

T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AFET YÖNETİMİNDE ZARAR GÖREBİLİRLİĞİ ÖNLEYİCİ YAPILAR:
BİNA YAPISAL ELEMANLARINDA ESNEK POLİÜRE SPREY MALZEME
KAPLAMA**

YÜKSEK LİSANS

Öznur AKDUMAN

HAZİRAN-2022
GÜMÜŞHANE



**T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AFET YÖNETİMİNDE ZARAR GÖREBİLİRLİĞİ ÖNLEYİCİ YAPILAR:
BİNA YAPISAL ELEMANLARINDA ESNEK POLİÜRE SPREY MALZEME
KAPLAMA**

**STRUCTURES FOR PREVENTING VULNERABILITY STRUCTURES IN
DISASTER MANAGEMENT: FLEXIBLE POLYUREA SPRAY MATERIAL
COATING IN BUILDING STRUCTURAL ELEMENTS**

YÜKSEK LİSANS

Öznur AKDUMAN

**HAZİRAN-2022
GÜMÜŞHANE**



T.C.
GÜMÜŞHANE ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
AFET YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**AFET YÖNETİMİNDE ZARAR GÖREBİLİRLİĞİ ÖNLEYİCİ YAPILAR:
BİNA YAPISAL ELEMANLARINDA ESNEK POLİÜRE SPREY MALZEME
KAPLAMA**

**STRUCTURES FOR PREVENTING VULNERABILITY STRUCTURES IN
DISASTER MANAGEMENT: FLEXIBLE POLYUREA SPRAY MATERIAL
COATING IN BUILDING STRUCTURAL ELEMENTS**

YÜKSEK LİSANS

Öznur AKDUMAN

Danışman: Doç. Dr. Afşin Ahmet KAYA

HAZİRAN-2022
GÜMÜŞHANE

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI

Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlamış olduğum “**Afet Yönetiminde Zarar Görebilirliği Önleyici Yapılar: Bina Yapısal Elemanlarında Esnek Poliüre Sprey Malzeme Kaplama**” isimli bu tezimin, tamamen kendi çalışmam olduğunu, her alıntıya kaynak gösterdiğimi, alıntı yaptığım tüm çalışmaları kaynakçada belirttiğimi ve Gümüşhane Üniversitesi'nin lisanslı kullanıcısı olduğum intihal yazılım programı ile Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün belirlediği kıstaslara uygun olarak raporladığımı taahhüt ederim. Tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Gümüşhane Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivinde saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

16/06/2022

Öznur AKDUMAN

TEŞEKKÜR

Ülkeye, bilime ve dünyaya yarar sağlayacak çalışmalar yaparak, tüm birikimlerini ülkenin yararına kullanabilmek ve afet yönetiminde ülkenin kalkınmasına katkı sağlamak isteyen bir afet yöneticisi olarak; bu çalışmanın afet yönetiminde zarar görebilirliği önleyici yapı sektörüne ışık tutacağını ümit ediyorum.

Tez çalışmamın yürütülmesinde ve tamamlanmasında danışmanlığımı yapan, bana her daim yol gösteren ve önemli desteklerini esirgemeyen, değerli danışmanım aynı zamanda Afet Yönetimi Ana Bilim Dalı Başkanı olan Sayın Doç. Dr. Afşin Ahmet KAYA 'ya tüm süreçlerdeki kolaylaştırıcı ve motive edici yaklaşımından dolayı teşekkürü arz bilirim.

Ayrıca tüm eğitim hayatımda ve özellikle tez yazım sürecinde karşılaştığım zorlukları göğüslememi sağlayan ve her zaman yanımda olan başta annem Pembe AKDUMAN 'a ve canım aileme, desteklerini hiç esirgemeyen sevgili arkadaşım Şevki YILMAZ 'a; donatısız beton blokların temininde ve değerli bilgilerini esirgemeyen değerli meslektaşım Arş. Gör. Yavuz Selim AKSÜT 'e ve Poliüre kaplamanın uygulamasını sağlayan Duayen Polyurea Yapı Kimyasalları A.Ş, 'ye teşekkür ederim.

Bu çalışma Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı tarafından desteklenmiştir. Proje başvuru numarası: 1919b011901241.

Öznur AKDUMAN
GÜMÜŞHANE - 2022

ÖZET

Türkiye’de doğal, teknolojik ve insan kaynaklı tehlikelerle ortaya çıkabilecek risklerin yönetilmemesi sonucunda birçok afet meydana gelmektedir. Yaşanan bu afetler sonucunda; oluşan zararların büyük boyutlara ulaşması, afet yönetiminin bir basamağı olan risk yönetimi kavramını hayati kılmaktadır. Bu nedenle başta depremler ve diğer afetlerin olumsuz etkilerini önlemeye yönelik çalışmalara duyulan ihtiyaçlar her geçen gün artmaktadır.

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de yaşanan depremler başta olmak üzere tüm afetlerin yapılara verdiği zararları azaltmak ve mümkünse ortadan kaldırmaya yönelik çalışmalara katkıda bulunmaktır.

Bu tez çalışmasında, bina yapısal elemanların kaplanması ile elde edilen blokların darbe etkisi altındaki performansı değerlendirilmiştir. Bu amaçla donatısız beton bloklar, yeni nesil bir kaplama malzemesi olan ve birçok sektörde sıkça kullanılan esnek poliüre kaplama ile belirli katlarda kaplanmıştır. Kaplanmış olan numuneler, daha sonra 3 Nokta Eğme testlerine maruz bırakılmıştır. Bu testlerde elde edilen sonuçlar analizlenmiştir. Poliüre ile kaplı numunelerin, poliüre ile kaplanmamış numunelere göre mukavemetinin yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Böylelikle yapıların yapısal elemanlarında poliüre esnek spreyci poliüre kompozit maddesinin kullanılması ile depremler başta olmak üzere diğer tüm afetlere karşı yapıların zarar görebilirliğini azaltıcı sistemlere bir alternatif sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Afet yönetimi, Depremler, Poliüre kompozitler, Sismik risk değerlendirme, Yapı güvenliği

SUMMARY

Many disasters occur in Turkey as a result of not managing the risks that may arise from natural, technological and human-made hazards. As a result of these disasters; The large scale of the losses makes the concept of risk management, which is a step of disaster management, vital. For this reason, the need for studies aimed at preventing the negative effects of earthquakes and other disasters is increasing day by day.

The aim of this study is to contribute to studies aimed at reducing and, if possible, eliminating the damage caused by all disasters, especially earthquakes in Turkey.

In this thesis, the performance of the blocks obtained by covering the structural elements of the building under the impact was evaluated. For this purpose, unreinforced concrete blocks are covered in certain layers with flexible polyurea coating, which is a new generation coating material and is frequently used in many sectors. The coated samples were then subjected to 3-Point Bend tests. The results obtained in these tests were analyzed. It was observed that the strength of the samples coated with polyurea was higher than the samples that were not coated with polyurea. Thus, with the use of polyurea flexible spray polyurea composite material in the structural elements of the buildings, an alternative to the systems that reduce the vulnerability of the structures against all other disasters, especially earthquakes, has been presented.

Keywords: Disaster management, Earthquakes, Polyurea composites, Seismic risk assessment, Building safety

İÇİNDEKİLER

KABUL VE ONAY	III
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK BEYANI.....	IV
TEŞEKKÜR.....	V
ÖZET	VI
SUMMARY	VII
İÇİNDEKİLER	VIII
TABLOLAR DİZİNİ	XII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
2. TEMEL KAVRAMLAR.....	3
2.1. Tehlike	3
2.1.1. Tehlike Yönetimi	4
2.2. Risk	6
2.2.1. Risk, Olasılık ve Belirsizlik	7
2.2.2. Risk ve Karar Verme	7
2.2.3. Risk Yönetimi	9
2.2.3.1. Riskleri Tanımlayın	9
2.2.3.2. Değerlendirme kriterleri geliştirerek, uygulayın	10
2.2.3.3. Risk Etkileşimlerini Değerlendirin	10
2.2.3.4. Riskleri Önceliklendirin.....	10
2.2.3.5. Risklere Yanıt Verin	11
2.2.3.6. Değerlendirme ve Kontrol	11
2.2.4. Risk Yönetiminde Kullanılan Teknikler	12
2.3. Yönetilemeyen Risklerin Sonuçları	13
2.3.1. Olay.....	13
2.3.2. Acil durum	13
2.3.3. Olağan Dışı Durum.....	14
2.3.4. Kriz	14
2.3.5. Kriz yönetimi	14
2.3.6. Afet	15
2.3.7. İkincil Afetler.....	16
2.3.8. Ardışık (Basamaklı) Afetler.....	16

2.4. Afetlerin Büyüklüğüne Etki Eden Faktörler	20
2.5. Afetlerin Etkileri	20
2.6. Afetlerin Sınıflandırılması	20
2.7. Afet Yönetimi	27
2.7.1. Afet Risk Yönetimi	30
2.7.1.1. Afet Zarar Azaltma Aşaması	32
2.7.1.2. Afet Hazırlık Aşaması	33
2.7.2. Afet Kriz Yönetimi	34
2.7.2.1. Afet Kriz Yönetimi	34
2.7.2.1.1. Afet Müdahale Aşaması	35
2.7.2.1.2. Afet İyileştirme/ Yeniden İnşa Aşaması	36
2.7.3. Bütünleşik (Modern) Afet Yönetimi.....	36
2.8. Bazı Ülkelerdeki Afet Yönetim Sistemleri	37
2.8.1. Amerika Birleşik Devletleri Afet Yönetim Sistemi.....	38
2.8.2. Japonya’da Afet Yönetim Sistemi	38
2.8.3. Almanya’da Afet Yönetim Sistemi.....	38
2.8.4. Rusya Federasyonu Afet Yönetim Sistemi	39
2.8.5. Türkiye Afet Yönetim Sistemi.....	39
3. DEPREMLER	41
3.1. Yerkürenin Yapısı.....	41
3.2. Levha (Plaka) Tektoniği	42
3.2.1. Birbirinden Uzaklaşan Levhalar	42
3.2.2. Birbirine Yaklaşan Levhalar	43
3.2.3. Yatay Sürtünen Levhalar	43
3.3. Faylar ve Fayların Oluşumu	44
3.3.1. Fayların Türleri ve Oluşum Özellikleri	45
3.4. Depremlerin Oluşumu.....	46
3.4.1. Doğal Nedenli (Kendiliğinden Oluşan) Depremler	46
3.4.2. Yapay (İnsan Faaliyetleri Nedenli) Depremler.....	47
3.5. Depremlerle İlgili Bazı Kavramlar	48
3.5.1. Deprem Dalgaları.....	48
3.5.1.1. Cisim dalgaları.....	49
3.5.1.1.1. P dalgaları.....	49
3.5.1.1.2. S dalgaları.....	50
3.5.1.2. Yüzey dalgaları	50

3.5.1.2.1. L Dalgaları.....	50
3.5.1.2.2. R Dalgaları	51
3.5.2. Deprem Parametreleri	52
3.5.2.1. Odak Noktası	52
3.5.2.2. Merkez Üssü (Dış Merkez, Episantr)	52
3.5.2.3. Odak Derinliği	52
3.5.3. Depremlerin Ölçülmesi.....	53
3.5.3.1. Depremin Büyüklüğü.....	53
3.5.3.2. Depremin Şiddeti	53
3.5.3.3. Öncü Deprem.....	55
3.5.3.4. Artçı Deprem	55
3.6. Türkiye'nin Depremselliği.....	55
3.6.1. Türkiye'de fay oluşumunu etkileyen levhalar;	58
3.6.1.1. Avrasya Levhası	59
3.6.1.2. Afrika Levhası	59
3.6.1.3. Arap Levhası.....	59
3.6.1.4. Anadolu Levhası.....	60
3.6.1.5. Ege Levhası.....	60
3.6.2. Türkiye'deki Fayların Dağılışı.....	60
3.6.2.1. Kuzey Anadolu Fay Hattı	60
3.6.2.2. Doğu Anadolu Fay Hattı.....	60
3.6.2.3. Batı Anadolu Fay Zonları	61
3.6.2.4. Orta Anadolu Fay Zonları.....	61
3.6.2.5. Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonları	61
3.7. Depremlerin Etkileri	61
3.7.1. Depremlerin Fiziksel Etkileri.....	62
3.7.2. Depremlerin Sosyal Etkileri.....	63
3.7.3. Depremlerin Çevresel Etkileri	63
3.7.4. Depremlerin Ekonomik Etkileri.....	64
3.7.5. Depremlerin Kültürel Etkileri	64
4. DEPREM VE YAPILAR	66
4.1. Yapı Malzemesinin Tarihsel Gelişimi	66
4.2. Yapılar	68
4.2.1. Yapı Sınıflandırması	68
4.2.2. Türkiye'de Bulunan Yapılarda Kullanılan Ana Yapı Malzemeleri.....	70

4.2.2.1. Ahşap Binalar	70
4.2.2.2. Yığma Binalar.....	70
4.2.2.3. Çelik Karkaslı Yapılar	70
4.2.2.4. Betonarme Binalar	71
4.3. Depremlerin Yapılara Etkileri	71
4.3.1. Türkiye’deki Depremlerde Meydana Gelen Tipik Yapı Hasarları ve Alınacak Tedbirler	72
4.4. Deprem Risk Yönetimleri.....	79
4.4.1. Sismik korunma yöntemleri.....	80
4.5. Sismik Korunma Sistemleri İçin Bazı Teknolojik Gelişmeler	81
4.5.1. Taban Yalıtımı (Sismik İzolasyon) Sitemler	81
4.5.2. Sismik Sönümleyici Sitemler (Darbe Emiciler)	83
4.5.3. Mukavva Tüpler.....	87
4.5.4. Şekil Hafızalı Alaşımlar.....	88
4.5.5. Kompozit Malzemelerle Güçlendirilmesi.....	88
5. POLİÜRE KAPLAMA	90
5.1. Poliüre Tanımı ve Özellikleri	90
5.1.1. Poliüre Kaplamanın Kullanım alanları	92
5.2. Deneysel Çalışmalar	93
5.2.1. Malzemeler	93
5.2.2. Donatısız Beton Blok Eldesi;.....	94
5.2.3. Poliüre Maddesinin Temini ve Kaplama Uygulaması.....	94
5.3. Deneysel Sonuçlar	100
6. BULGULAR VE TARTIŞMA	110
7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME	115
KAYNAKÇA.....	119
ÖZGEÇMİŞ	144

TABLULAR DİZİNİ

Tablo 1. Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (afad) afet sınıflandırması.....	24
Tablo 2. EMDAT tehlike/ afet sınıflaması	25
Tablo 3. Değiştirilmiş Mercalli Ölçeği	54
Tablo 4. Türkiye’de yaşanan bazı depremler ve etkileri.....	55
Tablo 5. Yapılarda kullanılan ana yapı.	70
Tablo 6. Donatısız beton blok karışım oranları.....	94
Tablo 7. Beton bloklara poliüre malzemesi katları	96
Tablo 8. Donatısız beton bloklara 3 nokta eğme deney presi uygulaması sonrası elde edilen kuvvet, enerji ve sehim değerleri	101
Tablo 9. Poliüre kaplamalı donatısız beton blok numunelerinin kuvvet, sehim ve tokluk değerleri	110

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Tehlike yönetimi	4
Şekil 2. Risk ortamında karar verme.....	8
Şekil 3. Afet risk belirsizliklerinde karar verme.	8
Şekil 4. Risk yönetimi adımları.....	9
Şekil 5. Art arda gelen olaylar, krizler ve afetler için büyüklük ölçeği	18
Şekil 6. Ekşi'nin 2017'de ve İstanbul Sanayi Odası (İSO)'nın 2008'de yapmış olduğu afet sınıflandırması	21
Şekil 7. EMDAT 'a göre afetlerin sınıflandırılması	21
Şekil 8. CRED'inin oluşturmuş olduğu doğal afetler sınıflandırması.	22
Şekil 9. Ekşi'nin 2017 yılında yapmış olduğu teknolojik- insan kaynaklı afetler ve alt türleri.....	23
Şekil 10. Afet yönetiminde yaklaşımlar.....	28
Şekil 11. Afet Yönetimi Döngüleri.	30
Şekil 12. Bütünleşik afet yönetimi	37
Şekil 13. Yerkürenin içyapısı.....	41
Şekil 14. Levha (Plaka) hareketliliği.....	42
Şekil 15. Dünyadaki levhalar ve hareketleri	44
Şekil 16. Fay mekaniği.....	45
Şekil 17. Fayların türleri	46
Şekil 18. P dalgaları	49
Şekil 19. S dalgaları	50
Şekil 20. Love dalgaları	51
Şekil 21. Rayleigh dalgaları	51
Şekil 22. Deprem parametreleri	52
Şekil 23. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (BDTİM) 1985-2021 Yılları Arasında Çözümü Yapılan Depremlerin Yıllara Göre Dağılımı	57
Şekil 24. 2000-2020 Yılından itibaren kaydedilen deprem büyüklükleri ve deprem sayıları.....	57
Şekil 25. 2020-2022 Yılından itibaren kaydedilen deprem büyüklükleri ve deprem sayıları.....	58

Şekil 26. Türkiye’de deprem oluşumuna neden olan levhalar.....	59
Şekil 27. Depremlerin etkileri.....	62
Şekil 28. (a) Burulma düzensizliği oluşum mekanizması (Özmen, 2004) (b) 1999 Kocaeli Depremi sonrasında burulma hasarı gözlenen kamu binası.	72
Şekil 29. ((a)-(b)) 1999 Kocaeli Depremi’nde meydana gelen döşeme hasarları.....	73
Şekil 30. 1999 Kocaeli Depremi’nde planda çıkıntılar bulunan bir binada meydana gelen deprem hasarı	74
Şekil 31. (a) 2003 Bingöl Depremi zayıf kat hasarı (b) 2011 Van Depremi zayıf kat hasarı.....	75
Şekil 32. (a) 2011 Van Depremi yumuşak kat hasarı (b) 1999 Kocaeli Depremi’nde meydana gelen yumuşak kat hasarı	76
Şekil 33. (a) Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği oluşum mekanizması, (b) İnşaat halindeki binada taşıyıcı sistem akslarının paralel olmaması durumu	77
Şekil 34.(a) Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliğinin oluşum mekanizması, (b) İnşaat halindeki binada taşıyıcı sistem akslarının paralel olmaması durumu	77
Şekil 35.2011 Van Deprem’inde çekiçleme ve yumuşak kat hasarı nedeniyle ağır hasar gören bir bina.....	78
Şekil 36. 1999 Kocaeli Depremi merdiven sahanlığı kısa kolon etkisi (Robles, 1999)..	79
Şekil 37. (a) Normal yapı tasarımı (Ankastre Mesnetli Yapı) (b) Sismik İzolasyonlu Yapı.....	82
Şekil 38. Tabakalı kauçuk mesnetler	82
Şekil 39.(a) Meksika Lerma 256 Binası’nda kullanılan bir sönümleme örneği, (b) Atatürk Uluslararası Havalimanı’nda kullanılan bir sönümleme örneği, (c) Londra Millennium Köprüsü kullanılan bir sönümleme örneği ((a)-(b)-(c)) Symans vd. 2008).	83
Şekil 40. Sönümleyicilerin çeşitleri	84
Şekil 41.(a) Ayarlı kütle sönümleyici, (b) Ayarlı kütle sönümleyicilerinin çalışma mekanizması ((a)-((b)).....	85
Şekil 42. Sismik Görünmezlik Pelerini mekanizması.....	86
Şekil 43. Çelik Çapraz Çerçevesel ve Diyaframların Mekanizması	87
Şekil 44. ((a)-(b)) Karton tüplerin betonarme kalıplarda kullanımı, c) Taşıyıcı karton tüplerin kolonlarda kullanımı, (d) Taşıyıcı karton tüplerin kirişlerde kullanımı (((a)-(b)-(c)-(d)).....	88

Şekil 45. Yapı malzemesi kompozit lifler.....	89
Şekil 46. Poliürenin sentez reaksiyonu	90
Şekil 47. Poliürenin kimyasal yapısı.....	91
Şekil 48. Laboratuvar ortamında elde edilen 6 adet donatısız beton blok numunesi.....	94
Şekil 49.Poliüre uygulama makinası (a) Basınçlı ısıtma ekipmanları; (b) Poliüre bileşimi.....	96
Şekil 50.Donatısız beton bloklara (3 adet) poliüre kaplamasının uygulanması (sırasıyla 2, 4 ve 6 Katlı).....	96
Şekil 51.Gümüşhane Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı BCO-114 SERIES test cihazı	97
Şekil 52. Nokta eğme deneyi düzeneği.....	99
Şekil 53. Poliüre kaplamalı ve referans donatısız beton bloklar.....	100
Şekil 54. 3 Nokta Eğme Deney Presi Uygulaması.....	100
Şekil 55. Referans numunesi 1'in kuvvet-sehim ilişkisi (5.13 kN-0.91mm).....	101
Şekil 56. Referans numunesi 1'in enerji-sehim ilişkisi (0.97 J-0.91mm).....	102
Şekil 57. Referans numunesi 2'nin kuvvet-sehim ilişkisi (5.53 kN-0.95 mm).....	102
Şekil 58. Referans numunesi 2'nin enerji-sehim ilişkisi (1.17 J-0.95mm).....	103
Şekil 59. Referans numunesi 3'ün kuvvet-sehim ilişkisi (5.37 kN-0.92 mm).....	103
Şekil 60. Referans numunesi 3'ün enerji-sehim ilişkisi (1.04 J-0.92mm).....	104
Şekil 61. Poliüre kaplamalı (2 kat) numunenin kuvvet-sehim ilişkisi (5.94 kN-104.90 mm).....	104
Şekil 62. Poliüre kaplamalı (2 kat) numunenin enerji-sehim ilişkisi (377.68 J-105.904 mm).....	105
Şekil 63. Poliüre kaplamalı (4 kat) numunenin kuvvet-sehim ilişkisi (4.37 kN-85.74 mm).....	105
Şekil 64. Poliüre kaplamalı (4 kat) numunenin enerji-sehim ilişkisi (234.27 j-85.74 mm).....	106
Şekil 65. Poliüre kaplamalı (6 kat) numunenin kuvvet-sehim ilişkisi (3.09 kN-68.37 mm).....	106
Şekil 66. Poliüre kaplamalı (6 kat) numunenin enerji-sehim ilişkisi (146.90 J-68.37 mm).....	107
Şekil 67. Referans numunelerinin (Referans 1,2,3) sehim yapmadan gevrek kırılması	107
Şekil 68. Poliüre kaplamalı (2 kat) numunelerde sehim	108
Şekil 69. Poliüre kaplamalı (4 kat) numunelerde sehim	108
Şekil 70. Poliüre kaplamalı (6 kat) numunelerde sehim	109

Şekil 71. Tüm numunelerde kuvvet değişimi	113
Şekil 72. Tüm numunelerde kuvvet sehim değişimi	114
Şekil 73. Tüm numunelerde tokluk (enerji yutma) değişimi	115



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADRC	: Asian Disaster Reduction Center
AFAD	: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
Bar	: Basınç Birimi
BCOEM	: Bexar County Office Of Emergency Management
BDTİM	: Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi
BGS	: Bundesgrenzschutz (Federal Sınır Koruma Gücü)
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
CRED	: Centre For Research On The Epidemiology Of Disasters
EM-DAT	: Emergency Events Database Acil Durumlar Veritabanı
EMERCOM	: Ministry Of Civil Defense Emergency And Natural Disasters Of Russia.
INISDR	: United Nations International Strategy For Disaster Reduction
IOM	: International Organization For Migration
İSO	: İstanbul Sanayi Odası
Km	: Kilometre
Km ²	: Kilometrekare
Kw	: Kilowatt
MEDAK	: Medikal Arama Kurtarma Derneği
mm	: Milimetre
MÖ	: Milattan Önce
MS	: Milattan Sonra
NLA	: The National Legislative Assembly
OBS	: Ocean Bottom Seismic Sensor System
OECD	: Organisation For Economic Co-Operation And Development
OEM	: Office Of Emergency Management
PMI	: Project Disaster Management
T.Y	: Tarih Yok

TAMP	: Türkiye Afet Müdahale Planı
TBDY	: Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği
TDK	: Türk Dil Kurumu
Tg.	: Camsı Geçiş Sıcaklığı
TUCSA	: Türk Yapısal Çelik Derneği
UNDRR	: United Nations Office For Disaster Risk Reduction
UNISDR	: United Nations Office For Disaster Risk Reduction
V.D	: Ve diğeri, ve diğeri



1. GİRİŞ

Bu bölüm; afetler, afet yönetimi, depremler, yapılar ve depremlerin yapılara etkileri ile deprem risk yönetimi hakkında kısa bilgileri içermektedir.

Doğanın, teknolojinin veya insanın kaynağını oluşturduğu, canlılara ve çevreye zarar verme riski taşıyan olayların gerçekleşmesi ile birlikte toplumda ve ekosistemde büyük ve olumsuz etkilere neden olarak fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplara yol açan ve eldeki kaynakları yetersiz kılan her durumun sonucu afet olarak nitelendirilebilir (Golestaneh, 2018). Yaşanan tehlikelerin yönetilememesi, artan belirsizlikler ve zararlarının çok büyük boyutlara ulaşması, risk kavramının afet yönetiminde aktif olarak kullanılmasını hayati kılmaktadır. Afet yönetimi sahip olunan risklerin, tırmanarak afete dönüşmesinin önlenmesi veya etkilerinin azaltılması olarak ifade edilebilir (Thomas, 2019). Türkiye’de depremlerin diğer afet türlerine göre daha fazla etkili olmalarının nedenleri arasında; nüfusu fazla olan şehirlerde plansız kentleşme, yapıların yeterli mühendislik hizmeti almamış olması, denetimsizlik, yanlış sanayileşme, deprem risklerini anlamaya ve azaltmaya yönelik çalışmaların uygulanmaması gibi faktörler sayılabilir. Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD, 2021a) tarafından hazırlanan rapora göre ise Türkiye topraklarının yaklaşık %92’sinin deprem tehlikesine sahip olduğu belirtilmiştir. Yaşanılan depremler göz önüne alındığında genellikle müdahale ve iyileştirme evrelerine yönelik çalışmaların yoğunluk kazandığı görülmektedir. Ancak depremler başta olmak üzere her türlü afetin en az zararla atlatılabilmesi için afet sonrası faaliyetlerden ziyade, afet öncesi çalışmalara yönelmesi gerektiği açıktır. Dolayısıyla yaşanan afetlerin sıklığının ve etki alanlarının gün geçtikçe artması araştırmacıları bu konuda bilimsel çalışmalara daha fazla ilgi göstermeye sevk ettiği söylenebilir (Baytekin ve Babacan, 2007).

Deprem risk yönetimi, bir toplumdaki kırılganlıkları ve deprem risklerini en aza indirmek, önlemek ya da sınırlamak için geniş kapsamlı sürdürülebilir politikaların, stratejilerin sistematik olarak geliştirilmesi ve uygulanması olarak belirtilmektedir. Deprem risk yönetiminin doğasında var olan zorluklar, belirsizlikler ve karışıklıklar nedeniyle, araştırmacılar risk yönetimi süreci hakkında farklı düşünceler sunmaktadır. Bu konuda birçok farklı görüş olsa da ana tema; risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi, zarar azaltma faaliyetlerinin yürütülmesi, toplumsal kapasitelerin artırılması ve böylece olası depremlerin etkilerinin en aza indirgenmesidir (Magrabi, 2011). Türkiye aktif fay kuşakları üzerinde bulunan depreme eğilimli bir bölgedir ve bundan dolayı yüzyıllar

boyunca birçok depreme şahitlik etmiştir. Hızlı nüfus artışı, düzensiz kentleşme ve yetersiz güvenlik önlemleri nedeniyle kentlerin büyük ölçekli depremlere karşı daha savunmasız hale geldikleri söylenebilir (AFAD, 2021c; Golestaneh, 2018). Bu durumlar dikkate alınarak depreme dayanıklı konut ihtiyacını karşılayabilmek için alternatif teknolojik ürünler geliştirilmeye çalışılmaktadır (Arıcasoy, 2006; Bulut, 2014). Günümüzde kompozit malzemelerin sahip oldukları yüksek dayanım, enerji yutma ve esneklik gibi özellikler sayesinde birçok alanda olduğu gibi yapı sektöründe kullanımları yaygınlaşmıştır. Bu çalışmada da afet yönetiminde zarar görülebilirliği önleyici yapılara bir öneri niteliğinde bina yapısal elemanlarının esnek poliüre sprey malzemelerle kaplanarak dayanımları hakkında bilimsel veriler elde etme ve bu doğrultuda çözüm önerileri sunulması amaçlanmıştır.



2. TEMEL KAVRAMLAR

Bu bölümde tehlike, risk, risk yönetimi, kriz yönetimi, afetin uluslararası alandaki tanımı, afet çeşitleri, afet yönetimi, dünya ve Türkiye'deki bazı afet yönetimlerinin organizasyonu gibi afet ve afet yönetimiyle ilgili temel bilgiler yer almaktadır.

