme karşı şehirde hassasiyet göstergeleri ve önlemleri	
Demografik İndeksi Etkileyen Faktörler	İnsidans İndeksini Etkileyen Faktörler
Yerleşim alanı yoğunluğu	Kullanıcının kullanım süresi
Zeminin yerçekimi oranı	Bina yaşı
Yapı malzemesi tipi	Bina yoğunluğu
Konut binalarında insan yoğunluğu	Yapı malzemelerinin çeşitliliği
Bina yaşı	Yerleşim alanı yoğunluğu
Binaların kat yüksekliği	Kullanıcının Kullanım Dönemi

Yukarıda belirtilen göstergeleri etkileyen faktörler arasında, kullanıcının kullanım süresi daha önemlidir. Son Van depreminde en büyük kayıp yüzdesi, kullanıcının kullanımına ve depremin meydana gelme zamanına bağlı olan yerleşim alanlarından kaynaklanmıştır. Kentsel kullanım süresi de üç kategoriye ayrılmıştır. Bunlar;

- 1) Sürekli mesken; Günün her saatinde, mesken kullanıcısı gibi kullanılır,
- 2) Gece ve gündüz aktivistleri; Gündüz ve gece tüm çalışanlar, gece ve gündüz hastaneler, askeri ve polis istasyonları vb. gibi,

3) Geceleri boş olan; Ofis ve eğitim amaçlı ticari kullanım gibi günlük kullanımla sınırlı işlemlerdir (Saunders ve Becker, 2015).

Arazi kullanımının hassasiyetini azaltmayı planlamanın en temel teorisi, doğal afet riskine maruz kalan arazilerin kullanımının önlenmesi, risk altındaki arazilerin gelişmesi ve genişlemesini engellemektir (Saunders ve Becker, 2015).

5.5 Kentsel Risklerin Belirlenmesi

Tehditlere maruz kalabilecek öğelerin zayıflıklarının tanımlanması için değerlendirilen konuya risk analizi denir. Dolayısıyla nitel ve nicel değişkenlerin kapsamlı bir veri tabanı oluşturacak şekilde düzenlenmesi gerekmektedir. Belirlenen risk düzeyleri yüksek, orta ve düşük olarak bu veri tabanı yardımıyla adlandırılabilir. Zarar azaltma faaliyetleri için öncelikli alanların belirlenmesinde, tanımlanan risk düzeylerin nelerin ne oranda katkıda bulunduğu anlaşılması bu genel değerlendirmede önemli girdiler sağlayacaktır (Saunders ve Becker, 2015). Örneğin; birçok hassasiyet bileşeninin değerlendirilmesi sonucunda tehlikenin çok yakınında yada merkezinde olup zayıflıkları yüksek oranda tanımlanmış bir yerleşimin risk düzeyide yüksek olacaktır. Dolayısıyla bu tür alanlar müdahale döneminde öncelikli alanlardır. Tehlikenin oluşumuyla kuvvetli bir ilişkide bulunan değerlendirme risk tahminidir. Önceden tahmin edilen risklerin belirli oranlarda gerçekleşmesiyle kayıplar tehlike meydana geldiğinde oluşur. Ancak, kritik potansiyeller olarak riski azaltan faktörlerin varlığı zarar azaltmasında öne çıkmaktadır. Bu potansiyellerin afet sonrasında hizmet verip vermeyeceği ve erişilebilirliği konuları da ayrıca incelenmelidir (Saunders ve Becker, 2015).

Risk tahminlerinde en büyük tehlike, riskleri gereğinde az ya da çok olarak göstermektedir. Çoğunlukla, hassasiyet bileşenleri üzerindeki belirsizlikleri ve tehlike kaynaklarında bu durum kaynaklanmaktadır. Günümüzde yaşanmış büyük afetlerden sonra, yöneticilerin tahminlerinden çok daha büyük bir afet meydana geldi sözleri olasılık hesaplarındaki en düşük ihtimalin göz ardı edilmesi ve bu belirsizliklerin iyi anlaşılmasından kaynaklanmaktadır. Öte yandan, büyük afetlerin oluşum sıklığı 100-200 yıllarla ifade edildiğinden, böylesi bir afete karşı büyük yatırımların yapılması bazı kesimler tarafından kaynak israfı olarak da görülebilmektedir (Johnson vd, 2005). Dolayısıyla, kentsel risk azalizi yaparken, olabilecek en iyi durumdan en kötü duruma göre kayıp tahminleri, çeşitli senaryoların üretilmesi ve müdahalelerle

ilgili fayda maliyet analizinin yapılması gerekmektedir. Kentsel riskler IDMP (İstanbul Deprem Master Planı) çerçevesinde sektörler şeklinde belirlenmiştir. Ayrıca gerek Avrupa birliği, gerekse IDMP yasaları genelinde biçimlendirilen stratejiler KENTGES (Bütünleşik Kentsel Gelişime Stratejisi yani kentleşme ve imar konularında merkezi ve yerel idareler için yol haritasıdır) kapsamında geliştirilen stratejilerle vurgulanmıştır (Johnson vd, 2005).

5.6 Kentsel Arazi Kullanımı

Mevcut yapılaşmış doku kullanım türlerini tehlike alanlarına göre ya da yan yana geliş biçimleriyle oluşturduğu risklerin tanımlanması ve afet sırasında olası etkilerinin hem sosyo-ekonomik, hem de yapılaşmış çevreye verebileceği zararların tanımlanması için arazi kullanımından kaynaklanabilecek riskleri belirlenmesi gerekmektedir.

Komşu kullanımlar arası uyumsuzluklar ve neden olduğu tehlikeler, sınır belirsizlikleri bulunan alanlar (küçük üretim, sanayi, ticaret vb. gibi), tampo alan yetersizliği, farklı uyumsuzluk kategorileri oluşturan karışık kullanımlar (konut-kamu, konut-küçük üretim, konut-hizmet, konut-ticaret, konut-tehlikeli kullanımlar, konut-sanayi), homojen bölgeler (özellikle konut bölgeleri) ve plansız gelişen alanları, kentsel alan kullanımındaki uyumsuzluklar ele alınarak kentsel kullanıma bağlı riskler saptanmalıdır (Erdin vd, 2017).

Ayrıca tarım alanları, arkeolojik ve doğal alanları ve su havzası ekolojik açıdan öneme sahip alanlar ile bu alanlar yakınında ya da üzerindeki yapılaşma ve kullanımın tanımlanarak riskli alanların tespiti, depremsellik ile heyelan alanları, jeolojik açıdan sakıncalı alanları, bu alanlarda gerek mevcut konut dokusunun yoğunluğu gerekse zemin özellikleri ile donatı eksikliği ve fiziki kalitesinin kötülüğü gibi problemlerin yarattığı riskler belirlenmelidir (Johnson vd, 2005).

5.6.1 Konut alanları

Konut alanları, toplum konut alanları, plansız gelişmiş yerleşim alanları, kentsel sit alanları, planlı gelişmiş yeni yerleşim alanları ve planlı gelişmiş eski yerleşim alanları olarak gruplandırılmaktadır. Bu alanlar yapı yaşları, bina kalitesi, yaşayanların sosyo-ekonomik özelliklerindeki farklılıklar, yapı yoğunluğu açısından değerlendirilmelidir. Ayrıca değerlendirme sonrası bu alanlarda karşı karşıya kalınabilecek tehlikeler tanımlanmalı ve risk düzeyleri belirlenmelidir.

Jeolojik açıdan sakıncalı olan alanlar, toprak kayma tehlikesi bulunan alanlar, derge yatakları ve depreme bağılı olarak sivilaşma potansiyeli olan alanlar vb. gib jeolojik risk taşıyan alanlar üzerinde yer alan ve yüksek yapılaşma yoğunluğuna sahip olan konut alanları saptamalıdır (OAS, 1991).

5.6.2 Sanayi alanları

Tüm tehlikeler açısından sanayi işyerlerinin yoğunlaştığı alanlar ile kritik alanlar sanayi alanlarında çakıştırılarak, riskli alanları belirlenmelidir (OAS, 1991).

5.6.3 Hizmet alanları

Sosyal ve ekonomik kayıplara yol açacak önemli finans ve hizmet merkezlerinin maruz kaldığı riskler, tüm kenti etkileyecek bir afet durumunda saptanmalıdır (OAS, 1991).

5.6.4 Karma kullanım alanları

Kont-yüksek kullanım yoğunluğuna sahip tesisler (okul, bakınevi, huzurevi, hapishane, hastana, öğrenci yurtları, kapalı spor tesisler vb. gibi), konut-sanayi, konut-rekreasyon, konut-ticaret yönelik riskler belirlenmelidir. Karma kullanım alanlarına ait risklerin, karma kullanım alanlarının bir arada oluşları göz önüne alınarak analize edilmelidir (OAS, 1991).

5.6.5 Kentsel yapı

Şehirlerde meydana gelen depremlerin yol açtığı hasar ve hasarın araştırılması, doğrudan ya da dolaylı olarak zararlarının, kentsel unsurların uygunsuz dağılımı, dezavantajlı şehir planlaması ve tasarımı ile doğrudan ilişkili olduğunu göstermektedir. Verimsiz iletişim, kompakt kentsel doku, yüksek kentsel yoğunluklar, kentsel altyapının kurulması için uygun olmayan koşullar ve açık kentsel alanların olmaması, depremlere karşı şehirlere verilen hasarın büyüklüğünün artırılmasında özel bir rol oynamaktadır (Kadıoğlu, 2008).

Kentsel öğelerin mekânsal dağılımı, kentin yapı ve elemanlarının bileşimi ile birlikte kent yapısını şekillendirebilir. Kentsel yapının yapısal bölümleri ve kentin tek merkezî ya da çok merkezli büyüklüğünün tasarlama tarzı ve kentsel yapının biçimi bir özelliği olarak düşünölebilmektedir (Erdin vd, 2017).

Bununla birlikte, çeşitli kentsel yapıların direniş derecesinin ve bu unsurların her birinin farklı yapılardaki direncinin olduğu açıktır. Çeşitli kentsel yapıların depreme

karşı etkisinin büyüklüğü ve bunun potansiyel hassasiyeti konusundaki tartışmalar kapsamlı bir araştırma ve önlem gerektirdiğinden kentsel yapının çok dikkate alınması gerekmektedir. Her durumda, farklı kentsel yapıların doğal afetlere karşı farklı dirence sahip olduğu ve çok merkezli yapının doğal afetlere karşı tek bir merkez yapısından daha fazla direndiği söylenmektedir (Kadioğlu, 2008).

5.6.6 Kentsel doku

Kentsel doku, deprem hasarına karşı kentsel yapının önemli bir unsuru olarak rol oynamakla birlikte düzenli ve sürekli dokular, düzensiz ve sürekli düzensizliklere karşı daha fazla bağısıklığa sahiptir (Saunders ve Becker, 2015).

Kent dokusu, kent yapısının türüne göre doğal afetlere karşı belirli bir dirence sahip olması, şehrin yapısının en küçük bileşenlerinin nasıl yapılacağıdır. Çünkü kentin dokusu, insanların şehri nasıl kullandığını ve şehrin en küçük bileşenlerini nasıl birleştireceklerini etkilemektedir (Saunders ve Becker, 2015).

Her türlü kentsel dokuya verilen tepkinin, doğal afetlerde yardım ve işçilerin yardımlarının sağlanmasında ya da nasıl temizleneceği, yeniden inşa edileceği ve hatta yeniden yerleştirileceği gibi durumlarda doğal afetlerde kaçma ve sığınabilme yeteneği üzerinde doğrudan bir etkiye sahip olduğunu belirtmek gerekmektedir (Erdin vd, 2017).

Bu etkilerin kapsamı sadece bina tasarımında değil, kentsel tasarım ve afet yönetiminde de önemlidir. Arazinin değerlendirilmesi ve bölümlendirilmesinde, arazi parsellerinin geometrik şekli (düzenli ve düzensiz), kentsel alanın bölgesi ve arazi kullanımının boyuna ve enine kısımlarının boyutları ve oranları ile mülkiyet (mülkiyet veya topluluk) türü dikkate alınmaktadır. Bu özelliklerin etkileri, inşaat karakteristikleri ve kırılabilirlik veya doku verimliliği üzerindeki yol ağı üzerindeki etkinin bir sonucu olarak etkili olmaktadır (Saunders ve Becker, 2015).

Ayrıca, açık alanların kombinasyonu ve açık alana yapılan yüzeyin oranı, etkinlik ve ölçüm için en önemli kriter olacaktır. Öte yandan, her bir parçadaki ayrı bina birimlerinin sayısı ve korunma türü, açık alandaki bina dışına zarar vermede etkili olacaktır. Kentsel yapılarda, arazi bölümlendirmesi dışında, kentsel yapıların türü ve tipi, mimari standartlar ölçeğinde, doğal afetler ve depremler sırasında yol ve iletişim ağının rolünün azaltılması aşamasındadır (Saunders ve Becker, 2015).

Deprem tahribatının ve hatta afet yönetimi döngüsü sürecinin olası etkileri de önemlidir. Korunmasızlığın paterni varsayılmamış, fakat esas olarak yolun ve yapının bitişik kalıplarına bağlı olan fiziksel özelliklerinin, doku içindeki iletişim yollarının kapsamını ve kırılabilirliğini etkilediğini de belirtmek gerekir. Kentin kentsel doku özelliklerinin çoğu, özellikle yerleşim bölgelerinde, doku bileşenlerinin bitişik özellikleri ve diğer yanda, elementlerin ve bileşenlerin kombinasyonunun indekslerine bağlıdır (Habibi vd, 2009).

Düzgün ve üniform boyuttaki parçaların düzenli kombinasyonu, komşu binalarda tek tip kuvvetlerin etkisinin nedeni ile, hasarın azalmasına neden olan düzenli bir dokuya yol açar. Kentsel bir dokudaki bileşen derleme modelinin yanı sıra komşu binalar ve bitişik parçalara açık alan, başka bir hassasiyet göstergesidir (Habibi vd, 2009).

Diğer açıklık göstergeleri, yol ve arazi parselleri ile kullanıcıların mevcut yapılarının kombinasyonunun dokuları, açık alanın geçişi ile belirlenmiş segmentlerin niteliği olarak isimlendirilebilir ve her bir parçada geçitlerin muhafaza derecesi de dikkate alınmalıdır, şekil 5,3, (Saunders ve Becker 2015). Diğer göstergeler ve parametreler arasında, doku kabiliyeti ve kentsel blokların büyüklüğü ile kentsel yol ve blokların kombinasyonu, kentsel bloklardaki bölümlerin ve alt yolların sırası ile yoğunluğunun içindeki yapılar etkilenebilir (Hamidi 1992).



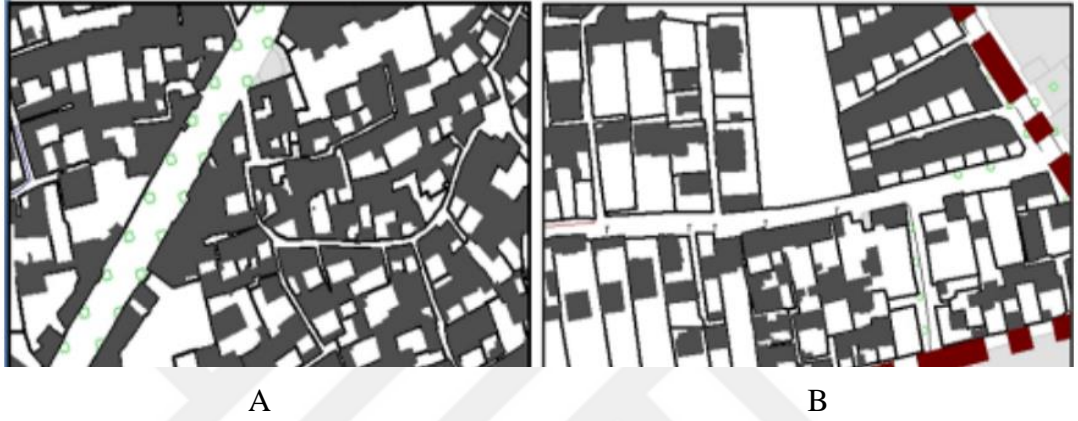
Şekil 5.3: Yapısal bileşenler sistem açısından iki farklı kentsel doku türü (Hamidi, 1992)

Ayrıca çizelge 5.4 ve şekil 5.5’de görüldüğü gibi, yerleşim alanlarının toplam yüzey alanındaki açık alanların, binalara bitişik açık hava kentsel alanların konumu ve seviyesi de dâhil olmak üzere doğal afetler durumunda doku verimliliğinin

arttırılmasının bir başka faktör olduğuna dikkat edilmesi gerekmektedir (Hamidi, 1992).

Çizelge 5.5: Hassasiyet açısından doluluk-boşluk oranı (Habibi vd, 2009)

Doluluk-boşluk oranı	Hassasiyet derecesi
$50 < A < 100$	Fazla
$25 < A < 50$	Orta
$0 < A < 25$	Düşük



Şekil 5.4: Doluluk seviyesi ve arsa büyüklüğü açısından iki farklı kentsel doku (Hamidi, 1992)

A; Yüksek doluluk seviyesi ve düşük boyut
B; Düşük doluluk seviyesi ve büyük boyut

Ayrıca, parsellerin büyüklüğü ile ilgili olarak, açık hava tahribatı ve kaçış, barınma, yardım operasyonları ve büyük ölçüde geçici barınma için güvenli alanın azaltılması nedeniyle daha küçük arsa boyutlarında hassasiyet olasılığı daha fazladır, çizelge 5.6 (Hamidi, 1992).

Çizelge 5.6: Konut büyüklüğü ile hassasiyet derecesi arasındaki ilişki (Hamidi, 1992)

Konut boyutu m ²	Hassasiyet derecesi
Küçük boy $\sum \leq 200$	Fazla
Orta boy $250 \leq \sum \leq 500$	Orta
Büyük boy $\sum \geq 500$	Düşük

\sum : Her Metrekarede konut birimlerinin büyüklüğünü gösterir.

Genel olarak çizelge 5.7'ye gösterildiği gibi, arsadaki düzenli doku her zaman orta veya düşük dereceli bir hassasiyete sahiptir ve özellikle açık alanla yapılan konut

boyutunun oranı düşük ila ortaysa ve bir veya iki sıra düzenli olarak bloklara sahipse binaların hassasiyeti daha azdır ve afetten sonra daha fazla kullanmaya mümkün olabilmektedir. Yolların ağ düzeni, uzun olmaması ve yan sokakların düzeni, erişim sayısına bağlı olarak, doku felcini önlemektedir (Hamidi 1992).

Çizelge 5.7: Hassasiyet derecesi ve çeşitli kentsel doku tipleri arasındaki ilişki (Saunders ve Becker, 2015)

Yapıların boyutu m ²	Hassasiyet derecesi
Kesintisiz ve düzenli	Düşük
Kesintili ve düzensiz	Orta
Kesintisiz ve düzensiz	Fazla

5.6.6.1 Açık alanlar

Acil durum koşullarında toplanma, acil kurtarma malzemelerinin stoklanması ve dağıtımı, havadan erişim acil barınma amaçlı geçici konut alanı ya da çadır olarak afete maruz kalan iskan alanlarına yeterli büyüklükte ve yakınlıkta değerlendirilebilecek boş alanların potansiyellerini saptanması gerekmektedir (OAS, 1991).

Kentsel açık alanlara göre kentlerin hassasiyeti

Açık alan, operasyonun kapsamını ve doğal afetlerin çoğunun sonuçlarını azaltmada önemli bir role sahiptir. Açık alan, acil durumlarda kaçış, gözetim ve sığınak için açık alan olarak düşünülebilir ve kriz sonrası geçici bir yerleşim merkezi olarak kabul edilir ve bölgenin nüfusunu karşılayabilmelidir (Hamidi, 1992).

5.6.7 Nüfus yoğunluğu

Her bir alandaki yüzeyin toplam yüzey alanına oranı ne kadar yüksek olursa, doku yoğunluğu da o kadar fazla olur. Bu enkazın neden olduğu açık alanlara verilen zararı artıracaktır, bu da can kayıplarının ve yaralanmaların sayısının artmasına ve deprem sonrasında geçici barınma olasılığının azalmasına neden olacaktır (EMA, 2002).

Kentsel çöküntü ve kentin depreme karşı hassasiyeti ile ilgili olarak, aşağıdaki iki ilkeye başvurabiliriz (EMA, 2002).

- Kentteki nüfus yoğunluğu az olduğu için, şehrin depremlere karşı hassasiyeti daha azdır.

- Kentsel dağılım, kentsel alanlarda daha dengeli bir şekilde dağılmakta, kentin doğal afetlere ve özellikle depremlere karşı dayanıklılık derecesini arttırmaktadır.

Bununla birlikte kentteki yüksek nüfus yoğunluğunun, yolların ve geçitlerin kapatılması ve tehlikeli durumlardan kaçma ve güvenli alanlara ve drenaja erişim olasılığının azaltılması nedeniyle doğal afetlerde daha fazla zarar anlamına geldiği belirtilebilir, şekil 5.5 (EMA, 2002).

Genel olarak, insan yoğunlukları farklı sağlık ve eğitim refah göstergeleri ile ilgili olarak önemli rol oynamaktadır. Bununla birlikte nüfus yoğunluğu ve doğal afetler arasındaki ilişki biraz daha karmaşıktır. Israrcı ve tartışmacı yöntemden, nüfus yoğunluğu (bozulma) etkisinin hiçbir rolü olmadığı açıktır, fakat yoğunlukların önemi yıkımın oluşumu ile ilgili olmaktadır (Baykal, 1990).

Öte yandan, insan yoğunluklarının fiziksel yeri çok belirleyicidir. Hassasiyetin aralığı şehrin çeşitli bölgelerinde ve şehrin güvenli kısımlarında farklılık gösteriyorsa, kapasitenin hesap verilebilir olduğu ölçüde artan yoğunluklar, doğal afetlere karşı bir tehdit unsuru olarak görülmektedir. Çünkü yıkım riski yoktur ve insan yoğunluklarını tehdit etmez (EMA, 2002 ve Baykal, 1990).



A

B

Şekil 5.5: A; yüksek derecede yoğun ve yakınlık nedeniyle binaların çökmesi ve yolların kapatılma olasılığı ve B; nüfus yoğunluğu nedeniyle artan kayıplar (OAS, 1991)

5.6.8 Kentsel altyapılar

Su, elektrik, telekomünikasyon, gaz ve kanalizasyon gibi kentsel altyapılar, deprem gibi doğal afetlere karşı en hassas ve kentsel performansı ciddi şekilde etkileyebilen tesislerdir. Bu altyapılardan herhangi biri deprem nedeni ile zarar görürse, topluluktaki ticari ve endüstriyel faaliyetleri aksatılacak ve verimlilik en aza indirilecektir. Kentsel altyapılardaki karşılıklı bağlantılardan dolayı biri zarar görünce diğerinide etkileyebilir. Kentsel altyapılarda Elektrik, su ve gaz özellikle önemlidir, çünkü bu altyapıların her biri toplumun hayati faaliyetlerini sürdürmeye önem göstermektedir.