2.1. Tehlike

Afet ve Acil Durum Başkanlığı (AFAD)'na göre tehlike kavramı; doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olarak oluşup; fiziksel, ekonomik, sosyal kayıplara neden olan tüm olaylar olarak tanımlanmaktadır (AFAD, 2021a). United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNDRR) tehlike kavramını; tüm insan faaliyetlerinin ve hizmet kayıplarının büyük ekonomik zararlara yol açabilecek bir olay veya olaylarla karşı karşıya kalınması durumu olarak açıklamaktadır (UNDRR, 2017). Taştan ve Aydınoglu (2015)'na göre ise tehlike kavramı; belirli bir zaman veya coğrafyada ortaya çıkarak yaşamı tehdit eden fiziki olay ve olgular olarak ifade edilir (Taştan ve Aydınoglu, 2015). Günlük hayatımızın kaçınılmaz doğal bir parçası olan tehlikelerin nedenleri, çeşitleri ve etkileri meydana geldiği coğrafyaya, insan faaliyetlerine ve gelişmişlik seviyelerine bağlı olarak değişmektedir. Şahin ve Sipahioğlu (2013) yılında yapmış olduğu çalışmada tehlikeleri ortaya çıkma nedenlerine göre; doğal (kendiliğinden), insan kaynaklı (yapay) ve teknoloji kaynaklı olarak sınıflandırmıştır. Türkiye'de doğal nedenlerle oluşan; küresel iklim değişikliği, volkan püskürmeleri, deprem, sel/taşkın, erozyon, çığ, orman yangınları, kasırgalar, yıldırım, kuvvetli rüzgârlar, fırtınalar, şiddetli yağışlar, uzun süreli sıcak ve soğuk hava dalgaları, kuraklık gibi birçok tehlikeler yaşanmaktadır (Şahin ve Sipahioğlu, 2002). Bazı tehlikeler ise; insan ve insan faaliyetleri sonucu oluşmaktadır. Bu tehlike türünün ortaya çıkmasında ana etken ihmal olmakla beraber; bu tehlikelere örnek olarak: ulaşım yolu kazaları, yangınlar, bina çökmeleri, tehlikeli maddelerin taşınması sırasında oluşan çeşitli tehlikeler ve patlamalar gösterilebilir (Smith, 2013). Tehlike olgusu insan ve insan faaliyetlerinin bulunmadığı yerlerde son derece doğal bir süreç olarak kabul edilmekte ve zarar oluşturmaz iken, insan ve canlı faaliyetlerinin aktif olduğu alanlarda ise uygun tehlike analizleri ve risk önlemleri alınmazsa büyük zarar olguları ile karşımıza çıkmaktadır. Tehlike kavramına yönelik yapılan araştırmalar; tehlikeleri tanımlayabilmek ve

tehlikelerin meydana gelme nedenlerini ortadan kaldırmaya yönelik çalışmaların yapılmasını sağlamaktadır (Taştan ve Aydınoglu, 2015).

2.1.1. Tehlike Yönetimi

Toplumların yaşam alanlarının gelişmişliğinin düzeyi ne seviyede olursa olsun, yeryüzünde tehlikelere sahip olmayan herhangi bir yerleşke, bölge veya ülke bulmak neredeyse imkansızdır. Yani gelişen ve değişen dünyamızda her zaman tehlikeler vardır ve var olmaya da devam edecektir. Ancak tehlikelerin doğal, teknolojik veya insan kökenli olarak ortaya çıkması, gelişmişlik düzeyi ile etkilenmektedir. Bizler yaşadığımız coğrafyada tehlikeleri yok edemeyiz yani sıfıra indirgeyemeyiz ancak bu tehlikelere karşı zarar görürlüğümüzü düşürebiliriz (AFAD, 2021b; Foreman, 2019).

Günlük hayatımızın doğal bir parçası olan tehlikelerin belirlenmesi için: tehlikeli olayların oluş sıklığı, büyüklükleri, etki alanları, olma olasılıkları, tekrarlanma süresi gibi bilgilerin analiz edilmesi gereklidir. Yapılan analizler sonucunda yaşanmış tehlike olaylarından sonra çok uzun zaman dilimleri geçmiş olması o bölgede bir daha aynı tehlikenin yaşanmayacağı anlamına gelmez. Tam tersine yaşanma olasılığının yüksek olduğunun belirtisi olabilir. Örneğin herhangi bir bölgede yaşanan son deprem afetinden sonra 300-400 yıl geçmiş olması, artık bu yerde depremin olmayacağı anlamına gelmemektedir. Tersine deprem olma potansiyelinin yüksek olduğunu gösterir (Taştan ve Aydınoglu, 2015). Tehlike yönetimi uzmanlık gerektiren ve multidisipliner bir süreçtir. Bu süreç içerisinde yaşam alanları hangi büyüklükte olursa olsun ilk yapılması gereken işlem titizlikle doğa, teknolojik veya insan kökenli tehlikelerin belirlenerek; yerleşim planlamalarının hazırlanması ve yönetilmesidir (Foreman, 2019). Tehlike yönetiminin aşamaları Şekil 1’de gösterilmiştir.



Şekil 1. Tehlike yönetimi (Foreman, 2019’dan uyarlanmıştır).

Yaşam alanlarındaki mevcut tehlikelerin belirlenememesi veya yönetilememesi bizlere güvenlik açıklarını gösterir. Tehlikelerin verdiği hasar potansiyelleri, yaşanması muhtemel alanlarda tehlikelerin nasıl tanımlandığı ve bu tehlikelere karşı verilen tepki mekanizmalarına bağlıdır. Tehlike yönetiminin sürekliliği; toplumların eğitim ve gelişimlerini, problem çözebilme yetilerini ve uzun vadeli olarak büyüme gösterebilmelerini sağlamaktadır (Godschalk vd., 2011; Paton ve Johnston, 2001).

Yaşanılan tehlikelerin sonuçlarının anlaşılabilmesi ve zararlarının ortadan kaldırılması ya da azaltılabilmesi için bazı terimlerin bilinmesi gereklidir. Bunlar;

Maruziyet: Belirli bir tehlikenin etkilediği canlı ve değerlerin miktarı ve sayısı ile değerlendirilir (MEDAK, t.y.).

Savunmasızlık: Savunmasızlık afet yönetiminde “Burada tehlike var mı? Tehlike olayı yaşanırsa bize neler olur?” sorularının cevabıdır. Yani afetin meydana gelmesiyle toplumun uğrayabileceği olası kayıp ve zararın derecesidir (MEDAK, t.y.).

Hassasiyet: Duyarlılık demektir. Diğer bir deyişle çevremizde yaşanabilecek tehlikelere karşı yetersiz, bilgisiz, hazırlıksız olarak öngörülebilir tehlikelerin ötelenmesi ile oluşabilecek sonuçların etkilerini büyüten eksiklerimizdir. Hassasiyetlerimizi arttıran faktörlere örnek olarak: yoksulluk ve az gelişmişlik, denetimsiz ve kontrolsüz kentleşme ve sanayileşme, hızlı nüfus artışı, çevre tahribatı, bilgisizlik, bilinçsizlik ve eğitim eksikliği gibi durumlar örnek olarak verilebilir (AFAD, 2021b).

Zarar görebilirlik: Mevcut toplumun, yapının veya hizmetlerin, herhangi bir tehlikenin meydana gelmesi ile görebileceği kayıp veya zararın ölçüsüdür. Başka bir deyişle; tehlikeye maruz kalan bir unsurun ya da unsur gruplarının (insan, sosyo-ekonomik düzen, yapı vb.) görebileceği, fiziksel, sosyal veya ekonomik hasar ve zararların ölçüsüdür (UNISDR, 2009). İnsanların can veya mal varlıklarının tehlike etkisine maruz kalmasıdır (Wisner ve Adams, 2002). Kısaca yaşadığımız coğrafyanın sahip olduğu tehlikeler ve bu tehlikelere karşı hassasiyet düzeyimizin büyüklüğü, zarar görebilirlik kavramını ortaya çıkartır (AFAD, 2021b). Çok yönlü bir kavram olan zarar görebilirlik; farklı tehlike durumlarında farklı zarar görebilirlik olgularına neden olur (Brochmann, 2006). Bu nedenle sahip olunan tüm tehlikeler için zarar görebilirlik kavramı ayrı ayrı incelenmelidir (Commission, 2021). Bu inceleme sırasında herhangi bir tehlikenin tanınması, etkilerini tahmin etme, bu etkileri önceliklendirerek zararlarını azaltma, tehlikenin meydana gelmesi durumunda sonuçları ile başa çıkma, direnç gösterme, yaşamın normal hale getirme, kapasite gibi daha da arttırılabilecek ölçütler, zarar görebiliğin boyutunu belirler (AFAD, 2021b; MEDAK, t.y.; Taştan ve Aydınoglu,

2015). Zarar görebilirlik kavramını daha iyi anlayabilmek ve müdahalede bulunmak amacıyla; fiziksel zarar görebilirlik, sosyal zarar görebilirlik ve ekonomik zarar görebilirlik başlıklarına ayrılmıştır (Commission, 2021).

Fiziksel zarar görebilirlik: İnsan eliyle oluşturulmuş çevre, tarım, yapı, altyapı, sanayi, üretim vb. fiziksel unsurların yaşanan bir tehlike ile zarar görmesidir. Sayısal bir ölçüsü yoktur (Commission, 2021).

Sosyal zarar görebilirlik: Bir tehlikenin ortaya çıktığı alanda bireylerin ve toplumun; sosyolojik, psikolojik ve demografik vb. faktörler sebebiyle maruz kaldıkları zarar görebilirlik ölçütüdür. Sosyal zarar görebilirlik kavramının nicel olarak ölçülmesi güç ve hatta imkânsızdır (Commission, 2007).

Ekonomik zarar görebilirlik: Toplumda yaşanan bir tehlikenin yönetilememesi ile, insan yaşamını ekonomik yönden etkileyen, diğer zarar görebilirlik çeşitlerine oranla nicel olarak ölçülmesi ve ifade edilmesi daha kolay olan faktörleri içerir (Commission, 2021).

Kapasite: Afet yönetiminde bireylerin, kurumların, topluluklarının ya da ülkelerin sahip oldukları tehlikeleri ve bu tehlikelerin yaşanması ile sebep olacağı zararları algılayabilme, tahmin edebilme veya zararları azaltabilme amacı ile tedbir alma konusunda sahip olunan tüm güç ve kaynaklardır (AFAD, 2021b).

Dayanıklılık: Toplumun; ekonomik, psikolojik, sosyal, fiziksel, sağlık ve bakım gibi tüm sistemlerin aktif olarak ayrı ve birbirleri ile ilişkili işleyişlerini yansıtır (Pelling, 2003).

Esneklik (Çabuk iyileşme gücü): Tehlike ve çeşitleri ile başa çıkabilme yani tehlike baskısına uyum sağlayabilme gücü olarak ifade edilir (Brochmann, 2006; Pelling, 2003).

2.2. Risk

Risk, Fransızca kökenli bir kavram olup, İtalyancada “risco” sözcüğünden gelmektedir. Risk kavramı, herhangi bir tehlikenin zarara, bir kayba yol açabilecek olay veya olayları ortaya çıkartma potansiyeli, olarak tanımlanır (Gök, 2006). Başka kaynaklarda ise risk; tehlikelerin normal yaşamın tüm faaliyetlerini tehdit etmesi ile oluşan kayıp ve zararın meydana gelme olasılığı ya da süregelen sapma olasılığı olarak açıklanmaktadır (Acuner, 2004).

Değişen ve gelişen dünyada risk kelimesi sıkça duyduğumuz ve gün geçtikçe önemi artan bir kavramdır (Baytekin ve Babacan, 2007). Risk kavramını her bilim dalı farklı şekillerde ele almıştır. Sigortacılık alanına göre riskin tanımı; yitirme ihtimali,

yitirme tehlikesinin varlığı, gerçek sonucun beklenen sonuçtan farklı olması ihtimali yani beklenen durumdan başka herhangi bir durumun ortaya çıkması hali şeklindedir. Bankacılık sektöründe risk kavramı; herhangi bir değer karşılığında olumsuzluk meydana gelme olasılığı yani girilen bir taahhüdün tahsilinde ya da verilen bir nakitin geri ödenmesinde başarısızlık ihtimali anlamına gelmektedir. Finans alanında ise risk kavramı; herhangi bir işletmenin finansal planlarında veya beklenen finans artışlarında olumsuz bir durumun meydana gelmesinde oluşan sapma ihtimalidir (Parlakaya, 1996). Afet yönetiminde riskin tanımı ise bir tehlike potansiyelinin, gelecek bir zaman sürecinde meydana gelerek doğal çevreye, insan ve insan faaliyetlerine zarar verme olasılığıdır (AFAD, 2021b).

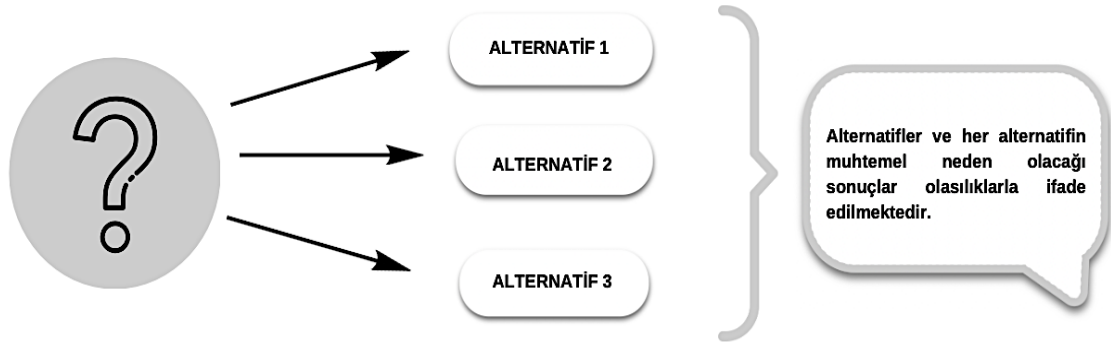
2.2.1. Risk, Olasılık ve Belirsizlik

Risk kavramı, olasılık ve belirsizlik kavramlarıyla yakın ilişkiye sahiptir. İlk olarak “olasılık” kavramı riskin tanımlanması için önemlidir. Olasılık, vuku bulması muhtemel tüm durumların toplam sayılarının daha subjektif durumlara karşı meydana gelme oranıdır. Bu kavram yaygın olarak bir inanç veya beklentiyi ifade eder; ancak bir başka kullanımında ise, rastlantı veya şansla meydana gelen durumların istatistikçiler tarafından yorumlanmasıdır (Ancombe ve Aumann, 1992: 30). Geleceğe yönelik verilen kararlar, önceden kesin olarak bilinmediği için belirsizlik durumunu da içerir. Afet yönetiminde risk kavramı, bir tehlikenin olasılık dağılımının tahmin edildiği, belirsizlik ise, bu dağılımın tahmin edilmediği durumlardır (Akalin, 1970: 201). Risk kavramıyla istatistiksel bilgiler sıkça birlikte kullanılarak bir sonuca varılabilir (Arman, 1997; Emhan, 2009). Buna göre, istatistiksel veri akışı bulunan olayların gerçekleşme olasılıkları için risk kavramı, istatistiksel veri akışı bulunmayan olaylar için belirsizlik kavramı kullanılır. İstatistiksel olaylar yenilenebilir niteliktedir. Risk ve belirsizlik kavramı çok sık olarak kullanılmaktadır. Buna göre belirsizlik, gelecek zaman diliminde ne olup ne olmayacağı bilgisinden yoksun şüphelerle dolu bir durumdur (E. Vaughan ve T. Vaughan, 1995).

2.2.2. Risk ve Karar Verme

İnsanlar yaşamlarını idame ettirirken aynı zamanda önceden belirlemiş oldukları amaçlarına ulaşma aşamasında çok sayıda risklerle karşı karşıya kalırlar. Bu sorunlar hedeflerine ulaşma aşamasında onları yeni çözüm yolları bulmaya zorlayarak, geliştirir. Karar verme birçok alternatiften en uygun olanı seçme işlemidir (Griffin, 1984). Verilen kararların gelecek zaman ile ilgili olması ve sonuçlarının da belirsizlik içermesi

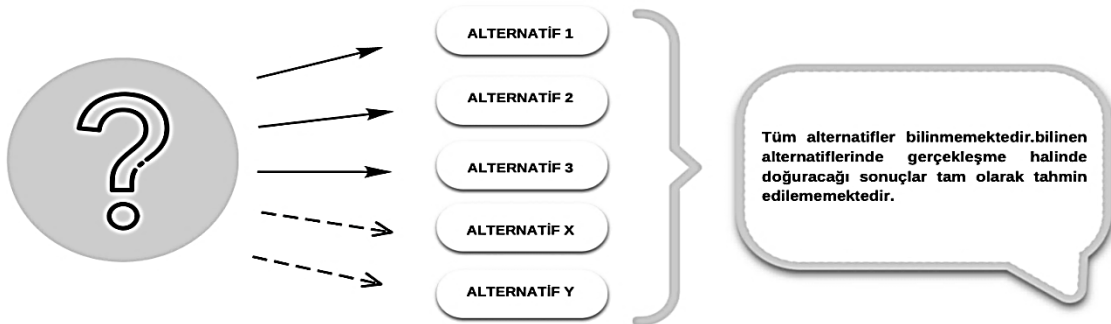
insanların karar verme aşamasında risk aldığını gösterir (Emhan, 2009; Newhman, 1979; Timur, 1990). Risk ortamında karar verme Şekil 2’te verilmiştir.



Şekil 2. Risk ortamında karar verme (Timur, 1990’dan uyarlanmıştır).

Riskin derecesi hangi sonucun gerçekleşeceğinin tahmini ile ters orantılıdır. Yani risk sıfır ise gelecek iyi tahmin edilmiştir demektir. Gelecek sürece ilişkin verilen kararlar için elimizde yeterli ve doğru bilginin olması, geleceği iyi tahmin edebilmemizi sağlayarak riskin derecesini düşürülmesine olanak tanır (Emhan, 2009; Parlakkaya, 1996)

Afet durumlarında doğru karar vermek, birçok belirsizlik barındırmaktadır. Yani bu süreçte yaşanabilecek tüm durumlar öngörülememektedir. Gerçekleşme olasılıkları yüksek durumların hangi sonuçları doğuracağını tahmin edilememesi ya da tahmin edilip bunlara uygun risk yönetim çalışmalarının yapılamaması zarar olgusunu arttırır. Belirsizlik ortamı barındıran afet durumlarında genellikle tüm organizasyonların komplike yapıları ve çevre dinamiklerinden kaynaklanır (Emhan, 2009; Griffin, 1984; Newhman, 1979). Afet risk belirsizliklerinde karar verme Şekil 3’te gösterilmiştir.

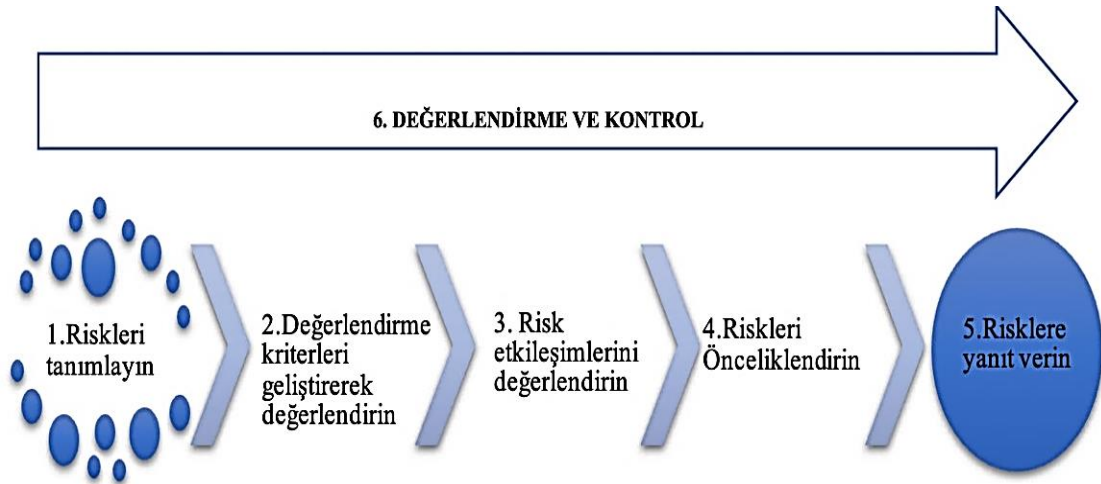


Şekil 3. Afet risk belirsizliklerinde karar verme (Emhan, 2009’dan uyarlanmıştır; Timur, 1990’dan uyarlanmıştır).

2.2.3. Risk Yönetimi

Son yıllarda risk yönetimi kavramı çokça telaffuz edilmektedir. Ancak risk yönetiminin temel elemanları olan risk tanımlaması, risk değerlendirmesi, risk kontrolü ve risk finansmanı gibi kavramların kullanımı çok eskilere kadar dayanmaktadır. İnsanoğlu çok eskiden beri güvenliğine, ailesine ve mal varlığına zarar veren, tehdit oluşturan tehlikeleri değerlendirmeye tanımlamaya ve ortadan kaldırmaya çalışmıştır. Dolayısıyla risk yönetiminin pratikte uygulanması çok eskilere dayanmaktadır (Greene, 1997). Risk yönetimi temel olarak, ilerleyen bir sürecin kararlılık içerisinde faaliyetlerine devam etmesini sağlamaktır. Oluşabilecek beklenmeyen kayıpların en düşük zarar ile kontrol altına alınması için gerekli faaliyetlerinin ve kaynakların planlanması, organizasyonu, yönetilmesi ve kontrol edilmesi sürecidir (Çağırğan, 1997).

Daft (1991) ve Fiyat (2019)'a göre; risk yönetim süreci birbirine bağımlı altı işlem basamağından oluşur. Bu basamaklar: riskin tanımlanması, risk değerlendirmelerinin yapılması ve kriterlerinin geliştirilmesi, risklerin değerlendirilmesi, risk etkileşimlerinin belirlenmesi, alternatif risk düzeltme araçları arasından bir seçim yapılarak risklerin önceliklendirilmesi ve risklere yanıt verilmesidir. Sürecin her basamağı sürekli, pratik, anlaşılır ve bakımı kolay değerlendirme süreçleri ile kontrol edilmelidir (Daft, 1991; Fiyat, 2019). Risk yönetimindeki adımlar Şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 4. Risk yönetimi adımları (Fiyat, 2019'dan uyarlanmıştır).

2.2.3.1. Riskleri Tanımlayın

Risklerin tanımlanması; mümkün olan tüm risklerin belirlenmesi ve bu riskleri önceliklendirmesi, olası kayıpların minimize edilmesi ve teknolojik, sosyal, politik belirsizliklerin azaltılması işlemidir (Fiyat, 2019; Hertz ve Thomas 1983). Risk tanımlama sürecinin temel amacı, tehlikelerin meydana gelme koşulunun muhtemel

nedenlerini belirlemek ve analiz etmektir. Bu süreç sırasında karşılaşılan tehlikelere insanlar ve çevreleri neden olurken, yine bu risklerden büyük oranda etkilenecek gruplar da bunlardır. Ayrıca, gerçekleşme ve yüksek derecede olumsuz sonuçlar meydana getirme olasılığı yüksek riskler belirlenerek; her koşul değişikliğinde periyodik olarak yeniden değerlendirilip risk tanımlama süreci tekrarlanmalıdır (Fiyat, 2019).

2.2.3.2. Değerlendirme kriterleri geliştirerek, uygulayın

Risk değerlendirme sürecinde tehlikeler, neden olabilecekleri etkilere ve gerçekleşme olasılıklarına göre risk sınıflarına ayrılır. Risklerden etkilenebilecek tüm faktörler; ne kadar savunmasız olduklarına ve ciddi bir tehlikeden ne kadar hızla etkilenebileceğine bağlı olarak değerlendirilir. Risklerin değerlendirilmesi ile ilgili sorunlar, genellikle tüm risklerin ele alınmaması veya gereken önemin verilmemesi nedeniyle meydana gelmektedir. Bu nedenle riskleri değerlendirmek için belirli kriterler ve ölçekler oluşturulmalıdır (Fiyat, 2019) .

Etkili risk değerlendirmesi için bir riskin ne zaman, nasıl ortaya çıkabileceği ve buna ne derecede ve ne kadar sürede yanıt verileceğine bağlıdır. Bununla beraber krizin ne kadar süreceği ve tırmanmasına neden olabilecek faktörlerin tahmini çok önemlidir. Bu faktörler, bize savunmasızlıklarımızın ve risk yönetimi ihtiyaçlarımızın neler olduğunu gösterir (Fiyat, 2019). Risklerin gerçekleşmesi ile meydana gelebilecek potansiyel kayıplar değerlendirilmesi ve bunlara uygun risk yönetim öncelikleri oluşturulması gereklidir (E. Vaughan ve T. Vaughan, 1995: 32).

2.2.3.3. Risk Etkileşimlerini Değerlendirin

Riskler ayrı ayrı meydana gelebilecekleri gibi birbirlerinin etkisiyle de meydana gelebilirler. Riskleri yönetirken yalnızca bir riske değil, aynı zamanda her bir riskin tüm koşullar ve olaylarla olan etkileşimlerine de bakmak gereklidir. Önemsiz gibi görünen riskler, zor koşullar altında beklenmedik sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle risk yöneticileri risklerin tüm kapsamalarını görebilmeleri için; mevcut risklerin diğer risklerle nasıl etkileşime girebileceklerini belirleyerek, risk listeleri hazırlamalıdır (Fiyat, 2019) .

2.2.3.4. Riskleri Önceliklendirin

Risk yönetim sürecinin en zor basamağı olarak kabul edilmektedir. Bu basamakta, doğru risk önceliği için eldeki kaynakları kullanma amaçlanır. Belirlenmiş olan risklerin meydana getirecekleri olumsuz etkilerine yönelik, hangi tekniğin kullanılacağına karar

vermek oldukça zordur. Önceliklendirme sürecine yardımcı olacak birden fazla araç mevcuttur. Bunlardan en yaygın olanı, riskleri hiyerarşiye göre listeleyerek, meydana geldiklerinde neden olabilecekleri kayıp olasılıklarını analiz etmektir. Bu noktada iki aşamalı bir süreç kullanımı önerilmektedir. Uzmanlar riskleri, olasılık derecesi ile neden olabilecekleri etki derecesi ile çarparak sıralamaya karar verebilir ya da risklerin etkilerini mevcut kırılganlıklarla çarparak riskleri sıralamayı seçebilirler (Fiyat, 2019).

2.2.3.5. Risklere Yanıt Verin

Yönetim sürecinin en önemli aşamalarından biri olan bu aşama, risklere tam zamanında, doğru ve kalıcı yanıtların verilmesi aşamasıdır. Bu aşamada önceliklendirilen risklere nasıl yanıtlar verileceği planlanır ve uygulanır. Yani belirlenen ve öncelik verilen kilit riskler için bir yanıt planı oluşturularak devreye sokulmalıdır (Fiyat, 2019). Bu aşamada güvenlik açıkları kapatılmaya çalışılırken aynı zamanda, risk yöneticisinin ve diğer yöneticilerin işbirliğini gerektiren yönetsel kararların verilmesi gerekir (E. Vaughan ve T. Vaughan, 1995).

2.2.3.6. Değerlendirme ve Kontrol

Değerlendirme risk yönetim sürecinin en önemli basamaklarından birisidir. Öncelikle; risklerin yönetim süreci düzenli bir akış içinde oluşmaz, olaylar değişkenlik gösterir. Bu nedenle olası risk durumları yeni riskleri oluşturabilir veya eski tanımlanmış riskleri ortadan kaldırabilir. İkincisi ise, risk yönetimi sürecinde yapılan iş ve işlemlerde çeşitli hataların meydana gelmesidir. Bu süreç tüm risk yöneticilerine hatalarının ağır sonuçlar doğurmadan tekrardan gözden geçirilmesi imkânı tanır (E. Vaughan ve T. Vaughan, 1995). Risklere verilen yanıtlar izlenerek, tercih edilen çözüm yolunun doğru olup olmadığı analiz edilir.

Kontrol aşaması, risk yönetim sürecinin her aşamasında aktif olarak uygulanması gereken bir basamaktır. Bu aşamada; risk yöneticileri tahmin edilen sonuçları ve elde edilen çıktıları sürekli olarak izler. Gerçekleşen sonuçlar ile beklenen sonuçlar arasında eğer anlamlı farklar var ise risk yöneticileri, hatalı bir çözüm yolunu seçtiğinin, yanlış karar verdiğinin farkına vararak, bu kararı düzeltmeye veya değiştirmeye çalışır. Bu süreç risk yöneticilerinin bir sonraki verecekleri kararlar için de bir temel oluşturur (Erdoğan, 2000).

2.2.4. Risk Yönetiminde Kullanılan Teknikler

Yaşadığımız coğrafyada mevcut tehlike potansiyellerine karşı insanlar, meydana gelebilecek zarar görülebilirlikleri azaltmak için ya da yok etmek için çeşitli teknikler kullanır (E. Vaughan ve T. Vaughan, 1995: 10-13). Bunlar;

Riskten kaçınılabilir: Bu metot riskli faaliyetlerden uzaklaşılması ya da riskli işlemlerin terk edilmesi işlemidir.

Risk kontrol altında tutulabilir: En çok kullanılan metotlardan birisidir. Risklerin tespit edilmediği hallerde kişiler veyahut organizasyonlar bilinç dışı riskleri üstlenebilir. Risklerin tespit edildiği hallerde ise oluşabilecek olası durumlar öngörülüp ya da hesaplanıp kontrol altında tutulabilir. Risk kontrol sistemleri pasif sistemler ve aktif sistemler olmak üzere iki çeşittir:

a)Aktif kontrol: Meydana gelebilecek risklere karşı planların yapılması, bu planların sürekli devrede olması durumudur. Buna; yapıların olası bir yangın durumunda yangın söndürme sistemlerinin sürekli çalışması örnek verilebilir.

b)Pasif kontrol: Herhangi bir risk ile karşılaşılması durumunda, riskin meydana getireceği olumsuz sonuçları olabildiğince azaltmak amacıyla yapılması gereken tüm işlemleri ifade eder. Örneğin deprem bölgesinde yapıların yatay inşa edilmesi, sel bölgelerinde altyapı çalışmalarına önem verilmesi ve dere yataklarına yapı inşa edilmemesi gibi örnekleri mevcuttur (Rejda, 1997).

Risk transfer edilebilir: Bu uygulama risklere neden olan temel unsurların veyahut aktivitelerin devri şeklinde ortaya çıkmaktadır. Örneğin; çığ tehlikesi bulunan bir işletmenin binasını satması gibi durumlar buna örnek teşkil edebilir (Erşen, 1999: 72).

Risk azaltılabilir: Ortaya çıkabilecek olumsuz haller için kişiler ya da organizasyonlar pek çok tedbir almaktadır. Yani risk yöneticileri çeşitli risklere maruz kalınması durumunda; karşılaşılabilecek tehlikelere yönelik gerekli tedbirleri almalı ve meydana gelebilecek risklerin olumsuz sonuçlarını ortadan kaldırmaya çalışmalıdır. Örneğin; bir yangın riskini ortadan kaldırmak amacıyla yangın söndürme sistemleri kurmak, yangından sonra oluşabilecek muhtemel zararları azaltmak için yapılabilir (Erşen, 1999: 68).

Risk sigorta edilebilir: Kişiler, yönetimler veya organizasyonlar, karşılaştıkları tüm riskli durumlar sonucunda meydana gelebilecek zararlardan ve gelir kayıplarından kendilerini korumak için belli bir prim karşılığında çeşitli risklerini sigortalama yoluyla devredilmesi yolunu seçebilirler (E. Vaughan ve T. Vaughan, 1995: 10-13).

2.3. Yönetilemeyen Risklerin Sonuçları

Afet yönetimi; risk yönetiminin doğru bir şekilde planlanması, uygulanması ve yönetilmesi kavramlarını içerisinde barındırır. Yönetim kavramı oluşabilecek risklere karşı kapasiteyi artırarak, kanunlar ve yönetmelikler, kamu bilinci, mevcut kurumsal sistemler, kaynaklar, planlama, hazırlık seviyesi, mevcut zarar azaltma tedbirleri, erken uyarı ve tahmin sistemleri, bilgi sistemleri, eğitim seviyeleri, gönüllülük gibi birçok değişkene bağlıdır.

Yönetilemeyen riskler ise, yaşanması muhtemel bir riskin gerçekleşmesi durumunda etkilenen toplumun; zarar ve kayıplar ile baş edebilme kapasitesinin yetersiz kalarak zarar boyutunun tırmanması ile olay, acil durum, acil olay, olağan dışı durum, afet ve felaket gibi süreçleri oluşturmasıdır (AFAD, 2021b; Taştan ve Aydınoglu, 2015).

Tüm bu süreçleri detaylı şekilde incelemek gerekirse;

2.3.1. Olay

Olay sözcüğü, bir durumun ilgi çekmesi veya çekebilecek nitelikte olmasına neden olabilecek her türlü iş, hadise ve vakayı ifade eder. Olay kavramının başka bir tanımı, insan davranışı veya doğa güçleri sonucu oluşup ortaya çıkarak, ilgi çeken her türlü hadise şeklindedir. Olaylar, çok sınırlı yerel etkiye sahip olan durumlardır. Bu durumlar meydana geldiklerinde yerel birimlerin, kurum ve kuruluşların iş yapma kapasitelerini etkilemezler. Ancak belirli müdahalecilerin müdahalelerini gerektirebilirler. Olaylar, neden oldukları zarar boyutlarına ve kontrol altına alınabilme derecelerine bağlı olarak çeşitli isimler alırlar (AFAD, 2021b; TDK, 2021a; Yılmaz, 2014).

2.3.2. Acil durum

Acil durum kavramı; beklenmedik bir zaman diliminde ani olarak ortaya çıkan ve sonuçları bakımından etkin ve hızlı müdahale gerektiren olumsuz durumlar olarak tanımlanır (UN, 2000). Afet ve Acil Durum Başkanlığı teşkilat ve görevlendirmeleri hakkındaki kanunda toplumun tamamının veya belirli bir kesiminin standart yaşam faaliyetlerini durduran ya da kesintiye uğratan ve ani olarak ortaya çıkıp acil müdahaleye gerek duyulan olayların oluşturduğu kriz hali olarak tanımlanmaktadır (5902 Sayılı Kanun, 2009). Yaralanmaların olduğu bir trafik kazası buna örnek verilebilir. Diğer bir deyişle acil durum, kaynağı insan ya da doğa olan herhangi bir sürecin sonucunda, rutin insan davranışları dışında bir süreç ortaya çıkaran, normal

yaşamın yeniden sağlanması, yaralanma, sakatlanma ve ölümlerin önüne geçilmesi için yardım ekiplerine gereksinim duyulabilen durumları ifade eder (Eryılmaz ve Dizer, 2007: 26).

2.3.3. Olağan Dışı Durum

Olağan dışı durum kavramı; İtalyan siyaset teorisyeni Giorgio Agamben (2014) tarafından, hükümetlerin acil durum, kriz ve afetlerde yasal süreçlerin askıya alınarak değerlendirilmesini açıklamak için kullanılmıştır (Agamben, 2014; Preston vd., 2014). Saçaklıoğlu ve Sarıkaya (2002)'ya göre olağan dışı durum, can ve mal kayıplarına yol açan, ağır yaralar ve hasarlar oluşturan, yerelin kendi olanaklarıyla baş edemeyeceği büyüklükte yıkıma neden olan, yardım gerektiren olay ya da durumlardır (Saçaklıoğlu ve Sarıkaya, 2002). Ek olarak rutin sağlık hizmetlerinin yetersiz kaldığı ve ek özel uygulamalara gereksinim duyulan durumlar (büyük kazalar, kimyasal yangınlar vb.) olarak kabul edilir (Sofuoğlu vd., 2001).

2.3.4. Kriz

Kriz; yüksek risk taşıyan ve bu risklerin uygun biçimde yönetilmemesi veya ihmal edilmesi ile sürekli tırmanma potansiyeli gösteren durumlardır (Shaluf vd., 2003: 24-30; Wilks ve Moore, 2004: 2). Devletin ve milletin bölünmez bütünlüğü ile milli hedef ve menfaatlerine yönelik tutum ve davranışların, anayasa ile kurulan hür demokrasi düzenini veya hak ve hürriyetlerini ortadan kaldırmaya yönelik şiddet hareketlerinin, ağır ekonomik bunalımların, tehlikeli ve salgın hastalıkların, tabii afetlerin, radyasyon, hava kirliliği ve büyük yangınlar gibi kimyasal ve teknolojik olayların ve iltica ve büyük nüfus hareketlerinin ve benzeri durumların ayrı ayrı veya birlikte vuku bulduğu hallerin normal yaşamı zora sokan haller olarak tanımlanmaktadır (Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi Yönetmeliği, 1997).

2.3.5. Kriz Yönetimi

Kriz yönetimi, ani olarak ortaya çıkan mevcut yapıları olumsuz etkileyerek devamlılıklarını tehlikeye atan tırmanma noktaları olarak kabul edilir. Bu süreç etkin kararlar alabilmenin zorlaştığı, kritik bir süreçtir (Rockett, 1999: 41). Bu süreçler büyük kayıplar verilecek olayları içermekte ve müdahale kararlarında önemli bir zaman baskısı bulunmaktadır (Billings vd., 1980). Kriz durumlarında yöneticilerin rutin prosedür uygulamaları ile baş edemedikleri ve ortaya çıkan kaos sürecinin büyük kaygı ve stres yarattığı oldukça zor durumları içerir (Sezgin, 2003: 183).

Kriz yönetimi süreci genel olarak; organizasyon, planlama, yürütme, liderlik, hesap verebilirlik ve kontrol gibi dinamik ve sürekli eylemleri barındırmaktadır. Ayrıca risklere yönelik önceden yapılmış tüm planlamaların hayata geçirilerek uygun hazırlıkların yapılmış olması; kriz yönetim aşamalarını kolaylaştırarak, etkilerini artırır (Rezaei, 2018).

2.3.6. Afet

Afet kavramı Türk Dil Kurumu (TDK) tarafından “Çeşitli doğa olaylarının sebep olduğu yıkım”, olarak tanımlanmaktadır (TDK, 2021a.). Afetler; yaşandığı toplumda fiziksel, ekonomik, sosyal ve çevresel açıdan birçok olumsuz sonuçlara yol açan, normal yaşamı tamamı ile veya kısmi olarak durduran ve toplumu dışarıdan yardıma muhtaç hale getiren doğa, teknoloji ve/veya insan kaynaklı olayların sonuçlarıdır (AFAD, 2021b). World Health Organisation (WHO) afet kavramını; “İnsanların yaşam faaliyetlerini aksatan, mevcut kaynakların ve rutin müdahalelerin yetersiz kaldığı, dışarıdan yardım gerektirecek kadar ciddi idari bozukluklara neden olan çevresel olaylar”, olarak adlandırmaktadır (Keeney, 2004: 2; WHO t.y.). Uluslararası afet veri tabanı (EM-DAT, 2018)’na göre, afetin tanımı, “Büyük zararlara ve yıkımlara yol açan ve insanlarda derin acılar bırakan beklenmedik bir olaylar”dır (EM-DAT, 2018). Diğer bir deyişle afet; bir topluluğun veya bir toplumun işleyişinin ciddi şekilde bozulmasına neden olup, yerel kapasiteyi aşarak yaygın insan, malzeme, ekonomik veya çevresel kayıplara neden olur. Etkilenen topluluk veya toplumun sahip olduğu kaynakları yetersiz kılar. Toplum ve çevre üzerinde çok büyük ve olumsuz etkileri vardır (Ahmed, 2015).

Afetin tanımları yukarıda görüldüğü gibi farklı disiplinlerin uzmanlaşmış oldukları işlevlerine göre farklılıklar göstermektedir (Quarantelli, 1994: 5). Başka bir tanımlamaya göre ise; Afetler insanların can ve mallarına zarar veren tehlikeli olaylardır (Picou ve Martin 2006; Pyles, 2007). Coppola (2007) ise afetleri yalnızca felaketin büyüklüğü, kökeni, doğası ve diğer fiziksel yönleri açısından açıklamanın yeterli olmadığını bunlara ek olarak afetlerin sadece bir olay olmadığını, aynı zamanda böyle bir olayın meydana gelmesine yol açan koşulların oluşturduğu sonuçlar olduğunu belirtmiştir (Coppola, 2007). Aynı zamanda afetlerin sonuçları arasında; kamu hizmetlerinin maddi hasar ile birlikte, varlıkların yıkımı, çevresel bozulma, ekonomik ve sosyal sorunlar, insan fiziksel yaşamı ve sosyal refah kaybı, yaralanma, hastalık ve diğer olumsuz etkiler bulunmaktadır. İnsanlar günlük yaşamlarının her anında afetlerle karşılaşma riski altındadır. Afetler sadece insan hayatına değil, aynı zamanda çevreye

de zarar vermektedir. 2000-2012 yılları arasında Birleşmiş Milletler Ofisi Afet ve Risk Azaltma Örgütü (UNISDR), uluslararası alanda 5.000 doğal afet tanımlamıştır. Bu afetlerde yaklaşık 2,9 milyar insanı etkilenmiş olduğu (UNISDR, 2009) ve 1,7 trilyon ABD doları tutarında ekonomik zarara ve 1,2 milyon ölüme neden olduğu belirtilmiştir (Golestaneh, 2018). Afetleri genellikle tehlikeye maruz kalma, güvenlik açığı ve olumsuz sonuçları yönetmede ve hafifletmede yetersiz kalınan durumlar olarak belirtir. Buna göre; afetleri ortaya çıkaran iki temel durum vardır. İlki herhangi bir zaman diliminde afete dönüşebilecek tehlike ve tehlikeyi yönetmek için yetersiz kapasitenin mevcudiyeti. İkinci ise güvenlik açığı çevresel ve sosyal değişimle ve uyum sağlama kapasitesinin yokluğunda afet risklerine maruz kalmaktan kaynaklanan zarara duyarlılık durumunun yüksek seviyede olmasıdır (Adger, 2006: 268; UNISDR, 2009).

2.3.7. İkincil Afetler

AFAD ikincil afet kavramını; bir afetin etkisi veya tetikleme ile ortaya çıkıp, tetiklendiği afetten hemen sonra meydana gelerek, sonuçları yönünden, ilk meydana gelen afeti aşmayan, sadece zarar olgusunu arttıran afetler olarak tanımlamaktadır (AFAD, 2021a). Başka bir tanımda ise ikincil afetler; yaşanan bir afetin sonuçlarının etkisiyle meydana gelerek, yeni bir afet olayı veya olayları olarak ifade eder. Örneğin; depremler, bazı durumlarda tsunami, heyelan, yangın, baraj yıkılmaları gibi ikincil afetlere sebebiyet vermektedirler (MEDAK, t.y.). Öncü (2013) yılında yaptığı çalışmada ikincil afetleri; afetlere yol açan nedenlerin, başka riskleri de tetikleyerek zarar olgusunu arttırma potansiyeline sahip olaylar olarak tanımlamıştır. Bu olaylara örnek olarak; yangın, patlama, kimyasal ve gaz sızıntılar su baskınları, salgın hastalıklar, çevre kirliliği, gibi başlıklar vermiştir. Ayrıca ikincil afetlerin yaşanma sıklığını; doğal afetlerin meydana geldiği ülkelerin gelişmişliklerine yani mekanların teknoloji imkanlarına oranlarına ve yoğunluğuna bağlı olarak arttığını belirtmiştir (Öncü, 2013).

2.3.8. Ardışık (Basamaklı) Afetler

Ardışık (basamaklı) afetler; bir afet sonucunun, bir dizi fiziksel, sosyal veya ekonomik bozulmalarla sonuçlanan başka afetleri tetikleme ile ortaya çıkıp; normal yaşamı sekteye uğratıp, imkanları yetersiz bırakan durumlardır (Pescaroli ve Alexander, 2015). Yani bir afetin etkisinin, halihazırda mevcut olan başka güvenlik açıkları ile etkileşerek; birincil ortaya çıkan afetten daha büyük bir etkiye yol açtığı tırmanma noktasıdır (Helbing, 2012). Bu tırmanma noktasını; başlatan afetin sonuçlarının, bu tırmanma noktasını başlatan afetten daha büyük etkili afetlere neden olması ile ardışık

afetler oluşmaktadır (Eeten vd., 2011). Bu nedenle yaşanan bir afetten sonra, afetin etkileri her zaman azalmaz veya kaybolmaz hatta daha ciddi ve karmaşık hale gelebilir. Örneğin; 2011 de yaşanan 9 byklğindeki Thoku depremi ve sonrasında tsunami, ardından yaşanan Fukushima Dai'ichi nükleer santralinin zarar görmesi ile kalıcı radyoaktif kirlenmeye sebep olmuştur (Hindmarsh, 2013).

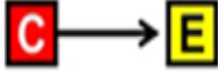
şekil 5.'de Risklerin yönetilememesi ile ardışık (basamaklı) afetlerinin nasıl ortaya çıktığı açıklanmaya çalışılmıştır.



YÖNETİLEBİLEN VE YÖNETİLEMİYEN RİSKLERİN RİSK ÖLÇEĞİ



Seviye 0 Olay



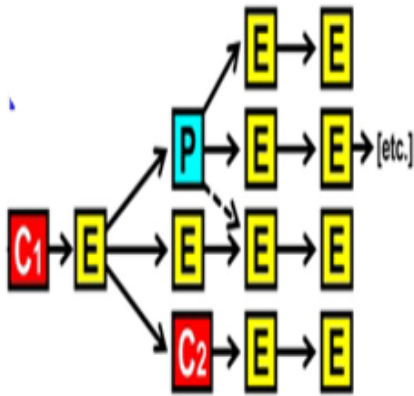
Olay, ilgi çeken veya çekebilecek her türlü eylem olay tanıma içerisine girer. Basit ve doğrudan bir neden-sonuç ilişkisi içerisinde oluşur. Bu seviyenin, zincirleme sonuçları yoktur. Kısa süreli, alışılmış durumlar için geçerlidir.

Seviye 1 Acil Durum



Acil durumlar, hızlı bir müdahale gerektiren ve beklenmeyen hasar verici olaylardır. Buradaki ilişki, ani ortaya çıkan durumun birden fazla sonuçlarıdır.

Seviye 2 Olağan Dışı Durum



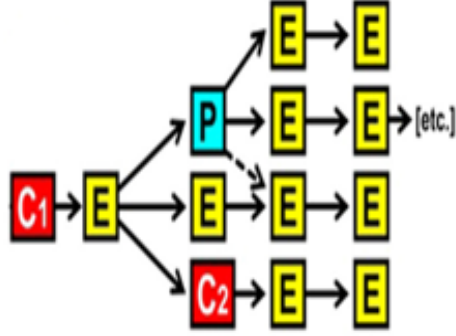
Olağandışı durumlar, günlük yaşamın ve toplumsal düzenin bozulması, kesintiye uğraması ve işlevlerini yerine getirememesi şeklinde tanımlanabilir. Herhangi bir olayın yeterli risk yönetiminin yapılmaması ile bir acil durum meydana getirmesi ve birden fazla müdahaleci ekiplerin müdahil olduğu durumlardır. Buraya meydana gelen olumsuz olayda, yaşadığı bölgenin yani yerelin gücü yeterli durumdadır. Olağan dışı durumların etkileri, neden-sonuç ilişkisi içerisinde ilk olaydan çok uzaklaşmadan çeşitli komplikasyonlar meydana getirir. Meydana gelen etkiler; genişleyen olaylar zincirinde mevcut olan güvenlik açıkları kadardır.

Şekil 5. Art arda gelen olaylar, krizler ve afetler için büyüklük ölçeği (AFAD 2021a.; Alexander, 2005'den uyarlanmıştır; Alexander, 2018'den uyarlanmıştır; TDK, 2021b).

YÖNETİLEBİLEN VE YÖNETİLEMEYEN RİSKLERİN RİSK ÖLÇEĞİ

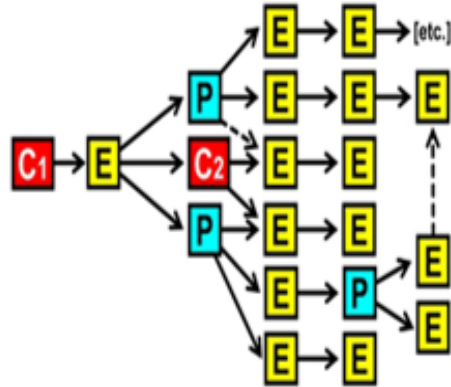


Seviye 3 Afet ve İkincil Afet



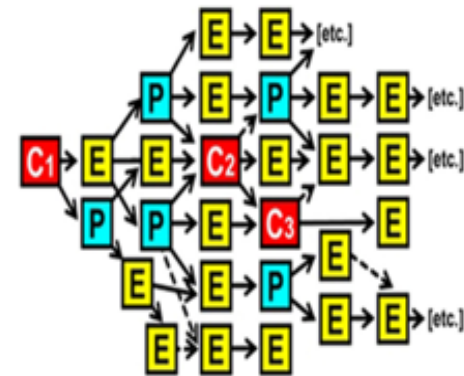
Afetler; Toplumun tamam veya belli kesimleri için fiziksel, ekonomik ve sosyal kayıplar doğuran, normal hayati ve insan faaliyetlerini durduran veya kesintiye uğratan, etkilenen toplumun baş etme kapasitesinin yeterli olmadığı doğa, teknoloji veya insan kaynaklı olayların doğurduğu sonuçlardır. Fiziksel, çevresel, kurumsal, ekonomik, sosyal vb. durumların kırılganlığı arttırması ile oluşan en az bir tırmanma noktasına sahiptir. İkincil Afet ise; Bir afetin etkisi veya tetiklemesi ile meydana gelen yangın, heyelan, baraj yıkılması, patlama, salgın hastalıklar ve endüstriyel kaza gibi yeni afetlere verilen addır. Afet meydana gelirken sahip olunan güvenlik açıkları nedeniyle başka afetin etkisini arttıran ikincil afet durumları meydana gelir. Burada önemli olan durum ikincil afet aşmamasıdır.

Seviye 4 Ardışık Afetler



Bir afetin etkisinin, hâlihazırda mevcut olan başka güvenlik açıklıkları ile etkileşerek; birincil ortaya çıkan afetten daha büyük bir etkiye yol açtığı kritik tırmanma noktalarına sahip olduğu durumlardır. Yani; ardışık olaylar, afet sürecini önemli ölçüde uzatır ve ilk tetikleyici olayı asabilecek veya gölgede bırakabilecek etkilere yol açar.

Seviye 5 Felaket



Yaşanan ardışık afetlerin belirli güvenlik açıkları ile karşılaşarak büyük ölçüde etkilere neden olmalarına felaket denir. Karmaşık sonuçlara neden olan felaketler, çok fazla tırmanma noktalarına sahiptir. Felaketler günlük yaşam birçok farklı yönden etkiler ve çok önemli kesintilere veya tamamen kapanmaya neden olur. Çok geniş bir ölçekte ve uzun bir süre boyunca küresel etkiler gösterir.

Şekil 5.(Devamı)

2.4. Afetlerin Büyüklüğüne Etki Eden Faktörler

Afetlerin etki büyüklüğünü belirleyen faktörler genellikle yaşanan afetin doğasına, insan ve insan faaliyetlerinin sahip olduğu kırılabilirlikler ve zarar görebilirlikler ile ilgilidir. Bunlardan bazıları aşağıda verilmiştir;

- Olayın fiziksel büyüklüğü,
- Yoksulluk ve gelişmişlik düzeyi,
- Nüfus yoğunluğu,
- Meydana gelen afetin yerleşim alanlarına mevcut uzaklığı,
- Kontrolsüz ve denetimsiz sanayileşme ve şehirleşme,
- İnsanların tehlikelerini önceden alabildiği koruyucu, önleyici ve risk azaltıcı tedbirlerinin ulaşabildiği düzey (Ergünay, 2009: 3).

2.5. Afetlerin Etkileri

Afetler; fiziksel, ekonomik ve sosyal sistemleri etkileyerek çevre ve insan faaliyetleri üzerinde birçok etki oluşturur (Akdaş, 2021; UNDRR, t.y.). Toplumların afet öncesi risk ve kriz planlama düzeylerinin seviyesi, toplumunun demografisi, sosyal, ekonomik ve kültürel koşulların durumu, toplumun sağlık durumu, geçmiş afetsellik gibi ölçütlerin afetlerin zarar boyutunu etkiler (IOM, t.y).

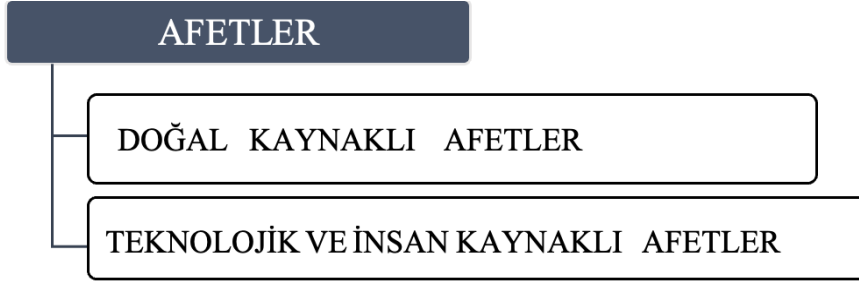
Genel olarak; yaralanma, can kaybı, mal kaybı, üretimin zarar görmesi veya durması, temel (sağlık, güvenlik, eğitim vb.) hizmetlerde aksama, sosyolojik, psikolojik ve kültürel etkiler, ulusal ekonomik kayıp, ulusal altyapıya zarar gibi durumlar afetlerin tipik etkilerinden sadece bazılarıdır (Carter, 2008: 10).

2.6. Afetlerin Sınıflandırılması

Afetlerin sınıflandırmada çeşitli yaklaşımlar kullanılmaktadır. Bu sınıflandırmalar bölgelere, ülkelere göre ve afetler konusunda sahip olunan bilgilerin ve çalışmaların artmasına göre gelişerek, farklılaşmaktadır. Farklı sınıflandırmaların yapılmasının temel nedeni farklı bilim dallarının afetleri farklı açılardan ele almalarından kaynaklanmaktadır. Her bilim kendi bakış açısı veya kendi yöntemlerine göre afetleri incelemektedir. En çok kullanılan sınıflandırma yöntemi afetlerin meydana geldikleri kaynaklara ve oluş şekillerine göre sınıflandırılmasıdır (Ekşi, 2017; Sever, 2019; Yılmaz, 2018).

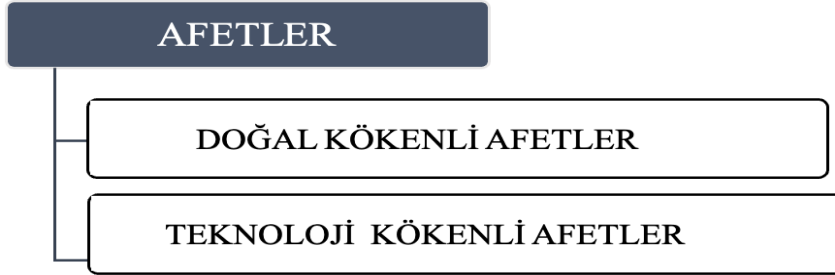
Akdur (2001)'de yapmış olduğu sınıflandırmasında; “doğal afetleri; taşküre (litosfer) hareketine, gaz küre (atmosfer) hareketlerine, su küre (hidrosfer) hareketlerine bağlı afetler ve süreğen afetler olarak sınıflandırmıştır” (Akdur, 2001). Ekşi'nin 2017'te

ve İstanbul Sanayi Odası (İSO)'nın 2008'de yapmış olduğu afet sınıflandırmasında ise; afetler kaynaklarına göre doğal ve insan–teknolojik kaynaklı afetler olarak ikiye ayrıldığı Şekil 6'da verilmiştir (İSO, 2008: 9).



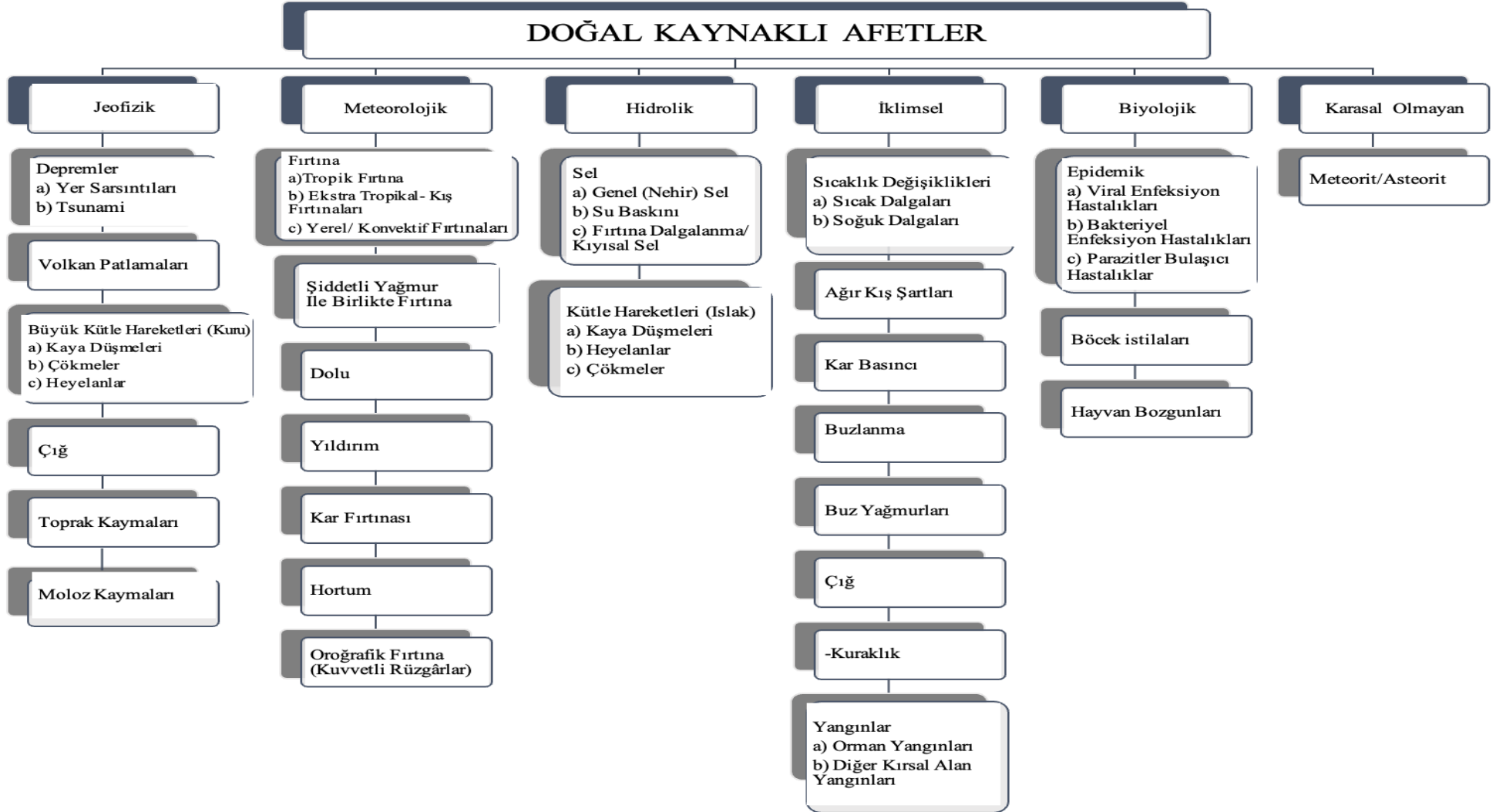
Şekil 6. Ekşi'nin 2017'de ve İstanbul Sanayi Odası (İSO)'nın 2008'de yapmış olduğu afet sınıflandırması (Ekşi, 2017; İSO, 2008: 9).