Kentsel gaz şebekesine ve ilgili tesislere verilen hasar, atmosferdeki gaz sızıntısına ve büyük yangınlara neden olabilir. Kentsel gaz rezervuarlarını depremlere karşı nasıl koruyacakları birkaç ilkeye dayanmaktadır (Baykal, 1991). Bunlar;

- İkincil risklerin önlenmesi,
- En az yıkım ve yaralı insanlar ile güvenli alanlarda rezervuarlar ve kentsel gazın iletişim tesislerinin bulunması sonucu inşa edilmesi,
- Şehir gazı dağıtım sistemini hızlı bir şekilde tamir etme yeteneğidir

Kentsel gaz tankları şehir genelinde makul ölçüde dağıtılmalı ve mümkün olduğunca odaklanmalıdır. Bu arada, şehir merkezinde merkezi olarak güvenli yerlerin oluşturulması için kentsel gaz rezervuarlarından boş alanların da göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Baykal, 1990).

Kentsel gaz ekipman ve tesisatları, sismik kodlarla güçlendirilmelidir ve bu ekipman için merkezi kontrol sistemi dikkate alınmalıdır. Buna göre, yangın hidrantlı gaz yangın söndürme şalterleri ve diğer yangın ve kurtarma ekipmanı gibi gerekli tüm ekipmanlar mevcut olmalıdır. Elektrik teçhizatı durumunda, bir kaza anında ve sonrasında acil durum depolama olarak değerlendirilmesinin gerekli olduğu düşünülürse, ilgili tesislerin yeri dikkatle düşünülmelidir (Erdin vd, 2017).

İkincil felaketlerden kaçınmak için, tüm tankları engellemek en iyisidir, ancak insanların yaşamları üzerindeki etkilerinden dolayı bunu yapmak için gelişmiş bir sisteme ihtiyaç vardır. Kentsel gaz sisteminin doğal afetler üzerindeki etkisi bağlamında, doğal felaketlerin bu sistemin etkilerini ele almak için tüm sistemi etkileyip etkilemediği önemlidir (Erdin vd, 2017).

Kentsel gaz tankları şehre doğal olarak dağıtılmalıdır. Tüm kentsel gaz ekipmanı, sismik kodlarla güçlendirilmelidir ve merkezi bir kontrol sistemine sahip olmalıdır. Kentsel gaz sisteminin bir kısmı hasar görürse, doğal olarak doğalgazdan sızacaktır. Sonuç olarak, şehirdeki gaz kesme şalterleri, yangın söndürücüler, hidrant vanaları gibi gerekli tüm ekipmanlar yeterince dikkate alınmalıdır (Baykal, 1991).

Elektrik sistemi, üretim, iletim ve dağıtımın temel parçalarından oluşur ve bu parçaların herhangi birini zarar görmesi müşterilere elektrik tedarik etmeyi zorlaştırabilir. Elektrik ve su dağıtım kısmında deprem afetini yönetmek için en önemli faaliyetlerden biri, elektrik ve su dağıtım bölümündeki kamu hizmetleri, ağlar ve binaların hassasiyetlerini değerlendirmek ve analize etmek gerekmektedir (Erdin vd, 2017).

Deprem sonrasında, elektrik şebekesinin ve dağıtım hatlarının yeterince dayanıklı olmaması ve hızlı bir şekilde yeniden inşa edilemeyecek şekilde hasar görme durumunda, ilk risk, gecenin karanlığı nedeniyle insanlar arasında meydana gelen korku olduğunu göstermiştir. Ayrıca kurtarma ve acil müdahale işini zorlaştırıp risk oranını artırabilir. Elektrik tesisatların parçaları çoğu metal iskelet enstrümanlarına sahip olduğu için depreme karşı hassasiyetini azaltabilir. Elektrik kuleleri ve kablolar depremlere hassas değildir ama zemin bozulmasına karşı daha hassastırlar. İletim direkleri, iletim şebekelerinin en hassas bileşenlerinden biridir. Araştırmalara göre kulelerin ve iletim kabloların depremlere karşı hassasiyetini çok düşük olduğunu göstermiştir. Kentin su temini sistemi, şehirlere su arıtma tesisleri ve su depoları monte edilerek kurulur. Bu tesisler son derece kritik ve depremlere hassastır. Su rezervuarları topografik koşullar, kentsel eğimler veya yüzey üzerindeki su akışı için basınç ayarlaması nedeniyle inşa edilmelidir ve kentsel altyapıdaki hassas önemli noktalar olarak kabul edilir. Depremler, su kaynaklarının kalitesini ve miktarını azaltabilir (Baykal, 1991)..

İşlevsel olarak birbirine bağımlı hale getiren kentsel altyapılar arasında genellikle bir bağlantı vardır. Örneğin, su altyapısının çalışmaya devam etmesi için elektriğe ihtiyacı var ve deprem sırasında ana elektrik şebekesine verilen zarar su şebekesinin çalışmasını aksatmaya neden olabilir. Su ve elektrik altyapı ekipmanı, üretim yerinden tüketiciye hidro veya elektrik hatları ile dağıtım sağlanmasında hayati bir rol oynamaktadır. Bu ekipmanların rolü nedeniyle, depremden sonraki performansları

yalnızca fiziksel hasara değil, aynı zamanda kaynaklara erişim eksikliğine de bağlıdır. Bir deprem meydana geldiğinde, su ve elektrik gibi kentsel altyapının davranışı tahmin edilemez ve birbirine bağlı olmalarından dolayı performansı etkileyebilir. Bu nedenle daha fazla hasar beklenebilir, ancak diğer yandan, tesislerin hassasiyetlerini değerlendirerek ve analiz ederek, felaketlerin yıkıcı etkilerini tahmin edebiliriz ve acil kullanım için yeraltı depolama tanklarında su depolaması veya yedek elektrik güç sistemleri gibi önlemler planlanabilir (Erdin vd, 2017).

Düzensiz kentsel büyüme, nüfus yoğunluğu ve yetersiz açık alan depremlere enerji dağıtımını aksatıp bu tesisleri daha hassas hale getirebilir. Ancak bazı şehirler doğal olarak fay hatlarından uzakta bulunan bölgelerde, depremlere karşı hassasiyeti büyük ölçüde azaltabilir (Erdin vd, 2017).

5.6.9 Kentsel iletişim ağı

Genel olarak, verimli bir iletişim ağı, bir depremin neden olduğu hasarı azaltabilir. Etkin bir ağ, daha büyük bir genişliğe sahip bir ağıdır ve yüzeyi, yerleşik orandan daha yüksektir (Burby, 1998).

Şehrin iletişim ağı, depremlere karşı hassasiyetini azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ağ ve iletişim arterleri yok edilirse, çok sayıda can kaybı, sel ve deprem gibi afetlerin azalmasına neden olabilmektedir (EMA, 2002).

5.6.10 Hassas kullanıcılar

Endüstriyel fabrikalar, akaryakıt tankları, kentsel tesisler vb gibi risklerden dolayı ya da hasar durumunda çok fazla hasara yol açan popüler nüfuslar gibi, krizin kapsamını artıracak uygulamalar bulunmaktadır eğitim, yönetim ve ticaret merkezi gibi (EMA, 2002).

5.6.11 Yangın söndürme merkezlerine uzaklık

Bu gösterge, olaya yardım etmeyi hızlandıran temel faktörlerden biri olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, itfaiyecilik merkezine olan uzaklık söz konusu olduğunda, vatandaşlara yardımların zamanında ulaştırılması azaltılmakta ve sonuç olarak hassasiyet artmaktadır (EMA, 2002).

5.6.12 Sağlık merkezlerine uzaklık

Deprem sonrası dönemde hastanelerin ve acil durum merkezlerinin yakınlığı, yaralı hastaların kurtarma amacıyla bu merkezlere aktarılmasında önemli bir etkiye sahiptir (EMA, 2002).

5.6.13 Havaalanına uzaklık

Şiddetli depremler söz konusu olduğunda, söz konusu kentin yardım merkezlerinin, yaralıları tek başlarına kurtaramayacaklar, dolayısıyla diğer komşu şehirleri, ülke içinde ve hatta dışında büyük kriz yönetimi merkezlerini kurtaramayacakları gerçeğinden dolayı ülke olayı bulmaya yardım ediyor (EMA, 2002).

Şehirdeki bir havalimanının varlığı, bu kurumların hızlı ve zamanında yardım edilmesini kolaylaştırmakta ve vatandaşların hassasiyetini büyük ölçüde azaltmaktadır. Yaralananların havalimanına ya da havalimanına daha yakın olan bölgelere yardım çalışanlarının bulunma olasılığı daha fazladır çünkü şehirdeki iletişim kanalları enkaz ve altyapı tahribatı nedeniyle zorluklarla karşı karşıya kalmaktadır (Baykal, 1990).

5.7 Şehir ve Bölge Planlamasının Risk Azaltmadaki Rolü

Kentsel büyüme birçok olanak yaratır, ancak aynı zamanda kriz faktörleri daha fazla olur ve çevre tesisleri dezavantajlı duruma gelir. Kentsel alanlarda, doğal afetlerin olağan zararlı etkileri arasında fiziksel yıkım ve kentsel bozulma bulunmaktadır. İnsanlık olayları da krizin boyutlarından biri olup, bu durum özellikle nüfus yoğunluğu ve kompakt yapısı yüksek alanlarda geçerlidir (Balamir, 2002).

Kriz oluşturulduğu andan itibaren önemli kararlar vermeliyiz. Krize karşı çıkan ilk hayati görev, olguları sınıflandırmaktır. Ne oldu, ona karşı hangi adımlar atılmalı ve gelecek nasıl olacak. Krizlerin birçok kökenleri vardır ve birçok faktör onların oluşumuna katkıda bulunur. Dolayısıyla, bunları kontrol etmek için farklı planlar ve yollar uygulanmalıdır.

Krizlerin azaltılmasında en önemli faktörlerden biri, deprem olayıyla uğraşırken bir toplumun varlığıdır. Depremle başa çıkmaya hazır olmanın çeşitli yönleri vardır ve depremde hasarı en aza indirmek için planlama tedbirleri ile şehirleri tasarlamak ve planlamak mümkündür. Kentsel planlama ve tasarım, kentsel arazi kullanımının her şeyden önce deprem güvenli bir yer olacağı ve ikincisi, kriz yönetim planının düzgün bir şekilde uygulanmasını kolaylaştıracak şekilde olmalıdır (Balamir, 2002).

Deprem zarar verici etkileri genellikle fiziksel hasarı, işlevsel bozuklukları ve ölüm oranlarını içerdiğinden, riskleri, yaralanmaları azaltmak ve insanları bu tür felakete karşı başa çıkabilmeleri için zemin sağlamak gerekir. Fiziksel unsurların birikimi ve uygun olmayan kentsel arazi kullanımı, verimsiz kentsel iletişim ağı, kompakt kentsel yapı, yüksek kentsel yoğunluk, kentsel altyapının kurulmasının kötü şartları ve kentsel açık alanların yetersiz dağılımı ile bu faktörlerin bir kısmının yetersiz olması; yoğunlaşmakta olan rol kentlere verilen hasarın büyüklüğü de depreme dayanmaktadır (Kadıoğlu, 2008).

5.8 Kentsel Risk Azaltılmasında Kent Yöneticilerin Rolü

Fiziksel boyuttaki kentsel krizler, birkaç ana faktöre meydan okumaktadır. Kentsel konut, hassas uygulamalar ve servis sağlayıcılar, iletişim ağları bu üç unsur, kentin kriz, direnç, verimlilik ve etki anında tasarım, planlama ve stratejik planlamadaki en önemli unsurlar arasındadır. Ama kimler bu gölgeli ögelere emir verir ve bu sorunun ilk cevabı, şehir yöneticileri grubunun performansında yatıyor. Başka bir deyişle, kent yöneticilerinin konutun fiziki hassasiyetini azaltma, kriz sırasında zamanında hizmet sağlama ve itfaiyeciler ve diğer hassas uygulamalar gibi hizmet sağlayıcıların sağlığı üzerindeki işlevinin ilk kısmı, kentsel planlama ve tasarım ya da elementlerin formüle edilmesi, kentin doku ve malzeme tarafından kullanılmasıdır (Erdin vd, 2017).

Belki de bu performans doğrudan şehir yöneticileri alanında değildir, ancak bunu başarmak için gereken değerlendirme ve mevzuat ve şehir planlama sürecinin uygulanması şehirlerin hassasiyetlerinin azaltılması üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir. Kentsel planlama ve kentsel tasarım, öncelikle deprem güvenli bir yer olarak hizmet veren kentsel uygulamalara yönelmeli ve ikincisi, kriz yönetim planının mümkün olan en iyi şekilde uygulanmasını kolaylaştıracaktır (Burby, 1998). Deprem zarar verici etkileri genellikle fiziksel hasarı, işlevsel bozuklukları ve kayıpları içerir.

Fiziksel unsurların yerleşimi ve uygun olmayan kentsel arazi kullanımı, verimsiz kentsel iletişim ağı, kompakt kentsel doku, yüksek kentsel yoğunluk, kentsel altyapının kurulmasının kötü şartı ve kentsel açık alanların yetersiz dağılımı ve hasarın artmasında önemli bir rol oynayarak risk azaltılması ve yönetimi, kentsel planlama, karar verme, uygulama ve mevzuat biçimindeki izleme bağlıdır. Ayrıca sorunun sosyal ve altyapı boyutları hakkında da göz ardı edilmemelidir (Erdin vd, 2017).

Yaşama mekanizmalarının mevcudiyetine rağmen, kritik şartların anlaşılmaması ve kentlerde ortaya çıkan kayıplar nedeniyle yaşama uygulamaları, kentsel toplulukların teşvik ve kültürü için en önemli faktörler arasındadır. Kritik durumlarda ihtiyaç duyulan altyapı ve hizmetlerin düzeyinin iyileştirilmesi ve insanların krizde rahatlamalarının kolaylaştırılması ile elde edilebilecek adım, kent yöneticilerine olan kamu güveninin artırılması ve bunların kentsel hassasiyetin azaltılmasındaki başarısı olmaktadır (EMA 2002). Buna dayanarak, hassasiyeti azaltmada kentsel yöneticilerin önemli değişkenleri dört boyutta açıklanabilir. Diğer bir deyişle, mevzuat, kültür, kentsel planlama ve tasarımın dört boyutundaki kentsel yöneticiler ve uygun hizmetlerin ve altyapının sağlanması kentsel doku hassasiyetinin azaltılmasına yardımcı olabilmektedir (EMA, 2002).





6. DEPREM AFET YÖNETİMİNDE BİLGİ PAYLAŞIMI

6.1 Bilginin Tanımı

Bir iş ya da bir konu hakkında bilinenlere bilgi denir. İnsan, araştırma ve öğrenme içgüdüsünü gidermek, hayatını sürdürebilmek, sayısız ihtiyaçlarını karşılamak ve geleceğini güvence altına almak için öğrenmek, kısaca her şey hakkında bilgi edinme ihtiyacı duymaktadır (Aydın, 2004).

Öğrenme, araştırma yaparak ya da gözlemlenmeler ile elde edilen gerçek, malumat, bilgi kurallardan yararlanarak bireyin verilere yüklediği anlamdır. Genel olarak ve ilk sezi anında zihnin kavradığı bazı temel düşünceler, malumatlar, insan aklının içerebileceği olgular, gerçekler ve ilkelerin tümüne verilen addır. İnsan beyninin çalışması sonucunda ortaya çıkan düşünsel ve kurgusal ürünler toplamıdır (Malmsjo, 1996).

Bilgi, antik zamanlardan günümüze kadar felsefe ile bir arada yol almıştır. Her filozof bilgiyi kendi açısından bulmaya, yorumlamaya ve açıklamaya çalışmıştır. Kendi içimizde bir inceleme yapmak, yani insan kendini tanımak için bilmek ister. Çevrede bulunan nesne ve varlıklara egemen olmak için de insan bilmeye doğru yönelmektedir (Aydın, 2004).

6.2 Bilgi Yönetimi

Bilgi ve yönetim ilk bakışta zor görünen iki kavramdır. Bilgi son derece kişisel bir anlayış kavramıdır. Aksine yönetim, ortak amaçlar için takım çalışması gerektiren organizasyon süreçlerini ifade etmektedir. Çoğu bilgi çalışanı geleneksel anlamda yönetilmekten hoşlanmaz ancak, giderek daha yaygın bir biçimde, bilginin pazarda üstünlük sağlayan çok kritik bir organizasyon kaynağı olduğu kabul edilmektedir (Yeniçeri ve İnce, 2005).

Bilgi yönetimi, bilginin ve değerinin doğru zamana ve doğru insanın değer yaratması için Amerikan Üretim ve Kalite Merkezi tarafından sistematik yaklaşımlar olarak tanımlanmaktadır. Bilgi yönetimi, teknik uzmanlar ortamındaki bilgi kapasitesini

sürekli güncelleyen, bilgiyi hazırlayan, gerekli bilgilere ulaşmak için gerekli süreçleri belirleyen ve şirket çalışanları ile paylaşılacak bir disiplindir. Bilgi yönetimi, entelektüel sermaye ile ilgili süreçler, ölçümler, değerlendirmeler ve yatırımların dönüşümü üzerine odaklanır (Yuexiao, 1988).

Bilgi yönetimi, örgütün iskeleti ve ilgi alanları içindeki bilgileri taşıyan disiplinler arası bir modeldir. Günümüz teknik uzmanlık alanlarında bilgi yönetimi en iyi avantajdır. Bilgi yönetiminin bölümleri insanları, teknolojiyi ve süreçleri içerir, çizelge 6.1. Bilgi yönetiminin iş süreçleri üzerinde olumlu bir etkisi vardır. Bilgi yönetiminin amacı, bir süreçte neyin gerekli olduğunu yakalamak ve bu bilgileri teknik uzmanlıklar ve disiplinler arası paylaşmak için desteklemektir. Bir kuruluş bilgi yakalayıp dağıtabilirse, faydalar sonsuz olmaktadır (Yuexiao, 1988).

Çizelge 6.1: Bilgi yönetiminin basamakları (Yuexiao, 1988).

Konu ile ilgili bilginin belirlenmesi için yöntemleri iyi bilme	1. El kitapçılarının hazırlanması 2. İç ve dış kıyaslamalar 3. Uzmanlar, bilgi komisyonu ve aracılığı
Bilgi amaçları	1. Sürecin geliştirilmesi 2. Potansiyel alanların şeffaflığı 3. Şartların şeffaflığı
Bilginin geliştirilmesi için yöntemler	1. Uzmanlar ve proje takımlarının disiplinler arası iş birliği 2. Dış bilginin kazanımı 3. Bilgi ve tecrübelerin kullanımı sağlamak için sistematik yaklaşım
Bilginin saklanması için yöntemler	1. Bilgi ürünleri ve veri ve enformasyon 2. Standart ve denenmiş metotlar için el kitaplarının hazırlanması 3. Rapor ve başarı hikâyeleri
Bilginin yayılması ile ilgili yöntemler	1. Bilgiyi yayma için disiplinler arası proje takımları 2. İç yayımlar 3. Uzmanlar tarafından eğitim ve koçluk
Bilginin uygulanması için yöntemler	1. Disiplinler arası takımların özerkliği 2. Sonuçlar hakkında iç uzmanlar tarafından görüş alınması

Bu prensiplere göre bilgi yönetimi sekiz önemli adımdan oluşur (Yuexiao, 1988).

Bunlar;

1. Entelektüel kaynakların ve organizasyon bilgisinin araştırılması, geliştirilmesi, bakımı ve korunması,

2. Organizasyondaki tüm çalışanlar tarafından bilgi yaratma ve inovasyonu teşvik etmek,
3. İşle ilgili görevleri yerine getirmek, onları organize etmek, bilgiyi kullanılabilir hale getirmek, paketlemek (örneğin eğitim kursları, kılavuzlar veya bilgi tabanlı sistemler) için gereken bilgi ve uzmanlığı belirlemek ve ilgili amaçlara dağıtmak,
4. Bilgiyi en verimli şekilde kullanmak, bilgi varlıklarını kullanma fırsatlarından yararlanmak, bilgi boşluklarını en aza indirmek ve ürün ve hizmetlerin katma değerli bilgi içeriğini en üst seviyeye çıkarmak için girişim / organizasyonu değiştirmek ve yapılandırmak,
5. Farklı organizasyon ortamlarının ve müşterilerin benzersiz öncelikleri ve ihtiyaçları temelinde, özellikle yeni bilgi yatırımlarında, gelecekteki ve uzun vadeli bilgi temelli aktiviteler yaratmak ve izlemek,
6. Örgütsel ve rekabetçi bilgileri korumak ve sadece en iyi bilginin kullanıldığını ve rakiplere verilmeyeceğini tespit etmek için bilginin kullanımını kontrol etmek,
7. Kurumun uygulama ve kültürünün bir parçası olarak aktif bilgi yönetimini desteklemek için bilgi yönetimi yeteneklerini ve bilgi mimarisini sağlamak,
8. Tüm bilgi varlıklarının performansını ölçüm ve kuruluşun misyon ve hedeflerini yerine getirmelerini sağlamaktır,

6.2.1 Bilgi yönetiminin ilkeleri

İş hayatında, bilgi yönetimi aşamalarında, konuyu elde etmenin en uygun yolu ayrıntılı taktiklerden ziyade üst düzey ilkeler oluşturmak olmalıdır. Bir kurum bilgi yönetimi prensiplerine karar verdiğinde, bu ilkelere dayanarak ayrıntılı yaklaşımları ve planları oluşturulabilmektedir. Bu ilkeler (Byström ve Jarveliv, 1995);

- Bilgi yönetimi pahalıdır
- Etkili bilgi yönetimi, insanların ve teknolojinin hibrit çözümlerini gerektirir
- Bilgi yönetimi oldukça politiktir
- Bilgi yönetimi liderlik gerektirir
- Bilgi yönetimi modellerden daha çok, hiyerarşilerden daha çok piyasadan faydalanır.
- Bilginin paylaşılması ve kullanılması genellikle doğal olmayan eylemlerdir
- Bilgi yönetimi bilgi iş süreçlerini iyileştirmek demektir

- Bilgi erişimi sadece başlangıçtır
- Bilgi yönetimi asla bitmez ve bir bilgi sözleşmesi gerektirir

6.2.2 Bilgi yönetiminin avantajları

Bilgi yönetim ve paylaşımındaki zorlukların, küreselleşmekte olan bir dünyada bilginin belirsizliğini ele almada ve teknik uzmanların ve onların bireysel ihtiyaçlarının artan önemi ile ilgili terimlerin ortaya çıkmasında bilginin üretilmesinde yattığının önemi ortaya koyulmuş olup, bilgi temelli ekonomide, kuruluşlar giderek daha fazla şu konularla uğraşmak zorundadır; (Byström ve Jarveliv, 1995).

- Artan ürün ve süreç karmaşıklığı,
- İlgili bilginin büyüyen bir rezervuarı,
- Öğrenme süreçlerinin daha hızlı olması gereken daha kısa ürün yaşam döngüsüne sahip bir ekonomide artan rekabet,
- Şirketlerin giderek esnek bir iş gücü tarafından yapılan çalışmalara daha fazla sahip olacağı, bilgi edinmeyi ve bilgiyi aktarmayı zorlaştıran dış kaynak kullanımı

6.3 Bilgi Paylaşımı

Daha önce de belirtildiği gibi, bilgi yönetimi temel olarak doğru bilgiyi ve doğru insan kaynağını doğru insanlara doğru zamanda sunabilmekle ilgilidir. Bu nedenle bilgi paylaşımı bu sürecin en önemli yönüdür, çünkü bilgi paylaşım girişimlerinin büyük çoğunluğu ona bağlıdır. Bilgi paylaşımı, itme ya da çekme olarak tanımlanabilmektedir. İkinci bir tanımlama ile bilgi, çalışanın bilgi kaynaklarını aktif bir şekilde araştırmasıdır (örnek olarak; kütüphane araştırması, bir uzman aramak, bir iş arkadaşıyla işbirliği yapmak vb. gibi) (Kucza, 2001).

Bilgi paylaşımı, bilgi çalışanlarının bu bilgi kaynaklarına başvurma ve bu kaynaklara karşı alıcı olma isteklerine bağlıdır. Bugünün dünyasında bugünün bilgileri, yarının sorunlarını çözmek için yeterli bilgi değildir. Yenileme bilgileri, belirli bir sorun alanına dayanarak yeni bilgiler oluşturmak ve bu yeni bilgiyi eski bilgilerle kullanmak ve paylaşmak anlamına gelmektedir (Dalkir, 2005).

Bilgiyi oluşturan teknik uzmanlık, fikirlerden daha idealisttir. Bu gerçek aynı zamanda inovasyon yaratmaktadır. İnovasyonun özü, dünyayı özel bir vizyon veya ideal ile

yeniden oluşturmaktır. Yeni bir bilgi oluşturmak, organizasyonun kişisel ve örgütsel yenilenme sürecine dâhil edilmesi anlamına gelmektedir (Kucza, 2001).

Bilgi oluşumunun sağlanması altı adımı kapsar (Kucza, 2001). Bunlar;

1. Yerel bilgiyi evrenselleştirme: Bilgi düzeyini en üst düzeye çıkarmak için bir birey, grup, takım veya organizasyondaki bilgileri kullanmak, bilginin herkesin ulaşabileceği ve anlayabileceği seviyeye getirilmesini sağlar,
2. Bilgi yaratma ve paylaşma ekipleri, merkezleri ve entelektüel sermaye takımlarının kurulmasını sağlar,
3. Bir bilgi vizyonu yaratmak: Bu vizyon, organizasyonun entegre bir vizyonu ile iş stratejisinden hareket etmemizi sağlar,
4. Konuşmaları yönetme: Örgütsel hareketlerin temeli iletişimdir. Bilgilerin paylaşımı çoğunlukla iletişim tarafından sağlanmaktadır. Bu süreçleri desteklemek için, teknik uzmanlık alanındaki öngörülerini ortadan kaldırmak ve aktif iletişimi desteklemek ve kolaylaştırmak için ortak bir iletişim içeriği sağlar,
5. Bilgi ile ilgili en iyi örnekleri ve bilgi uzmanlarını geliştirilmesi,
6. Önemli tecrübeleri paylaşmaktır,

Bilgi oluşumunun başka bir yolu da ekip çalışmasıdır. Bir ekip, bir işi yapmak için çeşitli bilgiler kullanır ve sonuç alır. Bu sonuçla, yeni bilgi edinir ve yeni bir sorunu çözmek için bu yeni bilgileri kullanır. Paylaşılacak bilgiyle ilgili olan önemli özellikler, bilgiyi açık ve anlaşılabilir bir bilgiye dönüştürmek, bilginin örtülü bir bilgiye dönüştürülmesi, paylaşılacak bilginin bireysel olması, bilginin gelecekte nerede nasıl olacağı, yöneticiler ve uzmanlıklar arası çatışmaları sağlayabilmesi (Dalkir, 2005).

Bilgi paylaşma süreci beş adımı kapsamaktadır (Kucza, 2001). Bunlar;

1. Örtülü bilgileri paylaşmak,
2. Paylaşılacak bilgi hakkında genel bir düşünce oluşturmak,
3. Oluşturulan düşüncenin doğruluğunu sağlamak,
4. İlk örnek geliştirmek,
5. Bilginin kullanılabilir olmasını sağlamaktır,

Bu süreç, yeni bir ürün alanını ve dolaylı bilgiyi paylaşmak için bir araya gelen çalışanlarla başlar. Bu paylaşım, müşteri ihtiyaçları, yeni teknoloji hakkında bilgi ve

görevi yerine getirmek için gereken kişisel beceriler hakkında fikirleri içerir. Bilgi paylaşımı ile ekip yeni bir ürün konsepti oluşturmaktır (Kucza, 2001).

Bu yeni anlayış, diğer adımda doğrulanmıştır. Çalışanlar bunu doğrulamak veya reddetmek için pazar araştırması, kıyaslama, trend araştırmasını kullanmaktadırlar. Bu desteklerden sonra, kalkınma için seçilen kavram bir prototipe dönüştürülür. Daha sonrasında teknik uzmanlar veya ekip bu bilgileri paylaşma sorumluluğunu üstlenmektedir. Bilgiyi başarılı bir şekilde yaymak ve herkese bilgiyi kullanma hakkı vermek için sistem çalışanlarına her an ve her yerde bilgi kullanma, sisteme kolay erişim, her dilde iletişim olanağı sağlamak, yüz yüze iletişim ve insanlarla iletişim, bilgi paylaşımı sağlamak için resmi olmayan toplantılar yapılmalıdır (Malmsjo, 1996).

6.4 Risk Azaltma Planlamasında Bilgi Paylaşım Sistemleri

6.4.1 Risk azaltma planlamasında bilgi paylaşımının yeri

Doğal afetler açısından, ABD ve Japonya gibi gelişmiş ülkeler, risk modellemesi için yenilik ve uygulama merkezi olmaya devam etmektedir. Risk tahmin metodolojilerinin çoğu, son yirmi yılda ABD’de geliştirilmiştir. Bu risk değerlendirme yöntemleri ticari ve ticari olmayan kategorilere ayrılabilir. Ticari yöntemleri kullanmak için modelin yanı sıra yazılımın da serbestçe kullanılması mevcut değildir (Malmsjo, 1996).

Ticari yöntemler, şirketler tarafından geliştirilmiştir. Bu yöntemler; MunichRe, RiskLink (RSM), EQEHAZARD (EQECAT), CATMAP (AIR), CATEX, EPEDAT (Early Post-Earthquake Damage Assessment Tool, ImageCat), REDARS (Risk from Earthquake Damage to Roadway Systems) ve Risk Management Solutions (RMS) vb. gibidir (FEMA, 2011).

Kanada’da, Doğal Tehlikeler Elektronik Harita ve Değerlendirme Araçları Bilgi Sistemi NHEMATIS (Natural Hazards Electronic Map and Assessment Tools Information System) acil durum hazırlık tarafından geliştirilmiştir (Malmsjo, 1996).

HAZUS’un ilk versiyonu sadece deprem kaybı tahmini için yapıldı. Son zamanlardaki HAZUS MH, çoklu tehlike kayıp tahminine kadar uzanır ve deprem, toprak kayması, yangınlar, enkaz, kasırga ve sel gibi tehlikeleri içerir. Amerika Birleşik Devletleri dışında bazıları, Rusya’da EXTREMUM, Tayvan’da HAZUS yönteminden geliştirilen Tayvan Deprem Kaybı Tahmin Sistemi TELES (Taiwan Earthquake Loss Estimation System) olarak geçmektedir (Malmsjo, 1996). Avrupa Birliği şu anda Avrupa’da

deprem risk değerlendirmesi için HAZUS gibi bir proje geliştirmek için büyük bir proje olan LESSLOSS'i finanse etmektedir. Bu yöntemlerin çoğu, Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilmiş olsa da, veri kullanılabilirliğine bağlı olarak dünya çapında uygulanmaktadır (Filemon ve Uriarte, 2008).

Sürdürülebilir büyümenin sonuçlara dayalı yönetiminde bilgi paylaşım sistemler afet yönetim ve risk azaltma strateji ve oryantasyon amaçlarının uygulanması konusunda doğru bilgi edinmesine yardımcı olabilmektedir. İyi bir bilgi paylaşım sistemine sahip olmak, farklı bölgelerde doğal afetlerin gerçekteleēeęi durumları sağlayabilir veya karşılaşabileceğimiz tehlikeler hakkında uyarılar sağlayabilir ayrıca bölgelerde geçerli olan risk azaltma planlamasında büyük destek çıkabilmektedir (Filemon and uriarte 2008).

6.4.2 HAZUS

Ticari olmayan yöntemler, firmanın teknik desteğinin yanı sıra yazılımın serbestçe kullanılabilir olduğu yöntemlerdir. Bu modelleri kullanma kılavuzları internetten indirilebilir. ABD Ordusu Mühendisler Birliği USACE (US Army Corps of Engineers), Hidroloji Mühendislik Merkezi HEC (Hydrologic Engineering Centre), Fedral Acil Durum Yönetim Ajansı FEMA (Federal Emergency Management Agency) ve Ulusal Yapı Bilimleri Enstitüsü NIBS (National Institute of Building Sciences) vb. gibi yöntemlerin çoğu Ulusal makamlar tarafından geliştirilmiştir (FEMA, 2011).

RADIUS yöntemi, Amerika Birleşik Devletleri'nde Geo Hazard International (GHI) tarafından geliştirilmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'ndeki büyük gelişmeyi, standart bir kayıp tahmini metodolojisi olan HAZUS oluşturmuştur. HAZUS yazılımı herkese açıktır. FEMA tarafından finanse edilmiş ve 1997 yılında NIBS tarafından geliştirilmiştir.

HAZUS deprem, nehir, kıyı selleri ve kasırğa rüzgârlarına maruz kalan potansiyel bina ve altyapı kayıplarını tahmin eden Federal Acil Durum Yönetimi Ajansı (FEMA) ulusal olarak uygulanan bir yazılım programıdır (FEMA, 2011).

HAZUS-MH kayıp tahminleri, en gelişmiş bilimsel ve mühendislik bilgisini yansıtmaktadır ve risk azaltma, acil durum hazırlığı, müdahale ve kurtarma planları ve politikalarının geliştirilmesi için makul bir temel sağlayarak tüm hükümet düzeylerinde karar vermeyi bilgilendirmek için kullanılabilir. HAZUS, deprem, sel, kasırgalar ve Tsunamiden kaynaklanan potansiyel kayıpları tahmin eden modelleri

içeren, ulusal olarak uygulanabilir standart bir metodolojidir. HAZUS yazılımı, risk-bilinçli karar vermeyi desteklemek için afetlerin fiziksel, ekonomik ve popülasyonları üzerindeki sosyal etkilerini tahmin, analize, haritalamak ve görüntülemek amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemleri (ArcGIS) teknolojisini kullanır (FEMA, 2000).

HAZUS analizleri, bir felaket olayından sonra müdahale ve kurtarma eylemlerini desteklemek için gerçek zamanlı olarak da çalıştırılabilir (FEMA, 2011).

HAZUS Deprem Modeli ilk olarak 1997 yılında FEMA tarafından HAZUS97 olarak yayınlandı ve daha sonra üç kez güncellendi. HAZUS-MH, HAZUS'un çok tehlikeli versiyonu ilk olarak 2004 yılında FEMA tarafından piyasaya sürüldü (FEMA, 2011).

Sel risk değerlendirmeleri: HAZUS-MH Taşkın Modeli, nehir ve kıyı taşkınlarını değerlendirebilir. Binalar, temel tesisler, köprüler, araçlar ve tarımsal ürünler için potansiyel hasar ve kayıpları tahmin eder. Ayrıca, barınak gereksinimlerinin yanı sıra oluşturulacak bina kalıntılarının miktarını da ele almaktadır. Taşkın Bilgi Aracı, FIT (Flood Information Tool) kullanıcıların HAZUS-MH Taşkın Model'inde kullanılmak üzere yerel taşkın tehlikesi ve diğer ilgili verileri hazırlamasına yardımcı olur (FEMA, 1998).

Deprem risk değerlendirmeleri: HAZUS-MH Deprem Modeli, binalara, temel tesislere, ulaşım ve işletme yaşam hatlarında deprem hasarını ve kaybını tahmin etmektedir. Ayrıca enkaz oluşumunu, yangını takip eden depremi, kayıpları ve barınak gereksinimlerini de ele alır. Gelişmiş Mühendislik Yapı Modülü (AEBM, Advanced Engineering Building Module), çeşitli binaların farklı etki azaltma eylemlerinin etkilerini ölçmeye yönelik analizine izin verir (FEMA, 1998).

Kasırğa rüzgâr riski değerlendirmeleri: HAZUS-MH Kasırğa Modeli, kıta Amerika Birleşik Devletleri ve Hawaii'nin Atlantik ve Körfez Kıyısı bölgelerindeki kullanıcıların binalara ve kasırğa rüzgârlarından kaynaklanan temel tesislere olan zararlarını tahmin etmelerini sağlar. Ayrıca, kullanıcıların fırtına sonrası barınak ihtiyaçlarını, bina ve ağaç kalıntılarının miktarlarını da tahmin etmelerini sağlar (FEMA, 1998).

Tsunami modeli: Birkaç Tsunami öncesi ve / veya post Tsunami uygulaması olan analizler yapılabilir. Metodolojinin kullanılması, bir senaryo Tsunami' nin yani, belirli bir su altı derinlik, hız ve konumunun bulunduğu bir Tsunaminin ilçesine veya bölgesine olan sonuçların bir tahminini üretecektir. Sonuçta ortaya çıkan zarar tahmini

genellikle, Tsunami senaryosundan kaynaklanabilecek hasar ve aksaklığın ölçeğini ve derecesini tanımlayacaktır (FEMA, 1998).

Model sonuçları detaylı mühendislik seviyesi verileri ve varsayımlarına dayanmasına rağmen Hazus, bir mühendislik aracı değil, planlama ve etki değerlendirme aracıdır.

HAZUS, Amerika Birleşik Devletleri'nde geliştirilen ve kentsel alanlarda meydana gelen çevre ve nüfus için deprem kaybını değerlendiren ERA araçlarından biridir. Bu modelin analizini yaparak, tanımlanmış boşlukları doldurmak ve bu modeli kullanmanın gücünü bulmak için parametreler açısından HAZUS yaklaşımındaki eksiklikleri ve olası modifikasyonları tanımlamak kolay olacaktır (FEMA, 2000).

Bu metodolojinin en son versiyonu, deprem, sel kasırga ve tsunami gibi tehlikeleri de içeren HAZUS MH MR-4.2 Service Pack 3 adlandırılarak 31 Mayıs 2019'de yayımlanmıştır. Tehlike verilerini haritalamak, görüntülemek, binalar ve altyapılar için olası risk tahminlerinin sonucu olarak CBS yazılımını kullanır. Model, bu unsurların envanterine dayalı olarak nüfus, bina, ulaşım sistemi, cankurtaran araçları ve tehlikeli maddeler gibi çeşitli bileşenlerin sınıflandırılması üzerinde çalışmaktadır (URL 17).

Hazus, hazırlık ve müdahale ile birlikte azaltma ve geri kazanma için kullanılır. Hükümet planlamacıları, CBS uzmanları ve acil durum yöneticileri zararları belirlemek için HAZUS'u ve bunları en aza indirmek için alınacak en faydalı azaltma yaklaşımlarını kullanır. Bir toplumun afet kayıplarını azaltmak ve afet hasarı, yeniden yapılanma ve tekrarlanan hasar döngüsünü kırmak için uzun vadeli stratejisinin temeli olan azaltma planlama sürecindeki değerlendirme aşamasında HAZUS kullanılabilir. Hazır olmak, doğal bir felaketten sonra iyileşmeye yardımcı olur (FEMA, 1996).

HAZUS kullanıcılarının sayısı artmaya devam ettikçe, kullanım türleri de artmaktadır. Giderek artan bir şekilde HAZUS, belirli doğal tehlikeler için ekonomik zarar senaryoları gerçekleştiren risk değerlendirmelerini ve kasırga tepkisi sırasında hızlı ihtiyaç değerlendirmelerini destekleyen risk değerlendirmelerini desteklemek için devletler ve topluluklar tarafından kullanılmaktadır (FEMA, 1999). Diğer topluluklar, tehlike bilincini artırmak için HAZUS'u kullanıyor. HAZUS'un başarılı kullanımı, Azaltma ve Kurtarma ve Hazırlık ve Müdahale başlığı altında tanımlanmıştır. Acil durum yöneticileri de bu harita şablonlarının hızlı ve etkili değerlendirmesini ve afet müdahalesini desteklemek için yararlı bulmuşlardır (FEMA, 1996).

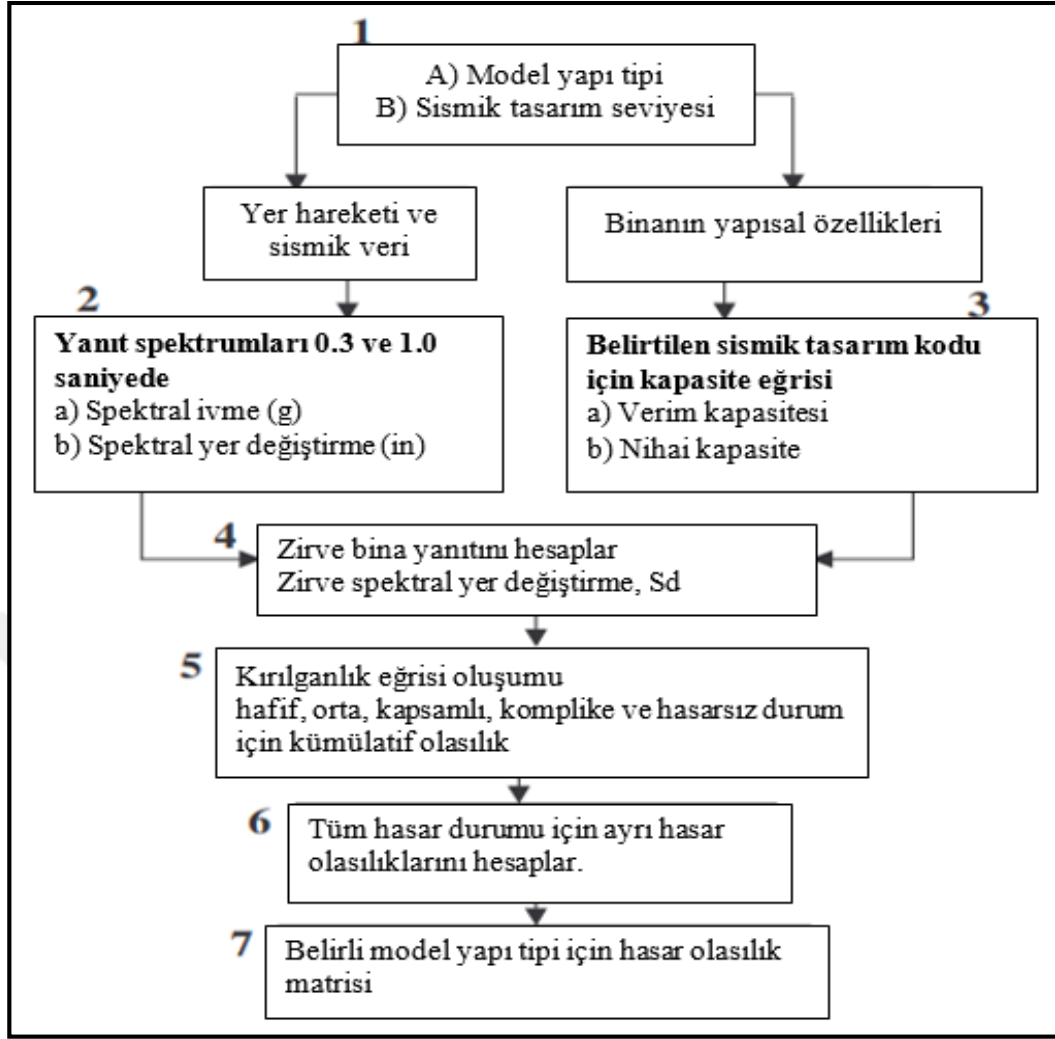
Bu iş yardımının amacı, kullanıcıların HAZUS' ta üretilen ve bir Tehlike Azaltma Planına dâhil edilebilecek rapor türlerini, tabloları, haritaları ve verileri tanımlamasına ve anlamasına yardımcı olmak olsa da, risk azaltma planlarındaki risk değerlendirmesi sonuçlarını destekleyen yazılımıdır.

Bu belgenin kullanıcıları aşağıdakileri içerebilir ancak, bunlarla sınırlı değildir; (FEMA, 2011).

- Yazarları planlama,
- Azaltma planlayıcıları,
- Devlet ve yerel kurum içi coğrafi bilgi sistemi (GIS) personeli,
- Bölgesel planlama komisyonları,
- Üniversiteler,
- Araştırmacıları ve öğrencileri planlama,
- Danışmanlar,
- Plan gözden geçircileri,
- Devlet, sözleşme memurları dâhil kabile ve yerel yetkililerdir,

Bu iş yardımı, kullanıcıların GIS ve Hazus yazılımlarına sahip olduğunu, bu kaynaklara organizasyonlar aracılığıyla veya programı çalıştırabilecek bir danışman işe alarak ulaşabileceklerini varsaymaktadır. İş yardımı, risk değerlendirme sürecindeki adımlara göre düzenlenir. Her adımda HAZUS çıktılarının nasıl kullanılacağı ve bir risk değerlendirmesine dâhil edilebileceği tartışılmaktadır. Bu metodolojinin en önemli bileşenlerinden biri, risk değerlendirmesi için gerekli olan risk ve tehlike unsurlarının kapsamlı bir veri tabanıdır. HAZUS' ta genel yapı stoğunun bir envanteri, nüfus sayım sistemine dayanan belirli özelliklere sahip bina gruplarının toplam alanını hesaplamaktadır. Bu nedenle metodoloji, en küçük coğrafi birim olan yollara dayanmaktadır. Sayım yolları, 2500 ile 8000 nüfusu içerecek şekilde tasarlanmış arazilerin bölümleridir. Nüfus sayımı sınırları asla ülke sınırlarını geçmez. Dolayısıyla, bir ülke içindeki tüm alanı tamamen ve benzersiz bir şekilde tanımlayabilmektedir (FEMA, 2011).