Uluslararası afet veri tabanı (EMDAT) afetleri Şekil 7'de gösterildiği gibi kökenlerine göre ele alarak doğal ve teknolojik kökenli olmak üzere iki ana gruba ayırmaktadır (EMDAT, 2022).

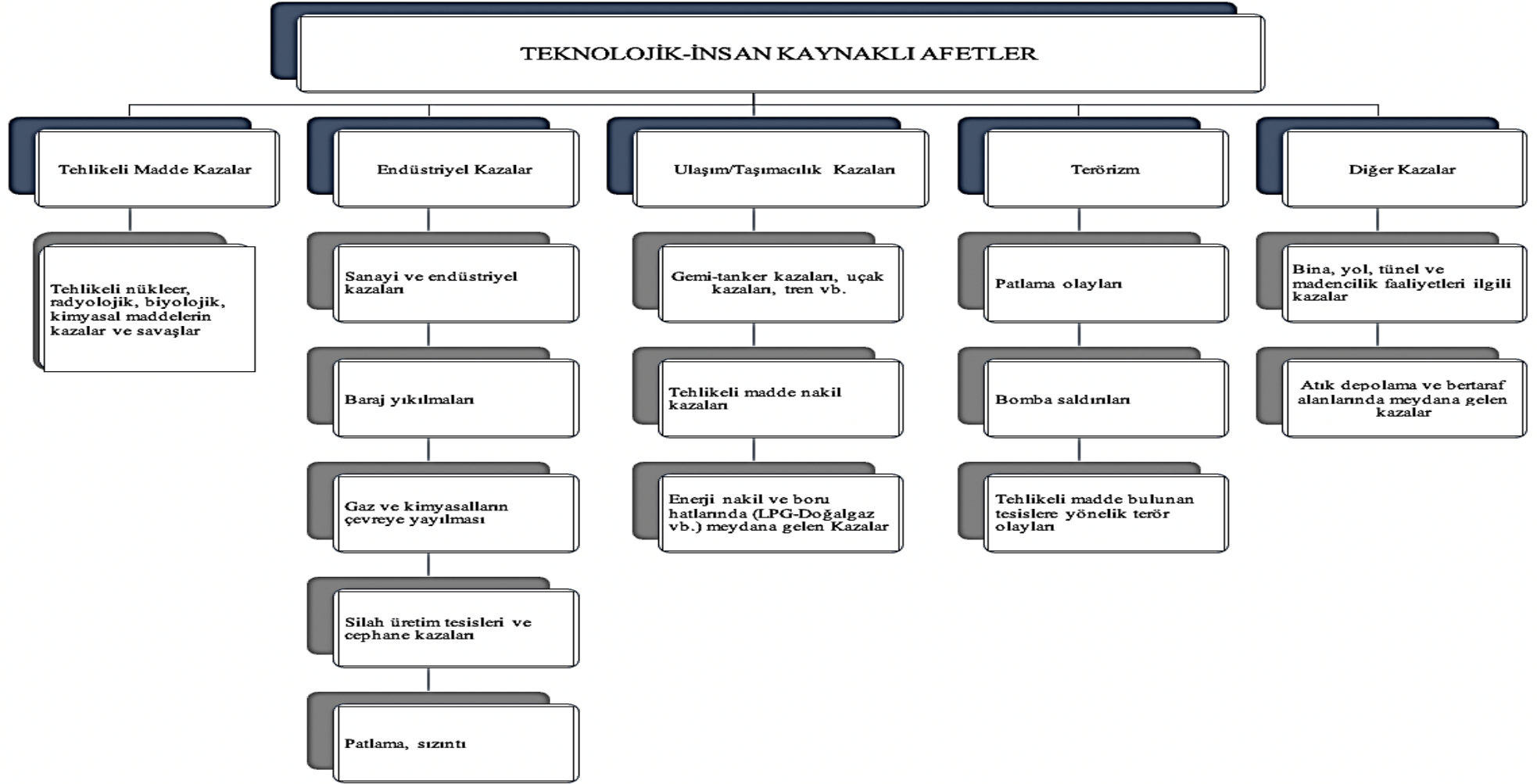


Şekil 7. EMDAT 'a göre afetlerin sınıflandırılması (EMDAT, 2018).

İnsan kaynaklı afetler; insanların kararları ve ihmallerinden kaynaklanan olayların afet düzeyindeki sonuçları olarak nitelendirilir (Shaluf, 2007). Yani insanın doğayla olan etkileşimlerinin artması, gelişen teknoloji, artan sanayileşme, eğitimsizlik, bilgisizlik, dikkatsizlik, yeterli önlemlerin alınmaması gibi sonuçlar doğurmuştur. CRED'inin oluşturmuş olduğu doğal afetler sınıflandırması Şekil 8'de ve Ekşi (2017)'nin yapmış olduğu çalışmasında teknolojik-insan kaynaklı afetler ve alt türlerini Şekil 9 'da verilmiştir.



Şekil 8. CRED'inin oluşturmuş olduğu doğal afetler sınıflandırması (Below vd., 2009).



Şekil 9. Ekşi'nin 2017 yılında yapmış olduğu teknolojik- insan kaynaklı afetler ve alt türleri (Ekşi, 2017).

Teknolojik afetler; insan ihtiyaçlarının giderilmesi amacıyla geliştirilen kurum tesislerinde ihmaller, bozulmalar, doğal ve yapılı çevrenin tahrip edilmesi veya kirlenmesi ile ortaya çıkmaktadır (Gill ve Picou, 1998; Oral, 2018). Örneğin, tehlikeli madde taşınımı sırasında yaşanan kazalar, binaların okmesi, çeşitli patlamalar, gaz kaçaklarını kapsayan endüstriyel kazalar sonuçlarına da bağlı olarak teknolojik afet durumları oluşturabilirler. Bazı çeşitli kaynaklar ulaşım kazalarını ve bina okmelerini, patlama ve yangınları kapsayan çeşitli kazaları da teknolojik afetler bünyesine almaktadır (Oral, 2018; Shaluf, 2008).

Afet yönetiminde Türkiye’de çatı kuruluş olan Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) afet sınıflaması Tablo 1’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı (AFAD) afet sınıflandırması (AFAD, 2021c).

DOğAL AFETLER	İNSAN KAYNAKLI AFETLER
Yavaş Gelişen Doğal Afetler	Nükleer, Biyolojik, Kimyasal Kazalar
şiddetli Soğuklar	Taşımacılık Kazaları
Kuraklık	Endüstriyel Kazalar
Kıtlık Vb.	Aşırı Kalabalıktan Meydana Gelen Kazalar
Ani Gelişen Doğal Afetler	Göçmenler be Yerlerinden Edilenler vb.
Deprem	
Seller, Su Taşkınları	
Toprak Kaymaları, Kaya Düşmeleri	
Çığ	
Fırtınalar, Hortumlar	
Volkanlar	
Yangınlar Vb.	

EMDAT afetleri Tablo 1’de verildiği gibi; iki ana grup (doğal ve teknolojik), dokuz alt grubu; on yedi ana türü, otuz dört alt türü, on iki alt-alt tür olarak sınıflandırmıştır (EMDAT, 2018).

Tablo 2. EMDAT tehlike/ afet sınıflaması (EMDAT, 2018).

AFET TÜRÜ	AFET ALT GRUBU	AFET SINIFLANDIRMASI		
		AFET ANA TÜRÜ	AFET ALT TÜRÜ	AFET ALT ALT TÜRÜ
DOĞAL AFETLER	Jeolojik	Deprem Kütle Hareketleri Volkanik Aktiviteler	Yer Hareketi Tsunami Kaya Düşmesi Heyelan Kül Akıntısı Volkanik Çamur Akıntısı Piroklastik Akış Lav Akış	Kara Tabanlı ,Şiddetli Fırtına Dolu Şimşek Gök Gürültüsü Rüzgar Yağmur Tornado Kum/Toz Fırtınası Kar-Buz Don
	Meteorolojik	Fırtına Aşırı Sıcaklar Sis	Ekstra Tropikal Fırtına Tropikal Fırtına Konvektif Fırtına, Soğuk Dalga Sıcak Dalga Sert Kış Koşulları	
	Hidrolojik	Sel Heyelan Dalga	Kıyı selleri Akarsu selleri Ani seller Buz erimesi selleri Çığ Moloz Çamur sürüklenmesi, Aşırı dev dalgalar, Şev	
	Klimotolojik	Kuraklık Buzul gölü Patlamaları Büyük yangınlar	Orman yangınları Mera yangınları	

Tablo 2. (Devamı)

AFET SINIFLANDIRMASI				
AFET TÜRÜ	AFET ALT GRUBU	AFET ANA TÜRÜ	AFET ALT TÜRÜ	AFET ALT ALT TÜRÜ
	Biyolojik	Epidemik Böcek istilası Hayvan kazası	Virial hastalıklar Bakteriyel hastalıklar Parazitik hastalıklar Mantar hastalıklar Prion hastalıklar Çekirge istilası Agustosböceği istilası	
	Dünya Dışı	Etki Uzay Kaynaklı	Havada İnfilak Enerji Yüklü Parçacıklar Jeomanyetik Fırtına Şok Dalgası	
TEKNOLOJİK AFETLER	Endüstriyel Kazalar	Kimyasal Sızıntı Çökme, Patlama Yangın Zehirlenme Gaz Sızıntısı Radyasyon Benzin Sızıntısı Kimyasal Sızıntı Diğerleri		
	Ulaşım	Hava Yolu Deniz Yolu Kara Yolu Tren Yolu		
	Çeşitli Kazalar	Patlama Yangın Çökme Diğerleri		

2.7. Afet Yönetimi

Afet zararlarının azaltılması ve önlenmesi için tüm kurum ve kuruluşların, sahip olunan kaynakların; afetler yaşamadan önce, afet anında ve afet sonrasında yapılan çalışmaların, planlanması, yönlendirilmesi, koordine edilmesi, desteklenmesi ve uygulanabilmesi için kullanılmasıdır (Sever, 2019). Yani afet yönetimi; afetlerin olumsuz sonuçlarını azaltmak adına, kaynakların ve sorumlulukların organizasyonu ve yönetimi olarak ifade edilir (Panisir, 2018). Başka bir afet yönetimi tanımına göre; beklenmedik durumlara hazırlıklı olma, planlama ve afetlerle başa çıkmada etkili şekilde mücadele etmeyi içerir (Asamoah ve Adams, 2018).

Afet Yönetimi Bileşenleri ve Yaklaşımları: Afet yönetimi kavramı; "idari kararlar, teknoloji aktörleri, siyaset veya operasyonel faaliyet gerçekleştiren müdahaleciler tarafından uygulanabilecek karmaşık bir süreçtir (Lettieri vd., 2009: 117). Alexander (2000) afet yönetiminin azaltma, kurtarma, müdahale ve hazırlık gibi tüm basamaklarının önemi üzerinde durarak, tüm aşamalarda uygulanacak olan işlemlere gerekli önemin verilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Alexander, 2000). Bu anlamda afetler ortaya çıkma şekillerine ve etkilerine bağlı olarak bazı farklılıklar gösterse de yönetimleri birçok aktörlerin kurumlar arası ilişkileri, alanın karmaşıklığı, ortaya çıkan afetlerin zarar verme potansiyeline sahip olması gibi başlıca sorunlara sahiptir (Benssam vd., 2014). Günümüz toplumlarının çeşitli tehlike ve riskleri, yapılar ve zarar görübilirlikleri açısından artan kompleks süreç göz önüne alındığında; afet yönetim bileşenlerinin geliştirmek ve değer katan nitelikleri tanımlamak için geleneksel modelin ötesine bakmak şarttır (Sawalha vd., 2018).

Afet yönetiminde temel alınan yaklaşımlar Şekil 10'da da gösterildiği gibi; asgari can ve mal kaybına ve çevre zararına odaklanılan, kaynakların verimli şekilde kullanımını içeren sistematik, işbirlikçi, kontrollü ve sürekli bir süreç oluşmasıdır (Choksi, 2018; Golestaneh, 2018; Moe ve Pathranarakul, 2006).



Şekil 10. Afet yönetiminde yaklaşımlar (Golestaneh, 2018'dan uyarlanmıştır; Moe ve Pathranarakul, 2006'dan uyarlanmıştır).

Afet yönetiminde temel alınan yaklaşımlar; asgari can ve mal kaybına ve çevre zararına odaklanılan, kaynakların verimli şekilde kullanımını içeren sistematik, işbirlikçi, kontrollü ve sürekli bir süreç oluşturulmasıdır (Şekil 9) (Choksi, 2018; Golestaneh, 2018; Moe ve Pathranarakul, 2006).

Afet Yönetim Döngüsü: Dünya ülkelerinin sahip olduğu farklı politika ve hukuk sistemleri nedeniyle, çeşitli afet yönetim sistemleri geliştirilmiştir. Geliştirilen bu afet yönetim sistemlerinde farklılıklar olsa da, hepsinin amaçladığı nokta; hızlı, etki ve verimli sonuçlar vermesidir. Lixin vd. (2012); Amerika, Çin, Japonya gibi ülkelerin afet yönetim sistemleri üzerine yaptığı çalışmada; tüm ülkelerin afet yönetim sistemlerinin farklı unsurlar barındırmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu farklılıklar, her ulusun ayrı örgütsel yapı biçimlerine sahip olmaları nedeniyle oluşmuştur. Afet yönetim sistemlerinin çeşitliliklerinin bir diğer nedeni ise, ülkelerin sahip oldukları farklı mevzuatlardır. Örneğin, Amerika ve Japonya'daki afet yönetimi, hukuk sistemlerine uygun şekilde oluşturulmuştur. Çin'de ise afet yönetimi sistemi yasal çerçeveye dayalı değildir (Lixin vd., 2012: 303).

Genel olarak afet yönetim döngüsü, uygun zarar azaltma ve hazırlık çalışmaları yapılması ile afet riskini en aza indirmeyi amaçlar (Panisir, 2018; 22). Zawawi vd. (2018) ise; afet yönetimi sürecini, çevrede meydana gelen olayların ve potansiyel olumsuz etkilerin tırmanmasını önleyici bir döngü olarak tanımlamaktadır (Zawawi vd., 2018). Başka bir tanımda ise afet yönetimi döngüsü; afet riskini tanıma, önleme, azaltma, kontrol etme, herhangi bir olay meydana geldiğinde hızlı ve etkili bir yanıt vermeyi amaçlayan, önlemlerin planlanması ve uygulanmasında birçok aktörün rol aldığı, çok disiplinli ve karmaşık bir süreç olarak tanımlanmaktadır (Benssam vd., 2014: Fan ve Mostafavi, 2018).

Toplumlar; Dünya'da görülen afetlere karşı etkili bir şekilde müdahale edebilmek için çeşitli afet yönetimi döngüleri oluşturmuşlardır. Bu sistemlerin içerikleri; afetin yaşandığı bölgenin sahip olduğu tehlikeler, görülme sıklıkları, afetlerin yaşandığı bölgelerin hükümet yetkililerinin afetlere yönelik uygulamaları, bu bölgenin gelişmişlik düzeyi, bu bölgede yaşayan insanların kırılganlıkları, bilinç düzeyi ve yaşanan afetlere yönelik yapılan bilimsel çalışmaların nitelikleri gibi özelliklerle farklılık göstermiştir. Bu farklılıklar sonucunda insanlar afet yönetimi döngülerini üç başlık altında Şekil 11'de gösterildiği gibi ele almıştır (AFAD, 2021b; Panisir, 2018).



Şekil 11. Afet Yönetimi Döngüleri (AFAD, 2021b; Panesir, 2018).

2.7.1. Afet Risk Yönetimi

Afetler her yıl daha fazla insanı etkilemektedir. Bu yüzden afet riskinin azaltılması konusundaki çalışmaların önemi her geçen gün artmaktadır. Yaşanılan afetlerin sayısı ve etkilerinin büyüklüğü dünyayı afet tehlikelerini anlamaya, önlemeye ve savunmasızlıkları azaltmaya yöneltmiştir. Dolayısıyla afet risk yönetimi hem afet riskinin belirlenmesini (riskin algılanması ve değerlendirilmesi) hem de riskin yönetilmesi (risk transferi, riskten kaçınma, riskin azaltılması ve riskin kabulü gibi afet riskinin yönetimi için en uygun yöntemin seçilmesi) süreçlerini kapsamaktadır (Winch, 2009). Birleşmiş Milletler Afet Riskini Azaltma Ofisi (UNISDR), afet riskini azaltma ile birlikte savunmasızlığın sürdürülebilir kalkınmada önemli bir rol oynadığını belirtir (UNISDR, 2009). Asian Disaster Reduction Center (ARDC) afet risk yönetimini, bir toplumdaki kırılganlıkları ve afet risklerini en aza indirmek, önlemek veya sınırlamak için geniş kapsamlı sürdürülebilir politikaların, stratejilerin sistematik olarak geliştirilmesi ve uygulanması olarak belirtmektedir (ARDC, 2020).

Afet risk yönetiminin doğasında var olan zorluklar, belirsizlikler ve karışıklıklar nedeniyle, araştırmacılar risk yönetimi süreci hakkında farklı düşünceler sunmaktadır. Örneğin; Thompson ve Perry (1992) afet risk yönetimini (1) risk değerlendirmesi ve (2) risk yönetiminden oluşan iki aşamaya ayırmaktadır (Thompson ve Perry, 1992). Ferrier ve Haque (2003) risk yönetimi sürecinin üç ana aşamadan oluştuğunu belirtmektedir; (1) felakete yol açabilecek tehlikelerin belirlenmesi, (2) tehlikelerden kaynaklanan risklerin tahmini ve (3) olası zarar görülebilirliklerin tahmin edilerek azaltılması (Ferrier ve Haque, 2003). Winch (2009) bu iki fikri birleştirerek afet risk yönetimini; (1) afet riskinin belirlenmesi, (2) afet risk değerlendirmesi ve analizi, (3) afet riskine müdahale ve tepki ve (4) afet riskinin izlenmesi olarak sınıflandırılmaktadır. Kısacası afet risk yönetimi sürecin amacı, toplumda zarar görülebilirliğin ve afet risklerinin en aza indirilmesi ile tehlikelerin olumsuz etkilerini sınırlamaya veya önlemeye yönelik tedbirlerin alınmasıdır (Erkan, 2010: 174). Magrabi (2011)'e göre risk yönetiminin

amacı; risklerin etkin bir şekilde yönetilmesi, zarar azaltma kapasitelerinin artırılması ve böylece afetlerin oluşması ve etkilerinin azaltılmasıdır (Magrabi, 2011).

Afet Riskinin Tanımlanması: Afet riskinin tanımlanması afet risk yönetiminin ilk ve en önemli aşamasıdır. Çünkü risk tanımlanmadıkça, riske karşı hiçbir tepki alınmaz (Forbes vd., 2008: 1142). Afet riskini tanımlamak için; geçmiş istatistiksel belgeler incelenerek, beyin fırtınası ve görüşmeler, risk dağılım yapısı, kontrol listesi analizi, varsayım analizi ve diyagram oluşturma yöntemleri gibi bilgi toplama yöntemleri uygulanabilir (Forbes vd., 2008; Sterling, 2008).

Afet Risk Değerlendirmesi: Afet riskinin tanımlanmasına ilişkin kapsamlı bir bilgiye sahip olduktan sonraki aşama afet risk değerlendirme veya afet risk analizi adıdır. Bu aşama; afet riskinin azaltılmasına yönelik politika oluşturma ve eylem planlaması için çok önemlidir. Risk değerlendirmesinin ana odak noktası, yüksek afet risklerinden başlayarak; tüm riskleri ayrıntılı olarak değerlendirmek ve analiz etmektir (Kern vd., 2012). Bu aşama genellikle istatistiksel olasılıkları, deneysel ve öznel verilere karşı analiz etme meselesidir. UNISDR (2009), tarafından yürütülen afet risk yönetiminin çeşitli yönlerinin incelenmesi, risk değerlendirme sürecinin temel faaliyetlerini vurgulamaktadır. Bu faaliyetler; sıklık, konum, olasılık ve yoğunluk gibi tehlikelerin karakterizasyonu ve çevresel boyutlar, sağlık etkileri, sosyal yönler, fiziksel yönler ve ekonomik yönler dahil olmak üzere savunmasızlık ve maruz kalma analizi gibi kavramlardır. Afet risk değerlendirmesinin üç temel bileşeni; (1) risk altındaki unsurların belirlenmesi, (2) tehlikenin meydana gelme olasılığı ve (3) risk altındaki unsurların savunmasızlığı olarak özetlenebilir (Alexander, 2000; Coburn ve Kuran, 1991; UNISDR, 2009).

Afet Riski Müdahalesi: Afet riskini tanımlayıp ve değerlendirdikten sonra risk müdahalesi aşamasına geçilmelidir. Afet riski müdahalesi aşamasında yüksek afet risklerini azaltmaya ve mümkünse ortadan kaldırmaya yönelik eylemler belirlenmelidir. Belirlenen bu eylemler maliyet ve etki analizine göre en iyi seçeneğin seçilmesi sürecini ifade eder. Afet risk müdahalesi süreci: (1) risk transferi, (2) riskten kaçınma, (3) risk azaltma ve (4) risk kabulü olmak üzere dört farklı stratejiye ayrılabilir (Beddington, 2012: 76; Hillson, 2002: 238).

Afet Risk Transferi: Afet risk transferi, belirli afet risklerinin finansal sonuçlarını bir taraftan diğerine (bir hane, topluluk veya işletmeye) kaydırma işlemidir (UNISDR, 2009). Risk transferi ve deprem bağlamında bir örnek vermek gerekirse, belirli bir hasar riskinin mağdurdan sigortacıya aktarıldığı bir bina sigortası poliçesinin satın alınmasıdır.

Afet Riskinden Kaçınma: Afet riskinden kaçınma, afet riskini ortadan kaldırmak için riski çevreleyen koşulları değiştirmeyi amaçlar. Beddington (2012), riskten kaçınma seçeneği olarak yüksek riskli sismik bölgelerden göçü önermektedir (Beddington, 2012).

Afet Risk Azaltma: Afet riskinin azaltılması, tüm yaşam kalitesini etkileyen tehlikelere karşı; insanların, toplumların, ekonomilerin ve yapıları çevrelerin sahip oldukları kırılganlıkları azaltmasıdır. Depremler ve etkileri bağlamında risk azaltmanın pratik bir örneği, bina yönetmeliğine uygunluğun ve standartların iyileştirilmesi, böylece bir deprem sırasında meydana gelen hasarların azaltılmasına hizmet eden depreme dayanıklı binaların teslim edilmesini sağlamaktır (Birkmann ve Teichman, 2010).

Afet Riskinin Kabulü: Beddington (2012) afet risk kabulünün; daha iyi bir seçenek olmadığında veya afet riskinin kabulü ile elde edilecek faydaların, risk gerçekleşene kadar ya da gerçekleşikten sonraki süreçte oluşan zararlardan daha ağır bastığında riske izin veren bilinçli bir karar olduğunu belirtmektedir. Sismik bir olay bağlamında risk kabulüne bir örnek, gelecek için depreme karşı dayanıklılığı artırmak amacıyla hasarlı veya çökmüş binaların planlı olarak yeniden inşa edilmesidir (Beddington, 2012; URL-1, 2020).

Afet Risk yönetimi; afet zarar azaltma aşaması ve hazırlık aşamalarından oluşur.

2.7.1.1. Afet Zarar Azaltma Aşaması

Bir afetin sosyal sistemler ve ekosistemler üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılması çalışmaları afet zarar azaltma çalışmaları olarak adlandırılır (Hidayat ve Egbu, 2010). Yani afet zarar azaltma; afetler öncesinde, yaralanma, can kaybı ve mülk kaybı gibi afet etkilerine karşı kırılganlığı azaltmayı amaçlayan kilit bir aşamadır (Weichselgartner, 2001: 85-87). UNISDR (2009) ise afet zarar azaltma aşamasını; tehlikelerin ve ilgili afetlerin olumsuz etkilerinin azaltılması veya sınırlandırılması olarak tanımlamaktadır (UNISDR, 2009). Afet zarar azaltma aşamalarını, afet olasılığını veya afetin sağlık tesisleri üzerindeki etkisini azaltmak için tasarlanmıştır (Cyganik, 2003: 82). Zarar azaltma aşaması, bir afetin ortaya çıkma olasılığını veya kaçınılmaz bir afetin zarar seviyelerini azaltabilecek her türlü faaliyet olarak değerlendirmektedir (Guan, 2015).

Afet zarar azaltma aşamasının temel amacı, bir afet meydana getirebilme potansiyeli olan tehlikelerin etki ettiği kırılganlıkları en aza indirmeyi sağlamaktır. Sismik tehlikeler bağlamındaki yapısal zarar azaltma, binaların güçlendirilmesi ve yapıları

çevrelerin güçlendirilmesi için mühendislik çözümleri iken, yapısal olmayan zarar azaltma, hassas alanların belirlenmesine ve yeni gelişmelerin kullanımı yoluyla güvenliği artırmaya yönelik uygulamalara odaklanmaktadır. Arazi kullanım planlaması, sigorta halk eğitimi, tatbikatlar vb. yöntemler örnek olarak verilebilir (Bosher, 2008; Lettieri vd., 2009; Simpson, 2002; Smith vd., 2013).

Zarar azaltma, afetlerin temel nedenlerini anlamada önem arz etmektedir. Dolayısıyla zarar azaltma, doğrudan afet yönetimi döngüsündeki bir sonraki faaliyete, yani hazırlığa öncülük eder (Weichselgartner, 2001: 85-87). Zarar azaltma faaliyetleri acil bir durumu önleyebilecek, tehlikelerin zararlı etkilerini veya oluşma olasılığını azaltabilecek faaliyetleri bünyesinde barındırmaktadır. Zarar azaltma aşamasının diğer afet yönetimi aşamalarından farklı olmasının nedeni riski azaltmak veya ortadan kaldırmak için uzun vadeli önlemlere odaklanmasıdır (Panisir, 2018: 24).