HAZUS metodolojisindeki genel bina stokunun doluluk tip envanteri genel ve özel bina doluluklarına göre hazırlanmıştır. Bir bina envanterinin yapılmasının temel amacı, benzer özelliklere sahip binaları gruplamak ve bunları önceden tanımlanmış bir yapı sınıfı grubunda sınıflandırmaktır (FEMA, 2000).



Şekil 6.1: Hazus metodolojisinin akış şeması (FEMA, 2000)

Bu çerçeveli yapı, yapısal tasarımlarına ve kullanılan malzemelere dayanarak 36 farklı yapısal sınıfa ayrılmıştır. Şekil 6.1’de görüldüğü gibi HAZUS metodolojisi 7 aşamaya ayrılmıştır. İlk adımda, giriş gereksinimi gösterilir. İkinci ve üçüncü aşamalar sırasıyla, tepki eğrisini ve kapasite eğrisini oluşturmak için gereken parametreleri gösterir. İkinci ve üçüncü adımlardan elde edilen çıktı, tepe oluşturma yanıtıdır ve bu iki eğrinin kesişimi ile hesaplanır. Dördüncü adımın çıktısı beşinci adımda gösterilen model oluşturma türünün kümülatif olasılıklarını hesaplamak için kullanılır. Altıncı adım, dört hasar durumu için ayrı olasılıkların hesaplanmasını gösterir ve son olarak hasar matrisi yedinci adımda geliştirilmiştir (FEMA, 2000).

HAZUS metodolojisi doğrusal olmayan analiz yöntemini kullanır. Detaylı saha, yapısal, malzeme bilgisi ve daha yüksek teknik uzmanlık pahasına en doğru ve güvenilir risk değerlendirmesini sağlamaktadır. Bu yöntem, yapısal elemanların doğrusal olmayan elastik davranışlarını ele almaktadır. Bu yöntem, lineer alandan

nihai çöküşe kadar değişen yük ve yer değiştirme seviyeleri için yapısal sistemin doğrusal olmayan davranışlarını daha gerçekçi bir şekilde tahmin edebilir (FEMA, 2000).

Afet öncesi planlama (hazırlık);

- Model, bir bölgedeki farklı tehlikelerin etkisini simüle etmek için kullanılabilir,
- Binaların ve altyapının zarar görmesi gibi tahminler, risk değerlendirmesi amacıyla kullanılabilir ve daha iyi etki azaltma stratejilerini bilgilendirmeye ve tasarlama yardımcı olabilir.

Afet sonrası planlama (müdahale ve kurtarma);

- Her ilçe acil servis ofisi, ilçe sınırları içerisindeki tüm yerel yönetimler için sorumlu makamın acil yardım hizmetleri' ne ilk zarar tahminlerini sunmalıdır.
- Gerçek bir felaket durumunda HAZUS, ilk yetmiş iki saatte meydana gelebilecek hasar tahminlerinin hesaplanmasında, potansiyel hasarın dolar değerinin büyük oranda bilinmediği paha biçilmez bir araç olabilir.

Kapsamlı Veri Yönetim Sistemi (CDMS), HAZUS-MH kullanıcılarının HAZUS-MH analizlerinde kullanılan eyalet çapında veri setlerini güncellemelerine ve yönetmelerine izin verir. Verilerin çeşitli kaynaklardan HAZUS-MH uyumlu veriye dönüştürülmesini ve verilerin eyalet çapındaki veri kümelerine aktarılmasını kolaylaştırır. CDMS, hem Census bloğu hem de Nüfus sayımı seviyelerinde sahaya özgü ve toplu bilgilerin işlenmesini destekler ve tüm yeni verilerin doğrulanmasını sağlar (FEMA 1998).

Bir eyalet çapında veri kümesine yeni veriler eklendiğinde CDMS, kullanıcıların bilgileri sorgulamasına, sıralamasına, dışa aktarmasına ve yazdırmasına olanak tanır. Ayrıca, HAZUS-MH veri setlerinin HAZUS-MH yazılımının önceki sürümleriyle oluşturduğu güncelleştirmeleri destekleyen bir geriye dönük uyumluluk yardımcı programı da içerir. CDMS, HAZUS-MH MR4 ile çalışır ve HAZUS' un önceki sürümlerinde kullanılan Bina Verileri Alma Aracı'nı (BIT) ve Envanter Toplama ve Anket Aracını (InCAST) değiştirir. HAZUS, Birleşik Devletlerde yerel ve eyalet, hükümet, federal kurumlar, eğitim kurumu, özel endüstri gibi çeşitli topluluklar ve kuruluşlar tarafından kullanılmaktadır (FEMA, 1998).

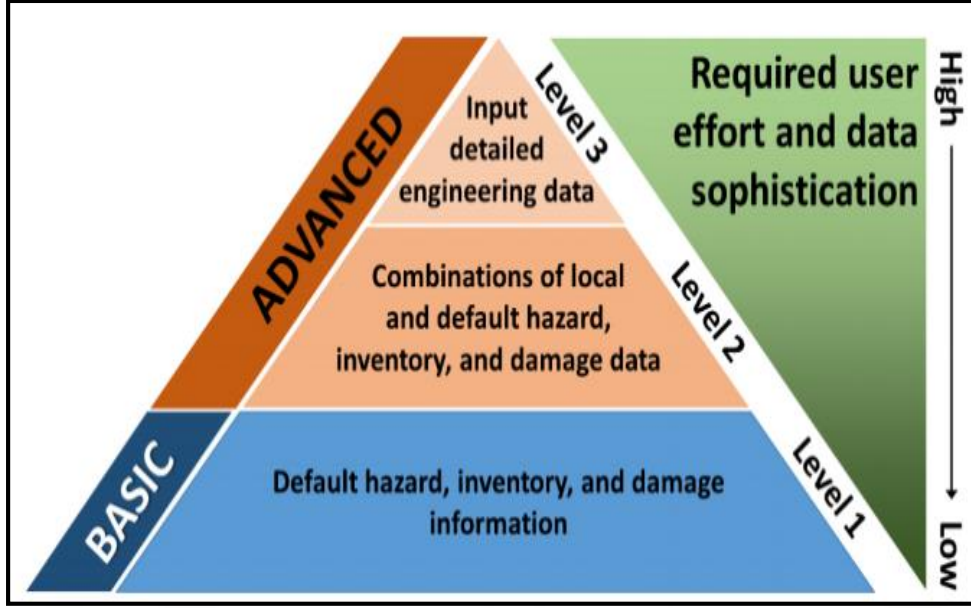
Hazus analizi üç farklı aşamada yapılabilir şekil 6.2 (FEMA, 1998).

Bunlar;

Birinci aşama; temel analizdir ve yalnızca sağlanan varsayılan veriler kullanılarak gerçekleştirilebilir. Bu analiz seviyesi çok kaba ve sonuçlar çok daha yüksek bir belirsizlik seviyesine tabi olacağından, bu daha çok çalışma için temel olarak hizmet etmelidir. Kullanıcı hala temel haritalar ve sonuçlar üretebilecek, taşkın analizini tamamlamak için sınırlı miktarda ek veri gerekecektir. Siteye özgü girdi verileri, güvenlik açığı tanımlamasında ve zarar tahmin tutarlarında daha fazla doğruluk sağlar. Veriler mevcutsa, bir kullanıcının varsayılan verilerin sonuçlarıyla ilişkili belirsizliği azaltmak için yöreye özgü verileri bütünleştirmesi önerilir. Kullanıcı tanımlı bir derinlik ızgarası kullanarak taşkın modelinde, varsayılan durum verilerine karşı seviye 1 analizi olarak sınıflandırılır ve HAZUS Programının önerisidir (FEMA, 2011).

İkinci aşama; gelişmiş analizdir ve belirli bir tehlikeyle ilgili kullanıcı tarafından sağlanan verileri dâhil ederek analizin doğruluğunu ve hassasiyetini artırır. HAZUS yazılımı ile birlikte verilen veriler temel düzeyde bir analiz yapmak için kullanılabilirken, seviye iki girdiler yerel kaynaklar tarafından sağlanmakta ve daha yüksek bir ayrıntı düzeyi içermektedir. Bu, tehlikeleri daha ayrıntılı olarak modelleyen veri kümelerini veya envanter bilgilerinin doğruluğunu artıran veri kümelerini içerebilir. Daha ayrıntılı veri eklemek, sonuçların kalitesini artıracaktır. Seviye iki genel olarak, kullanıcı tarafından tanımlanan tehlikelerin ve güncellenmiş GBS' nin veya sahaya özgü verilerin birleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (FEMA, 2011).

Üçüncü aşama; gelişmiş bir analiz olmakla birlikte en yüksek hassasiyet derecesine ulaşır ve belirli bir tehlikeyle ilgili olan model parametrelerini ve / veya denklemlerini değiştirmeyi içerir. Kullanıcılar, mevcut zamana ve kaynaklara bağlı olarak girişleri değiştirebilir. Kullanılan verileri takip etmek, girdi ve sonuçlar arasındaki ilişkilerin belgelenmesi için önerilmektedir. Genellikle, hem tehlike hem de HAZUS yazılımı ile deneyimli ileri düzey kullanıcılar tarafından yapılır (FEMA, 1999).



Şekil 6.2: HAZUS analiz seviyesi (FEMA. 1999)

6.4.2.1 HAZUS sisteminde girdiler ve çıktılar

Kullanıcı, bir HAZUS analizinin çıktısının kapsamını ve niteliğini seçme konusunda önemli bir rol oynamaktadır. Zararın kapsamını görselleştirmek için çeşitli haritalar oluşturulabilir. Sayısal sonuçlar, sayım bloğu ya da kanal düzeyinde incelenebilir, ilçe ya da bölge tarafından toplanabilir (FEMA, 2000).

Çizelge 6.2’ de görüldüğü gibi üç ana HAZUS çıkışı kategorisi vardır. Bunlar; doğrudan hasar, dolaylı hasar ve doğrudan kayıplar olarak adlandırılır. Doğrudan hasar, genel bina stoğu (GBS), temel tesisler, yüksek potansiyel kayıp tesisleri, ulaşım sistemleri, hizmet sistemleri ve kullanıcı tanımlı tesisleri içerir. Hasar, bina döküntüleri, ağaçların kırıntıları oluşumu ve afet olaylarının ardından çıkan yangını içerir. Doğrudan kayıplar bina, içerik, envanter, gelir, mahsul hasarı, araç kaybı, yaralanma, zayıt, barınma ihtiyaçları ve yerlerinden edilmiş haneler için zararları içerir (FEMA 2000).

Çizelge 6.2: HAZUS çıkışlar (FEMA 2011)

Hazus Capabilities	Earthquake Ground Shaking Ground Failure	Flood Frequency Depth Riverine Coastal Surge	Hurricane Wind Surge	Tsunami Depth Momentum Flux Runup Velocity
Inputs				
Historic	✓		✓	
Deterministic	✓	✓	✓	✓
Probabilistic	✓	✓	✓	
User-supplied	✓	✓	✓	✓
Other supported inputs	Real-time & scenario USGS ShakeMaps	Risk MAP, User-supplied depth grids (ArcGRID, GeoTIFF, IMAGINE), HEC-RAS (.FLT)	Hurrevac, User-supplied wind files (.dat)	NOAA PMEL SIFT, State models
Direct Damage				
General Building Stock	✓	✓	✓	✓
Essential Facilities	✓	✓	✓	
Transportation Systems	✓	✓		
Utility Systems	✓	✓		
User-Defined Facilities	✓	✓	✓	✓
Induced Damage				
Fire Following	✓			
Debris Generation	✓	✓	✓	
Direct Losses				
Cost of Repair	✓	✓	✓	✓
Income Loss	✓	✓	✓	✓
Agricultural		✓		
Casualties	✓			✓
Shelter and/or Evacuation Needs	✓	✓	✓	✓
Average Annualized Loss (AAL)	✓	✓	✓	

HAZUS deprem modeli en geniş kapsamlı çıktı seçeneklerine sahipken, Tsunami modeli en az olanıdır. HAZUS, çoklu tehlikeler üzerindeki birçok etkiyi modelleyebilse de, her tehlikenin aynı çıktılara sahip olması için yöntemler mevcut değildir. Ek olarak, her çıktı veya metodoloji her tehlike ile ilgili değildir (örneğin, deprem tehlikeleri için ürün kayıpları) (FEMA, 1996).

6.4.2.2 HAZUS girişleri

HAZUS' a üç tür veri girişi dâhil edilmiştir (FEMA, 2011). Bunlar;

1. Varsayılan (Toplanmış),
2. Bölge Özellikleri,
3. Özel Tehlikedir Varsayılan veriler, tüm tehlike modelleri arasında ortak olan bir bilgi koleksiyonunu temsil eder.

HAZUS' a sağlanan envanter veri setinde yer alan yedi envanter veri kategorisi vardır (FEMA, 2011). Bunlar;

1. Genel bina stoğu,
2. Temel tesisler,
3. Yüksek potansiyel kayıp tesisleri,
4. Tehlikeli madde tesisleri,
5. Ulaşım sistemleri,
6. Yaşamsal altyapı sistemleri,
7. Demografik özelliklerdir

Varsayılan verilerin sonuçlarıyla ilişkili belirsizliği azaltmak için NHRAP (National Human Right Action Plan) bir kullanıcının HAZUS varsayılan bilgisini daha ayrıntılı verilerle artırmasını veya değiştirmesini önerir. Kayıp tahmin sonuçları, kullanıcı girdi verilerinin kalitesine ve miktarına büyük ölçüde bağlıdır. Bölgeye özgü girdi verileri, güvenlik açığı tanımlamasının ve zarar tahmin tutarlarının doğruluğunu artırabilir (FEMA, 2011).

Sahaya özgü veri kümeleri, çeşitli tesisleri ve sistemleri temsil eden ayırık noktalardan oluşur. Yapılar, temel tesisleri, yüksek potansiyel kayıp tesislerini, kullanıcı tanımlı tesisleri ve tehlikeli madde alanlarını içerebilir. Sistemler ulaştırma sistemleri ve yardımcı sistemler içerebilir. HAZUS' ta, tehlikeye özgü veriler, her bir tehlike için özel olarak tanımlanmış özellikleri temsil eder. Her tehlike türü, analiz için gerekli olan ve zarar tahmin sürecini bildiren ilgili bir veri setine sahiptir. Kullanıcılar, belirli bir tehlike senaryosunu daha doğru bir şekilde göstermek için yeni veriler girmeyi seçebilirler. Kullanıcıların tehlikeli verileri yetkili kaynaklardan almaları her zaman önerilir (FEMA, 2011).

Çizelge 6.3: HAZUS Girişleri (FEMA, 2011)

Model	Input
All	<ul style="list-style-type: none"> • User-Defined Facilities • Model Building Type
Flood	<ul style="list-style-type: none"> • Depth Grids (arcgrid, fgdb, img)* • DFIRM data • Damage curves • DEM
Hurricane	<ul style="list-style-type: none"> • Hurrevac import* • .dat census tract data file (ex. H*Wind)*
Earthquake	<ul style="list-style-type: none"> • ShakeMap* • Deterministic Event • USGS Probabilistic Seismic Hazard Maps • User-Supplied Ground Shaking Maps
Tsunami	<ul style="list-style-type: none"> • Depth and momentum flux grids* • Limited Risk MAP data available

6.4.3 TELES (Taiwan Earthquake Loss Estimation System)

Tayvan Ulusal Bilim Konseyi, 1998 yılında sismik tehlike analizi, yapısal hasar değerlendirme ve sosyo-ekonomik kayıp tahmini üzerine araştırmaları teşvik etmek için HAZ-Taiwan projesine başladı. Birkaç yıl boyunca deprem senaryosunun simülasyonu üzerine deneyimler kazandıktan sonra, Ulusal Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi NCREE (National Center for Research on Earthquake Engineering), Tayvan deprem için HAZUS' ta kullanılan benzer bir yaklaşımı izleyen 2002 yılında Tayvan Deprem Kayıp Tahmin Sistemi (TELES) adı verilen uygulama yazılımını geliştirdi. Ancak TELES, analiz modellerinde, parametre değerlerinde ve yazılım mimarisinde büyük değişiklikler yapmıştır. Tayvan'daki özel çevre ve mühendislik uygulamalarına da uyum sağlamak amacıyla çeşitli değişiklikler yapılmıştır. TELES, büyük depremlerin meydana gelmesinden kısa bir süre sonra felaket skalasını ve dağıtımını otomatik olarak tahmin etmek için erken sismik kayıp tahminine de yer vermiştir (Yeh vd, 2012).

Tayvan Deprem Kayıp Tahmin Sistemi (TELES) ile ilişkili uygulama yazılımı, üç hedefi yerine getirmek için çeşitli envanter verilerini ve analiz modellerini entegre etmektedir. İlk olarak, büyük depremlerin meydana gelmesinden kısa bir süre sonra sismik tehlikeler ve kayıpların güvenilir tahminlerini elde etmeye yardımcı olur.

İkincisi, deprem senaryolarını simüle etmede ve sismik afet azaltma planlarını önermek için yerel yönetimler veya kamu hizmetleri için yararlı tahminler sağlamaya yardımcı olur. Üçüncüsü, konut binaları için sismik sigorta politikasının önerilmesi gibi felaket risk yönetimi araçlarının sağlanmasına yardımcı olmaktadır. Genel olarak, sivil altyapılar genel yapı stokları, temel tesisler, ulaşım ve kamu hizmetlerinin kullanımları ve işlevleri ile sınıflandırılır (Yeh vd,2012).

TELES, yer hareketi ve sivilaşma kaynaklı yerleşim nedeniyle her model bina tipi ve sismik tasarım seviyesi için hasar durum olasılıklarını değerlendirir. Yapısal sistemdeki hasarlar ve yapıların yapısal olmayan bileşenleri hasar değerlendirmesinde ayrı ayrı değerlendirilir. Her model yapı tipi ve sismik tasarım seviyesi için kapasite ve kırılmalık eğrileri, çeşitli dönemlerdeki sismik tasarım kodlarına göre belirlenir. Chi-Chi depreminden sonra toplanan doğrusal olmayan itme analizi ve tarihsel veriler nesne bağlama ve gömme OLE (object linking and embedding) teknolojisi sayesinde TELES, coğrafi bilgi sistemi yazılımı olan MapInfo'nun işlevselliğini ve özel kullanımlarını entegre eder. MapInfo'nun TELES'teki ana fonksiyonları, çeşitli veri tabanlarındaki kayıtları görüntülemek, düzenlemek ve nesnelere haritalamaktır. Tüm sayısal analizler C ++ ve FORTRAN' da yazılmıştır. TELES' in yazılım mimarisi modül tasarımına sahiptir ve bu nedenle bireysel modülün eklenmesi veya değiştirilmesi diğer modülleri etkilemez. TELES, kullanıcıların aynı anda birden çok belge ve çoklu harita penceresi açmasına olanak tanır, böylece kullanıcılar farklı tematik haritaları karşılaştırabilir ve giriş ve çıkış veri tabanı arasındaki ilişkilerin derinlemesine anlaşılmasını sağlayabilir (Yeh vd, 2012).

6.4.3.1 TELES kullanarak öncelik verme

NCREE tarafından geliştirilen Taiwan Deprem Kayıp Tahmin Sistemi (TELES), Merkezi Hava Bürosu'ndan CWB (Central Weather Bureau) gelen e-posta yoluyla deprem uyarı bildirimini aldıktan sonra kısa bir zaman dilimi içerisinde tam bir deprem kaybı tahmininde otomasyon sağlar ve acil durum mesajına anlık mesajlar iletir. Merkezi acil durum operasyon merkezi' nde personel, kazazede ve kayıp kontrolünde acil durum müdahalelerinin etkinleştirilmesi için görevlendirilmiştir. TELES, risk azaltma planlarının ardından bilgilendirici tahminler (hasar, yaralanma, zayıf, kurtarma ve tıbbi bakım talepleri vb. gibi) sağlar. Tayvan'daki konut deprem sigortası planını iyileştirmek için Tayvan konut deprem sigortası fon' una da uygulanmıştır. Son olarak, otoyol ve otoyol köprüleri sisteminin sismik güçlendirme şemasına öncelik

verilmesi TELES tarafından mümkün hale getirilmiştir. TELES 'te yer alan analiz modülleri dört gruba ayrılmıştır (Yeh vd, 2003). Bunlar;

1. Potansiyel toprak bilimi tehlikeleri PESH (Potential Earth Science Hazards),
2. Doğrudan fiziksel zararlar,
3. Dolaylı fiziksel zararlar,
4. Sosyo-ekonomik kayıplardır,

TELES çerçevesindeki sismik tehlike analizinin entegrasyonu, her ilçede / şehirde maksimum olası depremlerin belirlenmesine yardımcı olur. Sistem, farklı bölgelerdeki çeşitli tesislerin ve cankurtaran sistemlerinin sismik riskini değerlendirmekte ve öncelikli olarak sismik güçlendirme ve köprülerin sismik performansından elde edilen sonuçlara uygun olarak yeterli risk yönetimine karar vermeyi kolaylaştırmaktadır (Yeh vd, 2003).

TELES 'te deprem hasar değerlendirme modelleri ve otoyol köprülerinin analitik süreçleri deprem büyüklüğüne bağlı olarak, farklı bölgelerdeki fay strüktür yüzeyine (veya hat) ve toprak özelliklerine en kısa mesafede, yani deprem zararlarını azaltma yasası ve saha etkileri modifikasyon modeli, her köprünün sahaya özel yer hareketi yoğunluğu hesaplanmıştır. Yer hareketi yoğunluğu, Pik Yer Hızlandırması PGA (Peak Ground Acceleration) ve yapısal spektral ivme sonucu elde edilir. Bir deprem olayı sırasında yapısal hasarın boyutu sismik tepki açısından ölçülür. Köprü kırılma eğrileri, TELES 'teki hasar değerlendirmesi için değerlendirme parametresi olarak 1.0 sn. 'lik spektral ivme katsayısını kullanır (Yeh vd, 2012).

Otoyol köprülerinin deprem kaybı değerlendirmesi, doğrudan kayıp ve dolaylı kayıp olarak sınıflandırılmıştır. Doğrudan kayıp, simüle edilmiş depremlerin neden olduğu hasarlı köprüler için beklenen tamir masrafıdır. Dolaylı kayıp ise, köprü hasarının neden olduğu otoyol trafiği blokaj nedeniyle bölgesel yol ağlarında detouring sonucunda artan seyahat süresi ve mesafesine dayanmaktadır (Loh vd, 2004).

Ulaştırma enstitüsü, ulaştırma ve haberleşme bakanlığı MOTC (Ministry of Transportation and Communications) tarafından yürütülen ulusal sürdürülebilir kalkınma için; şehirlerarası ulaşım sistemi talep modelinin araştırılması, araştırma sonuçlarına göre köprü kapanmasına bağlı trafik senaryoları ve CBS tabanlı Trans CAD ulaşım planlama yazılımıdır. Köprü hasarından sonra trafik kaybı değerlendirilir ve nihayet dönüşüm, simüle edilmiş deprem olayında, otoyol sisteminin dolaylı trafik

kaybı olarak kabul edilen zaman değerinden ve enerji tükenmesinin eşdeğer para birimine dönüştürülmesidir. Ayrıca, sismik risk değerlendirmesinin çeşitli senaryolarını ele almak için sismik risk değerlendirmesinin TELES olasılık modelini uygulayarak ve sismik olay kaybı veri sayfalarını ve sismik kaynak olasılık modelini birleştirerek, yıllık ortalama kayıp ve yıllık tükenme olasılığı teorik olarak hesaplanmaktadır. Olasılık ve istatistik daha sonra, sismik güçlendirmesine öncelik verilmesi amacıyla, 88 otoyol bölümleri için risk değerlendirmesinin sonuçları, sismik güçlendirme öncesinde ve sonrasında hesaplanabilir (Loh vd, 2004).

6.4.3.2 TELES 'in çerçevesi

TELES 'e göre bir kayıp tahmin sistemi kurmak için gereken üç ana görev vardır (Yeh vd, 2012). Bunlar;

1. Giriş veri tabanının toplanması,
2. Tehlike, risk ve kayıpların tahmininde analiz modüllerinin geliştirilmesi ve değiştirilmesi,
3. Entegre uygulama yazılımının güncellenmesidir,

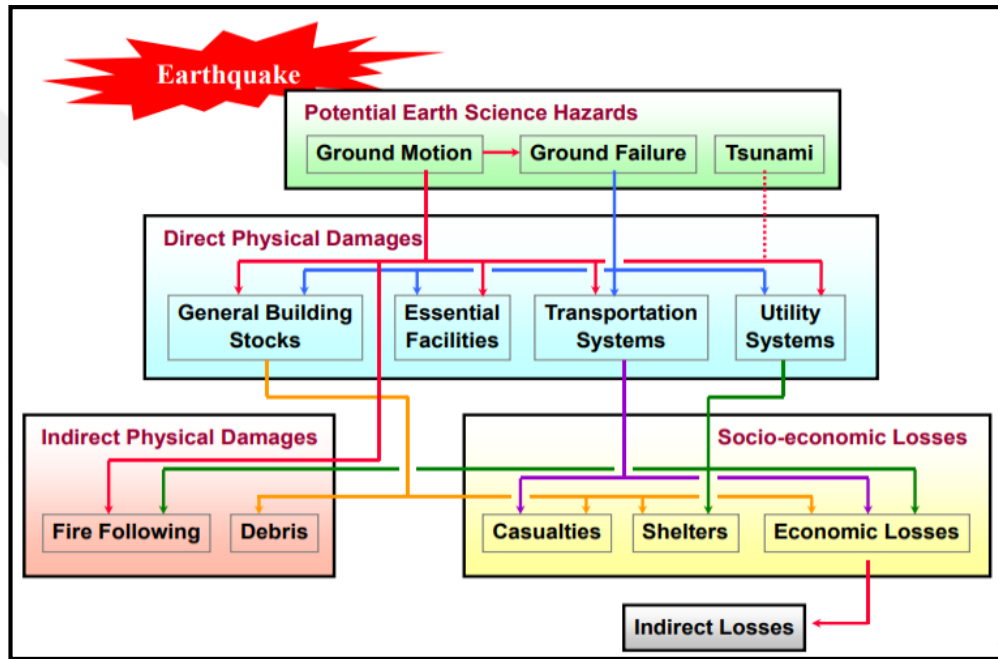
Giriş veri tabanı, CBS bilgisi içeren envanter verileri, deprem tehlikesi ve jeolojik veri haritaları ve analiz parametrelerinden oluşmaktadır. Analiz modülleri gerekli envanter ve analiz parametrelerini girdi olarak alır, risk analizinden sahaya özel çıktılara dayanarak senaryo depremleri için risk değerlendirmesi, zarar tahmini yapar ve sonuç veri tabanında tahmin üretir. Son olarak, GIS yazılımıyla entegre olan PC tabanlı program, kullanıcının girdi ve çıktı veri tabanlarını tablo / grafik şeklinde gösterme ve özet raporları oluşturma isteklerini yerine getirir (Yeh vd, 2012).

TELES 'in modülleri, potansiyel yer bilimi tehlikesi (PESH), doğrudan fiziksel hasar değerlendirmesi, uyarılmış fiziksel hasar değerlendirmesi ve doğrudan ya da dolaylı sosyo-ekonomik zarar tahminlerini içerir. Bu modüllerin her biri birkaç alt modüle ayrıştırılabilir. Tüm modüller ve alt modüller, Şekil 6.3 'de gösterildiği gibi birbirine bağlıdır. Ayrıca, eksiksiz ve faydalı bir veri tabanının toplanması TELES projesinin başarısında kilit faktördür (Yeh vd, 2012).

Ancak, veri tabanı koleksiyonları genellikle kapsamlı bir çalışma yaparken çok zaman alan ve pahalı unsurlardır. Genel olarak, envanter verileri kullanımları ve işlevleri ile sınıflandırılır. Örneğin, mühendislik yapıları dört kategoriye ayrılır (Yeh vd, 2012). Bunlar;

1. Genel bina stokları,
2. Genel tesisler,
3. Taşıma sistemleri,
4. Hizmet sistemleridir,

Her kategori ayrıca, yer hareketinin yoğunluğuna ve yerdeki başarısızlık derecesine bağlı olarak bireysel nesnelere hasar durumu olasılığını değerlendirmek için yapısal türlerine, sismik dayanıklılığa vb. şekilde birkaç sınıfa ayrılmıştır, şekil 6.3. Veri sınıflandırma programları ve ilgili analiz modelleri, envanter veri tabanının içeriğine bağlıdır (Yeh vd, 2012).



Şekil 6.3: Teles çerçevesinin analiz diyagramı (Yeh vd, 2012)

6.4.3.3 Ekonomik etki

Trafik risk Eendeksi: Kısmi blokajının durumunu değerlendirmek için TransCAD sistemi kullanılarak, toplam seyahat süresi ve trafik süresinin neden olduğu mesafe elde edilir. Ardından, TELES sismik kayıp riski modeliyle hesaplanan her bölümün yıllık dolaylı kayıpları trafik risk indeksi olarak kabul edilmektedir (Loh vd, 2004).

Endüstriyel ekonomik etki endeksi: 30 km. yarıçapında yer alan şehirler, havaalanları, limanlar, bilim ve teknoloji parkları veya sanayi parkları gibi alanlara hizmet veren bölümde önemli bir trafik düğümünün olduğu yerlerde, endeks puanları yansıtılmak üzere verilmiştir (Loh vd, 2004).

Geçiş kritik tesislerin risk endeksi: Ciddi köprü hasarı meydana geldiğinde, Tayvan Yüksek Hızlı Demiryolu, Tayvan demiryolları, otoyollar veya kentsel viyadükler gibi hasarlı üst geçit altındaki kritik tesisler üzerindeki etki de meydana gelir. Endeks, çapraz tesislerdeki etkileri yansıtmaktadır (Loh vd, 2004).

6.4.4 NERIES

NERIES (Network of Research Infrastructures european Seismology), deprem süreçlerini izlemek, anlamak ve etkilerini azaltmak, uyumlu, adanmış ve uluslararası bir yaklaşım gerektiren küresel önceliklerdir. NERIES, Avrupa Sismolojisine Yönelik Araştırma Altyapıları Ağı anlamına gelir ve Avrupa Komisyonu 'nun (EC: European Commission) Altıncı Çerçeve Programında (FP6) Entegre Altyapı Girişimi (I3) projesidir. NERIES, sismolojik araştırma ve gözetim topluluklarının ihtiyaçlarına ve ayrıca toplumdan gelen endişelere cevap vermektedir. Avrupa ve Akdeniz bölgesinde oluşan depremler, 46 ülkede 100 'den fazla sismik izleme sistemi ve gözlemevi tarafından kaydedilmiştir. NERIES, bu sismolojik altyapıları, bilimsel topluluğun ve toplumun mevcut ve gelecekteki ihtiyaçlarını karşılayan, sürdürülebilir, entegre bir şekilde Avrupa siber altyapısına bağlamaktadır. (URL-19).

NERIES 'in ihtiyaç duyduğu konular aşağıda şu şekilde belirtilmiştir;

- Uzun vadeli arşivleme, sismolojik verilerin arşivlenmesi ve dağıtımı için yaygınlaştırılmış veri tabanlarına,
- Ortak protokollere, standart prosedürlere ve stratejilere daha fazla erişimi teşvik etmek için Ağ İletişimi,
- Uluslararası Erişim ve Ortak Araştırma Faaliyetlerini birleştirecek deprem sürecinin izlenmesini ve anlaşılmasını iyileştirmek için tasarlanmış yeni bir tehlike ve risk değerlendirme araçları geliştirmek,
- Altyapılar ve Avrupa-Med bölgesindeki daha geniş bilimsel toplulukların modern teknolojilere erişimini sağlamak için kapasite geliştirme ve teknoloji transferine yatırım yapmak,
- Mevcut altyapıların sunduğu hizmeti iyileştirmeye ve sismolojik verilerin bilimsel araştırma için kullanılmasına yönelik temel ortak araştırma projeleri uygulamak,

- Araştırma topluluğunun deprem süreçlerini ve dünya'nın yapısı ve dinamiklerinin araştırma yeteneğini arttırmak,
- Özellikle büyük ve eğitim kurumlarında halka ulaşmayı kolaylaştırmak amacıyla e-Bilim teknolojisini kullanmak,
- Uzmanlaşmış ekiplerle Avrupa sismolojik altyapılarına erişim sağlamak,
- Avrupa sismolojisinin küresel sismik izleme ve tehlike azaltmadaki rolünü güçlendirmektir,

Avrupa Sismolojisine Yönelik Araştırma Altyapıları Ağı (NERIES), odak noktası, sismolojik gözlemleri ve araştırma enstitülerinin, araştırma için veri ve ürünlerine erişimi tek bir entegrede Avrupa altyapısı içinde bir araya gelmesini sağlayan Avrupa Komisyonu projesidir. Ulusal, bölgesel ve küresel seviyelerde kalıcı ve mobil sismograf ve ivmeölçer ağları modernleştiriliyor ve önemli bir hızla genişlemesini sağlamaktadır. Şu anda Avrupa-Akdeniz bölgesindeki depremler, 100'den fazla ağ ve gözlemevi tarafından işletilen, 2500'den fazla kısa süreli (SP, Short Period) sismometre, 3000 ivmeölçer ve 800 geniş bant (BB) daimi sismik istasyon tarafından kaydedilmektedir. Ek bir BB (Broadband) ve 1200'den fazla SP mobil istasyonu, geçici deneylerde üniversiteler ve araştırma enstitüleri tarafından kullanılmaktadır (URL-19).

NERIES konsorsiyumu, 18 farklı etkinlik yürüten 25 katılımcıdan (Avrupa üniversiteleri ve araştırma merkezleri) oluşmaktadır. 9 Ağ Bağlantısı (NA1-NA8; NA2-NA3-JRA5, NA5-JRA4; NA7-NA9), 5 Ortak Araştırma Etkinliği ve 5 Uluslararası Erişim ile ilgili faaliyetler göstermektedir.

Avrupa'da ve yakın çevredeki bu benzeri görülmemiş ve hala genişleyen kayıt kapasitesi, yeni veri işleme zorluklarının yanı sıra yeni araştırma fırsatları oluşturmaktadır. Örnek verilecek olursa, verilere optimum erişimin sağlanması ve farklı veri türlerine sahip tesislerin entegrasyonunun sağlanması, yüksek düzeyde bir ağ ve koordinasyon gerektirmektedir. 2006 yılında Avrupa Komisyonu, Avrupa Sismolojisi için 4 yıllık proje Araştırma Altyapıları Ağı için 12,1 milyon Euro sağlamıştır. Bu zorluğu çözmek için NERIES, sismolojide farklı, yeni ve sürekli araştırma alt yapılarını ve girişimlerini entegre etmeyi amaçlayan Entegre Altyapı Girişimi I3 (Integrated Infrastructure Initiative) projesidir. Bu I3 tipi finansman, Avrupa Komisyonu'nun Avrupa ölçeğinde araştırma altyapıları oluşturma isteğini gerçekleştirmesine yardımcı olmaktadır (URL-18).

NERIES, Avrupa sismik ağlarını ağ kurmayı, verilere erişimi iyileştirmeyi, belirli sismik altyapılara erişmeyi sağlamayı ve daha iyi hizmet ve veri analizi için yeni nesil araçlar geliştirmeyi hedefleyen araştırmaları sürdürmeyi amaçlamaktadır. NERIES proje organizasyonunun çekirdeği, Avrupa Sismolojisi (ORFEUS) ve Avrupa Akdeniz Sismoloji Merkezi (EMSC) Rasathaneleri ve Araştırma Tesisleri ile oluşmaktadır. Her iki kuruluş da Avrupa Sismoloji Komisyonu 'nun ESC (European Seismological Commission) himayesinde çalışmaktadır. NERIES Proje Ofisi, Hollanda Kraliyet Meteoroloji Enstitüsü olan KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut) Enstitüsünde bulunmaktadır (URL-18).

NERIES projesinde yer alan ortaklar, Avrupa ve Akdeniz bölgelerinde ağ kuruluşu, Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi ve Avrupa Sismolojisi için Araştırma Tesisleri'dir. Bunlar, 50 ülkede 100'den fazla enstitüyü ve Avrupa 'da bulunan 23 büyük deprem araştırma enstitüsünü temsil etmektedir. NERIES, bir dizi ağ aktivitesini desteklemektedir. Bir odak noktası olarak NERIES, yılda yaklaşık 70 BB istasyonu hızında, Sanal Avrupa Geniş Bantlı Sismograf Ağı 'nı VEBSN (Virtual European Broadband Seismograph Network) hızla genişletiyor ve Avrupa ölçeğinde veri arşivi oluşturuyor. VEBSN, gözlemleri oluşturup Avrupa Entegre Dalga Bıçımı Veri Arşivine arşivlenerek paylaşılan gerçek zamanlı geniş bant istasyonlarını (şu anda 250 'den fazla toplam) bir havuza bağlar (URL-18).

EIDA, birbirine bağlı birkaç güvenli, uzun vadeli arşivden oluşur ve ORFEUS tarafından koordine edilen tek bir açık erişim sağlar. NERIES içerisindeki diğer önemli ağ oluşturma çabaları, hızlanma dalga formları, deprem parametresi verileri, tarihsel makrozizm verileri ve okyanus altlarında kalıcı sismolojik gözlemleri dahil olmak üzere, sismolojik veri arşivleri ve gözlem merkezlerine erişimi entegre etmeyi ve geliştirmeyi amaçlamaktadır. Özel araştırma araçlarının uygulanması ve geliştirilmesi NERIES 'in ayrılmaz bir parçasıdır (URL-19).

Gerekli Avrupa altyapı entegrasyonuna ulaşmak için NERIES, Avrupa Sismoloji için Gözlemevi ve Araştırma Tesisleri ORFEUS (Observatories and Research Facilities for European Seismology), Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi EMSC (Euro-Mediterranean Seismological Centre) ve diğer birçok Avrupa araştırma enstitüsü ile işbirliği içinde yoğun bir odaklanmış toplantı ve çalışma programı yürütmektedir. Buna ek olarak NERIES, Avrupa 'daki çeşitli çok uluslu programlarla (örneğin, Alman

Hint Okyanusu Tsunami Hızlı Uyarı Projesi, Avrupa Deniz Tabiat Gözlemevi Ağı ve Avrupa için Sismik Erken Uyarı Sistemi) ile koordinasyon yapmaktadır (URL-19).

NERIES aynı zamanda Avrupa'daki büyük ölçekli araştırma altyapılarını kapsayan Avrupa araştırma stratejisi forumu kapsamında Avrupa plak gözlem sistemlerini kurmak, daha geniş çaplı ve koordineli bir çaba göstermek için temel unsur olarak hizmet etmektedir. Özetle, Avrupa Komisyonu tarafından bugüne kadar finanse edilen en büyük dünya bilimi projesi olan NERIES, Avrupa'daki gözlemsel deprem-sismoloji altyapısını bütünleştirmeyi ve Avrupa'daki sağlam dünya araştırma tesislerinde daha büyük bir entegrasyon için bir plan görevi görmeyi amaçlamaktadır (URL-19).

6.4.5 EXTREMUM

1995'ten beri CDDMMRI, GIS 'EXTREMUM' adındaki Nükleer enerji mühendisliği, kimyasal madde, elektrik mühendisliği, ayrıca deprem ve sel gibi doğal afet risklerini azaltmak için otomatik bir sistem geliştirmeye yönelik Ar-Ge faaliyetlerine aktif olarak Rusya Bilimler Akademisi ve Acil Durumlar Bakanlığı tarafından hazırlanmıştır. Amacı, daha sonraki gösterimleriyle, elektronik haritalardan elde edilen bilgiler temelinde doğal ve teknolojik aşırı olayların (depremler, sel, orman yangınları, petrol sızıntıları, kimyasal arızalar, patlamalar, çeşitli tesislerdeki yangınlar vb. gibi) olası sonuçlarının operasyonel tahminidir. Ürün bilgisi, çeşitli düzeylerde yönetim makamları tarafından karar vermede kullanılır. Gerekli gibi, CBS belirli tesis ve onun taraftarları için geliştirilebilir. Bu sistem CBS ortamında, aşırı olaydan kaynaklanan olası koşulların tahmin edilmesinin önceki bilgilerin yardımıyla yapıldığı bir elektronik harita temelinde geliştirilmiştir. Hesaplama sonuçları metin halinde çizelge, rapor ve grafik biçiminde izosizmal çizgiler, taşkın bölgeleri, petrol sızıntıları, haritalanan hedefler gösterilir (URL-20).

GIS EXTREMUM aşağıdaki bloklardan oluşur;

- Bir elektronik kartografik temel (bir dizi grafik nesne ve anlam bilgisi),
- Aşırı olayların olası sonuçlarını tahmin etmek için hesaplama modülleri,
- Hesaplama ve yardımcı bilginin saklanması sırasında kullanılan veri tabanlarından oluşmaktadır,

Olasılıksal tahmin, sistemin kullanımı ile bir operatör tarafından gerçekleştirilir. İlk verilerin girişinden sonuçların çıktısına kadar tüm hesaplama süreci 10 dakikadan daha

az sürer. Bu nedenle, sonuçların tahmini gerçek zaman ölçeğine yakın olarak yapılır. GIS EXTREMUM aracı temel olarak sismik olayların sonuçlarını tahmin etmeye odaklanmıştır (URL-20).

İzin verilmesi gereken konular aşağıda belirtilmiştir (URL-20). Bunlar;

- ABD'nin Ulusal Sismik Bilgi Merkezi, Avrupa Akdeniz Sismoloji Merkezi gibi dünyadaki Sismik Araştırmalar Web sitelerinden güçlü depremler (koordinatlar, başlangıç zamanı, büyüklük, derinlik vb. gibi) parametreleri hakkında herhangi bir ön ayar periyodu ile giriş yaparak Rus Bilimler Akademisi Jeofizik Araştırması,
- Depremlerin hasar derecesini ve olası sosyal ve ekonomik kayıplarını hesaplama ve etkili müdahale tedbirlerini belirleme,
- Sonuçları Rusya Ajansının Acil Durumların İzlenmesi ve Tahminine Dair Web sitesine aktarmadır,

Hesaplama süresi performansı 10 dakikalık güçlü bir olay hakkında uyarı verileri aldıktan sonra cevap senaryosu, herhangi bir ülkede güçlü bir depremden sonra 1,5-2 saat içinde hazırlanabilir ve sosyal kayıplarda ortalama hata oranı %60'tır ama bu oran risk tahmini için oldukça düşüktür (Sushchev vd, 2010).

Olası hasar ve kayıp değerlendirmesinin doğruluğu, dar alandaki mevcut bina stoku hakkındaki bilgilerin güvenilirliğine bağlıdır. Mevcut bina stok verilerine ait değerlerin tanımlanması, yüksek çözünürlüklü alan görüntülerinin kullanılmasıyla sağlanmıştır. Çalışılan (gerçek zamanlı) kayıplar değerlendirmesi için çarpık alanların yüksek çözünürlüklü uzay görüntülerinin sisteme yüklenmesi olasılığı analiz edilmiştir. Uzay görüntüleri kod çözme prosedürünün geliştirilmesi, mevcut bina stoku hakkındaki bilgilerin hızlı bir şekilde güncellenmesini ve farklı sayıda hikâyeye sahip binaların dağıtımını hakkında bilgi sağlar. Şu anda prosedür, yüksek olasılıklı farklı bina sınıflarının savunmasızlığını tahmin etmeyi mümkün kılmaktadır (Sushchev vd, 2010).

Sistemin veri tabanı, dört gruba ayrılan bilgi dizilerini içerir (Sushchev vd, 2010).

Bunlar;

1. IA (Information assurance) grubu, çalışılan alanı ayrıntılarıyla açıklamaya izin verir. Bu grup dijital topografik verileri içerir. Verilerin doğruluğu, eksiksizliği ve güvenilirliği, haritaların ölçekleri için standartlara uygundur. M. 1: 5 000

000; 1: 1 000 000; 1: 100 000; 1: 10 000, 1: 2 000 ve küçük ölçekli haritalar bölgesel topografya hakkında genel bilgi verir. Büyük ölçekli haritalar, şehirlerin ve kasabaların yapısının tanımlanmasını sağlar,

2. IA grubu sismik tehlikeleri tanımlamak için atanmıştır. Farklı ölçeklerdeki sismik bölgeleme haritalarından katalog ve bilgi içerir (inceleme, detaylı ve mikro bölgeleme vb. gibi). Veriler tematik haritalar, çizelgeler, ağlar ve listeler setini oluşturur.
3. IA grubu, risk altındaki farklı unsurların tanımını sağlar. Bu unsurlar; nüfus, binalar ve yapılar, can kurtarıcı sistemleri, tehlikeli tesisler ve diğerleridir. Binalar ile ilgili bilgiler hem detaylı (yapı tipi, malzeme, yapım tarihi, yükseklik vb. gibi), hem de genelleştirilebilir. Örneğin, şehir bölgelerindeki farklı kırılma sınıflarıyla karakterize edilen binaların dağılımı, binalarda ve ilçelerde 24 saat içinde nüfus dağılımı ile ilgili bilgiler de yer almaktadır,
4. IA grubu, kurtarma ekipleri operasyonları ve diğerleri için, nüfus dağılımı, bina hasar dağılımı, kayıplar ve ölümler için matematiksel modellerin parametrelerini birleştirir. Bu grubun tümü, tek koordinat alanı ve birleşik kod sistemi ile birbiriyle ilişkilidir. İnternet ayrıca veri toplama ve elde edilen sonuçların sunumu için teknik bir araç olarak kullanılmaktadır,

Matematiksel modeller, senaryo ve gerçek olaylar için hesaplamaların sonuçlarına dayanarak, acil müdahale ve / veya önleyici tedbirler hakkında karar alınmasına izin verir. Elde edilen sonuçlar, güçlü bir olay durumunda planlanan önleyici tedbirlerin doğrulanması için yerel makamlar tarafından da kullanılabilir. Hesaplamaların çıktı sonuçları, tematik haritalar, çizelgeler, grafikler ve internet aracılığıyla sayfalarda sunulmaktadır. Ayrıca, büyük ölçekli teknolojik projelerin geliştirilmesinde kayıp tahmini ve risk değerlendirmesi sorununa dikkat çekilmelidir. Özellikle, Sakhalin rafındaki petrol geri kazanımı projesinin uygulanması sürecinde, açık deniz petrol geri kazanım tesislerinde risk değerlendirmesi metodolojisi uygulanmaktadır (Sushchev vd, 2010).