2.7.1.2. Afet Hazırlık Aşaması

Afet etkilerine dayanma kapasitelerini artırmak için; afetlere maruz kalacak tüm bireylerin, zarar görübilirliklerini azaltma ve afetlerde görev alacak olan tüm uzmanların sahip oldukları yetenekleri geliştirme aşamasıdır. Yani; bir tehlike meydana geldiğinde fiziksel, sosyal ve ekonomik zararları en aza indirmek için tasarlanmış prosedürlerden oluşmaktadır (Panisir, 2018: 25). Afet hazırlık aşamasının ana odağı; tehlike, risk ve zarar azaltma çalışmalarını yaptıktan sonra; yaşanma ihtimali yüksek olan ve yüksek zarar olguları oluşturacak tehlikelerin belirlenerek sıralanmasını önerir. Ardından sıralanan ilk tehlikeden başlanarak, önceliklendirilir ve nasıl müdahale edileceğini belirlenir (Yu, 2018). Bu müdahale aşamaları planlama, eğitim ve tatbikatlar için temel öğelerden oluşmaktadır (FEMA, 2019). Tüm bu öğeler, afet yönetimi döngüsünün risk yönetimi aşamasında hazırlanır (Arca, 2012: 56). Ancak sadece risk yönetimi sürecinde değil; tüm afeti yönetimi döngüsünün (zararları azaltma, hazırlık, müdahale ve iyileştirme) tamamında uygulanır. Panisir (2018)'e göre bu faaliyetlere; acil sığınaklar ve tahliye planları, her türlü elzem maddenin stokları, erken uyarı sistemleri, nüfus gelişimi, uygun bakım ve eğitim zinciri, iletişim planları, gerekli malzeme ve ekipmanları örnek verilebilir (Panisir, 2018). Ayrıca hazırlık aşamasında acil durum hazırlığı ve planın güncel tutulması ve uygulanması, afet yönetimi iyileştirme projelerinin geliştirilmesi; bölgesel ve yerel kurumlar ile iletişimin sağlanması ve güncel irtibat listelerinin tutulması gibi faaliyetler bulunmaktadır (Cyganik, 2003: 83). Badrudin ve Warokka (2012) ile Perry ve Lindell (2003), afete müdahale edenlere sağlanan eğitim ve öğretimin afete hazırlıklı olmanın kritik bir bileşeni olduğunu

vurgulamaktadır. Ayrıca bu aşama yöneticilerin afet etkisinin, endüstriyel tesisler içindeki ve etrafındaki yayılımını göz önüne alarak çeşitli afet senaryolarını simüle etmelerini gerektirir (Badrudin ve Warokka, 2012; Perry ve Lindell, 2003) Bu nedenle, bu tür bir sistemde hızlı veri erişimi, iletişim, afet etkisinin azaltılması için kaynakların depolandığı yerlerin seçilmesi ve kaynakların mümkün olan en kısa sürede konuşlandırılması gerekir (Lindell ve Prater, 2003; Yousif, 2019,134). Tipik hazırlık önlemleri arasında karşılıklı yardım anlaşmalarının geliştirilmesi hem müdahale personeli hem de ilgili vatandaşlar için eğitim ve becerileri güçlendirmek adına, afet tatbikatlarının yapılması ve tüm tehlikelere yönelik eğitim kampanyalarının sunulması yer almaktadır (OEM, 2018).

2.7.2. Afet Kriz Yönetimi

Kriz; yönetim, kurtarma ve müdahale faaliyetleri, azaltma çalışmaları veya kurumsal işbirliği gibi farklı kavramları içinde barındırır (Unlu, 2010: 155). Bir krizin varlığından söz edebilmek için üç temel şartın sağlanması gerekir. İlk olarak, herhangi bir acil durumun önemli boyutlarda değişime sebep olması, ikinci olarak, bu acil durumun meydana getirdiği zarar olgusunun başa çıkılamayacak düzeyde olması ve söz konusu durumun tüm fiziksel, sosyal ve ekonomik varlıklara yönelik bir tehdit oluşturma durumunun varlığıdır (Keown ve McMullan, 1997: 4). Bir krizin etkilerini azaltmak ve tüm sistemleri kriz öncesi haline döndürmek için kaynakların ve faaliyetlerin etkin yönetimi, kriz yönetiminin temel noktasıdır (Kuban, 1993: 9).

2.7.2.1. Afet Kriz Yönetimi

Kriz yönetiminin ana görevi, devlet kurumları ve operasyonel kaynaklar arasında veya kriz önlemlerini sağlamak için devlet dışı kurumlar arasında koordinasyonu sağlamaktır (Rezaei, 2018: 3). Etkin kriz yönetimini ilk basamağı krizlerin meydana gelmeden önce belirtilerinin öngörülmesidir. Bu aşamada olası kriz hallerinin önceden algılanması için erken uyarı sistemleri, yöneticilerin belirtileri algılama yetileri ve gerekli hazırlığı yapmaya yönelik doğru karar alma kapasiteleri olarak dikkat çekmektedir (Genç, 2017: 224). Tutar (2007)'a göre: afetlerden kaynaklanan krizlerin öteki kriz türlerinden farkı, bu tür afetlerin belirtilerinin olmaması ve bundan dolayı da örgütlerin erken uyarı sistemlerinin ve önleme sistemlerinin çok fazla işlevsel olmayışıdır (Akıncı, 2010; Tutar, 2007).

Kriz yönetiminin temel prensibi ise, kriz süreci planlamasıdır. Bu süreç planlamasının temel özellikleri, toplulukların acil durum yönetimini geliştirme

konusundaki esneklik kapasitelerinin artırılmasıdır (Balamir, 2004: 340-342). Ayrıca afet müdahalesini desteklemek için lojistik faaliyetlerin planlanması kritik öneme sahiptir (Li vd., 2018: 85). Kriz yönetiminin başarısızlığı ise önemli maddi hasar ve insan kaybı gibi trajik sonuçlara neden olabilir (Farazmand, 2001; Unlu, 2010: 155).

Tüm ülkelere uygun olan ortak bir kriz yönetimi sistemi bulunmadığından, kriz yönetimi uzmanları devletlerin krizlerle başa çıkma kapasitesini güçlendirecek çözümler aramaya yönelmiştir (Unlu, 2010: 155). Afet kriz yönetimi aşamaları; afet müdahale ve afet iyileştirme (yeniden inşa) aşamalarından oluşur.

2.7.2.1.1. Afet Müdahale Aşaması

Müdahale aşaması, uyarı ve tahliye, arama kurtarma, acil yardım sağlama, hasar değerlendirme ve altyapının acil restorasyonundan oluşmaktadır. Müdahale aşamasında yürütülen faaliyetler; yaşamın devam ettirilmesi ve sürdürülmesi için etkilenen nüfusun zarar görebilirliğini azaltmaya dair acil yardım sağlama faaliyetleridir (Pal vd., 2017: 352). Afetler sırasında ve hemen sonrasında, bireyler fiziksel ve psikolojik olarak zorlayıcı, karmaşık, belirsiz ve özümsemesi zor olan durumlara maruz kalırlar (Paton, 1996). Bu süreçte gerçekleştirilen müdahale eylemleri; hayat kurtarmayı, ekonomik kayıpları ve ıstırapı azaltmayı amaçlamaktadır. Afet ve acil durumlarda müdahale aşaması; arama, kurtarma, güvenlik, sağlık, sosyal ve psikolojik, iaşe, mal ve çevre koruma, destek vb. hizmetlere yönelik çalışmaları içerir (AFAD, 2021b). Afete müdahale aşamasında; yetkililer, ilk müdahalecilerin (itfaiye, polis, ambulans vb.), çok sayıda gönüllü kuruluşların ve etkin nüfus tarafından yapılan eylemleri içermektedir (OEM, 2018; Toth, 2019: 3).

Bir afetin etkisine ilişkin doğru ve kapsamlı veriler ile hazırlanan planlar, müdahale aşamasında hayata geçirilir (Homberg, 2018: 63). Müdahale aşamasında yürütülecek faaliyetler arasında uyarı, güvenlik, iletişim ve bilgi yönetimi, lojistik ve sarf malzemeleri, afet sonrası değerlendirme, afetzedelerin araştırılması ve kurtarılması, afet sonrası yardım (nüfusa yardım, hayatta kalanların sayısını en üst düzeye çıkarma, temel hizmetlerin geri kazanılması, hasarların azaltılması) ve acil durum yönetimi işlemleri yer almaktadır (Toth, 2019: 3). Oluşturulmuş olan lojistik faaliyet planlarının, bu aşamada gerçek hayata uyarlanması gereklidir (Li vd., 2018: 85-86). Afetler yaşandığında, genellikle kaynaklar sınırlı ve cevaplar yetersizdir. Ancak iyi bir afet müdahale sistemi, afetler için bir alarm görevi üstlenip derhal devreye girmeli ve afet etkisinin bertarafını olabildiğince hızlı sağlamalıdır (Paton vd., 2000; Yousif, 2019: 134). Bu aşamada tüm süreçleri sürekli izlemek, kontrol etmek hayati bir öneme sahiptir

(Yousif, 2019: 134). Geçmiş afetlerde, müdahale; afet enkazını yönetmek için çeşitli acil durum önlemlerine odaklanılmış ve geçmiş afetlere yönelik planlama ve yönetim eksikliği vurgulanmaktadır (Yu, 2018; Zawawi vd., 2018).

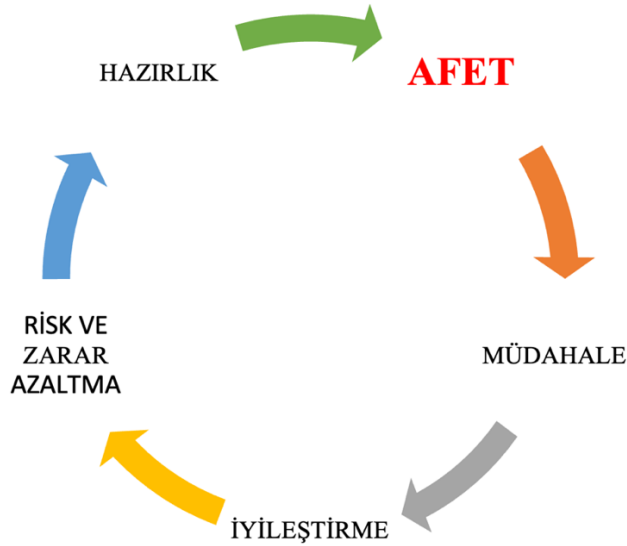
2.7.2.1.2. Afet İyileştirme/ Yeniden İnşa Aşaması

American Federal Emergency Management Agency (FEMA), afet iyileştirme, resmi ve gayri resmi tüm sistemleri mümkün olduğu kadar normal bir duruma döndürmek için afetlerden sonraki iyileştirme çalışmaları olarak tanımlamaktadır (FEMA, 2022). Afet alanındaki acil tehlike sona erdiğinde, afet yönetim döngüsü iyileştirme aşamasına geçmektedir (Guan ve Zhuang, 2015). Yani iyileştirme aşaması, insan yaşamına yönelik tehdit azaldıktan hemen sonra başlamaktadır (BCOEM, 2019).

İyileştirme aşaması faaliyetleri etkilenen nüfusun önceliklerinin belirlenmesi, afet sonrası yardım için devlet politikalarının belirlenmesi, meydana gelen hasarın minimizasyonu, hasar sonuçlarının izlenmesi, ulusal ve uluslararası kaynaklardan destek alınması gibi süreçlerden oluşmaktadır (Toth, 2019: 3). İyileşme aşaması, afete maruz kalan toplumu genellikle en az felaket öncesi seviyelere mümkün olduğunca çabuk geri getirmeyi temel alır (Chang, 2010: 304). Yani afetler sonrasında; hayati öneme sahip olan yaşam sistemlerini asgari çalışma seviyelerine döndürmeyi amaçlar (Petak, 1985: 3). Toplum ve bireylerin, işyerlerinin, meskenlerin, ortak kullanım alanlarının ve de kamu vb. kurumlarının, muhtemel risk tehdidine karşı korunmalarını sağlayacak tüm çalışmaları kapsar (Büyükkaraciğın, 2016: 203). Bu aşama, afet döngüsü için önemli bir unsurdur. Yeniden planlama ve yeniden yapılanma, restorasyon, rehabilitasyon süreçlerini içerir (Chang, 2010: 304). Aynı zamanda bu aşama gelecekteki olası afet risklerinin hafifletilmesi için de, hizmet eder. Yani afet yönetim döngüsü (risk ve zarar azaltma, hazırlık, kurtarma ve iyileştirme) aşamalarının uygulanırken aslında adım adım süreçler olmadığını yani çeşitli aşamalarının birbirini kapsadığı görülmektedir. Hem FEMA hem de bazı bilim uzmanları, amacına uygun yapılmış iyileştirme faaliyetlerinin gelecekteki risklerin öngörülmesinde hafifletme faaliyetleri olarak da işlev görebileceğine savunmaktadır (De Ville de Goyet, 2008; FEMA, 2022; Labadie, 2008; Shaw, 2006).

2.7.3. Bütünleşik (Modern) Afet Yönetimi

Bütünleşik afet yönetimi; Şekil 12'de gösterildiği gibi risk yönetimi ve kriz yönetimi olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır (Percivall vd., 2013).



Şekil 12. Bütünleşik afet yönetimi (Percivall vd., 2013).

İlk aşama; risk ve zarar azaltma, ikinci aşama ise müdahale, iyileştirme faaliyetlerini içermektedir (Asghar, 2006). Bütünleşik afet yönetimi sürecinde; afetler meydana gelmeden, toplum direncini arttırmak kritik bir unsur olarak kabul edilmektedir. Bu nedenle, afet yönetim sistemlerindeki mevcut sorunların giderilerek afet müdahalesinin, eşgüdümünün, etkinliğinin ve verimliliğinin artırılması hedeflenir (Fan ve Zhang, 2018b; 372). Yani tehlikelerin bulunduğu sahalarda, tehlikeler meydana gelmeden önce sahip olduğumuz güvenlik açıklarımızı azaltacak müdahale yöntemlerinin gerçekleştirilmesine yönelik bir yaklaşımdır. Tehlikeler meydana geldiğinde ise zararların tırmanmasını azaltacak müdahale yöntemlerinin gerçekleştirilmesidir. Bununla beraber etkili afet yönetimi ve acil durum müdahalesi için; etkin veri iletişiminin birlikte olduğu uzun bir süreçtir (Thomas, 2019: 913).

2.8. Bazı Ülkelerdeki Afet Yönetim Sistemleri

Dünyada ve Türkiye’de afetlere yönelik yapılan çalışmalar; afetlerin olumsuz sonuçlarını azaltmaya, önlemeye ve yok etmeye odaklanır. Birçok ülke bu bağlamda afetlerle ilgili hazırlanan uluslararası düzeydeki sözleşmeler, ulusal düzeyde anayasa, yasa, yönetmelikler, tüzükler ve yönergeler çerçevesinde birçok düzenleme yaparak afet yönetim sistemleri oluşturmuştur. Her ülkenin sahip olduğu afet yönetim sistemi; o ülkenin afet potansiyelleri ve geçmiş afet deneyimlerinin bir birikimi sonucunda oluşturulmuştur. Böylelikle her ülke en sık ve en zor durumda kaldığı afetlerden başlayarak afet yönetimi sistemi geliştirmiştir (Erkal ve Değerliyurt, 2009). Bu bölümde bazı ülkelerin afet yönetim sistemleri hakkında kısa bilgiler verilmiştir.

2.8.1. Amerika Birleşik Devletleri Afet Yönetim Sistemi

Amerika Birleşik Devletleri (ABD)'nde tüm olağan dışı hâl ve afet durumlarında, kendisini "vatandaşın hizmetinde bir kurum" olarak organize eden Federal Emergency Management Agency (Federal Acil Durum Yönetim Kurumu) (FEMA) bulunmaktadır (FEMA, 2002). FEMA olası bir afet anında her an müdahale etmeye hazır kuruluştur. Amerika coğrafyasını farklı derecelerde tehlike bölgelerine bölerek, her bir bölgenin tehlikesine uygun şekilde imar koşullarının belirlenmesini sağlamıştır. ABD'nin afet yönetimi organizasyonunda yalnızca devlet ve bağlı afet koordinasyon merkezleri görev almaz. Aynı zamanda tüm kamu, özel sektörler ve gönüllü organizasyonlarda görev alan paydaşlardır (Erkal ve Değerliuyurt, 2009; FEMA, 2002). FEMA beraberinde 12 farklı acil yardım fonksiyonu oluşturarak tüm paydaşların koordine oldukları detaylı bir "Federal Müdahale Planı" oluşturmuştur. Bu planda; oluşturulan 12 farklı acil yardım fonksiyonları için yangın söndürme, enkaz kaldırma, tıbbi hizmetler, ekipler vb. gibi tüm kaynakların organizasyonu belirtilmiştir (Erkal ve Değerliuyurt, 2009; FEMA, 2002; Dölek, 2019).

2.8.2. Japonya'da Afet Yönetim Sistemi

Türkiye ve diğer tüm ülkeler gibi Japonya da sık sık maruz kaldığı afetlerin yönetimi konusunda gelişmiştir. Japonyo hükümet yetkilileri afetlerin önlenmesi için afetlerin risk yönetimi sürecine büyük önem vermektedir. Daha çok depremler ve tsunamilere maruz kalan Japonya hükümeti ülkede sürekli gözlem yapan "Tokyo Japan Disaster Counter Measure" adında bir altyapı sistemi oluşturmuştur. Aynı zamanda oluşabilecek şok dalgalarına karşı "Ocean Bottom Seismic Sensor System" (OBS) adında bir erken uyarı sistemi kurmuşlardır. Beraberinde ülkenin kapsamlı bir Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS), oluşturmuştur. Tüm bu sistemlerdeki bilgilerin eklendiği, analizlendiği ve yönetildiği bir "Ulusal Afet Erken Uyarı ve Yönetim" sistemini aktifleştirilmiştir (Baskak ve Büyüksaraç, 2021). Japonya'da Acil Durum Yönetimleri ile ilgili tüm fonksiyonlar "National Land Agency (NLA)" denetimi altındadır (NLA, 2019).

2.8.3. Almanya'da Afet Yönetim Sistemi

Almanya Hükümeti, çok sayıda eyalet hükümetleri tarafından yönetilir. Bu eyaletler kendi içlerinde yerel ve bölgesel afete müdahale ve yardım iş ve işlemlerinden sorumludur. Almanya afet organizasyon oluşumu; içişleri bakanlığına bağlı bakanlıklar arası koordinasyon kurulu, eyalet hükümeti, bölge veya şehir yöneticileri, Teknik

Yardıml Federal Enstitüsü (THW), müdahale hizmetleri; acil durum personeli, itfaiye, uzmanlaşmış özel kurtarma hizmetleri ve diğer kuruluşlardan meydana gelir. Tüm kurtarma hizmetleri için THW kurulmuştur. Almanya hükümeti gönüllülerin sahip oldukları potansiyelin farkındadır. Bu yüzden, gönüllüleri, sivil korunmanın ayrılmaz bir parçası olarak görür. THW tüm eyaletlere: nükleer, biyolojik ve kimyasal tehditlerinden korunma, sağlık, eğitim, ekonomik yardım, yangından korunma, gönüllülere teçhizat sağlama ve özel teçhizat alma konularında yardımcı olur. Dahası, Almanya yerel yönetimleri, ihtiyaç halinde federal orduyu destek için çağırabilir. Almanya'da afet ve sivillerin korunması amaçlı eğitimler eyalet sistemine bağlı itfaiye ve kurtarma organizasyonlarınca verilmektedir (Erkal ve Değerliyurt, 2009).

2.8.4. Rusya Federasyonu Afet Yönetim Sistemi

Rusya'da 1994 yılında "Rusya Sivil Savunma Acil Durum ve Doğal Afetler Bakanlığı" (EMERCOM) kurulmuştur. Bu bakanlık Rusya'da acil durum ve afet hallerinde tüm yapılacakların planlandığı, uygulandığı, bu konuda halkın eğitilmesi ve uluslararası iş birliği görevlerinin yürütüldüğü bir kurumdur. Bu kurum; afetlerle ilgili politika belirlemek, sivil savunma, arama ve kurtarma süreçlerini yönetmek, yaşanan afetlerin etkilerini ortadan kaldırmak, afet yönetim süreçlerini geliştirmek, kaynakların kullanımını organize etmek vb. gibi bir takım görevleri üstlenmiştir (Gökçe ve Tetik, 2012). EMERCOM, Rusya Federasyonu'nu 89 kente destek olacak şekilde 9 merkeze ayırıp, merkezlerini ise riskin çok fazla olduğu yerlere kurmuştur. Ayrıca EMERCOM, tüm afet durumlarındaki süreçleri yayınlayan bir basın servisine sahiptir. (Gökçe ve Tetik, 2012; Tarhan ve Ergöncü, 2008).

2.8.5. Türkiye Afet Yönetim Sistemi

Türkiye sahip olduğu insan, doğa ve teknolojik tehlikeler bakımından birçok olayın afete dönüşebileceği bir coğrafyada yer almaktadır. Geçmişten günümüze yaşanan birçok afet olayı sonucunda büyük can ve mal kayıpları verilmiş ve büyük zarar olguları oluşmuştur. Türkiye'de bu zarar olgularını azaltmaya yönelik çalışmalar yapılmış, kararlar alınmış ve kanunlar çıkarılmıştır. Yaşanan afetler sonucu edinilen tecrübeler ile afet yönetimi ivme kazanmıştır. Türkiye'de afet yönetiminde çok başlılığı önlemek için 2009 yılında 5902 Sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile; Sivil Savunma Genel Müdürlüğü, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Türkiye Acil Durum Yönetimi Genel Müdürlükleri birleştirilmiş ve Afet ve Acil Durum (AFAD) Merkezi kurulmuştur (5902 Sayılı Kanun, 2009; AFAD,

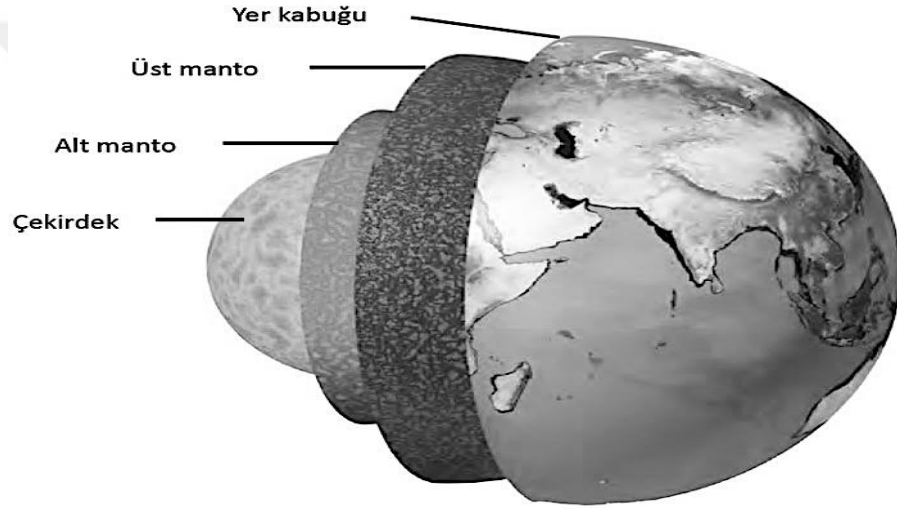
2021c; Ergünay, 2002; Dölek, 2019; Özmen ve Özden, 2013; Sever, 2019). Bu birleşme kararı ile afet yönetiminin yetki ve sorumlulukları tek bir elden, daha hızlı ve daha etkin yürütülmesi amaçlanmıştır. 2013 yılında Türkiye’de meydana gelebilecek her tür ve ölçekte, olağan üstü durumlar ve afetlere müdahalede görev alacak, bakanlık, kurum ve kuruluşlar, özel kuruluşlar, sivil toplum kuruluşlarını ve gerçek kişileri kapsayan Türkiye Afet Müdahale Planı (TAMP) oluşturulmuştur (AFAD, 2021a). Her türlü afet ve acil durum için hızlı, etkili ve kapsamlı bir müdahale organizasyonu oluşturmayı amaçlayan TAMP afetler olduktan sonraki kriz aşamasında ortaya çıkan karışıklıkları azaltmak amacıyla oluşturulmuştur (AFAD, 2021c). Diğer bir deyişle TAMP; afetlere müdahale edilmesi için gereken tüm faaliyetlerin planlanması, yönlendirilmesi, desteklenmesi, koordine edilmesi ve uygulanmasını sağlayan, dinamik yapıyı ifade eder (AFAD, 2021a).

Yaşanan afetler ve sonuçlarının analiz edilmesi ile ortaya çıkan ekonomik kayıpların fazla miktarlarda olması, afet yönetiminde gelişmelerin yaşanmasını sağlamıştır. Türkiye’de yaşanabilecek olan tüm olağan dışı olay, afetler ve sivil savunmaya ilişkin hizmetlerin etkili olarak verilebilmesi için gerekli tüm önlemlerin alınması, afet öncesi, sırası ve sonrasında afet yönetimi aşamalarında yapılması gerekli olan tüm çalışmaların planlanıp yürütülmesi ve bu süreçlerde görev alan kurum ve kuruluşlar arasında koordinasyonun sağlanarak hayata geçirilmesi amacıyla "Bütünleşik Afet Yönetimi" sistemine geçilmiştir (Dölek, 2019). 15 Temmuz 2018 tarihinde ise AFAD yayımlanan Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi ile Başkanlık İçişleri Bakanlığına bağlanmıştır. Günümüzde ise AFAD; “afetlere dirençli toplum oluşturmak” misyonuyla harekete geçip, afetlerle yaşayabilme yeteneğini öğrenmiş bir toplum oluşturmayı amaçlamaktadır (AFAD, 2021a).

3. DEPREMLER

3.1. Yerkürenin Yapısı

15-20 milyar yıl önce büyük bir patlama sonucunda meydana gelen Dünyamız, birçok aşamadan geçerek bugünkü haline gelmiştir. İlk zamanlarda sıcaklığı çok fazla olan erimiş kayalardan oluştuğu varsayılan gezegenimizin yüzeyi zamanla soğuyarak yoğunlaşmıştır. Bu süreçte yoğunluğu fazla olan maddelerin merkeze doğru çökerek çekirdeği, yoğunluğu daha düşük olan maddeler ise bu çekirdeğin etrafında katmanları oluşturduğunu öne sürülür (Atabey, 2000; Cin, 2020).



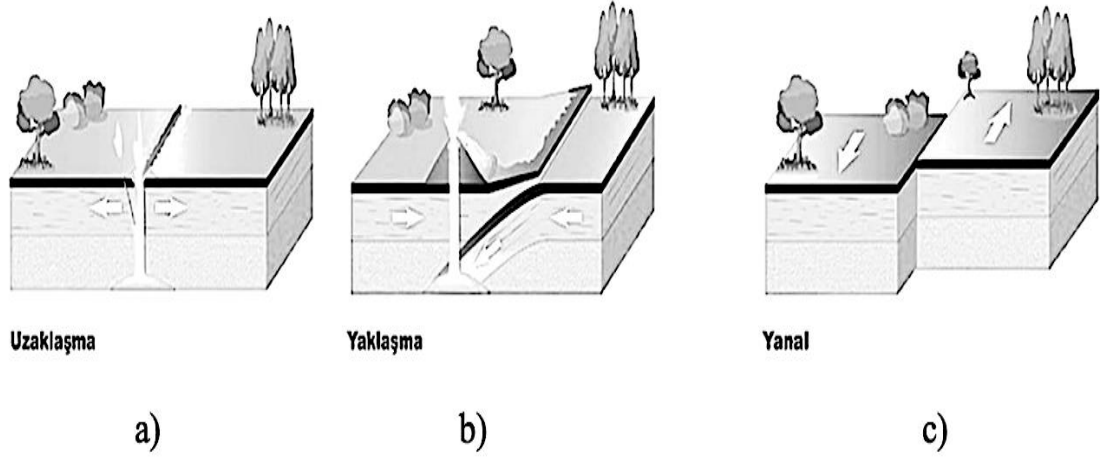
Şekil 13. Yerkürenin içyapısı (URL-4, 2018).

Yerkürenin içyapısı Şekil 13'te verildiği gibi birleşimsel katmanlardan oluşur. Birleşimsel bu katmanlar, dünyamızın kimyasal birleşenleri dikkate alınarak oluşturulmuştur. Bu katmanlar; yer kabuğu, manto ve çekirdek olmak üzere üç ana katmandan oluşur (Atabey, 2000). Yerküre alüminyum silika denilen bir maddeden oluşur ve bu maddenin kalınlığı okyanusal kabukta 5-10 kilometre iken, kıtasal kabukta 35-70 kilometredir (Canbay vd., 2008). Yerkürenin altındaki tabaka ise mantodur ve bu tabakada ısıl hareketlilik çok fazladır. Mantonun kalınlığı yaklaşık 2900 kilometre ve büyük bir kısmını ferro-magnezyum silika oluşturur. Bu tabaka alt manto ve üst manto olarak ikiye ayrılır. Yerkürenin merkezinde çekirdek bulunur. Çekirdek iç ve dış çekirdek olarak ikiye ayrılır. İç çekirdek sadece demirden, dış çekirdek ise demir ve nikelten meydana gelir (Atabey, 2000; Canbay vd., 2008).

3.2. Levha (Plaka) Tektoniği

Dünyamız 4,5 milyar yıl yaşında olup, bugüne kadar birçok değişiklik geçirmiştir (Atabey, 2000; URL-3, 2022). Gezegenimizin yüzeyi magma hareketi ile bazı bölgelerden kırılarak ayrılmıştır. Kırılan ve hareket halinde olan bu parçalara levha (plaka) denir (Cin, 2020). Hareket halinde olan bu levhalar zamanla birbirini etkileyerek, diğer yer kabuğu parçalarının da hareket etmesine neden olurlar (Atabey, 2000).

Yerkürenin üst katmanları, sürekli hareket halinde olan levhalardan oluşmaktadır. Mantodaki ısı akımlarının neden olduğu bu hareketlerle bazı levhalar hızlı hareket ederken bazıları ise daha yavaş hareket ederler. En hızlı hareket ettiği bilinen Nazda Levhası yılda ortalama 3,7 santimetre hareket ederken yavaş hareket eden levhalar ise yılda yalnızca 1-2 milimetre hızla hareket ederler. Levhaların sınırlarının bilinmesi ve hareketlerinin gözlemlenmesi bizlere depremlerin nerede meydana gelebileceği konusunda önemli bilgiler sunmaktadır. Bu yüzden levha hareketliliği oldukça önemlidir (Cin, 2020).