Bu metodoloji şunları içerir;

- Giriş verisi modülleri (dikkate alınan tesis / kurulum, çevre bölgeler, komşu tesislerin envanteri vb. gibi),

- Tetikleyici olaylar modülü (tehlike kaynaklarının tanımlanması, olaylar başlatılması, yıkım modelleri, farklı donanımlar için zarar verici faktörler vb. gibi),
- Kazanın sonuçlarının tahmini için model (kazaların beklenen sıklığının hesaplanması, etkilenen alanın karesi, sonuçların senaryo dosyasında yazılması vb. gibi).

Bu modül, katastrofik süreçleri modellemeye dayalı kaza sonuçlarının kantitatif değerlendirmelerini sağlar, ayrıca zarar verici faktörleri ve yoğunluğunu da belirler,

- Kantitatif kayıp özelliklerinin elde edilmesi için model belirler,
- Çıktı veri analizi modeli, önemli risk faktörlerinin belirlenmesi ve risk azaltma önlemleridir,

6.4.5.1 EXTREMUM sisteminin prensip özellikleri

Rusya'nın "EXTREMUM" Sisteminin EMERCOM 'u, Rusya Federal Devlet Programında Sismolojik Gözlemler ve Deprem Hassasiyeti (FSSN) Sistemi kapsamında geliştirilmiştir. EXTREMUM, dünyanın çeşitli yerlerinde farklı düzeylerde çok sayıda veriyi içeren kapsamlı CBS tabanlı bir araçtır. Bu veriler toplanmıştır ve sistem birçok profesyonelin çabaları ve uzun yıllar boyunca, önceki bazı projelerin bir parçası olarak ve Rusya tarafından EMERCOM girişimi ile geliştirilmiştir (Larionov vd, 2006).

EXTREMUM un testi henüz sona ermemiştir, ancak EXTREMUM 'un kullanımının önceden tanımlanmış hedefleri için oldukça iyi olan tahminler sağladığı söylenebilir. Dünyanın herhangi bir yerinde meydana gelen feci deprem olayından sonra, toplumun maruz kaldığı sorunların ölçeğini hemen anlamak ve daha geniş bir uluslararası acil müdahale eylemi ile afet yardımının gerekli olup olmadığını belirlemek ve hangi ölçekte ve ne şekilde bir acil durum planının gerektiğini göstermektedir (Larionov vd, 2006).

6.4.6 PAGER

PAGER (Prompt Assessment of Global Earthquake for Response) yanıt için, küresel depremlerin sorulması, dünyanın dört bir yanındaki önemli depremlerin etkisiyle ilgili içerik üreten, acil durum müdahalecilerini, hükümet ve yardım kuruluşları ile potansiyel felaket kapsamındaki medyayı bilgilendiren otomatik bir sistemdir. PAGER deprem etkilerini, her bir sallanma yoğunluğuna maruz kalan nüfusu,

dünyanın her bir ülkesinde veya bölgesinde meydana gelen depremlere dayalı ekonomik ve ölüm kayıpları modelleriyle karşılaştırarak hızlı bir şekilde değerlendirmektedir. Önceden sadece olay büyüklüğü ve lokasyonuna veya nüfusun maruz kalmasına bağlı olarak gönderilen deprem uyarıları, tahmin edilen ölüm ve ekonomik kayıp aralığına dayalı olarak da oluşturulacaktır (URL-21).

Golden Colorado’da bulunan ABD Jeoloji Araştırmaları Ulusal Deprem Bilgi Merkezi (NEIC) yılda 30.000’den fazla deprem rapor ediyor. Trajik olarak bunlardan yaklaşık 25 tanesi ciddi hasara, yaralanmaya veya ölüme neden olduğu biliniyor. ABD Jeoloji Araştırmaları (USGS) genellikle görgü tanığı raporları bulunmadan önce depremleri tespit ediyor. Federal ve uluslararası kuruluşların potansiyel olarak zarar verici bir olaya karşı uyarılması gerekip gerekmediğine hızla karar vermektedir. Geçmişte, USGS öncelikle bir olayın etkisini tahmin etmek için görevdeki sismologlarının deneyimine ve sezgisine dayanıyordu (URL-21).

Değerlendirmenin doğruluğunu arttırmak için USGS, sallanma dağılımını, ciddi sarsıntıya maruz kalan insan ve yerleşim sayısını ile olası ölüm ve ekonomik kayıpları hızlı bir şekilde tahmin etmek için otomatik bir sistem geliştirdi. Tahmini kayıplar, önerilen yanıt düzeylerini belirleyen uygun renk kodlu uyarıyı tetikler. Bunlar; yanıt gerektirmez (yeşil), yerel / bölgesel (sarı), ulusal (turuncu) veya uluslararası (kırmızı) olarak belirlenmiştir. Doğrudan uyarı bildirimlerine ek olarak PAGER, bölgedeki korunmasız binaların baskın tiplerini, önceki yıllarda meydana gelen yakın depremlerden kaynaklanan maruz kalma ile ölüm raporlarını ve ikincil tehlikeler potansiyeli ile ilgili bölgesel spesifik bilgilerin özetini içeren yorumlar da dahil olmak üzere önemli ek bilgiler sağlamaktadır. Deprem kaynaklı toprak kaymaları, Tsunami ve sıvılaşma gibi PAGER sonuçları, önemli bir depremden 30 dakika sonra, yeri ve büyüklüğünün belirlenmesinden itibaren kısa bir sürede elde edilebilir. Bununla birlikte sarsıntı derecesine ilişkin bilgiler, bir depremden sonraki dakikalar ve saatler içinde belirsiz olacaktır ve tipik olarak, ek sensör verileri ve rapor edilen yoğunluklar, deprem kaynağının modellerine dâhil edilerek edinilir ve geliştirilir (URL-21).

6.4.6.1 PAGER süreci

PAGER sisteminin merkezinde USGS ’nin onlarca yıldır ürettiği parametrelerin içerisinde zaman, doğru deprem yeri ve büyüklük belirlemeleri vardır. PAGER, ShakeMap için geliştirilen metodoloji ve yazılımı kullanarak yer sarsıntısı tahminlerini

hesaplamak amacıyla bu deprem parametrelerini kullanır. Çeşitli sallanma seviyelerine maruz kalan insan sayısı, tahmin edilen yer sarsma haritalarını Oak Ridge Ulusal Laboratuvarı'nın Landscan küresel nüfus veri tabanı ile birleştirerek hesaplamalar yapılır (URL-21).

Son olarak, PAGER, inşaat uygulamalarındaki farklılıkları ve dünyanın dört bir yanındaki güvenlik açıklarını hesaba katan, ülkeye özgü kayıp modellerine dayanarak, potansiyel ölüm ve ekonomik kayıpların aralıklarını tahmin etmektedir. Buna ek olarak PAGER sistemi, deprem kaynaklı toprak kaymaları potansiyelini ve eğer mevcutsa, önceki yıllardaki tarihi depremlerden gelen hasar ve ölüm raporlarını karşılaştırma amacıyla tahmin etmektedir (URL-21).

Nüfusun maruz kaldığı tahminleri ve yerel altyapının savunmasızlığını kullanarak PAGER, felaketin kapsamını belirler ve acil durum müdahalecileri, devlet kurumları ve medyaya uyarı verir. PAGER etkileşimli bir sistemdir. Bilgi edinildikçe daha kesin bir yer sarsma haritaları üretilir, popülasyon maruziyetlerinin rafine edilmiş tahminleri yapılır ve gerektiğinde güncellenmiş uyarılar yayınlanır (URL-21).

PAGER sürecinde adımlar

1. Bir depremin büyüklüğü ve ikiyüzlü merkezi belirlendikten sonra, Global ShakeMap, Epikentran bölgesindeki insanlar tarafından bildirilen kuvvetli yer hareketi verilerini ve yoğunluklarını çevrimiçi USGS (bunu hissettin mi?) sistemi ile renkli daireler çizerek bir şehirde rapor edilen yoğunluğu gösterir ve çizilen bu dairenin büyüklüğü nüfus ile orantılıdır,
2. ShakeMap topografik eğime dayalı bir toprak / kaya sahasına özgü yer hareketi büyütme haritası oluşturur. Bu harita, yumuşak zemin sitelerinin kaya sahalarından daha güçlü yer hareketi amplifikasyonu deneyimleme eğilimini açıklamaktadır.
3. Arıza geometrisi ve boyutuyla ilgili bilgiler (siyah dikdörtgen) mevcut olduğunda eklenir. ShakeMap sistemi, rapor edilen yoğunlukları, sahaya özel yer hareketi büyütme haritasını, sismik dalgalanma yoğunluğunun büyüklüğünü, hata mesafesi ve derinliği ile varyasyonunu hesaba katan sismik dalga zayıflama denklemlerini kullanarak bölgesel yer sarsıcı tahminleri (sarı konturlar) üretir,

4. ShakeMap sistemi daha sonra tahmini yer hareketlerini bir sismik yoğunluk haritasına dönüştürür,
5. Her bir yoğunluk seviyesinden etkilenen nüfus hesaplanır ve yoğunluğun haritalanması ile Landscan nüfus veri birleştirilerek çizelge haline getirilir,
6. Her bir sallanma yoğunluğu seviyesine maruz kalan nüfusa dayanarak PAGER sistemi, geçmiş depremlerden toplanan ekonomik ve kazazede verilerinden geliştirilen ülkeye özgü modellere dayanan toplam çalkantılı kayıpları tahmin etmektedir,
7. İkaz seviyeleri, ölümcül kazaların, ekonomik kayıpların tahmini aralıklarına göre belirlenir ve iki ayarın genel uyarı seviyesi daha yüksektir. Uyarı seviyesi, hangi kullanıcıların aktif olarak bilgilendirildiğini belirler ve aynı zamanda tüm PAGER içeriği deprem özet bilgilerinin bir parçası olarak, hemen tüketime yönelik USGS Deprem Tehlikeleri Programı Web sayfalarında otomatik olarak dağıtılır,

6.4.6.2 PAGER deprem etki ölçeği

PAGER, iki tamamlayıcı kritere dayanan yeni bir Deprem Etki Skalası (EIS) kullanır. İlk kriter tahmini hasar bedelidir. Bu bedel yerel etkinlikler ve depreme dayanıklı topluluklardakiler için en uygun olanıdır. Ölümlerin tahmini aralıklarını temsil eden ikinci kriter ise, özellikle hassas binalar ve altyapıya sahip ülkelerdeki küresel olaylar için daha uygundur. Geçmişteki deprem etkisinin ve ilgili müdahale düzeylerinin sistematik analizinden türetilen basit eşikler, yeşil (az ya da sıfır etki) uyarıları, sarı (bölgesel etki ve tehlike) ile karakterize edilen bir olayın ardından gerekli tahmini etki ve yanıt ilemede oldukça etkilidir (URL-22).

Sarı, turuncu ve kırmızı uyarı seviyeleri için karşılık gelen ölüm eşikleri sırasıyla 1, 100 ve 1000'dir. Hasar etkisi için tahmini zararlar sırasıyla, 1 milyon dolar, 100 milyon dolar ve 1 milyar dolar 'a ulaşan sarı, turuncu ve kırmızı eşikleri tetikler (URL-22).

Bu ikili yaklaşımın depreme karşı tetiklenmesinin gerekçesi, yerel bina uygulamalarının tipik olarak yüksek çöküş ve kaza oranlarına maruz kaldığı ülkelerde nispeten yüksek ölümlerin, yaralanmaların ve evsizliğin egemen olduğu gerçeğinden kaynaklanmaktadır. Bu gerçeklik uluslararası müdahalenin önceliğini belirleyen etkilerdir. Genellikle deprem dayanımlı inşaat uygulamalarının, binaların çöküşünü ve sonuçta meydana gelen ölümleri büyük ölçüde azalttığı bölgelerde veya ülkelerde tepki düzeyini tetikleyen finansal ve genel toplumsal etkiler söz konusudur (URL-22).

PAGER, basit ve sezgisel renk kodlu uyarı ölçütleri kullansa da, uyarının aşırı veya eksik olarak tahmin edilme olasılığını ölçebilen gerekli belirsizlik önlemlerini korur. Örneğin, yeşil ve sarı uyarıların olasılığı benzer ise, kayıp modelinde ikisi arasında ayırım yapmak çok azdır ve kullanıcılar bu belirsizliğin uyarı seviyesinde farkında olmalıdır. Diğer durumlarda, çarpıklık olasılıkları uyarı seviyesinde daha fazla güvene işaret etmektedir. Deprem etki ölçeğini kullanarak, PAGER 'in hızlı kayıp tahminleri belirsizliklerine rağmen uyarı seviyelerini yeterince tavsiye etmek ve uygun cevap protokolleri önermek için kullanılabilir. Yüksek doğrulukta gözlem veya kayıp tahminlerini beklemek veya bekletmek cevabı geciktirebilir ve kaybını artırabilir (URL-22).



Şekil 6.4: 27 Şubat 2010'da Şili' nin Concepcion şehir merkezinde gerçekleşen deprem nedeni ile meydana gelen hasarlar (Walter Mooney, USGS)

PAGER hesaplamaları zemin gerçeği gözlemleri ya da haber hesaplarından daha iyi durumda olduğu için PAGER bilgileri, yurt içi ve uluslararası deprem felaketleri için birincil uyarı aracı olabilir. PAGER özet ürününün bir örneği de şekil 6.4'de görüldüğü üzere, 27 Şubat 2010 tarihinde meydana gelen ve 486 kişinin ölümüne neden olan 8.8 şiddetindeki Şili depremidir. Depremin öngörülen ekonomik kayıplara göre kırmızı alarm seviyesini ve tahmini ölümler için turuncu alarm seviyesini tetikleyeceğini göstermektedir (URL-21).

6.4.6.3 Devam eden PAGER gelişmeleri

USGS, PAGER sistemini alt-ülke düzeyinde bölgesel farklılıkları temsil eden daha ayrıntılı bina envanterlerini, daha eksiksiz nüfus demografilerini (gündüz nüfus değişimleri de dâhil olmak üzere) ve hesaplamak için daha iyi araçları dikkate alan kapsamlı zarar tahmin metodolojilerini içerecek şekilde geliştirmektedir. Bu tür veri kümeleri, dünyadaki birçok alan için mevcut olmakla birlikte elde edilemeyecek kadar zor ve zaman alıcıdır. Özellikle daha detaylı ülke düzeyinde bina envanterleri, bölgedeki yaralılara katkıda bulunan baskın ve savunmasız yapıları tanımlamak için önemli bir anahtardır (URL-21).

Ana çöküşün suçluların bilgisi, müdahale, kamu güvenliği, iyileşme ve uzun vadeli etki azaltması açısından hayati öneme sahiptir. PAGER Projesi'nin himayesinde ilgili USGS gelişmeleri, hata geometrisinin boyutunun ve kopma özelliklerinin hızlı bir şekilde belirlenmesini, sismik toprak büyütme patentlerinin rafine edilmiş küresel tahminleri, ShakeMap geliştirmeleri, yer hareketi ve kayıp belirsizlik analizleri, deprem kaynaklı toprak kayması ve sıvılaşma olasılığı haritalaması olarak belirlenmiştir (URL-22).

6.4.7 AYDES

AYDES, Afet Yönetimi ve Karar Destek Sistemi ulusal afet ve acil durumların etkin bir biçimde yönetilmesini sağlayan 2B ve 3B CSB destekli web tabanlı bir platformdur (URL-23).

AYDES proje 'sinin amacı; afet öncesi (hazırlık ve zarar azaltma), afet sırası (müdahale), afet sonrası (iyileştirme), Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) kapsamında etkin yürütülmesi için ihtiyaç duyulan bilişim altyapısı ve karar destek sistemi merkezli yönetim modelinin kurulması, sürdürülebilir afet yönetimi ve bilgi sistemi oluşturulması gibilerini içerir.

Teknik boyut;

AYDES, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), ilgili Bakanlıklar ve taşra teşkilatları tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu kapsamda şekil 6.5'de görüldüğü üzere AYDES; Olay Komuta Sistemi, Mekânsal Bilgi Sistemi, İyileştirme Sistemi olarak üç ana bileşen ve bunlara ait alt bileşenlerinden oluşmaktadır. Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) altyapısında olan AYDES, AFAD tarafından TÜRKSAT işbirliği ile geliştirilmiş olup, iyileştirme ve bakım desteği devam

etmektedir (T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı AYDES ve URL-23).

Ekonomik boyut;

Tek bir merkezden (AFAD) temin edilen ve ulusal düzeyde tüm kullanıcıların afet yönetimi ihtiyacını karşılayacak şekilde tasarlanan AYDES 'in, mevcut yerel ve kurumsal afet yönetim sistemlerini ikame edeceği ve büyük bir maliyet tasarrufu sağlayacağı değerlendirilmektedir. Diğer taraftan, afet nedeniyle can kaybı ve yaralanmaların ekonomik bir değerle hesaplanması mümkün değildir. Bununla birlikte, Türkiyede her yıl afet ve acil durum yönetimi için yaklaşık bir milyar iki yüz elli milyon Türk Lirası harcanmaktadır. Afet durumunda ve sonrasında yaşanan mal ve can kayıpları sonucunda oluşan maliyet, harcanan bu miktarın büyük bir yüzdesini oluşturmaktadır. AYDES ile afet öncesi ve sonrası yaşanması istenmeyen olaylara hızlı müdahalede bulunabileceğinden ötürü can ve mal kayıpları büyük ölçüde azaltılacaktır. Bu sonucun, Türkiye'de afet ve acil durum yönetim sistemleri için harcanan miktarı %80 oranında azaltacağı öngörülmektedir (T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı AYDES ve URL-23).

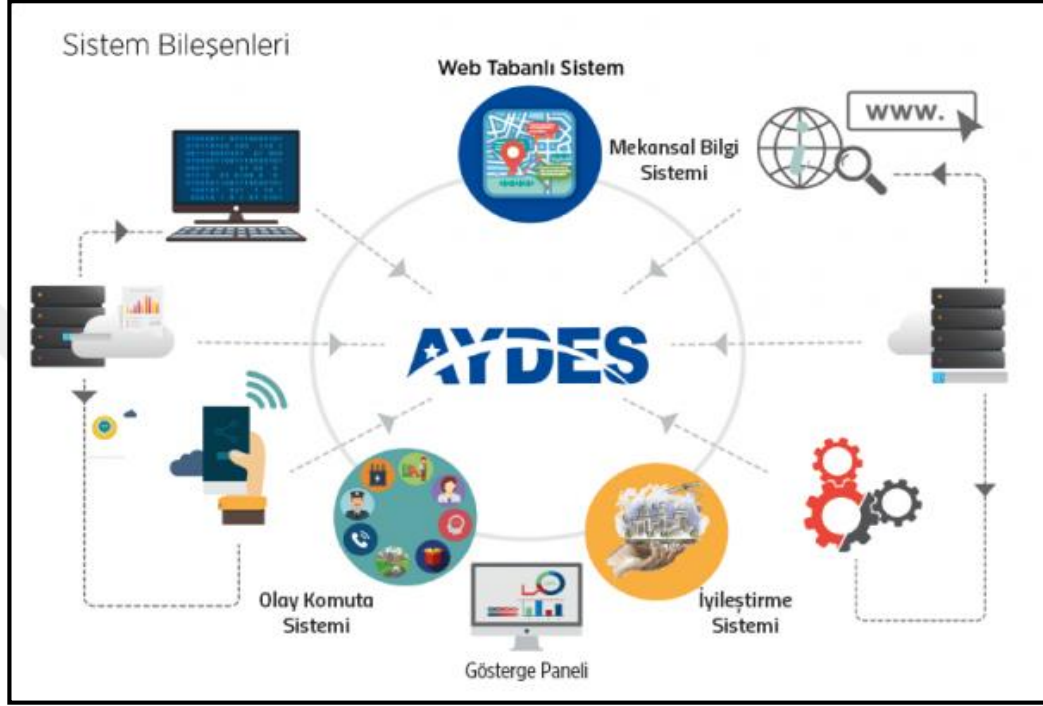
Sosyal boyut;

Afet, özellikle de deprem kabul etmemiz gereken bir gerçektir. Bu yüzdendir ki henüz afetleri önceden tahmin etmenin mümkün olmadığı çağımızda, afetlerden doğan zarar ve kayıpları en aza indirme sorumluluğu ve çabası da bize düşmektedir. Afet öncesi ve sonrasında yapılması gereken çalışmalar ve önlemlerle kayıplar en aza indirilebilir. Bu bağlamda AYDES, sadece afetlerin konumlarının belirlenmesi, gözlemlenmesi ve etkilerinin belirlenmesi değil, bunlara ilave olarak afet öncesinde ve sonrasında her düzeydeki kullanıcılarına afet ve acil durumlar konusunda karar desteği sunan pek çok seçeneği de kapsamaktadır. AYDES bu özellikleri ile afet zararlarının en aza indirilmesi, afete maruz kalan insanların kurtarılması, yaralıların tahliyesi, acil durumların kontrolü açısından önemli bir sosyal yarar sunmaktadır.

AYDES, sahip olduğu yetenekler ile afet ve acil durum yönetiminde her düzeydeki kullanıcıya karar desteği sunmakta, coğrafi veri yönetimi ve görüntü analizi fonksiyonları ile genelde yurtdışı kaynaklı Coğrafi Bilgi Sistemi ve Uzaktan Algılama yazılımlarına ihtiyacı büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır. AYDES, ulusal ve yerel düzeyde afet ve acil durum yönetiminde zaman, para ve personel tasarrufu ile

ekonomik yararlar, can kaybı ve maddi hasarları en aza indirme ile sosyal yararlar sağlamaktadır (URL-23).

Afetlerin yönetimini sağlayan ve tarihçesini tutan afet özeline kurgusu yapılan AYDES, AFAD tarafından Türkiye’de kazandırılan üstün bir katma değere ve öneme sahip milli bir projedir (TCB Genel tanıtımı).