Şekil 14. Levha (Plaka) hareketliliği (URL-5, 2022).

Levhaların hareketleri; Levhaların birbirileri ile etkileşimleri yönünden Şekil 14’de gösterildiği gibi; Birbirinden Uzaklaşan Levhalar, Birbirine Yaklaşan Levhalar ve Yatay Sürtünen Levhalardır.

3.2.1. Birbirinden Uzaklaşan Levhalar

İki levhanın zıt yönlere doğru hareket ederek birbirinden ayrılmasıdır. Levhaların birbirinden uzaklaşması Şekil 14a’da gösterilmiştir. Ayrılma hem kıtasal hem de okyanusal kabukta olabilir. Okyanusal kabukta meydana gelen, ayrılmada ilk önce

kabuklar arasında bir yarık oluşur. Magma buradan yukarı çıkarak soğur. Magmanın katılaşmasıyla bu alanda yeni bir kabuk oluşur. Magma katılaştıkça, levhalar daha da ittirilerek birbirinden iyice uzaklaşır (Cin, 2020). Birbirinden uzaklaşan levhalara Atlas Okyanusu'nun oluşumu örnek verilebilir (Cin, 2020; Monroe vd., 2006).

3.2.2. Birbirine Yaklaşan Levhalar

Levhaların birbirine yaklaşması Şekil 14b'de gösterilmiştir. Birbirine yaklaşan levhalar üç şekilde meydana gelir.

Okyanusal-Kıtasal Levha Karşılığıması: Daha yoğun olan okyanusal levha, kıtasal levhanın altına dalar. Alta dalan okyanusal levha derinlere indikçe erimeye başlar ve bu sınır hizasındaki magmanın bir kısmı, kıta tarafında volkanik dağları oluşturur (Cin, 2020).

Okyanusal-Kıtasal Levha Karşılığıması: Aynı yoğunluğa sahip iki okyanusal levha karşılaştığında bir levha diğerrinin altına dalar. Bir levhanın diğerr levha altına daldığı yerlere dalma-batma zonu ad verilir. Alta dalan levha magmaya kadar ulaşabilir ve erimeye başlar. Böylelikle yüzeye çıkan magma zamanla okyanus tabanında yanardağları oluşturur. Dünyanın en derin çukuru olan Mariana Çukuru, Filipinler Levhası ve Pasifik Levhası birbirlerine yaklaşan okyanusal levhalar sonucu oluşmuştur (Cin, 2020).

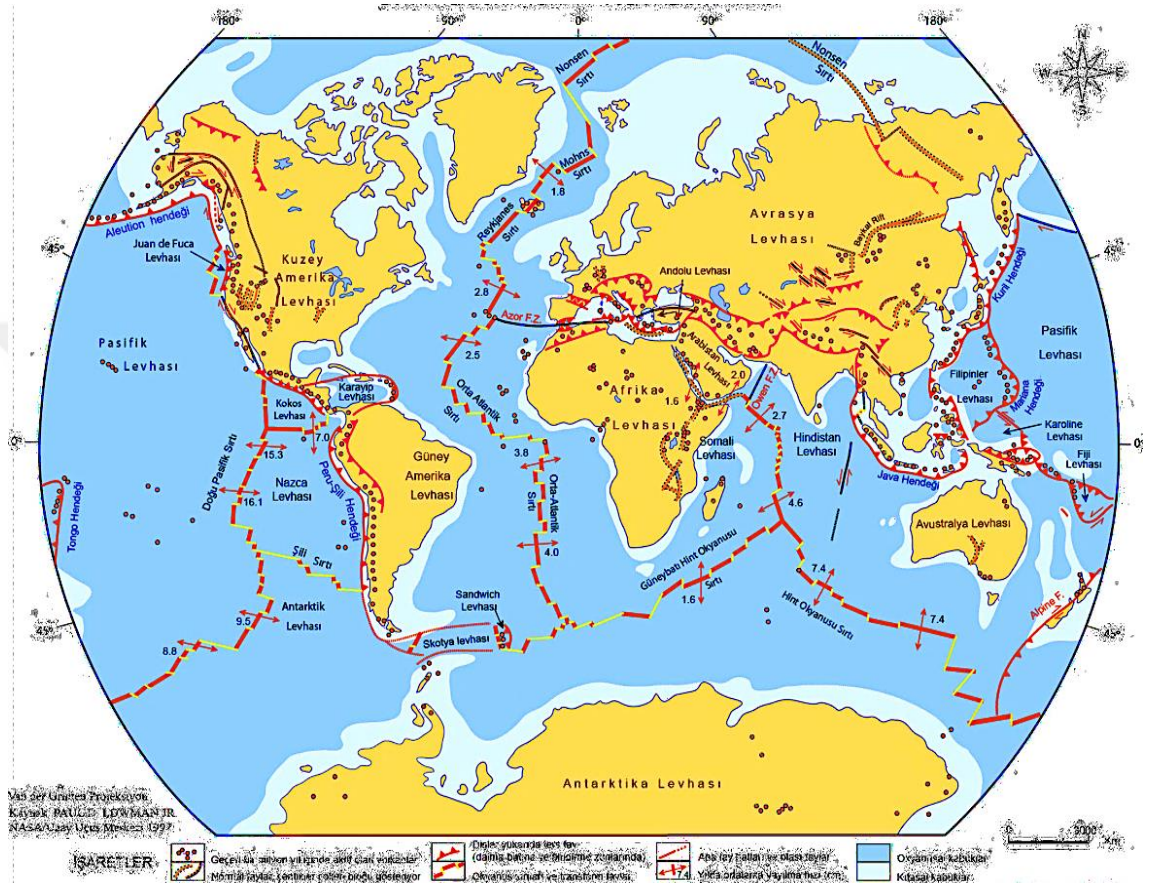
Kıtasal-Kıtasal Levha Karşılığıması: İki kıtasal levha birbirleriyle karşılaştığında çarpışır. Bu çarpışma ile levha sınırlarındaki sıkışan bölümler birbirlerinin üstüne binerek yığınlar oluşturur. Sıkışma devam ettikçe bu yığınlar yükselerek sıradağları ve yüksek platoları oluştururlar. Hindistan levhası ve Avrasya levhasının 45 milyon yıl önce çarpışması sonucu Himalaya Dağları oluşmuştur. Çarpışma halen devam etmekte ve Himalaya Dağları yükselmektedir (Cin, 2020).

3.2.3. Yatay Sürtünen Levhalar

İki levhanın birbirine yatay olarak sürtünmesi ile levhaların aynı anda zıt yönlü yer değiştirmesidir. Yatay sürtünen levhalar Şekil 14c'de gösterilmiştir. Yatay sürtünen levhalarda iki levha arasındaki sürtünme çok fazla olduğu için belli bir süre harekete direnç gösterilir, artan gerilim belli bir düzeye ulaşınca depremlere neden olur. Kaliforniya'daki San Andreas fayı ve Türkiye'deki Kuzey Anadolu fayı yatay sürtünen levhalardandır (Cin, 2020).

Yer küremiz; bazen serbestçe birbirine yaklaşırken, kimi zaman da birbirinden uzaklaşır, kimi zaman ise yanal olarak kayma şeklinde hareket eder (Atabey, 2000). Bu

hareketlerin çok uzun yıllar boyunca sürmesi sonucunda yer kabuğunda Avrasya, Kuzey Amerika, Büyük Okyanus, Arabistan, Nazka, Güney Amerika, Tongo, Afrika, Hindistan-Avustralya, Kokos, Antarktika, Anadolu levhası gibi levhalardan oluşmuştur (Canbay vd., 2008). Milyonlarca yıl süren bu süreçler Şekil 15'te de gösterildiği gibi dünyamızın günümüzdeki halini almasını sağlamıştır (Cin, 2020).



3.3. Faylar ve Fayların Oluşumu

Günümüzde deprem konusundan söz ederken fay kavramını çok sık kullanırız. Levha hareketliliğinin etkisiyle yer kabuğunun bazı parçalarının gerilerek, sıkışarak ya da makaslanarak deforme olması ve meydana gelen bu deformasyonlar eğer sünek kayalarda kıvrılma ve akma ile, kırılma yolu ile fayları oluşturur (Canbay vd., 2008). Faylar eğer bir hat şeklinde oluşmuşsa bunlara fay hattı, fayların olduğu alana ise fay zonu denir (Cin, 2020). Faylar depremleri anlama açısından önemlidir (Tüysüz, 2021).

Kayaçlarda oluşan büyük kütleler halindeki kırılma mekanizmalarına faylanma denir (Canbay vd., 2008). Fayların derinlikleri, uzunlukları ve genişlikleri farklılık gösterebilir. Faylar birkaç milimetre uzunluğunda olabileceği gibi, yüzlerce, binlerce

kilometre uzunluğunda olabilirler. Bazı kırılmalar yüzeye yakın bazı kırılmalar ise daha derinlerde meydana gelebilir.



Şekil 16. Fay mekaniği (URL-6, t.y.).

Şekil 16’da kırmızı çizgi ile gösterilen hat üzerinde bir kırık bulunmaktadır. Bu hattı incelediğimizde kaya kütlelerinin tabakalı yapısında farklılaşma olduğunu görmekteyiz. Bu farklılaşma arazide meydana gelen sıkışma ve genişleme hareketleri sonucunda oluşmuştur. Bu hareketlerin meydana geldiği bölgeler ise kırık yani fay bölgeleridir. Ancak meydana gelen bu hareketler kaya kütlelerini her zaman hareket ettirecek güce sahip olmayabilir ve bu alanlarda yoğun bir gerilim birikimi gerçekleşir (Cin, 2020).

3.3.1. Fayların Türleri ve Oluşum Özellikleri

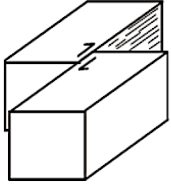
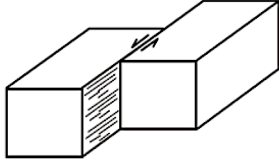
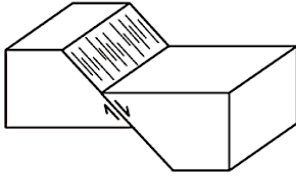
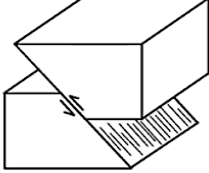
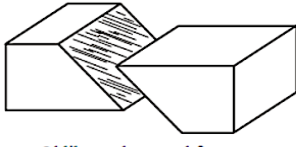
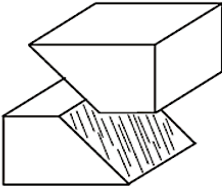
Faylar; sıkışma, gerilme ya da makaslama kuvvetlerinin etkisi ile oluşarak farklı şekillerde meydana gelir (Tüysüz, 2021). Fay türleri Şekil 17’de gösterilmiştir.

Normal Fay: Birbirinden uzaklaşan iki fay düzleminin zayıf bir noktadan kırılması ile oluşur. Kırılan düzlemlerden birisi aşağı yöne doğru hareket eder. Bu faylara normal fay denir

Ters Fay: İki fay düzleminin birbirine yaklaşması ile oluşan basınç sonucu bir kütle diğerinin üzerine çıkar. Bu şekilde oluşan faylara ters fay denir.

Oblik (Yanal, Doğrultu) Atımlı Fay: İki fay düzleminin birbirlerine zıt yönde ve birbirine paralel hareket etmesi ile sürtünerek oluşan faylara oblik (yanal, doğrultu) atımlı faylar denir (URL-2, 2021).

FAY TÜRLERİ

<p>Doğrultu atımlı faylar</p> <p>a) Sağ yönlü doğrultu atımlı faylar</p> <p>b) Sol yönlü doğrultu atımlı faylar</p>	 <p>Sağ yönlü doğrultu atımlı fay</p>  <p>Sol yönlü doğrultu atımlı fay</p>
<p>Eğim atımlı faylar</p> <p>a) Normal eğim atımlı faylar</p> <p>b) Ters eğim atımlı faylar</p>	 <p>Eğim atımlı normal fay</p>  <p>Eğim atımlı ters fay</p>
<p>Yanal (oblik, verev) atımlı faylar</p> <p>a) Normal yanal (oblik, verev) atımlı faylar</p> <p>b) Ters yanal (oblik, verev) atımlı faylar</p>	 <p>Oblik atımlı normal fay</p>  <p>Oblik atımlı ters fay</p>

Şekil 17. Fayların türleri (Tüysüz, 2021).

3.4. Depremlerin Oluşumu

3.4.1. Doğal Nedenli (Kendiliğinden Oluşan) Depremler

Tektonik Kökenli Depremler: Levhaların hareketliliği sonucunda oluşan depremlere genellikle tektonik kökenli depremlerdir. Levha sınırlarında görülen ve deprem oluşturma potansiyeli taşıyan faylara ise aktif (diri) fay denir (Canbolat vd. 2007). Aktif fay kırıkları içerisinde biriken gerilim belirli bir sınıra ulaştığında, aniden boşalarak dalgalar halinde yayılır. Yayılan bu dalgalar depremleri oluşturur (Atabey, 2000; Cin, 2020). Tektonik kökenli depremler geniş yayılım alanlarına sahiptir (Ardos, 2012). Depremler okyanusal kabukta 350-400 km'ye kadar derinlikte oluşurken; kıtasal kabukta ise 20-35 km derinlikte oluşabilmektedir. Yer kürenin daha derin kısımlarında ise sıcaklık 400 °C'den fazla olduğu için burada gerçekleşen hareketlilik yavaş ve depremlere sebep olmaksızın gerçekleşir (Atabey, 2000). Dünyada gerçekleşen depremlerin en büyük nedeni tektonik işlevlerdir (Taymaz, 1999).

Tektonik Kökenli Olmayan Depremler: Dünyada gerçekleşen en yıkıcı depremler tektonik kökenli olsa da başka nedenlerle de depremler meydana gelmektedir. Aşağıda bu tür depremler üzerinde kısaca durulacaktır.

Volkanik Kökenli Depremler; Yer kürenin derinliklerindeki magmanın yüzeye çıkışı sırasında birçok fiziksel ve kimyasal olay yaşanır. Bu olaylar sonucunda oluşan basınç kuvvetinin patlamalara neden olmasıyla volkanik depremler meydana gelir. Detaylandırmak gerekir ise, bir volkan faaliyeti sırasında magmanın yükselmesi ile oluşan basıncın depremlere neden olmasıdır. Volkanlar genellikle levhaların kenarlarında yaygın olarak görülmekle beraber levha içlerinde de görülür. Bu durum volkanların faaliyeti esnasındaki depremlerin tektonik kökenli mi yoksa volkanizmaya mı bağlı olduğu sorusuna net bir yanıt verilememesine neden olmaktadır. Volkanik kökenli depremler; tektonik kökenli ve çöküntü kökenli depremlerin aksine çevresindeki sismik aktivitelerin ve yer deformasyonlarının izlenmesi ile ne zaman faaliyete geçeceği bilinebilmektedir (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

Çöküntü Kökenli Depremler; Çöküntü kökenli depremler yer altındaki boşlukların (mağaraların) çökmesi ile sığ ve küçük depremler üretmesidir. Karstik bölgelerde bulunan kireçtaşı, jips, evaporit gibi eriyebilen kayaların yeraltına sızan sular tarafından erimesi ile yeraltında boşluklar oluşur. Zamanla boyutları giderek büyüyen bu boşlukların üzerindeki kaya, yükünü taşıyamayacak duruma geldiğinde çökerek, obrukların oluşmasına neden olur. Bu aşamada oluşan çökmenin neden olduğu sarsıntı ile sığ ve küçük depremler meydana gelir. Aynı şekilde ani olarak yaşanan heyelanların da depremlere neden olduğu bilinmektedir. Ancak bu şekilde meydana gelen depremler en fazla 4,5 büyüklüğünde olmaktadır (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

3.4.2. Yapay (İnsan Faaliyetleri Nedenli) Depremler

İnsan faaliyetleri ile oluşan depremler diğer depremlerin aksine; çok sığ ya da yüzeyde olduklarından ve tek bir noktadan yayıldıklarından dolayı diğer deprem türlerinden kolaylıkla ayırt edilirler. Aynı zamanda doğa kaynaklı depremleri tetikleyebilirler. Bu depremlerin diğer depremlerden farkı ise; insan kaynaklı depremlerin kayıtlarında P dalgalarının etkin olduğu gözlemlenir iken, diğer depremde ise P ve S dalgaları belirgindir.

Barajların Su Yükü Nedeniyle Oluşan Depremler; Büyük barajlarda su tutulması ile yerkabuğuna büyük yüklerin binmesi nedeniyle bu yük altında kalan faylarda depremler olmaktadır. Yani barajların sahip olduğu su yükü bir deprem oluşturmak için yeterli gerilmeyi oluşturmasa da faylara çok yakın bir bölgede gerilme birikimi olan

fayların harekete geçmesine neden olabilmektedir. Bu tür depremlere örnek vermek gerekirse; 11 Aralık 1967 tarihinde Hindistan'ın Koyna Nehri üzerine kurulmuş olan Koyna Barajı'nda 6,6 büyüklüğünde deprem meydana gelmiş ve 177 insan hayatını kaybetmiştir. Daha önce hiç deprem yaşanmamış olan bu bölgede; barajda su tutulmaya başlaması ile depremler meydana gelmeye başlamış ve birçok küçük deprem oluşmuştur. Yaşanan bu depremden sonra baraj rezervuarları takip edilmiş ve büyüklüğü en fazla 3-4 civarında olan depremler yaşanmıştır.

Yeraltı Rezervuarlarda Oluşan Depremler; Yeraltı rezervuarları, içme ya da kullanma sularının, jeotermal suların, petrol ve doğalgaz gibi sıvı ve gaz kaynakların yeraltında gözeneklilik, geçirimsizlik ve diğer uygun jeolojik özelliklere sahip bir tabaka içerisinde birikmesine imkân sağlayacak alanlardır. Bu yeraltı faaliyet alanlarında bulunan aktif faylar, sahip olunan gerilme kuvvetini arttırarak depremlerin oluşmasına yol açar. Bu tür depremlere örnek vermek gerekirse; 1976 ve 1984 yıllarında Özbekistan gaz sahasında meydana gelen 7.1, 7.2 ve 7.4 büyüklüğündeki depremlerdir. Yoğun doğalgaz üretimi yapılan bölgenin fay üzerinde bulunduğu ve bu fayın biriktirdiği gerilme kuvvetini arttırıcı yönde etkili olduğu kabul edilmektedir. Yeraltı rezervuarlarının depreme neden olduğu hakkında yapılan çalışmalar sonucunda; tek başlarına büyük bir deprem meydana getirmeyip, üzerlerinde gerilimin biriktirdiği fayları harekete geçirdikleri ifade edilmiştir.

Patlatma Kökenli Depremler; Yeraltında gerçekleştirilen çeşitli kimyasal ya da nükleer patlatma deneyler veya savaş amaçlı kullanılan bombalar depremler yaratabilmektedir. Bununla beraber maden işletmelerinde, taş ocaklarında veya inşaat çalışmalarında yapılan kazı ve patlatma işlemleride küçük depremlere sebep olabilmektedir. Yukarıda verilen iş ve işlemler genellikle merkeze uzak alanlarda gerçekleştirildiği için ortaya çıkan hasarlar küçük çapta kalıp, etkisi tam olarak bilinmemektedir (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

3.5. Depremlerle İlgili Bazı Kavramlar

3.5.1. Deprem Dalgaları

Deprem dalgaları, tektonik levhaların hareketlenmesine sebep olabilecek bir nedenle, yeraltında gerilim enerjisi oluşturarak dalgalar halinde yayılır. Bu dalgalara sismik dalgalar da denir. Deprem dalgaları bize depremin nerede olduğunu ve ne kadar güçlü olduğunu gösterir. Aynı zamanda dalgaların hızlarının farklı olması deprem için oluşturulabilecek erken uyarı sistemlerini de aktive etmeyi sağlar. Bu dalgalar

Yerkürenin içini anlamamız konusunda bize yardımcı olabilmektedir. Deprem anında ortaya çıkan bu dalgalar farklı özelliklere sahiptir. Deprem dalgalarını iki ana sınıfta inceleyebiliriz (Cin, 2020). Bunlar cisim dalgaları ve yüzey dalgaları olarak ikiye ayrılır (Canbay vd., 2008).

3.5.1.1. Cisim dalgaları

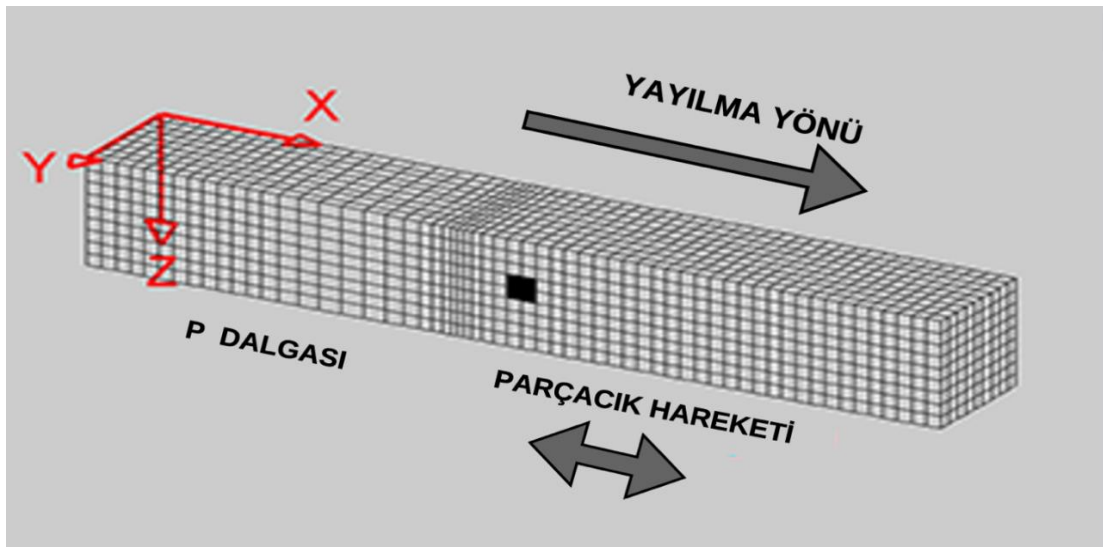
Cisim dalgaları, kaynaktan tüm yönlerde doğru yayılım gösterir. Yani hem yer kürenin içine hem de yer kürenin yüzeyine doğru hareket ederler. Bu dalgaların yerin derinliklerine yayılımı, yerin yüzeyine yayılımından daha hızlı gerçekleşir. İki temel cisim dalgası vardır (Cin, 2020).

P (Primary ya da Pressure) Dalgaları

S (Secondary ya da Shear) Dalgaları

3.5.1.1.1. P dalgaları

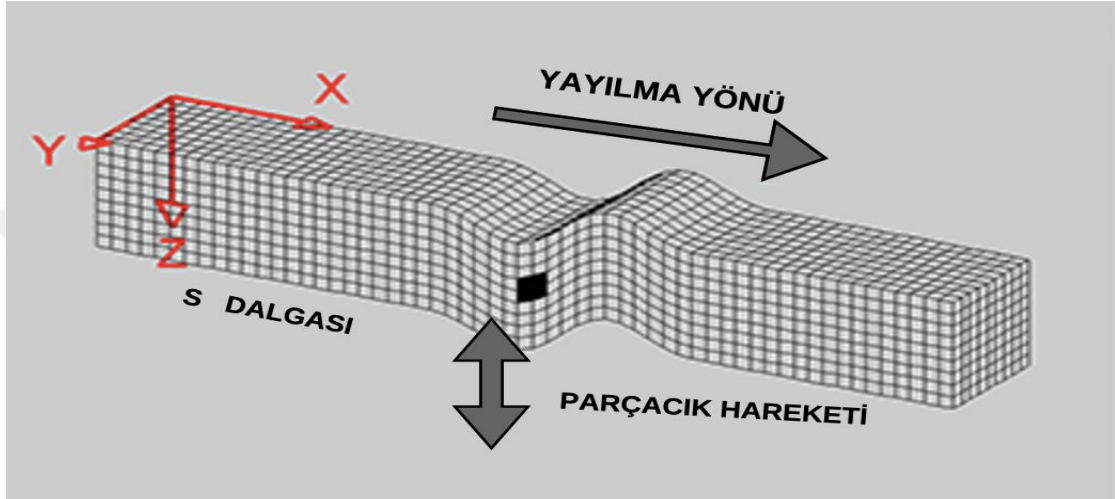
P dalgaları; birincil, boyuna veya sıkıştırma dalgaları olarak da adlandırılmaktadır. Yer içerisinde çok hızlı yayılan ve kayıt cihazları ile ilk algılanan dalgalardır. P dalgaları katılar, sıvılar ve gazlar içerisinde kolaylıkla yayılırlar. Yerkabuğu yapısına göre hızı değişmektedir. Bu dalgaların oluşturduğu titreşim hareketi dalganın yayılım yönü ile aynıdır. P dalgaları geçtikleri yüzeylerde herhangi bir şekil bozukluğu oluşturmazlar yani herhangi bir yıkım etkisi vermezler. P dalgaları Şekil 18’de gösterilmiştir (Cin, 2020; Atabey, 2000).



Şekil 18. P dalgaları (URL-7, 2019).

3.5.1.1.2. S Dalgaları

S dalgalarına; ikincil (secondary), kesme veya enine dalgaları da denilmektedir. S dalgaları P dalgasına göre daha yavaş oldukları için P dalgasından hemen sonra kayıt cihazlarına ulaşırlar. S dalgaları geçtikleri ortamlardan yayılırken enerjiyi dik, aşağı yukarı veya sağa sola doğru yayılım gösterdikleri için yapılarda şekil bozukluğuna neden olurlar. Bu dalgalar sadece katı yer kabuğunda içine doğru yayılırlar. S dalgaları Şekil 19'da gösterilmiştir (Atabey, 2000; Cin, 2020).



Şekil 19. S dalgaları (URL-7, 2019).

3.5.1.2. Yüzey Dalgaları

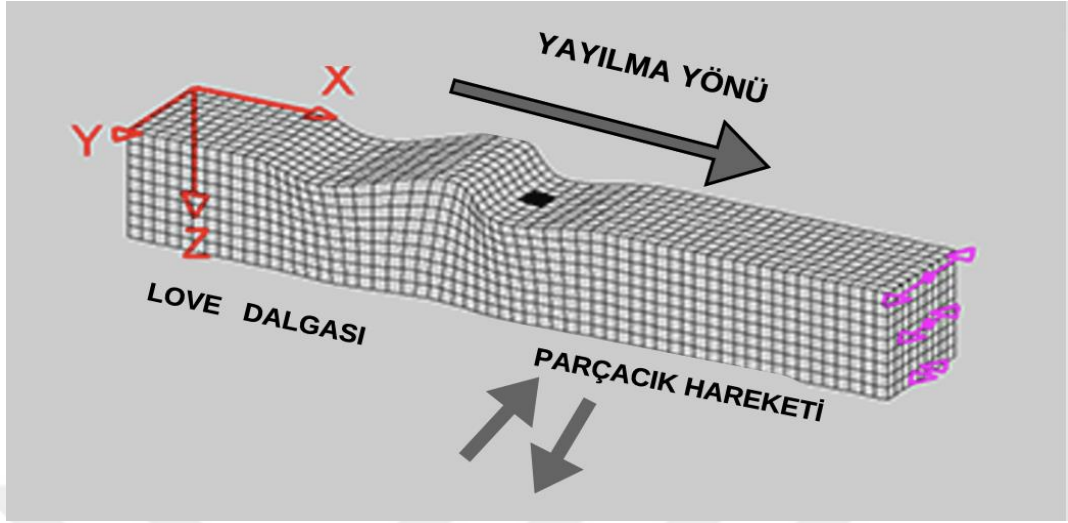
Yüzey dalgaları cisim dalgalarının aksine yerin derinliklerine doğru hareket etmezler. Yer yüzeyine doğru ilerlerler. Bu nedenle de bu dalgalara yüzey dalgası denir. Kayıt cihazlarına cisim dalgalarından sonra ulaşan yüzey dalgaları; depremlerde asıl hasarı yapan dalgalardır ve yavaş yayılırlar (Cin, 2020). Yani yüzey dalgalarında yer yüzeyi hareket ettiği için etkileri çok büyüktür (Atabey, 2000). Yüzey dalgaları ikiye ayrılır.