Şekil 6.5: Aydes system bileşenleri (URL-23)

Komuta sistemi;

AYDES’in olay komuta sistemi, planlama, hazırlık ve müdahale gibi TAMP kapsamında belirlenen hizmet gruplarının süreçlerinin bütünleşik bir sistem üzerinde yönetilebilmesine imkan sağlayan bir bileşendir. Ulusal ve yerel düzeyde yazılım tabanlı yönetim modeli ile acil durumlara hazırlık ve müdahale imkanı sağlamaktadır. Afet ve acil durumlarda oluşan ihtiyaçlar, nakliye, kaynak ve talep yönetimi süreçleriyle etkin ve esnek şekilde yönetilebilmektedir. Yerel ya da ulusal düzeyde olay bildirimleri, ekiplere SMS ve e-posta ile afet olayı gerçekleştiği andan itibaren gönderilebilmektedir. Hizmet grupları, e-posta ve anlık mesajlaşma yoluyla sistem üzerinde sürekli iletişim ve etkileşim halinde TAMP kapsamında kalabilmektedir. (URL-23).

Mekansal bilgi sistemi;

Sürdürülebilir bir afet yönetim sistemini oluşturmak için mekansal bilgi sistem ile sistemle CBS teknoloji sistemi kullanılmıştır. Afet safhaları, veriye doğru ve hızlı bir şekilde ulaşılması, ve veriden en kısa zaman içerisinde yeni bilgi üretilmesi ve bu bilgi ile afet uğraşım ve uğrayabilecek bölgelerde yapılacak analizler mekansal sorgu ile ilgili hızlı karar verilebilmesine imkan verecek şekilde tasarlanmıştır. Uygulama alt bileşen ve menüleri, çeşitli altlık haritalar sunarak verilerin gerçek zamanlı olarak düzenlenebilmesini, raporlanabilmesini, güncellenebilmesini, sonuçların ve çıktılarının görüntülenmesini ve sorgulanabilmesini sağlamaktadır (URL-23).

İyileştirme sistemi;

Afet sonrası yürütülen iyileştirme çalışmaları ile iyileştirme sistemin bilişim ortamında CBS destekli olarak gerçekleştirebilmesi hedeflenmiştir. İlerleyen hasar tespiti, yer seçimi, hak sahipliği vb. süreçler aksamadan birbirleriyle ilişkili olarak yürütülmesi sağlanacaktır. Ayrıca konum içeren bilgilerin elde edilmesini, özellikle sahada yapılan çalışmalardan elde edilen verilerin toplanmasını, mobil uygulamalar ile desteklenmesini sağlamaktadır (URL-23).

6.4.8 HAZTURK tamamlanmayan bir proje

Türk toplumunu, iş çevresini, binaları ve altyapıyı depremlerden korumak amacıyla, Türkiye ile Amerika ortak bir risk değerlendirme programı geliştirmeyi amaçlayarak Amerika'nın FEMA (Federal Emergency Management Agency) kuruluşu tarafından HAZUS (Hazards US) sistemi Türkiye için HAZTURK olarak geliştirilmesi düşünülen yeni program, risk değerlendirmesinin tüm yönlerini ayrıntılı bir şekilde ele alacak ve veri tabanını kullanarak analiz yapacaktır (Karaman vd, 2007).

İstanbul Büyük Şehir Belediyesi ile yapılan protokol çerçevesinde yapılacak çalışmada, geliştirilecek olan HAZTURK programının İstanbul'un bir ilçesinde uygulamasının yapılması planlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre HAZTURK projesi ilk etapta tüm İstanbul'a, daha sonra Marmara Bölgesi'ne ve sonunda da tüm Türkiye'ye uygulanması için çalışmalarda bulunulacaktır (Karaman vd, 2007).

HAZTURK programı, tehlikenin karakteristik yönü ve kayıp azaltma kapasitesinin yanında, doğal tehlike risk yönetiminde, program geliştirmede, Türkiye'nin mevcut altyapısının sismik tehlikelere karşı dayanıklılığının geliştirilmesinde, insanlar için daha güvenli ve daha stabil ekonomi oluşturmada yardımcı olacaktır (Karaman, 2007)

ama bu yazılım kuruluşlar tarafından belirsiz nedenden dolayı yapılmadığı için Őuan aktif değil ve kullanılmıyor.





7. TARTIŞMA VE DEĞERLENDİRME

İnsanlar, yaşam tarihi boyunca hayatı, canları, malları, özellikleri bakımından yıkıcı depremler ve ölümlü riskler altında iken her zaman tahmin edilemez olmuştur. Dünyada birçok ülke, büyük depremler nedeniyle tahmin edilemez derecede zararlar görmüşlerdir. Bu nedenle etkileri önleme ve azaltma önlemleri, afetlere hazır olmak ve bunlara müdahale etmek için ekipman ve tesisleri kullanmak, doğal olaylarda yararlı kişilerin temel ve acil ihtiyaçlarını öngörmek, karşılamak ile arama, kurtarma ve yardım hizmetleri sağlamak olup onlara önceden organize edilmiş planlara göre davranmak, sağlık, güvenlik ve normal koşullara geri dönmelerini sağlamak, devlet kurumlarının çalışma programlarında öncelikli olması gereken vazgeçilmez temel ihtiyaçlardır.

Her ülke, depremlerin ve diğer doğal afetlerin yıkıcı etkilerini ortadan kaldırmak ve azaltmak için, bir grup organizasyon ve teknik uzmanların bilgi birikimini ve yönetim girişimlerini diğer toplumlarda edinilen deneyimlerle birlikte kullanmalıdır.

Bu hedefe ulaşmak için teknik uzmanlar vatandaşların can ve mallarını kurtarmak amacıyla deprem gibi tüm doğal afetleri, örgütlenme çerçevesinde büyük ölçekli kriz yönetimi ve doğal afet yönetim sistemlerini geliştirmek ve uygulamak için değerlendirmeleri ve analiz etmeleri gerekmektedir. Kriz hakkında ve herhangi bir başka yönetim alanında daha doğru bilgi sahibi olmak, onu olabildiğince etkili bir şekilde kontrol etmeye ve yönlendirmeye yardımcı olur ve afet yöneticileri sorununu ayrıntılı bir şekilde çözerek yönetebilir.

Kentlerin depremlere olan dayanıklılığı yalnızca binaların ve kentsel yapıların dayanıklılığı değil, kentsel yapı kurallarının ve düzenlemelerinin geliştirilmesi ve deprem yaşamış bölgelerde afet yönetim amacıyla kentsel planlama sağlanmasıdır. Kriz yönetimindeki eksiklik, krizin tırmanmasında büyük önem taşıyan bir diğer faktördür. Kentsel alanların her biri kentin sosyal, jeolojik, jeofizik ve fiziksel koşulları nedeniyle olası bir deprem riskine maruz kalan deprem tehlikelerine karşı farklı direnç ve hassasiyetlere sahiptir. Her deprem tehlikesi ve yaralanma vakası, depremden kaynaklanan doğrudan hasarı temsil eder. Her sosyal koşul vakası, bir deprem

krizinden sonra yardım faaliyetlerinin, tahliye, onarım ve yaşam koşullarının zorluğunu göstermektedir.

Şehrin politik, idari, sosyo-ekonomik ve yoğunluğa odaklanması kentler için belirsiz bir gelecek yaratır ve deprem krizinin yanlış yönetilmesi durumunda çok olumsuz koşullar beklenmelidir. Kentsel doku, yok olma, toprak yumuşaklığı, dar geçitler, bina yoğunluğu ve nüfus nedeniyle depremin aktif faylarıyla karşılaşan şehirler, bir deprem durumunda ağır hasar görecektir ve bu kriz yönetim sistemini zor durumda bırakacaktır ve depremlilerde ağır hasar oluşturmaktadır.

Kentsel alanlarda düşük şiddetli bir depremin meydana gelmesi, depreme karşı yapı ve kent planlaması standartlarını göz önünde bulundurmadan büyük bir felaket meydana oluşturabilir. Bu nedenle, deprem bölgelerinde kent planlanması için deprem riskini analiz etmek ve değerlendirmek, mesleki standartlara uymak, yapıların depreme karşı tasarlanmasını sağlamak ve doğru hesaplamasını yapmak teknik uzmanların en önemli görevlerinden biridir.

Doğal afetler kriz yönetimi konusundaki değerlendirmeler, öngörülemez doğal afetlerden kaynaklanan yaygın can, mal ve finansal zararların kriz yönetiminin zayıflığından kaynaklandığını, zararlılardan ve alınan önlemlerden kaynaklanan riskleri önleyecek tedbirlerin bulunmadığını göstermektedir. Aynı zamanda etkisiz ve bilimsel olmayan sonuçlar doğurmuştur. Deprem ülkelerindeki deprem afet yönetimi önemli bir konu olmuştur ve çoğu durumda afet yönetiminin başarısızlığı afetlere yol açıp felakete neden olmuştur.

Kentlerde deprem afetlerini yönetmek için kentsel ve bölgesel planlama ve tasarımın en önemli yönlerinden biri acil durum yolları, arama kurtarma merkezleri, yardım ve sağlık, tahliye ve konaklama yerleri ile arz dâhil uygun kriz yönetimi altyapısının oluşturulması ve dağıtılması olmuştur. Kriz zamanında yapılan acil müdahalenin her birinin yetersiz performans göstermesi büyük sorunlar teşkil etmekte, zarar ve kayıpların artmasına yol açmaktadır. Bu nedenle, kentsel ve bölgesel kalkınma planlarında ve arazi kullanım planlamasında bu unsurlara özellikle dikkat edilmesi gerekmektedir.

Kentlerde oluşan deprem krizini yönetmek için, önlem planı hazırlamak, depremlere karşı fiziksel hassasiyet derecesini belirlemek, kentsel alanlardaki yerleşmelerin

depreme karşı hassasiyetlerini sınıflandırmak ve ayrı ayrı analize edip mikro ölçekte bölgelendirmek kent plancıları için oldukça önem taşımaktadır.

Kent planlamasında afet yönetim planı ve depremlere karşı risk azaltma planlaması, önceden hazırlıklı olma, yoğun ve kapsamlı bir şekilde paylaşılsa yararlı olacaktır. Böylece şehir plancıları, inşaat mühendisleri, mimarlar ve elektrik mühendisleri gibi şehirlerin fiziksel formunda etkili olan teknik uzmanlar bunlardan faydalanabilir ve hepsi deprem gibi doğal afet riskini azaltmak için etkili ve sorumlu bir organizasyon içinde birlikte çalışabilirler. Bu durum jeofizikçiler, jeologlar ve inşaat mühendisleri gibi sorumlu ve ilgililerin, bilgilerini tek bir adresten belirli bir standartta yapılmış olan hazırlıklar ve yüzleşme planını tek bir vizyonla paylaşmalarının mümkün olduğu zamandır ve deprem gibi doğal tehlikelere karşı olumlu bir sonuç elde etmek için çalışmaları gerekmektedir.

Bilgilerin uzmanlar arasında paylaşılması bu konuda en önemli ve tartışılan bir konudur. Bugün, çoğu gelişmiş ülkede doğal afetlerin ve bilgi paylaşımının yönetimi için farklı ve son derece uygulamalı yazılımların geliştirildiği ve doğal afetlerin riskini azaltmak için yaygın olarak kullanıldığı bilinmektedir.

Doğal tehlikelerin önlenmesi, kentsel planların hazırlanması ve düzenlenmesi ile şehirlerde bulunan binalarının gelecekteki deprem gibi doğal afetlere karşı analiz edilmesi için şehir plancıları ve inşaat mühendisleri tarafından üzerinde durulması gerekli yazılımlar vardır. Bu yazılım uygulamaları sadece şehir plancıları ve inşaat mühendisleri tarafından değil, aynı zamanda deprem bölgelerindeki tüm insanlar tarafından da kullanılabilir ve doğal afetlerin şiddeti, büyüklüğü, olasılığı ve potansiyel riskleri hakkında doğru ve eksiksiz bilgi sağlar.

Kapsamlı ve kolay kullanılabilen bu yazılımlardan biri HAZUS 'tur. Bu yazılımı kullanarak alanın koordinatları ve gerekli verileri girerek doğal afet özellikleri hakkında bilgi alabiliriz. Ayrıca HAZUS gibi yazılımları kullanarak şehirlerin doğal afetlere karşı hassasiyetini analiz etmeye, yerleşimdeki binaları etkileyecek doğal afetler güçlerini hesaplamaya, depremler bölgelerde uygun kent planlanmasına ve afet nedeni ile meydana gelecek kayıpları tahmin etmeye sahip olabilmekteyiz.

HAZUS yazılımı deprem gerçekleşmeden önce sarsıntının büyüklüğünü ve şiddetini tahmin edebilmemize, deprem nedeni ile meydana gelecek hasarların hesaplanmasında yani, afete hazırlık safhasında büyük destek verebilmektedir.

Farklı olarak TELES, sismik tehlike analizi, yapısal hasar değerlendirmeleri ve Tayvan'daki sosyo-ekonomik etkiler konusundaki araştırma çalışmalarını entegre etmek için tasarlanmıştır. Bu araştırmalar arasında, senaryo simülasyon teknolojileri (sismik senaryo veri tabanı dahil) geliştirilmiş ve karar verme destek sisteminde kullanılmıştır. Çok çaba sarf edildikten sonra afet azaltma planlarının hazırlanmasında ve hükümetler ile kooperatif kurumları tarafından acil müdahale işlerinde başarıyla kullanılmıştır. Ancak yazılım, kişisel bilgisayarlarda çalışmaktadır ve ticari yazılım olan GIS yazılımı MapInfo 'ya dayanmaktadır. İnternet teknolojilerine dayanarak, dünya çapındaki web üzerinden mekânsal verilere erişmek, sorgulamak ve görüntülemek mümkündür.

HAZUS ile TELES arasındaki çeşitli farklılıklar vardır. HAZUS, tüm doğal afetlerden (deprem, sel, kasırga, vb. gibi) kaynaklanan kayıpları tahmin eden, risk azaltma planlaması, acil durum hazırlığı, müdahale ve yapılması sağlanan afet safhalarında kullanılabilen bir yazılımdır fakat TELES sadece deprem verilerini paylaşan, kayıp tahminini hesaplayabilen, hazırlık ve acil müdahale safhasında destek veren bir yazılımdır.

Avrupa ülkelerinde başlatılan proje NERIES sadece deprem verilerini sismograf istasyonlarından alıp verileri entegre ederek arşiv oluşturur. Avrupa'da deprem araştırmacılar, şehir plancılar ve teknik uzmanlar bu verilerden yararlanarak deprem afet yönetim risk azaltma planlaması üzerinde çalışırlar. Avrupa'da NERIES projesinde kayıp tahmini, risk azaltma ve hazırlık planlaması için herhangi bir yazılım yapılmamış ancak NERIES, dağıtılmış veri tabanlarına daha iyi erişim sağlamak için ağ iletişimi, uluslararası erişim ve ortak araştırma faaliyetlerini birleştirmektedir.

Rusya Federasyonu tarafından yapılmış olan EXTREMUM sisteminin tek avantajı çok kısa sürede afetin verilerini, gerçekleşeceğini, kayıp tahminini ve acil müdahale eylem bilgilerini sağlayabilmesidir. Fakat tehlike belirlemede, önceden hazırlık, risk azaltma planlaması ve iyileştirme safhasında hiç bir rolü yoktur.

Afet yönetim, risk azaltma planlaması için kullanılan başka bir yazılım da PAGER bilgi paylaşım sistemidir. Bu yazılımın özeliği dünyanın her ülkesinde gerçekleşen depremlerin verilerinin sistemde mevcut olması ve çok kısa sürede gelecek depremin yeri, büyüklüğü, deprem nedeniyle meydana gelecek can ve mal kayıplarının tahmin edilmesidir.

Başka bir sistem ise, Türkiye'deki AYDES'tir. Bu sistem afet anında erken uyarı sistemleri üzerinden e-posta ve mesaj yolu ile yayın yapabilmektedir. Sadece internet üzerinden çalışan sisteme erişim son derece kısıtlıdır ve AFAD'nin kontrolündedir. Afet yönetiminde en önemli olan risk azaltma ve hazırlık safhasıdır. Ancak AYDES sisteminin bu safhalarda yapılması gereken faaliyetler konusunda HAZUS veya TELES gibi her hangi bir rolü yoktur. Sistem risk azaltma planlaması için yapılması gereken faaliyetlerde işlevsiz kalırken sadece afet gerçekleştikten sonra afetin yeri, büyüklüğü ve kayıp tahmini gibi çıktılar üretmektedir. AYDES risk yönetimi için değil kriz yönetimi için geliştirilmiş olan bir sistemdir.





8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Araştırmalara göre, dünyadaki büyük şehirlerin coğrafi konumu birçok büyük ve küçük faylardan temel aldığı ve bu fayların faaliyetlerinin tarihsel kayıtlarına dayanarak gelecekte büyük depremlerin gerçekleşeceğini göstermektedir. Öte yandan, bu şehirlerde oluşan aşırı nüfus ve ülkelerin nüfusa bağlı olarak yoğunlaşması, kentlerde deprem nedeni ile meydana gelecek risklerin tahminlerini zorlaştırır ve bu kentlerde belirsiz bir gelecek oluşturur. Uygun bir afet yönetim eksikliği durumunda olumsuz ve felaket koşullara neden olacak sonuçlar yaşanacaktır.

Son yıllarda yangın, şiddetli fırtınalar, büyük depremler ve su baskınları gibi dünyanın tüm ülkelerinde meydana gelen olaylar, büyükşehir bölgelerinde afet yönetiminin endişe verici zorluklarının göstergesidir. Uygun tepkilerin olmaması, bu şehirlerdeki depremler gibi doğal afetlerle ilgili kuruluşların yanlış ve standart olmayan yönetim koşulları, şiddetli, yıkıcı ve kapsamlı bir deprem karşısında afet yönetiminin oldukça verimsiz olacağını göstermektedir.

Bu nedenle, nüfus yoğunluğu yüksek olan büyük şehirlerdeki deprem afetini yönetmek için uygun önlemlerin alınması gerekmektedir. Deprem kriz yönetimi, deprem risk azaltma planlamaları, depremlere karşı kentsel hassasiyet değerlendirmeleri ve kriz yönetimi için teknik uzmanlıklar arasında bilgi paylaşım sistemlerinde karşılaşılan zorluklara göre aşağıdaki belirlenen sonuçlar elde edilmiştir;

1. Hükümet güçleri (hükümetin kontrolü altında olan askeri ve polis güçleri), belediye ve kamu kurumlarının otoritesi altındaki teknik uzmanlar, kamu otoriteleri dahil olmak üzere tüm güç kaynakları belediye başkanına karşı sorumlu olacak şekilde entegre kentsel yönetim (kentsel bağlantılı yönetim) oluşturulması gerekmektedir. Aslında, yapısal ve yasal sorunların çözülmesi ve kriz yöneticilerinin yetkileri artırılmalıdır,
2. Deprem tehlikesinden etkilenen şehirlerde teknik uzmanlar, şehir plancıları ve afet yöneticileri tarafından strateji planlar belirlenerek uygun tasarım planlarının oluşturulması gerekmektedir,

3. Arazi eğimi, nüfus yoğunluğu, bina yoğunluğu, bina yaşamı ve açık alanlardan uzaklık gibi değişkenliklerin artması, kentin depremlere karşı hassasiyetini tam tersine azalması kentlerin depreme karşı olan hassasiyetini azaltmaktadır. Buna karşılık, faylardan uzaklık, inşaat alanı, yollar, genişliğine dayalı erişim ve binaların konfigürasyonu açısından uygunluğu gibi değişkenlerin miktarının arttırılması kent hassasiyetini azaltmaktadır,
4. Tehditler, şehirlerin hassasiyetinin bilimsel analizinin doğru ve güncel bir şekilde yapılması, deprem senaryosu, depremlerde bilimsel ve doğru bir şekilde hazırlanmalıdır. HAZUS gibi risk azaltma programlarını kullanarak, deprem yaşamış yerleşmelerin hassasiyet ve risk tahminlerinin yapılması önemlidir,
5. Kentsel planlama, kentin depremlere karşı dayanıklı olmasında önemli rol oynamakta ve çeşitli şehirlerde fiziksel planlama, arazi kullanımı, iletişim ağları, kentsel altyapı, kentteki nüfusun uygun dağılımı, binanın yaşı ve kalitesi, problemin türü arasındaki risk azaltmada büyük önem taşımaktadır ve depremlerin etki ve sonuçlarının azaltılmasında öne çıkan faktörlerdir,
6. Kurumlar arasında özel kurallar belirlenerek, organizasyonlar arası koordinasyonlar güçlendirilmeli ve organizasyondaki teknik uzmanların afet yönetimi ve risk azaltma planlaması için kentsel master ve önleme planlarının yapılması gerekmektedir. Hazırlanacak olan bu master plandan hariç, afet yönetim uzmanlarına danışılmadan depremlerde hiçbir yenileme ve rehabilitasyon çalışmaları yapılmamalıdır.
7. Bilgi sistemlerinin geliştirilmesi ve acil durum kontrol sistemlerinin teşvik edilmesi ile güvenli tahliye, yangınla mücadele, kurtarma ve yardım, trafik vb. gibi tüm yönleriyle ilgili acil müdahale planlarının iyileştirilmesi gerekmektedir.
8. Eski dokuya ve eski yapıya sahip kentsel alanlarda afet önleme ve yönetim örgütsel yapısının güçlendirilmesi gerekmektedir. Ayrıca, bu tür alanlarda deprem krizi yönetiminin temel faaliyetlerinden birinin köprü oluşturarak kentsel altyapının, binaların ve tarihi binalar gibi kamu hizmetlerinin riskini azaltılması amacıyla güçlendirilmesi gerekmektedir.
9. Afet yönetiminde öncelikli yatırımlar Kriz Yönetimine değil Risk Yönetimine yapılmalıdır.

Kriz yönetim ve risk azaltma planlamasında birçok ajanslar aynı anda ve paralel olarak çalışarak deprem riskini azaltmak için bilgi paylaşım sistemleri aracılığıyla datalar ve verileri yaygın şekilde paylaşmaları gerekmektedir ve bu kuruluş ve ajanslar afete hazırlık ve risk azaltma planlaması için gerekli bilgileri sistematik bir şekilde kullanmalıdır.

Bilgi paylaşım sistemleri, deprem ve diğer afet müdahale çabalarını desteklemek için kullanılır. Risk azaltma planlaması için kullanılan HAZUS ve TELES gibi bilgi paylaşım sistemleri, şehir planlamacıların, inşaat mühendislerinin ve afet müdahale kuruluşlarının doğal afetler risklerini azaltmak için kullanması gereken bilgi ve iletişim teknolojisidir.

Deprem, tsunamiler ve sel gibi doğal afetlerin olduğu bölgelerde esnek bir felaket topluluğunun gerçekleştirilmesi için uzun bir teoridir. Sosyal hassasiyetler son yıllarda doğal afetlerin etkilerini arttırdığından dolayı, doğal afet riskinin azaltılması ve kriz yönetiminde uzmanlar arası bilgi paylaşım sistemleri kullanılması önemlidir.

Bilgi paylaşım sistemleri kullanılarak daha iyi sonuçlar elde etmek, toplumdaki veri paylaşımının önemini belirlemek ve mümkünse, daha fazla ve daha doğru bilgi edinmek önemlidir. Saha verileri ve planlama sürecinde yapılan tartışmalara dayanarak ek bilgiler elde edilebilir ancak, bilgi paylaşım sistemleri, afet yönetimi ve risk azaltma işlevini geliştirmek için kullanılmalıdır.

Bilgilerin hızlı ve doğru bir şekilde paylaşılması ve standartlaştırılması, risk önleme ve bilgilerin etkin kullanımı için yüksek güvenilirlikte iletişim kurmak için afet yönetimi ve risk azaltma planlaması için bilgi paylaşımı bütünlüğe giden yol esastır. Büyük depremlerin meydana gelmesinden sonra otomatik olarak tetiklenebilecek erken kayıp tahmin fonksiyonelliğine sahip olan bilgi paylaşım sistemleri, risk azaltma planlaması ve acil müdahalelerde karar verici bir destek sistemi olarak hareket edebilir.

Deprem mühendisliği, şehir plancıları, mimarlar ve jeologlar gibi çeşitli çalışma gruplarıyla işbirliği içinde tüm birimler arasında koordinasyon sağlamak, birim yönetimi ile kapsamlı afet risk yönetimi planlarını uygulamak ve afet yönetimi ile risk azaltma planlamasının yürütülmesi için Yürütme Kanunu oluşturulmalıdır.

Türkiye'nin birçok bölgesi büyük deprem tehlikesi altındadır. Özellikle de çok yoğun bir nüfusa, ülke ekonomisinin büyük bir bölümüne ve hizmet, sanayi, ticaret sektörlerinin merkezi olma vasfına sahip olan İstanbul'u tehdit eden büyük deprem

tehlikesi uzun yıllardır bilinmektedir. Bu bağlamda, risk azaltma, hazırlıklı olma ve müdahale etme safhasında yapılması gerek faaliyetlerde ve önleme planlarının hazırlanmasında yol gösterici olacak bir sistem geliştirilmesi hayati önemdedir.

Bu çalışma kapsamında incelenen sistemler arasında risk azaltma safhasında en efektif sistem olduğu görülen ABD'deki FEMA tarafından geliştirilmiş olan HAZUS'un özelliklerini bünyesinde barındıran Türkiye koşullarına özgü bir sistem, doğal afetlerin neden olacağı çok boyutlu kayıpların indirgenmesinde ihtiyaç duyulan en önemli araç olacaktır.



KAYNAKLAR

- Alahi, F.N.**, (2018). *Tahran Deprem Afeti Yönetim Programına Yaklaşımla Büyük Şehirler Depreminin Yönetimi*, Tehran, İran: Uluslararası Sismoloji Enstitüsü ve Deprem Mühendisliği. [Farsça]
- Admire, A. R., Dengler, L. A., Crawford, G. B., Uslu, B. U., Montoya, J., Wilson R. I.**, (2011). *Observed and modeled tsunami current velocities on California's north coast: 2011 Fall Meeting*, AGU, San Francisco, California.
- Alahi F. N., Razzaghi, G. F.** (1999). “Endüstriyel birimlerde deprem hasarını azaltmak için afet yönetimi”, Uluslararası Sismoloji ve Deprem Mühendisliği Konferansı, Cilt 4, Tehran, İran. [Farsça]
- Alahi, F. N.**, (1995). *Deprem afet yönetimi*, Tehran şehrinin çalışma ve planlama merkezi, Cilt: 2, İran. [Farsça]
- Asia Development Bank**, (2016). *Reducing Disaster Risk by Managing Urban Land Use*, Guidance Notes for Planners, Manila, Philippines.
- Albano, R., Pascale, S., Sdao, F., Sole, A.**, (2013). *A GIS Model for Systemic Vulnerability Assessment in Urbanized Areas Supporting the Landslide Risk Management*, In *Landslide Science and Practice*, Springer Berlin Heidelberg.
- Armaş, I., Gavriş, A.**, (2013). *Social vulnerability assessment using spatial multi-criteria analysis (SEVI model) and the Social Vulnerability Index (SoVI model)—a case study for Bucharest, Romania*. *Natural Hazards and Earth System Science*.
- Aydın, M.**, (2004). *Bilgi sosyolojisi*, İstanbul: Açılım Kitap.
- Berke, P.R., Kartez, J., Wenger, D.**, (1993). *Recovery after a disaster, Achieving sustainable development, mitigation and equity*.
- Balyemez, S.**, (2003). *Kentsel planlama ve tasarım değişkenlerinin deprem olgusu açısından irdelenmesi ve kentsel kentsel deprem davranışı*, İ.T.Ü Fen Bilimler Enstitüsü, yüksek lisans tezi, İstanbul, Türkiye.
- Balyemez, S.**, (2010), *Kentsel Mekanın Deprem Risklerinin Azaltılmasına Yönelik Yeniden Organizasyon ve Bir Toplumsal Katılım Süresi.*, İ.T.Ü, Fen bilimler Enstitüsü, Doktora Tezi: İstanbul.
- Balamir, M.**, (2002a). “Kentsel Risk Yönetimi ve Kentlerin Depreme Hazırlanması”, Kentlerin Depreme Hazırlanması ve İstanbul Gerçeği Sempozyumu, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükşehir Şubesi, 8-9 Şubat, İTÜ Taşkışla Binası 109 No.lu Salon, İstanbul, Türkiye.
- Burby, R. J.**, (1998b). *Natural hazards and land use: An introduction, Cooperating with Nature: Confronting Natural Hazards with Land-Use Planning for Sustainable Communities*, Washington, D.C.
- BAYKAL, F.**, (1990). “Salihli Kentsel Alanının Genişlemesinde ve Belirli Yönlere Kaymasında Rol Oynayan Faktörler”, *Coğrafya Araştırmaları Dergisi*.
- Byström, K., Järvelin, K.**, (1995). *Task complexity affects information seeking and use Information Processing and Management*.

- Carter, W. N.** (2008), *Disaster management, Asian development bank*, Philippines: Mandaluyong city.
- Cüneyt, T.**, (2011). *Depreme karşı yapısal risklerin azaltılması ve yapısal güçlendirme*, Boğaziçi üniversitesi, İstanbul, Türkiye.
- Demirci, A. ve Karakuyu, M.** (2004). *Afet Yönetiminde Coğrafi Bilgi Teknolojilerinin Rolü*, Doğu Coğrafya Dergisi.
- Dan, M. B., Armas, I., Goretti, A.**, (2014). *Earthquake Hazard Impact and Urban Planning*.
- Duzgun, H. S. B., Yüccemen, M. S., Kalaycıoğlu, H. S., Çelik, K., Kemec, S., Ertugay, K., Deniz, A.**, (2011). *An integrated earthquake vulnerability assessment framework for urban areas. Natural hazards*.
- Devrimi, İ., Vakfi, K.**, (1996). *Deprem riskini azaltmak için alanların mekansal ve uzaysal analizi ve planlanması*, Miyan şehir, İran
- Dalkır, K.**, (2005). *Knowledge Management in theory and practice*, Mc Gill University
- Erkal, T., Değerliuyurt, M.**, (2012). *Türkiye’de afet yönetimi*, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afyonkarahisar.
- Eidsvig, U. M. K., McLean, A., Vangelsten, B. V., Kalsnes, Ciurean, R. L., Argyroudis, S., Winter, M. G., Mavrouli, O. C., Fotopoulou, S., Pitilakis, K., Bails, A., Malet, J. P., Kaiser, G.**, (2014). *Assessment of socioeconomic vulnerability to landslides using an indicator-based approach: methodology and case studies*, Bulletin of Engineering Geology and the Environment.
- Erdin, H. E., Çelik, H. Z., Aydın, M.B.S., Özcan, N. S., Erdem, U.**, (2017). *Afet yönetimi içerisinde kentsel mekân ihtiyacı ve kentsel arazi kullanımları, Disiplinlerarası Afet Yönetimi Araştırmaları*, Editörler: Zerrin Toprak Karaman, Oğuz Sancakdar, İlkim Kaya, Albi Yayınları, İzmir.
- EMA**, (2002). *Planning Safer Communities: Land use planning for natural hazards. Australian Emergency Manuals Series*, Part II Approaches to Emergency Management, Volume 2 – Mitigation Planning, Manual 1. Canberra: Emergency Management Australia.
- FEMA**, (2002). *Federal Response Plan*, 9230.1-P Supersedes FEMA 229, April 1992.
- Filemon, A., Uriarte, Jr.**, (2008). *Introduction to knowledge management, Asean Foundation*, Jakarta, Indonesia.
- FEMA**, (2000). *Recommended Seismic Evaluation and Upgrade Criteria for Existing Welded Steel Moment-Frame Buildings*, Washington, D.C., FEMA, 351.
- FEMA**, (2011). *EARTHQUAKE LOSS ESTIMATION METHODOLOGY HAZUS MH 2.1*, Advanced Engineering Building Module (AEBM), Department of Homeland Security Federal Emergency Management Agency Mitigation Division Washington, D.C.
- FEMA**, (1998). *Handbook for the Seismic Evaluation of Buildings – A Prestandard*, Washington, D.C., FEMA, 310.
- FEMA-287**, (1996). *HAZUS: The FEMA Tool for Estimating Earthquake Losses*, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- FEMA**, (1999). *HAZUS99, Technical Manual*, Federal Emergency Management Agency, Washington, D.C.
- Gispén, W. H.**, (2002). *Urban Disaster Management, A Case Study of Earthquake Risk Assessment in Cartago*, Costa Rica: Utrecht University and ITC.

- Gencer, E.**, (2013). *The Interplay Between Urban Development, Vulnerability, and Risk Management: A Case Study of the Istanbul Metropolitan Area*. Heidelberg, Germany.
- Husayni, S. B.**, (2004). *Tehran'da sürdürülebilir kalkınmanın prespektifi*, Tehran belediyesi sosyal araştırma merkezi ve yönetim ve planlama eğitim ve araştırma enstitüsü, Tehran, İran. [Farsça]
- Hamidi, M.**, (1995). *Risk Azaltma ve Afet Yönetiminde Kentsel Planlama ve Tasarımın Rolü*, Uluslararası Sismoloji ve Deprem Mühendisliği Konferansı, Cilt: 2. [Farsça]
- İbrahimi, M., Cezayirli, SA.**, (1995). “*İran İslam Cumhuriyeti Afet Yönetim Planı*”, 2. Uluslararası Deprem ve Deprem Konferansı Bildirileri, Tehran, İran. [Farsça]
- İB-İTÜ**, (2002). *Ulusal Acil Durum Yönetimi Modeli Geliştirilmesi Projesi, Nihai Rapor EK-A.*, İçişleri Bakanlığı ve İstanbul Teknik Üniversitesi Strateji Merkezi Afet Yönetim Merkezi.
- Johnson, L., Dwelley, S., Frew, S.**, (2005). *Planning for the Unexpected: Land-Use Development and Risk*, Chicago, IL: American Planning Association.
- Jones, H., Clench, B., Harris, D.**, (2014). *The Governance of Urban Service Delivery in Developing Countries*. Literature Review. London, UK: Overseas Development Institute.
- Khorrman. Manesh, A.** (2017). *Handbook of disaster and emergency management*, Sweden: Gothenburg.
- Kadioğlu, M.** (2008). “*Küresel iklim değişikliğine uyum stratejileri, Kar Hidrolojisi Sempozyumu*”, 27-28 Mart, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Kadioğlu, M.**, (2011). *Afet Yönetimi Beklenilmeyeni Beklemek, En Kötüsünü Yönetmek*, T.C. Marmara Belediyeler Birliği, İstanbul.
- Kundak, S.**, (2014). *Kentsel Risklerin Azaltılması*, İstanbul Valiliği, İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB), İstanbul Sismik Riskin Azaltılması ve Acil Durum Hazırlık Projesi kapsamında yayınlanan İSMEP Rehber Kitabı, İstanbul, Türkiye.
- Karimzadeh, S., Miyajima, M., Hassanzadeh, R., Amiraslanzadeh, R., Kamel, B.** (2014). *A GIS-based seismic hazard, building vulnerability and human loss assessment for the earthquake scenario in Tabriz*, Soil Dynamics and Earthquake Engineering.
- KOMUT, E. M.**, (2000). “*Deprem Zararlarının Azaltılmasında Arazi Kullanımı*”, Kentsel Yerleşmeler ve Doğal Afetler, Ankara Mimarlar Odası Yayını, Armoni Matbaası Ankara, Türkiye.
- Kadioğlu, M.**, (2008). “*Modern, Bütünleşik afet yönetimin temel ilkeleri*”, M. Kadioğlu ve E. Özdamar (Der) Afet zararlarını azaltmanın temel ilkeleri, Ankara: İsmat Matbaacılık.
- Kucza, T.**, (2001). *Knowledge Management Process Model, Technical research center of finland*.
- Karaman, H., Şahin, M., Elnashai, A.S.**, (2007). “*Earthquake Loss Assessment Features of MAEvizİSTANBUL (HAZTURK)*”, International Symposium on Earthquake Loss Estimation for Turkey, Istanbul, Turkey, September 2007.
- Karaman, H.**, (2007). *Effects of the Datum and Projection of the Data for the Earthquake Loss Assessment*, International Symposium on Earthquake Loss Estimation for Turkey, Istanbul, Turkey, September, 2007.

- Loh, C. H. and K. L. Wen,** (2004). *Seismic Hazard Re-analysis of Taiwan Power Company's*, Nuclear Power Plant No. 4 at Yenliao Site, Taiwan Power Company, Taiwan.
- Larionov V.I., Frolova N.I.,** (2006). *Estimation of Earthquake Consequences in Emergency Mode At Global Scale*. Proc. of All-Russian Conf. "RISK-2006", Moscow, Publishing House of Russian University of People Friendship, 2006,
- Mustafa, S., Dusti, Zandiye, A.** (1993). *Depremlerin yol açtığı atıkları azaltmak için afet yönetimi uygulaması*, Doğal Kurtarma Çalışmaları Merkezi, Tehran, İran. [Farsça]
- Martins, V. N., Silva, D. S., Cabral, P.,** (2012). *Social vulnerability assessment to seismic risk using multi criteria analysis: the case study of Vila*, Franca.
- Malmsjö, A.,** (1996). "Information seeking behavior and development of information systems: A contextual view", Information seeking in context, konferansı
- Özmen, B., Özden, A.T.,** (2013). *Türkiye'nin afet yönetim sistemine ilişkin eleştirel bir değerlendirme*, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi.
- Uyanık, O.** (2002). *Kayma Dalga Hızına Bağlı Potansiyel Sıvılaşma Analiz Yöntemi*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, DEU. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Opadeyi, J.,** (2010). *Perspectives on Earthquake Risk Assessment and Management in Trinidad and Tobago*, Department of Geomatics Engineering and Land Management, The University of the West Indies, St. Augustine, Trinidad, West Indies.
- Organization of American States,** (1991). *Primer on Natural Hazard Management in Integrated Regional Development Planning*. Washington, DC.
- Özmen, B., Nurlu, M., Kuterdem, K., Temiz, A.,** (2005). *Afet Yönetimi ve Afet İşleri Genel Müdürlüğü*. Deprem Sempozyumu 2005, 23-25 Mart 2005, Grand Yükseliş Hotel, İzmit.
- PARTAVİ, P.,** (1995). *Deprem zafiyetini azaltmak için kriterleri uygulamadaki sınırlamalar ve çelişkiler*, Uluslararası Sismoloji Enstitüsü ve Deprem Mühendisliği, Cilt: 2, Tehran, İran. [Farsça]
- Poyan, J., Natık İ., F.,** (1994). *Büyük şehirlerin depreme karşı hassasiyeti*, Üçüncü Uluslararası Sismoloji ve Deprem Mühendisliği Konferansı Bildirileri, Tehran, İran. [Farsça]
- Rezaiyan, A.,** (2002). *Afet yönetimi, ilk bilimsel araştırma konferansının bildirileri*, Uygulamalı Yüksek Öğretim Enstitüsü, Tehran İran. [Farsça]
- Samsunlu, A., Tanık A., Eroğlu, V.,** (1999). *Urban Impacts and Probable Effects of Earthquakes on The Infrastructure of a Megacity*, Istanbul, Proceedings of ITU – IAHS International Conference on The Kocaeli Earthquake, December 2 – 5, İstanbul.
- Sarıkaya, H., Koyuncu, İ.,** (1999). *Evaluation of the Effects of Kocaeli Earthquake on Water and Wastewater Systems*, Proceedings of ITU – IAHS International Conference on the Kocaeli Earthquake, December 2 – 5, İstanbul.
- Saunders, W.S.A., Becker, J.,** (2015). *A Discussion of Resilience and Sustainability: Land Use Planning Recovery from the Canterbury Earthquake Sequence*, New Zealand. International Journal of Disaster Risk Reduction.
- Sushchev, S., Larionov V., Frolova N.,** (2010). *SEİSMİK RİSK ASSESSMENT AND MANAGEMENT WITH EXTREMUM SYSTEM APPLICATION*. Proc. of

- the XV International Scientific and Practical Conference “Protection of Population and Territories under Emergencies”, May 18–20, 2010 Moscow,
- Türkoğlu, H.**, (2014). *Afete Dirençli Şehir Planlama ve Yapılaşma*, İstanbul Valiliği, İstanbul İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü (İstanbul AFAD), İstanbul Proje Koordinasyon Birimi (İPKB), İstanbul, Türkiye.
- T.C. Başbakanlık**, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı AYDES, AFET YÖNETİM VE KARAR DESTEK SİSTEMİ - GENEL TANITIM.
- UNISDR (The United Nations Office for Disaster Risk Reduction)**, (2011). *European Forum for Disaster Risk Reduction*, Council of Europe (COE), United Nations Office for Disaster Risk Reduction - Regional Office for Europe (UNISDR EUR).
- Westen, C. J. V., Alkema, D., Damen, M. C. J., Kerle, ve N. N., Kingma, C.**, (2011). *Multi hazard risk assessment*, Distance education course guide book. United Nations University-ITC School on Disaster Geo information Management (UNU-ITC DGIM).
- Yeniçeri, Ö., İnce, M.** (2005). “*Bilgi yönetim stratejileri ve girişimcilik*”, İstanbul: IQ Kültür Sanat Yayıncılık.
- Yuexiao, Z.**, (1988). *Definitions and sciences of information. Information Processing and Management*.
- YEH, C. H., LIN, C. C. J., CHEN, C.**, (2012). *APPLICATION OF TAIWAN EARTHQUAKE LOSS ESTIMATION SYSTEM (TELES) ON SEISMIC DISASTER SIMULATION WEBSITE*, National Center for Research on Earthquake Engineering, Taipei, Taiwan.
- Yeh, C. H., C. H. Loh, and K. C. Tsai**, (2003). *DEVELOPMENT OF EARTHQUAKE ASSESSMENT METHODOLOGY IN NCREE*, Proceedings of Joint NCREE/JRC Workshop, November 17-18, Taipei, Taiwan.

İnternet Kaynakları

- URL-1, <https://docplayer.biz.tr/10049587-Afet-ve-acil-mudahale-bilgi-sistemi-yard-doc-dr-mehmet-fatih-doker.html> [16.01.2019]
- URL-2, <https://www.cografyadeferim.com/9-sinif-cografya/yerin-katmanlari-yerkabugunun-ozellikleri.html/attachment/yerin-katmanlari> [25.01.2019]
- URL-3, <http://www.cografyasozlugu.com/index/index/H/471> [01.02.2019]
- URL-4, <http://www.ibb.gov.tr/tr-TR/SubSites/DepremSite/Pages/DepremParametreleri.aspx> [13.03.2019]
- URL-5, <https://www.tech-worm.com/sismograf-nedir-ne-ise-yarar-nasil-calisir/> [30.02.2019]
- URL-6, <https://www.thoughtco.com/mercalli-earthquake-intensity-scale-1441136> [14.02.2019]
- URL-7, <http://rock-cafe.info/suggest/normal-fault-stress-6e6f726d616c.html> [05.03.2019]
- URL-8, https://en.wikipedia.org/wiki/1964_Niigata_earthquake [20.04.2019]

- URL-9, <https://sakarya.afad.gov.tr/tr/8710/17-Agustos-1999-Marmara-Depremi-sonrasi-Adapazari-2> [22.05.2019]
- URL-10, <https://www.slideshare.net/OrhanCerit/07-deprem> [12.04.2019]
- URL-11, <https://resalat-news.com/?p=1726> [03.04.2019]
- URL-12, https://www.barewalls.com/art-print-poster/tsunami-disaster-formation-diagram_bwc49060821.html [15.07.2019]
- URL-13, <https://www.pmfias.com/tsunami-2004-indian-ocean-tsunami-tsunami-waves-warning-systems/> [24.05.2019]
- URL-14, <https://www.theatlantic.com/photo/2016/03/5-years-since-the-2011-great-east-japan-earthquake/473211/> [09.06.2019]
- URL-15, <http://volkan.com.tr/volmagazine/tupras-korkuttu/> [11.07.2019]
- URL-16, <https://www.haberturk.com/gundem/haber/1190376-kocaelide-tupras-rafinesinde-yanin-cikti> [21.03.2019]
- URL-17, <https://www.fema.gov/hazus-modernization> [18.09.2019]
- URL-18, <http://www.share-eu.org/node/23.html> [04.06.2019]
- URL-19, https://www.academia.edu/22210300/Network_of_European_Research_Infrastructures_for_Earthquake_Risk_Assessment_and_Mitigation_Nera_-_Networking_Accelerometric_Networks_and_SM_Data_Users_NA3 [02.03.2019]
- URL-20, <http://www.imash.ru/scientific-section/section1/list-laboratories1/laboratories11/project-title/> [05.09.2019]
- URL-21, <https://earthquake.usgs.gov/data/pager/background.php> [08.10.2019]
- URL-22, <https://earthweb.ess.washington.edu/ahotovec/pdf/OFR2009-1131.pdf> [23.10.2019]
- URL-23, <https://www.afad.gov.tr/tr/3639/Afet-Yonetim-ve-Karar-Destek-Sistemi-Projesi-AYDES> [25.10.2019]

ÖZGEÇMİŞ

Fazel Ahmad Siawash OCHMAS, Mohammad Anwer OCHMAS oğlu 30/08/1991 yılında Afganistan Faryab ilinin Maymana şehrinde, Türk yollu ilçesinde doğdu. 1997 yılında Arabhana yüksek lisesinde kayıt olarak ik ve orta okulu bitirip 2009 yılında aynı okulda lise mezunu oldu. 2010 yılında kankur sınavına girerek Afganistanın Şebergan ilçesinde bulunan Jawzjan üniversitesinde inşaat mühendislik fakültesini kazanıp 2014 yılında Endüstriyel ve sivil bölümünden lisans seviyesinde mezun oldu. 2014 ve 2016 arasında UNOPS (United Nation Office for Project Sported) ofisinde yüksek eğitim alıp inşaat mühendisi olarak özel firmalarda çalıştı.