- L (Love) Dalgaları
- R (Rayleigh) Dalgaları

3.5.1.2.1. L Dalgaları

Yüzey dalgalarının en hızlısı L dalgalarıdır. Bu dalgalar yatay düzlemde hareket ederler ve saniyede yaklaşık 3 km hızla yayılırlar (Atabey, 2000). Yüzeyde yatay yönde ve enine hareket ederek, yeryüzünde yarılmalara neden olurlar. L dalgası yüzeye ne kadar yakınsa o kadar etkili olmaktadır. Yani derin odaklı depremlerde genellikle

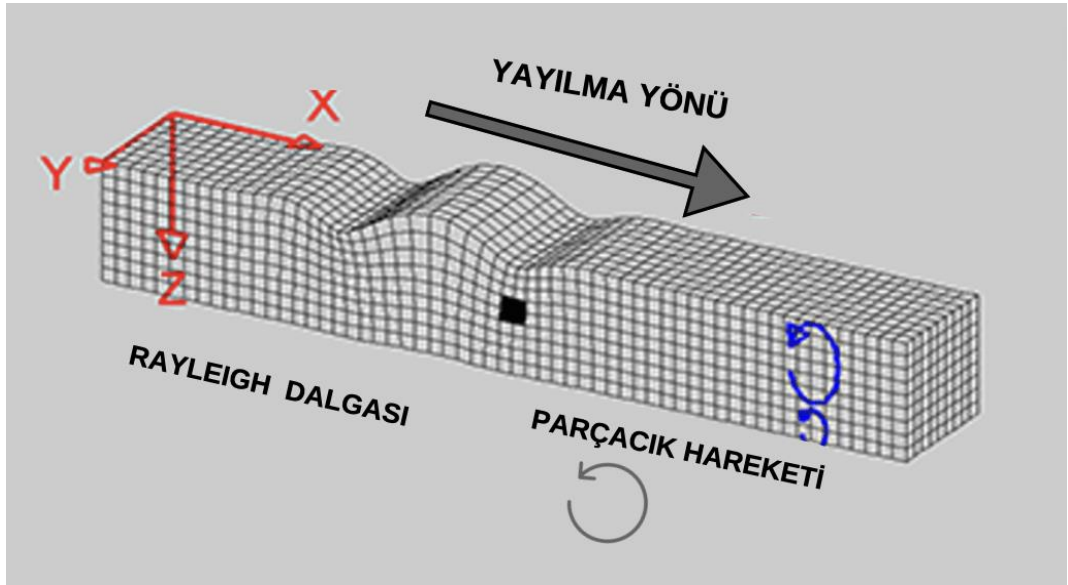
kaydedilmezler. Derin odaklı olmayan depremlerde ise büyük hasarlar oluştururlar. L dalgaları Şekil 20’de gösterilmiştir (Cin, 2020).



Şekil 20. Love dalgaları (URL-7, 2019).

3.5.1.2.2. R Dalgaları

R dalgaları; en yavaş deprem dalgalarıdır. Bu dalgalar tıpkı okyanus üzerinde ilerleyen dalga salınımı gibi yeryüzünde yuvarlanarak ilerlerler. Bu yüzey dalgaları geçtikleri ortamlarda etki ettikleri tanecikleri ters elips şeklinde hareket ettirir. R dalgaları L dalgaları ile birlikte en yıkıcı deprem dalgalarıdır. R dalgaları Şekil 21’de gösterilmiştir (Atabey, 2000; Cin, 2020).

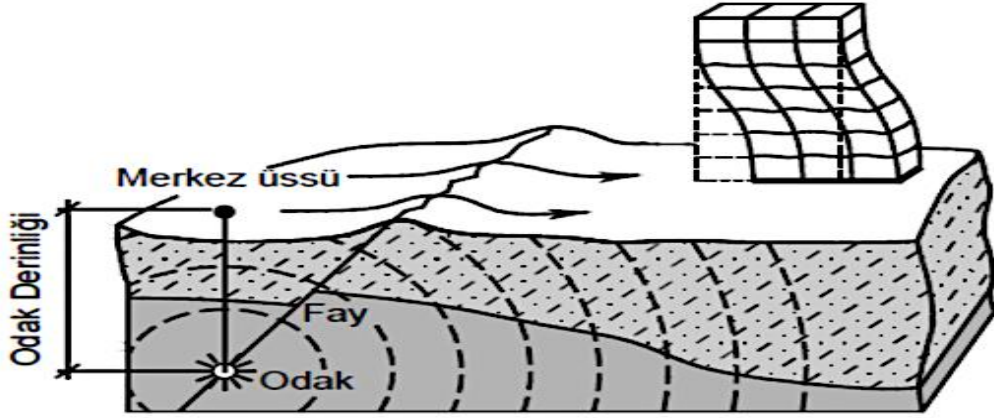


Şekil 21. Rayleigh dalgaları (URL-7, 2019).

Deprem dalgaları bize depremin nerede olduğunu ve ne kadar güçlü olduğunu anlatır. Aynı zamanda dalgaların hızlarının farklı olması deprem için oluşturulabilecek erken uyarı sistemlerini de aktive etmeyi sağlayabilir (Cin, 2020).

3.5.2. Deprem Parametreleri

Deprem parametreleri depremleri anlamamızı ve anlamlı bir şekilde yorumlayabilmemizi sağlar. Deprem parametreleri Şekil 22’de gösterilmiştir.



Şekil 22. Deprem parametreleri (Kan, 2021).

3.5.2.1. Odak Noktası

Deprem enerjisinin ilk ortaya çıktığı alana odak noktası ya da merkezi denir. Başka bir değişle; depreme sebebiyet veren kırılmanın veya kırık boyunca kaymanın başladığı alandır. Deprem dalgaları ilk olarak buradan yerin içine veya yerin yüzeyine doğru yayılır. Odak noktası; kırığında boyutuna bağlı olmakla beraber, ne kadar yüzeye yakınsa o kadar fazla enerji hissettirir (Cin, 2020).

3.5.2.2. Merkez Üssü (Dış Merkez, Episantr)

Odak noktasına en yakın yer yüzeyi noktasıdır. Aslında bu, bir noktadan çok bir alandır. Bu nedenle merkez üssü bölgesi depremin en kuvvetli hissedildiği ve en çok hasar oluşturduğu yerdir. Merkez üssünden uzaklaştıkça deprem dalgaları gücünü kaybeder ve yıkıcılığı azalır. Ancak zemin koşulları ve binaların kalitesine göre de merkez üstünden uzaklaştıkça da yıkımlar görülebilmektedir (Cin, 2020).

3.5.2.3. Odak Derinliği

Deprem enerjisinin açığa çıktığı noktadan yeryüzüne olan en kısa uzaklığa, depremin odak derinliği denir. Yani depremin merkez üssü ile odak noktası arasındaki

mesafeyi belirtir. Odak derinliklerine göre depremleri sığ, orta ve derin odaklı depremler olarak sınıflandırılır.

Sığ depremler: Yerin 0-60km derinliğinde olan depremler olarak nitelendirilir. Bu depremler dar bir alanda hissedildiği için bu alan içinde çok büyük hasarlar yapabilirler Türkiye’de yaşanan depremler çoğunlukla sığ depremlerdir

Orta derinlikte: Yerin 60-300 km derinliklerinde olan depremlerdir.

Derin depremler ise: Yerin 300 km den fazla derinliğinde olan depremlerdir. Orta ve derin depremler daha çok bir levhanın bir diğer levhanın altına girdiği bölgelerde olur. Derin depremler çok geniş alanlarda hissedilir, buna karşılık yaptıkları hasarlar daha azdır (Atabey, 2000; Cin, 2020).

3.5.3. Depremlerin Ölçülmesi

Depremlerin ölçülmesi etkilerini anlamamız açısından önemli bir değerdir. Bu yüzden 1841 yılından itibaren depremlerin büyüklüğünü ölçen ve yerini belirleyen cihazlar icat edilmeye başlanmıştır. Böylece depremleri tanımlayan yeni ölçekler ortaya çıkmıştır. Deprem sırasında, kırılmalarla oluşan sarsıntılar yer yüzeyine doğru ilerler ve deprem ölçen aygıtlar tarafından algılanır. Bu deprem dalgalarının ölçen cihazlara sismometre (Sismograf) denir. Sismometrelerle algılanan dalgalar bir ortama kaydedilir. Bu kayıtlara sismogram denir. (Atabey,2000; Canbay vd., 2008).

3.5.3.1. Depremin Büyüklüğü

Depremin büyüklüğü depremin odak noktasında açığa çıkan enerjinin miktarı ile ilgili bir terimdir. Başka bir deyişle, yerkabuğunda meydana gelen kırılmaların oluşturduğu titreşimlerdir. Bu titreşimler sismograflarla kaydedilir. Depremin yeri, zamanı ve büyüklüğü sismograf istasyonlarında kaydedilen verilerle belirlenir (Canbay vd., 2008). Kendine özgü ölçek oluşturan Richter, deprem dalgalarının titreşimlerinin karşılık geldiği değerin sayısal karşılığını bize verir. Daha sonraki zamanlarda farklı sismik veri kriterleri kullanılmış ve farklı ölçekler oluşturulmuştur. Biz Türkiye’de Richter Ölçeğini kullanmaktayız (Canbolat vd., 2007).

3.5.3.2. Depremin Şiddeti

Sismografların icat edilmediği dönemlerde, yaşanan depremlerin gücünü belirlemek amacıyla oluşturulan bir ölçeklerdir. Depremlerin; canlılar, yapılar ve yer yüzeyinde meydana getirdiği her etki dikkate alınarak depremin şiddeti anlaşılmasına çalışılmıştır. Günümüzde depremlerin şiddetini ölçen ölçeklere örnek vermek gerekirse;

Değiştirilmiş Mercalli (MM), Medvedev-Sponheuner- Karnik (MSK), Avrupa Makro Sismik Şiddet (EMS) ve Japon (JM) ölçekleri mevcuttur. Şiddet ölçeği nitel bir anlam taşır o yüzden depremin büyüklüğünün değil şiddetinin ölçüsü olarak kullanılmaktadır. Biz günümüzde Değiştirilmiş Mercalli Ölçeğini kullanmaktayız. Bu ölçek depremin şiddetini I ve XII arasında değişen şiddetlere ayırmıştır (Canbay vd., 2008). Değiştirilmiş Mercalli Ölçeği Tablo 3' te verilmiştir.

Tablo 3. Değiştirilmiş Mercalli ölçeği (Atabey, 2000; Canbay vd., 2008; Tüysüz, 2021).

I	Duyarlı sismograflar tarafından kaydedilir. İnsanlar genellikle hissetmezler.
II	Asılı cisimler sallanabilir. İstirahat eden ve özellikle yapıların üst katlarındaki kişilerce hissedilir.
III	Kapalı alanlarda ve özellikle yapıların üst katlarında bulunan kişiler tarafından duyulur. Asılı cisimler sallanır. Süresi tahmin edilebilir. Birçok kişi deprem olduğunu fark etmez.
IV	Kapalı ve dış mekanlarda bulunan kişilerce hissedilir. Geceleri bazı kişileri uyandırabilir. Duran araçlar sallanır.
V	Genellikle herkes tarafından hissedilir. Yönü izlenebilir. Kararlı olmayan eşyalar kırılabilir ve devrilebilir. Yapı sıvaları çatlayabilir veya düşebilir.
VI	Herkes tarafından hissedilir. Birçok kişi korku içindedir ve dışarı yönelir. Yürümek zorlaşır. Eşyalar kırılır. Ağır eşyalardan bir bölümü yerinden oynar. Yapılarda sıva ve çatlaklar meydana gelir.
VII	Ayakta durmak ve araba sürmek zorlaşır. Kapalı mekandaki insanlar dışarı fırlar. Eşyalar hasar görür. D türü yapılarda çatlak ve hasar oluşur. Zayıf tutturulmuş bacalar düşer. Sıva, zayıf tutturulmuş tuğla, taş ve fayans, korniş, parapet ve yapı dekorasyon malzemeleri gibi cisimler düşer. C türü yapılarda çatlaklar oluşur. Havuzda dalgalanma, su birikintilerinde çamurlanma, kum ve çakıl birikintilerinde küçük ölçekli kaymalar ve çukurlar oluşur. Sağlam yapılarda hasar ihmal edilebilir düzeydedir. Sağlam inşası yapılmayan yapılarda orta derece ve ağır hasarlıdır.
VIII	Araba sürmek zorlaşır. Sağlam olmayan yapılarda hasar ve kısmen yıkılma, alelade sağlam yapılarda az hasar, sağlam yapılarda hasar yoktur. Yüksekte duran malzemeler, kuleler ve bacalar yıkılır. Temeli zayıf ahşap yapılar yıkılır. Su kaynaklarının debisi ve sıcaklığı değişir. Yer yüzeyinde sıvılaşma, çatlaklar ve faylar (kırıklar) görülür olur. Kaya düşmesi ve heyelanlar yaşanabilir.
IX	Genel panik görülür. Özel tasarlanmış yapıların genelinde önemli hasarlar yaşanır. Birçok binaların temelinde hasarlar olur. Yeryüzünde büyük yarık ve çatlaklar oluşur.
X	Tüm yapıların büyük çoğunluğu yıkılır. İyi yapılmamış ahşap karkas, betonarme yapılarda çok ağır hasar ya da kırılma başlangıcı görülür. Baraj ve bentlerde büyük hasar gözlenir. Yeryüzünde büyük çatlaklar ve yarılmalar ortaya çıkar. Birçok alanda heyelanlar, kum ve çamur akmaları (sıvılaşma) görülür. Raylar eğilir.
XI	Çok az yapı ayakta kalır. Köprüler yıkılır. Yeryüzünde büyük çatlaklar oluşur. Yumuşak zeminde yer kaymaları ve toprak yığıntıları olur. Raylar çok fazla eğilir. Yer altı boruları tümüyle işe yaramaz duruma gelir.
XII	Deprem dalgaları yeryüzünden izlenebilir. Yeryüzü şekil değişir. Tam yıkım derecesidir. Yaşandığı yerdeki yeryüzü biçim değiştirir ve bütün yapılar yıkılır. Cisimler havaya fırlar. Ufuk ve yataylık kavramı yok olur.

3.5.3.3. Öncü Deprem

Bu depremler ana fayın kırılmasından önce küçük fayların kırılarak oluşturduğu sarsıntılardır. Bu sarsıntılar gelecek olan ana depremin habercisi olabilmektedir. Öncü depremlerin başlama tarihleri çok genel olmakla birlikte 1 yıl öncesine dayanabilir. Ancak her ana depremden önce öncü deprem yaşanmayabilir (Cin, 2020).

3.5.3.4. Artçı Deprem

Bu depremler, ana depremin yaşandığı bölgelerde ana şoktan sonra yaşanan daha küçük sarsıntılardır. Artçı depremlerin yaşanması bize kırılan fayın enerjisini tam olarak atamadığını ve kırılan fayın yerine tam oturmadığını gösterir. Her ana depremden önce öncü depremler yaşanmasa da artçı depremler mutlaka yaşanır. Artçı depremler ana şokun büyüklüğüne bağlı olmakla beraber sayıları çok fazla olabilir. Bu depremlerin süresi aylarca hatta yıllarca devamda edebilmektedir (Ziv, 2006; Cin, 2020). Kırılan fayın özellikleri ve boyutları artçı depremlerin sıklıklarını, süresini ve büyüklüğünü belirleyebilmektedir (Cin, 2020).

3.6. Türkiye'nin Depremselliği

Türkiye'de ve dünyada yaşanan afetler arasında depremler; hem can hem de mal kaybı bakımından ilk sırada yer almaktadır (AFAD, 2021a). Bulunduğu coğrafya itibariyle Türkiye, en etkin deprem kuşaklarından biri olan Akdeniz-Alp-Himalaya orojenik sisteminin bir parçasıdır (Tüysüz, 2021). Bu kuşak, dünyadaki depremlerin yaklaşık yüzde yirmisinin meydana geldiği ve Türkiye'de ortalama olarak beş yılda bir, yıkıcı bir depreme neden olan aktif bir kuşaktır .Bu nedenle burada meydana gelen depremlerin bazıları büyük hasarlara ve yüzey faylanmalarına neden olmaktadır (AFAD, 2021a).

1900-2000 yılları arasında Türkiye'de büyüklüğü 4 ve daha büyük 7000'e yakın deprem meydana gelmiştir. Aynı zaman diliminde Kuzey Anadolu Fayı boyunca hasar yapıcı ve yüzey faylanması meydana getirmiş, magnitüdü 5.5 ve daha büyük olan 36 deprem yaşanmıştır. Bu depremlerden 6 tanesinin ise magnitüdü 7'den büyüktür. Türkiye'de yaşanan bazı depremler ve etkileri Tablo 4'te verilmiştir.

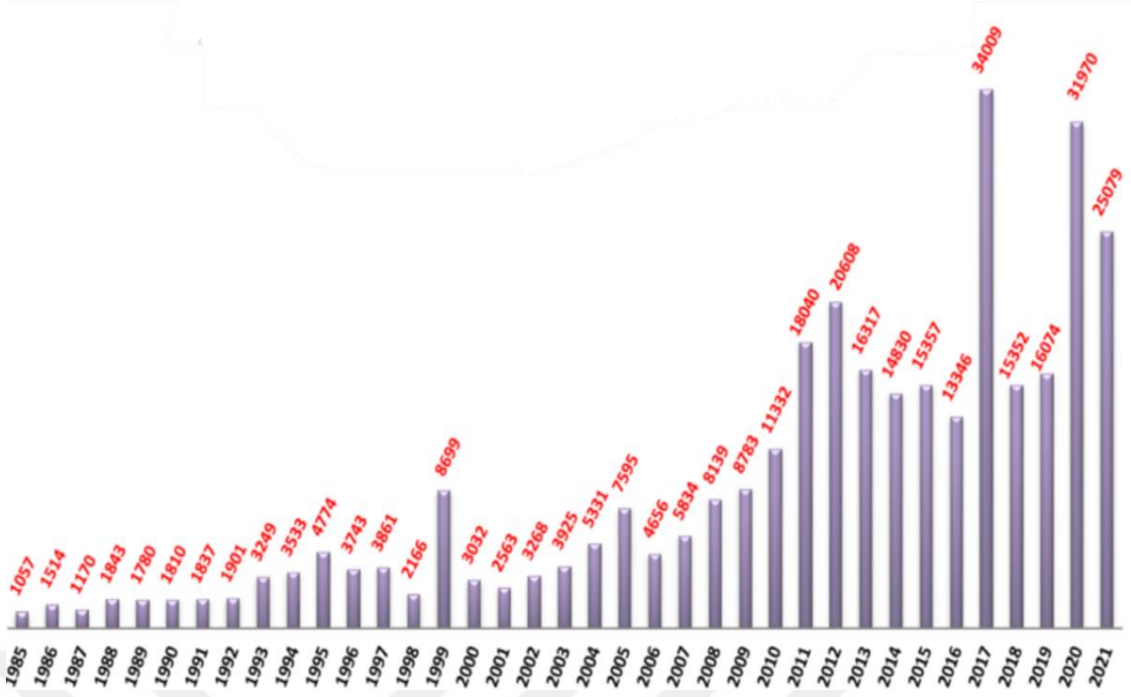
Tablo 4. Türkiye'de yaşanan bazı depremler ve etkileri (AFAD, 2021c; Yapı Merkezi, 2003).

Tarih	Olay	Büyük­lük (\cong)	Can Kaybı(\cong)	Yaralı (\cong)	Yıkılan Konut(\cong)
26.12.1939	Erzincan Depremi	7.9	32962	-	116720

Tablo 4. (Devamı)

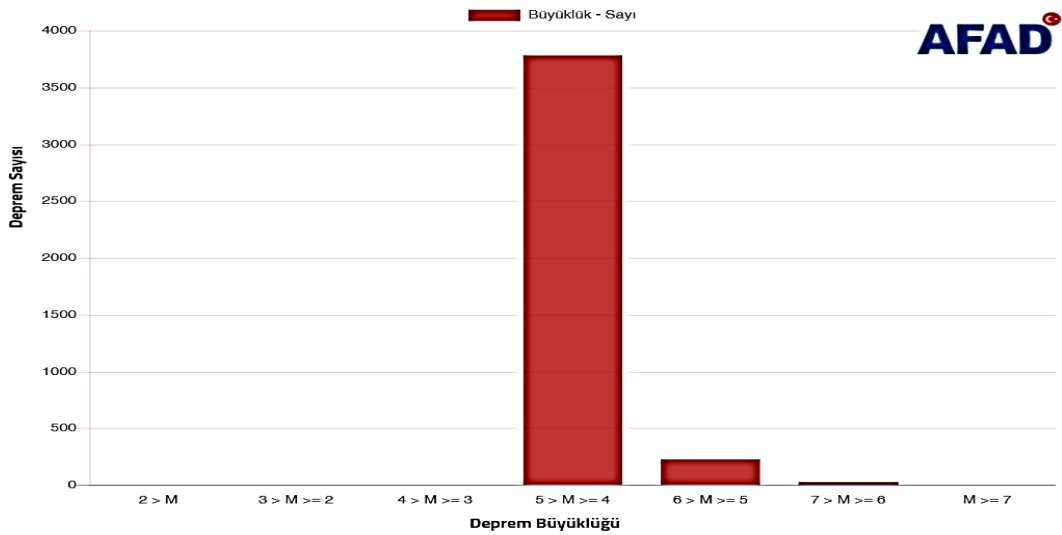
Tarih	Olay	Büyükük (≅)	Can Kaybı(≅)	Yaralı (≅)	Yıkılan Konut(≅)
20.12.1942	Niksar- Erbaa Depremi	7.0	3000	6300	32000
26.11.1943	Tosya- Ladik Depremi	7.2	2824	-	25000
01.02.1944	Bolu- Gerede Depremi	7.2	3959	-	20865
19.08.1966	Varto Depremi	6.9	2394	1489	20007
28.03.1970	Gediz Depremi	7.2	1086	1260	9452
24.11.1976	Çaldıran -Muradiye Depremi	7.2	3840	497	9552
30.10.1983	Erzurum- Horasan Depremi	6.8	1155	1142	3241
13.03.1992	Erzincan -Tunceli Depremi	6.8	653	3850	6702
1.10.1995	Dinar Depremi	6.1	94	240	4909
27.06.1998	Adana Ceyhan Depremi	6.2	145	1600	9847
17.08.1999	İzmit Depremi	7.4	17480	43953	66441
12.11.1999	Düzce Depremi	7.2	763	4948	30389
3.02.2002	Afyon Depremi	6.4	42	327	4675
1.03.2003	Bingöl Depremi	6.4	177	520	6675
2.07.2004	Ağrı Depremi	5.2	17	-	1000
23.10.2011	Van Depremi	7.2	644	-	17005
24.01.2020	Elâzığ Depremi	6.5	41	16007	660
30.10.2020	Ege Denizi Depremi	7.0	119	1053	680

Aynı şekilde Boğaziçi Üniversitesi Kandili Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü'nün yıllara göre büyüklüğü 2'nin üzerinde olan depremleri Şekil 23'de gösterilmiştir. Bu şekiller incelendiğinde son zamanlarda Türkiye'deki yaşanan depremlerin hem sıklıkları hem de büyüklüklerinin arttığı desteklemektedir (BDTİM, 2022).



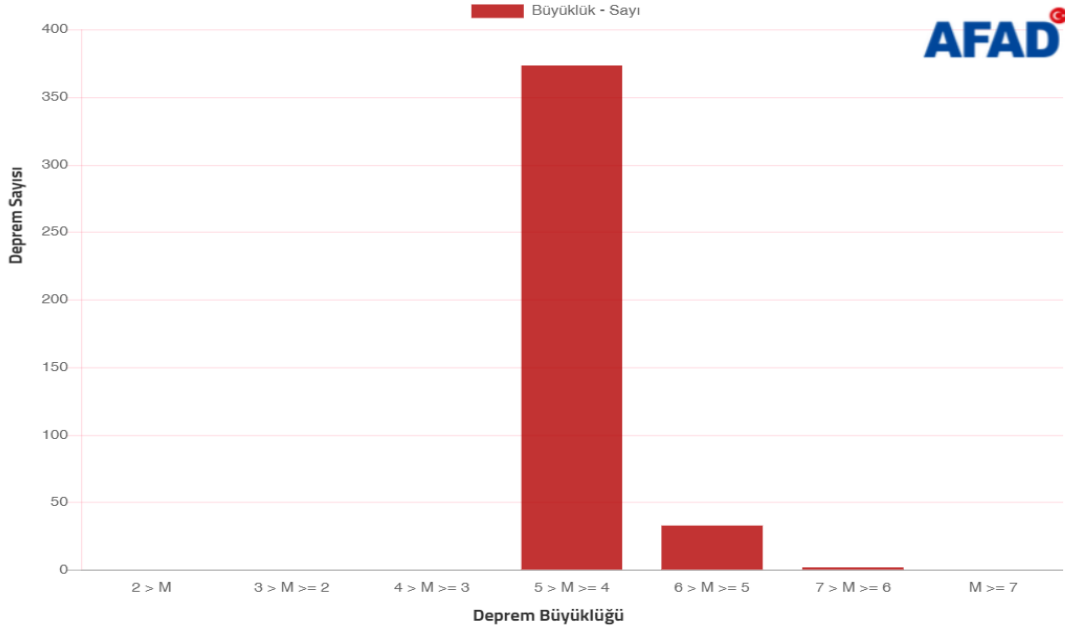
Şekil 23. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi (BDTİM) 1985-2021 Yılları Arasında Çözümü Yapılan Depremlerin Yıllara Göre Dağılımı (BDTİM,2022)

Türkiye’de sadece 01/01/2000 yılı ve 01/01/ 2020 yılları arasındaki 20 yıllık süreçte geçen, büyüklükleri 4 ve 4’ten büyük yaklaşık 4 binden fazla deprem yaşamıştır. Bu depremler Şekil 24’de gösterilmiştir (AFAD, 2021c).



Şekil 24. 2000-2020 Yılından itibaren kaydedilen deprem büyüklükleri ve deprem sayıları (AFAD, 2021c).

Türkiye’de sadece 01/01/2020 yılı ve 15/06/ 2022 yılları arasında geçen yaklaşık 2 yıllık süreçte ise büyüklükleri 4 ve 4’ten büyük sadece 500 adete yakın fazla deprem yaşamıştır. Şekil 25’de gösterilmiştir (AFAD, 2021c).

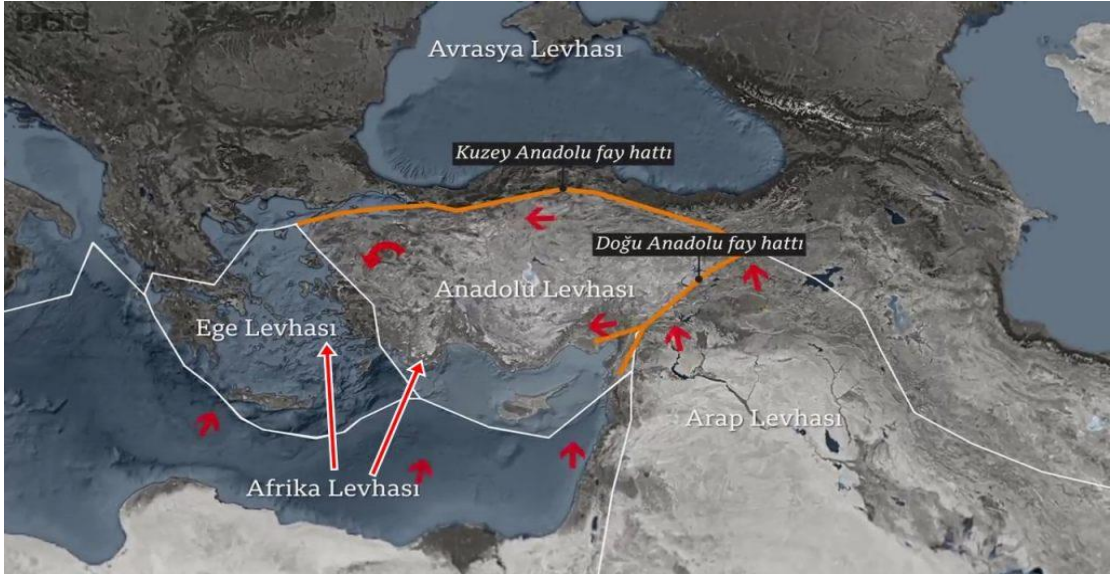


Şekil 25. 2020-2022 Yılından itibaren kaydedilen deprem büyüklükleri ve deprem sayıları (AFAD, 2021c).

Şekil 24’de ve Şekil 25’te gösterilen deprem büyüklükleri ve deprem sayıları incelendiğinde yıkıcı deprem büyüklüklerinin ve deprem sayılarının arttığı görülmektedir.

3.6.1. Türkiye’de fay oluşumunu etkileyen levhalar;

Arabistan, Afrika, Arap ve Anadolu levhaları üzerinde yer alan Türkiye Akdeniz Deprem Kuşağı üzerinde bulunur. Şekil 26’da Türkiye’de deprem oluşumuna neden olan levhalar gösterilmiştir (Canbay vd., 2008; Tüysüz,2021).



Şekil 26. Türkiye’de deprem oluşumuna neden olan levhalar (URL-8, 2022).

3.6.1.1. Avrasya Levhası

Avrasya levhası; Avrupa ve Asya kıtaları ile Atlas Okyanusu'nun doğu ve kuzeydoğu alanlarında bulunan ana levhalardan biridir. Hindistan ve Arap Yarımadası ile Sibirya'nın doğusu dışında Avrasya kıtasının tamamına yakınına uzanır. Avrasya levhası genellikle doğuya doğru yavaş bir hızla hareket eder. Yaklaşık 68.000.000 km² alanı kaplar (Cin, 2020).

3.6.1.2. Afrika Levhası

Dünyanın en büyük levhalarından birisi olan Afrika kıtası Atlas Okyanusu'nun Güneydoğu kesimlerini kapsamaktadır. Litosfere ait kıtasal ve okyanusal tabanı birlikte barındırır. Güney Amerika Levhası, Kuzey Amerika, Avrasya, Arap, Hindistan, Avustralya ve Antarktika Levhalarıyla çevrilidir. Afrika levhası yaklaşık 61. 000.000 km² yüzölçümüne sahiptir. Bu levha kuzeydoğu yönüne doğru yılda 2,15 cm hareket etmektedir. Ancak, Akdeniz’de Anadolu Levhasının altına dalar ve burada dalma batma zonları oluşturur. Bu oluşan zonlara Helenik Yayı denir (Cin, 2020).

3.6.1.3. Arap Levhası

Orta doğuda yer alan bu levha Arap Yarımadasını içine alır. Kuzeyinde Anadolu Yarımadası, doğusunda Umman ve Basra Körfezleri arasında, güneyinde Hint Okyanusu ve batısında da Kızıldeniz bulunmaktadır. Yaklaşık 5.000.000 km²’lik alana sahiptir. Arap Levhası kuzeye doğru hareket etmektedir. Arap Levhası, kuzeyde Avrasya Levhası, doğuda Hint Levhası veya Hint-Avustralya Levhası ve batı ile güneyde Afrika Levhası ile komşudur (Cin, 2020).

3.6.1.4. Anadolu Levhası

Oldukça küçük olan Anadolu Levhası; Avrasya Levhası, Arap Levhası, Afrika Levhası, Egeit Levhası ile çevrelenmiştir. Yaklaşık alanı 576.000 km²'dir ve yılda ortalama 25 mm hızla batıya doğru hareket eder. Anadolu levhası, Anadolu Yarımadasının büyük bir bölümünü oluşturur (Cin, 2020).

3.6.1.5. Ege Levhası

Küçük levhalardan biri olan Ege Levhası yaklaşık olarak 322.000 km² yüzölçümüne sahiptir. Yılda 30 mm hızla güneybatıya doğru hareket etmektedir. Levhanın doğusunda Anadolu Levhası, kuzeyinde Avrasya Levhası, güney ve güneybatısında Afrika Levhası bulunur (Cin, 2020).

3.6.2. Türkiye'deki Fayların Dağılışı

Türkiye, dünyanın en aktif bölgelerinden biri olan Alp-Himalaya deprem kuşağın ilerisinde yer almaktadır. Avrasya, Afrika ve Arap Levhalarının etkileşim alanında kalan Türkiye çok sayıda aktif faya sahiptir. Bu faylar üzerinde tarih boyunca çok sayıda yıkıcı depremler meydana gelmiştir. Kuzey Anadolu Fay Hattı ve Doğu Anadolu Fay Hattı Türkiye'nin en büyük ve en hareketli faylarıdır. Bunların yanında, Batı Anadolu, Orta Anadolu ve Kuzeydoğu Anadolu'da çok sayıda daha küçük faylar bulunmaktadır (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

3.6.2.1. Kuzey Anadolu Fay Hattı

Kuzey Anadolu Fayı (KAF), dünyanın en önemli fay hatları arasındadır. Hattın uzunluğu yaklaşık 1500 kilometre; genişliği ise 100 metre ile 10 kilometre arasındadır. Doğuda Karlıova'da baslar. Erzincan, Kelkit Vadisi, Erbaa, Kargı, Gerede ve Bolu hattı boyunca devam ederken, Bolu'dan iki kola ayrılır, kuzey ise yer alan kol, Sapanca Gölü üzerinden geçerek İzmit Körfezi ve Marmara Denizi'ne kadar devam eder. Güneydeki kol, İznik Gölü'nün güneyinden Gemlik Körfezine, buradan da Marmara Denizi'ne ulaşır (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

3.6.2.2. Doğu Anadolu Fay Hattı

Doğu Anadolu Fay Hattı (DAF), Türkiye'nin doğusunda kalıp; Antakya'dan başlayarak kuzeydoğuya doğru uzanır. Oldukça aktif olan bu fay hattı 580 km uzunluğundadır. Karlıova'da Kuzey Anadolu Fay hattı ile kesişir. Bu hat boyunca,

İslâhiye, Pazarcık, Pütürge, Sivrice, Palu ve Bingöl hattından geçer (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

3.6.2.3. Batı Anadolu Fay Zonları

Türkiye'nin Batı Anadolu tarafı, birbirinden bağımsız birçok faya sahiptir. Bu faylardan bazıları; Eskişehir, Kütahya, Simav, Zeytindağ, Bergama, Gediz, Büyük Menderes, Muğla-Yatan, Gölhisar-Çameli, Burdur, Sultandağı şeklindedir (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

3.6.2.4. Orta Anadolu Fay Zonları

Orta Anadolu Fay Zonları; Kuzey Anadolu, Batı Anadolu ve Doğu Anadolu fay hatları arasında kalır. Aksaray Tuz Gölü Fayı, Sivas-Kayseri arasında bulunan Deliler Fayı, Kırşehir'in güneydoğusunda bulunan Gümüşkent Fayı, Kayseri'de bulunan Erciyes Fay, Niğde-Adana arasında bulun Ecemiş Fayı ve Göksun-Elbistan arasında bulunan Elbistan Fayı bölgedeki bazı önemli faylardır (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

3.6.2.5. Kuzeydoğu Anadolu Fay Zonları

Kuzey Anadolu Fay zonları; kuzeydoğu ile Doğu Anadolu Fay Hattının doğusunda kalan faylardır. Erzurum Fay Zonu, Kağızman Fayı, Tutak Fayı, Malazgirt Fayı, Süphan Fayı, Erciş Fayı, Çaldıran Fayı, Balıkgözü Fay, Doğu Beyazıt Fay'ı bu bölgede bulunan önemli faylardır (Atabey, 2000; Cin, 2020; Tüysüz, 2021).

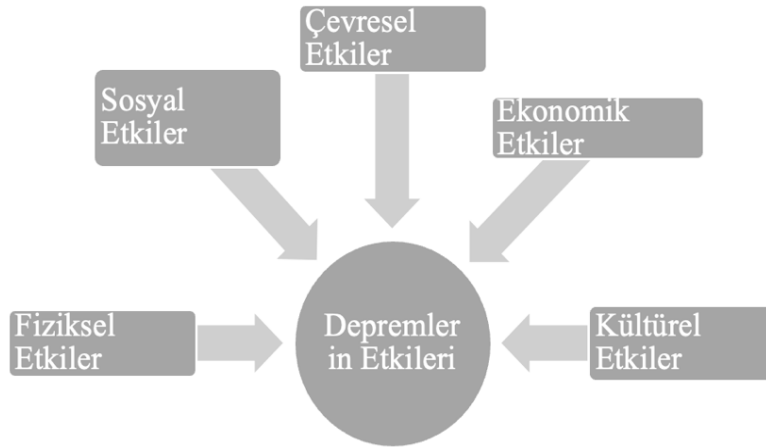
3.7. Depremlerin Etkileri

Bir deprem ülkesi olan Türkiye topraklarının; %96'sı, nüfusunun %99'u, sanayisinin %98'i deprem riski altındadır. Bu durum Türkiye açısından depremleri diğer afet türlerinden daha önemli kılmaktadır. Ayrıca depremlerin ani olarak meydana gelmesi, yerinin ve zamanının tam olarak tahmin edilememesi ve herşeyden önemlisi büyük olumsuz etkilere sebep olması bu afet türünün üzerinde titizlikle durulması gerekliliğini ortaya koymaktadır (Türkoğlu, 2001).

Depremlerin etkileri genel olarak; yaşandığı toplumun sahip olduğu kırılma derecesi ve kapasitesinin, insanların deprem tehlikesi ile başa çıkmada dayanıklılıklarının, nüfusun büyüklüğüne ve plansız kentleşmenin varlığının, uygun inşaat uygulamalarına ve arazinin planlanması gibi durumlara yönelik politikaların uygulanabilirliğinin, insanların deprem tehlikesindeki farkındalık gibi etkinliklerine

bağlıdır (Norris vd., 2002). Kahn ve diğerlerine (2005) göre ise depremlerin etkilerini; hesap verebilir hükümetin yoksunluğu, plansız kentleşme, altyapının yetersizliği ve uygun inşaat uygulamalarına yönelik ihmaller, denetimsizlikler ve insanların yaşadığı toplumdaki tehlikelerin bilincinde olmamasının arttırdığını belirtilmiştir (Kahn vd., 2005).

Yüksek deprem riskine sahip Türkiye’de depremlerin etkileri akla ilk olarak fiziki kayıplar, ölüm ve yaralanmaları getirmektedir (Altun, 2018). Ancak depremler aynı zamanda toplumsal yapı ve işleyişte aksamalar meydana getirirken; toplumun işlevselliğini ve varlığını tehlikeye sokar (Eranen ve Liebkind, 1993). Atabey ve Tüysüz: depremlerin etkilerini; heyelanlar, kopmalar, çökmeler, toprak ve çamur akmaları, sıvılaşma, yangınlar ve su baskınları, tsunami olarak açıklar (Atabey, 2000; Tüysüz, 2021). Ancak depremlerin yarattığı etkiler yalnızca bunlarla sınırlı değildir. Depremler yaşandığı coğrafyalarda; fiziksel, sosyal, çevresel, ekonomik ve kültürel bir takım etkilere sahiptir (Tural Dikmen, 2019). Bu etkiler Şekil 27’ verilmiştir:



Şekil 27. Depremlerin etkileri (Altun, 2018’den uyarlanmıştır; Tural Dikmen, 2019’dan uyarlanmıştır).

3.7.1. Depremlerin Fiziksel Etkileri

Depremler yaşandığı bölgelerde birçok fiziksel etkiler meydana getirirler. Depremlerin fiziksel etkileri; ilk olarak ölüm, yaralanma ve maddi hasarken, zamanla içme suyu ve kanalizasyon gibi alt yapı, ulaşım ve iletişim ve enerji tedariki üzerindeki etkiler de depremin olumsuz fiziksel etkilerini artırır (Lindell ve Prater, 2003).

3.7.2. Depremlerin Sosyal Etkileri

Depremler ile ortaya çıkan psikososyal, sosyodemografik, sosyoekonomik ve sosyo-politik etkileri içerir. Depremlerden sonra bu etkiler toplum üzerinde uzun bir süre tesir gösterir. Bu sebeple depremlerin sosyal etkileri için sayısal bir değerlendirme yapmak zordur. Depremlerin sosyal etkileri; psikososyal, sosyopolitik, sosyoekonomik ve sosyodemografik etkiler olarak dört başlıkta ele alınmaktadır (Lindell ve Prater, 2003; Tural Dikmen, 2019).

- Depremlerin psikososyal etkileri; yorgunluk, sindirim sistemi rahatsızlıkları, odaklanma bozuklukları, depresyon, madde bağımlılığı gibi davranış bozukluklarını içermektedir.

- Depremlerin sosyopolitik etkileri ise; öncelikle yeniden yapılanma ve kurtarma sürecinde politik dağılmayla sonuçlanan sosyal aktivitelere neden olmaktadır. Özellikle politika yapıcıların depremlerin öncesinde afet riskini azaltıcı önlemleri almamaları, deprem sonrasında da afetzedelere yeterli yardım yapmamaları ve bu nedenle afetzedelerin yaşam kalitesinin düşmesi deprem sonrası toplumların politik değişiklik talep etmelerinin nedenleri arasında gösterilmektedir.

- Depremlerin sosyoekonomik etkileri; depremlerle ortaya çıkan doğrudan ve dolaylı maliyetleri içermektedir.

- Depremlerin sosyo-demografik etkisi; afetten sonra yeniden yapılanma sürecini uzatabilen, hane halkı konutlarının yok olması durumudur.

Bir deprem sonrasında ortaya çıkan hasarın türünü değerlendirmek için etkilenen nüfus, sağlık sektörü, eğitim sektörü ve konut sektörü gibi sosyal alanların incelenmesi gerekmektedir. Bu alanlar, temel insani toplum işlevleriyle ilgili olup, esas olarak insanların yaşam şekilleri ile ilgilidir (Shultz vd., 2011). Depremlerin sosyal etkilerinin iyi anlaşılması, yalnızca ilk etapta yapılacak eylem planlarının geliştirilmesinde değil aynı zamanda meydana gelebilecek olumsuz sonuçları engellemede de önemlidir (Lindell ve Prater, 2003; Tural Dikmen, 2019).

3.7.3. Depremlerin Çevresel Etkileri

Depremlerin biyoçeşitlilik ve doğal habitat alanları üzerinde neden oldukları etkilere çevresel etkiler denir. Depremlerin ekosistem üzerinde yarattığı olumsuz etkiler; binaların ve konutların hasarı ve tahribatı, su kaynaklarının miktarını veya kalitesini azaltması, ürünlerin ve/veya gıda stoklarının tahribi ve dışarıda kalmış, insan bedenlerinin veya hayvan ölümlerinin varlığının yarattığı olumsuzluklar olarak gruplandırılabilir (Şahin, 2009; Tural Dikmen, 2019).

3.7.4. Depremlerin Ekonomik Etkileri

Depremler sırasında ve sonrasında büyük ekonomik kayıplar yaşanmakta ve yeniden yapılanma maliyetleri ortaya çıkmaktadır. Bu maliyetler ekonomik kalkınmayı geriletirerek birçok olumsuz sonuçlara neden olmaktadır. Bunlara ek olarak depremler; yaşandığı bölgenin gelişim hızını yavaşlatmakta, yüksek borçlanma oranı ve bölgesel gelir eşitsizliği gibi uzun dönemli ekonomik sonuçlara neden olmaktadır (Charveriat, 2000: 9; Yamamura, 2014: 405). Afetlerin ekonomik etkileri temel anlamda;

Direkt (doğrudan) ekonomik etkilerine, genel olarak deprem anında ve hemen sonrasında gerçekleşen mal kaybı, ilk yardım ve geçici konaklama maliyetleri, gıda, arıtma, ve giyim maliyetleri, altyapı ve üst yapıdaki yıkım, mal ve malzeme kayıpları vb. zararlar örnek verilebilir (Ergünay, 2002; Karancı vd., 2011: 36).

Dolaylı ekonomik etkilerine, genel olarak depremden sonra orta vadede yaşanan iş gücü kaybı, enerji, sanayi gibi sistemlere eksikliklerdir (Karancı vd., 2011: 36). Dolaylı etkiler, direkt etkiler ile kıyaslandığında kapsamlı ve karmaşıktır (Mechler, 2007).

İkincil etkiler (makroekonomik) olarak ise, depremlerin yaşandığı ülkenin ekonomisi üzerindeki; iktisadi büyüme, enflasyon oranları, bütçe açığı, kamu harcamaları, borç dengesindeki bozulmalar ikincil ekonomik etkilerdir (Han vd., 2008) Düşük gelirli ülkelerin sahip oldukları tehlikelerin ve güvenlik açıklarının bir afet oluşturması, yüksek gelirli ülkelerin sahip olduğu tehlikelerin ve güvenlik açıklarının bir afet oluşturmasından daha yüksek bir ihtimale sahiptir. Yani gelişmekte olan ülkelere yaşamak, gelişmiş ülkelere yaşayan insanların bu ülkelere kıyasla daha az savunmasız oldukları sonucuna varılmaktadır (Desroches ve Smith, 2004: 12).

3.7.5. Depremlerin Kültürel Etkileri

Deprem kültürü özellikle deprem tehlikesi, deprem riski ve deprem afetiyle bağlantılıdır. Toplumların, sahip oldukları deprem riskiyle yaşayabilme kapasiteleri depremlerin kültürel etkilerini ortaya çıkartmıştır. Dünyada ve Türkiye’de, deprem yaşayan coğrafyalarda zamanla farklı anlayışlar geliştirilmiştir. Depremlere karşı geliştirilen bu anlayışların zamanla kendine has bazı özellikler de kazanarak o devlete ya da topluma ait deprem kültürünün oluşmasını sağlamıştır. Aynı kültüre sahip insanların yaşamış oldukları depremler, onların deprem afetine karşı farklı tutum ve davranış kazanmalarına neden olmuştur. Bir örnek ile açıklamak gerekirse; üç ülkenin (Japonya, Endonezya ve Türkiye) deprem deneyimleri ve deprem kültürleri karşılaştırıldığında; yaşadıkları depremlerin etkisi ile bu üç ülkenin toplumsal pratikleri

birbirine çok benzer yapıdadır. Ancak Japonya ülkesinde hükümetin baskın bir tavır takınırken; Türkiye ve Endonezya'da ise toplumun sahip olduğu sosyal edimler hükümet baskınlığından daha önce gelmiştir (Aslan, 2020).



4. DEPREM VE YAPILAR

Daha öncede üzerinde durduğumuz gibi; kaynağını yer kürenin derinliklerinden alan deprem yer yüzeyini sarsarak yüzeyde çatlamalara, yüzey bozulmalarına, toprak kaymalarına, kaya düşmelerine ve zemin sıvılaşması gibi oluşumlara neden olur. Şüphesiz ki depremlerin ortaya çıkarttığı sonuçlar bunlarla sınırlı kalsaydı, mesele olmazdı. Ancak insanları asıl etkilediği nokta; insanların güvenlik anlayışına karşılık gelen ve içinde yaşadıkları yapılara, insan hayatına büyük zararlar vermesi ve bir kaos ortamına neden olmasıdır (Canbolat vd., 2007).

4.1. Yapı Malzemesinin Tarihsel Gelişimi

Zamanla gelişen teknolojiler ve artan bilimsel çalışmalar Türkiye’de ve Dünya’da yapı tasarımı yöntemlerinin hem çeşitliliğini hem de kullanılan yapı malzemelerinin dayanımlarını artırmıştır (Çakmak, 2021). Böylelikle yapı tasarımının; temel olarak belirlenen veya belirlenemeyen dış bir etkiye karşı yapı içerisinde gerekli dayanımı sağlaması amaçlanmaktadır (Canbay vd., 2008). İnsanoğlu tarihsel gelişim sürecinde karşılaştığı tüm olumsuz durumlarda hayatta kalmanın bir çaresini aramıştır. Örneğin; yırtıcı hayvanlara karşı veya dondurucu soğuklara karşı kendisine güvende kalacağı yerler seçmiş, barınaklar yapmıştır. Bu süreç içerisinde insanlar ihtiyaçlarına bağlı olarak doğada bulunan malzemeleri şekillendirmeye, geliştirmeye ve çeşitlendirmeye başlamıştır. Zamanla oluşturulan yapılar değişime ve gelişime uğramıştır (Baktır, 2006: 50). İnsanoğlunun kullandığı yapı malzemeleri;

Taş malzemesi: İnsanlar, MÖ yaklaşık 2,5 milyon yıl önce Yontma Taş Devri’nin ilk dönemlerinde taş mağaralarda ve oyuklarda kalıp; taşı avlanmayı ve hayvanlardan korunmayı sağlamak için kullanmıştır. Daha sonraki dönemlerde ise; göçebe hayat tarzını benimseyerek, barınak olarak taşı yapı malzemesi olarak kullanmışlardır. MÖ 90. yüzyıl- MÖ 12. Yüzyıl aralığında Orta Çağ Dönemi’nde ve MÖ 90. yüzyıl - MÖ 55. Yüzyıl aralığında Cilalı Taş Devri insanların barınak duvarlarını etraflarında buldukları taşlardan oluşturmuştur. Çamuru da taşlarda bağlayıcı olarak kullanmışlardır. İnsanlar zamanla bu taşları işlemeye başlamaları ile birlikte günümüzdeki gibi estetik ve düzgün duvarlar inşa edilmeye başlanmıştır (Akman, 2003: 32; Çakmak, 2021).

Ahşap Malzeme: Ahşap malzemeler ilk çağlardan beri yapı malzemesi olarak kullanılmıştır (Batur, 2004: 3). İlk çağlarda insanların barınak olarak ağaç kavuklarını

ya da mağaraları kullanmışlardır. Zamanla doğadaki malzemeleri kullanarak ev inşa etmeye başlamışlardır (Çakmak, 2021).

Kerpiç Malzeme: İnsanlar MÖ 75. yüzyılda göçebe olarak yaşamış ve yerleştikleri her alanlarda taş toplama sıkıntısına girince kendi kerpiç taşlarını oluşturmaya çalışmışlardır. Çamurları uygun şekillerde kurutarak kendi taşlarını oluşturmuşlardır. Kuruttukları kerpiç taşları üst üste dizerek duvarları oluşturmuşlardır (Elliott, 2015).

Metal Malzemeler: MÖ 70. yüzyılda ateş kullanılarak birçok yerel malzemenin gelişim ve değişimi sağlanmıştır. Kilin tuğlaya dönüşümü, bakır oksitin bakıra ve sonrasında bakır ve kalaydan tunç oluşması, demirin işlenmesi ile demirden oluşan malzemelerinin önünün açılması gibi örnekler verilebilir. Yapılarda yaygın olarak kullanılan metaller; bakır, bronz, demir, çinko ve kurşun malzemeleri olmuştur (Akman, 2003).

Demir Malzemeler: MÖ 27. yüzyılda Mezopotamya’da demirin ısıtılıp, dövülerek işlenebilirliği sağlanmıştır. Hititlilerin ise MÖ 2000 yıllarında demiri harçsız kesme duvarlarını kenetlemek için ve ahşap kapılarda ise ahşapları birbirine çivilemek için kullandığı bilinmektedir. Fakat demirin inşaat malzemesi olarak kullanımı Yunan ve Roma dönemine dayanır (Kurugöl ve Küçük, 2015). MS 17 ve 18 yüzyılda ise taş kömürü kullanılması ise işlenen demirin yapılarda kullanılmasının önü açılmıştır (Demir, 2016).

Cam Malzemeler: Cam Fenikeliler tarafından MÖ 3000’li yıllarda bulunmuştur (Saygın, 2019). Kum, soda ve kirecin belirli bir ısı altında yakılmasıyla keşfedilmiştir (Türkseven, 1999). Zamanla demir ve çeliğin beraber kullanılması ile oluşan yapılarda geniş açıklıklar camla kapatılmıştır (Turhan, 2007: 138). Böylelikle camın yapılarda kullanımının önü açılmıştır (Çakmak, 2021).

Tuğla ve Kiremit Malzemeler: MÖ 4. yüzyılda kil, su ve ateş kullanılarak elde edilen pişmiş tuğla ilk defa endüstriyel anlamda üretilmiştir. Yakın dönemde Korintler’in tuğla hamurunun tokmak aracılığıyla döverek, çatılara kullanmış ve böylelikle kiremit bulunmuştur (Çakmak,2021).

Roma Betonu Malzemesi: Çamurun kerpiç taş ve tuğla gibi malzemeleri birbirine bağladığının bulunması ile ilk çağlardan itibaren bağlayıcı madde olarak görülmüştür. Yazının icadından önceki dönemlerde ise bağlayıcı malzeme denemelerinde alçı, bitüm ve bir oranda kireç kullanılmıştır. Beton ise Romalılar’ın kireç, Pozzuoli toprağını, çakıl ve kumu birleştirerek keşfedilmiştir (Akman, 2003: 30). Daha sonrasında ise; taş ve tuğla kırıklarını, kireç harcı olarak bilinen volkanik taş ile karıştırıp kalıplara dökülmesi ile Roma Betonu elde edilmiştir (Çakmak, 2021).

Horasan Harcı: Terim olarak Horasan Harcı ise horasan ile birlikte sönmüş kireç ve kum ile üretilen özel bir harç türüdür. Bu harcın hangi kavim veya uygarlık tarafından bulunduğu halen netliğe kavuşmasa da Osmanlı'da 15. yüzyılda anıtsal yapılarda horasan harcının kullanıldığı bilinmektedir. Bu harcın en önemli özelliği ise suya karşı dayanımı yüksek bir malzeme olmasıdır (Çakmak, 2021).

Portland Çimentosu: 1824 yılında İngiltere'de bir duvarcı ustanın kil ve kalkerli malzemeleri basit fırınlarda pişirip öğütmesi ile ilk çimento keşfedilmiştir. Bu ürünün renginin yeşil gri olması nedeniyle İngiltere'nin Portland adasındaki yapı taşlarını anımsatması nedeniyle, bu bağlayıcı malzemeye "Portland Çimentosu" adı verilmiştir.

Betonarme: Portland çimentosunda ki ilerlemelerle beraber Fransız bir çiftçi beton ve donatıyı ilk defa bir arada kullana kişi olmuştur. Çiftçi, 1848 yılında beton içerisinde demir ile demir bir tel kullanarak bir tekne inşa etmiş ve 1851 yılında beton ve çeliğin beraber kullanım patentini almıştır (URL-9, 2020; Topçu, 2014: 5). İlerleyen zamanlarda betonarme ve çimento alanında birçok gelişme yaşanmıştır. Çimento çeşitlerinin artırılması ve kimyasal takviyeler ile betona şekil verebilme imkânı sağlanmıştır (Akman, 2003: 35; Çakmak, 2021).

4.2. Yapılar

Yapı sözcüğü Türk Dil Kurumu'na göre en temel anlamıyla; “barınmak veya başka amaçlarla kullanılmak için yapılmış her türlü mimarlık eseri, bina” olarak tanımlanır (TDK, 2021c). Yapılar eski tarihlerden günümüze kadar; kullanım amacı, yaşanan coğrafi şartlar, sahip olunan teknik olanaklar vb. faktörler ışığında çok farklı şekillerde inşa edilmişlerdir. Yapılar kullanım amaçlarına uygun olmasının yanında, olumsuz etkileri yok etmeye veya azaltmaya çalışılarak kullanıcıya güven verecek şekilde inşa edilmelidir (Karaesmen, 1997). Tasarımlarında yapıya etki edecek tüm kuvvetlere karşı dayanıma sahip olarak inşa edilmesi önemlidir. Deprem, yapıların dayanıklılığını test eden başlıca bir kuvvettir (Canbay vd., 2008, 37). Türkiye’de ve Dünya’da depremler ağır zararlar ve büyük yıkımlar oluşturmuş ve oluşturmaya da devam etmektedir (Canbolat vd., 2007).

4.2.1. Yapı Sınıflandırması

Türkiye’deki yapılar ve deprem ilişkisini algılayabilmek için öncelikle mevcut yapılarımızı tanımalıyız.

I) Bina Türünün Dışındaki Yapılar: Bina grubu dışındaki yapılar; toplumsal amaçlı ve çoğunlukla ortak kullanılan yapılardır. Bunların planlanması ve inşaatı teknik

standartlara uygun olarak yürütülür. Proje ve inşaat aşamalarında, deprem etkilerine dayanma hususuna özel olarak dikkat edilir. Bu yapılarda karşılaşılan deprem hasarları bina türü olan yapılardan, daha az ve daha seyrek olarak görülür. Bu tür yapılara örnek vermek gerekirse; enerji ve sanayi üretim amaçlı tesisler (enerji santralleri, fabrikalar, rafineriler vb.), ulaşım tesisleri (tüneller, köprülü alt - üst geçitler, metro sistemleri, istinat duvarları vb.), su içi ve kenarı yapıları (kanallar, barajlar, mendirekler vb.), diğer bazı özel yapı türleri (bacalar, su depolar ve arıtma tesisleri, silolar, soğutma kuleleri vb.) (Canbolat vd., 2007;46).

II) Bina Türü Yapılar: Bina türü yapılar çok yaygındır ve çeşitli yöntemlerle inşa edilir (Canbolat vd., 2007: 46). Bu tür yapılar için genel bir sınıflandırma yapılmayacağı için bazı faktörlere bağlı olarak kısmi sınıflandırmalar yapılabilir. Bu sınıflandırma ve gruplamalar için örnekler aşağıda verilmiştir.

A) Kullanım Amacına Göre Sınıflandırma:

1) Gündelik kullanım binaları:

a) Konutlar

b) Ticari işyerleri (konutlarla aynı blok içinde ya da bağımsız)

c) Küçük imalat, depo, tamirhane amaçlı binalar

2) Kamu hizmet binaları

a) İdari binalar, devlet daireleri

b) Okul binalar (resmi ve özel tüm eğitim tesisleri ve binaları)

c) Hastaneler (resmi ve özel)

d) PTT ve diğer iletişim amaçlı binalar

3) Ortak toplumsal kullanım amaçlı özel binalar:

a) İbadet yerleri (cami, kilise, vb.)

b) Kültürel ve sportif etkinlik izleme binalara (sinema, konser salonu, spor salonu, yüzme havuzu, stadyum, vb.)

c) Büyük boyutlu sosyal tüketim binaları (çarşı, süper- market, otel, vb.).

Canbolat vd., (2007) yaptığı yapı türü yapı sınıflandırma çeşidine göre ise; Binaların ve Yapıların Mülkiyet Durumuna Göre Sınıflandırma: Bu sınıflandırma türüne göre ise, bina ve yapılar özel kişilerin mülkü veya kamu kurumlarının mülkiyetine sahip olduğu binalar olarak ayrılır.

Binada Kullanılan Ana Yapı Malzemesine Göre Sınıflandırma: Yapılarda kullanılan ana yapı malzemesinin türüne ve inşaat tekniğine bağlı olarak sınıflandırma yapılır. Malzemeye dayalı yapı gruplandırmalarının ortaya çıkardığı farklı yapı türleri Tablo 5 'de verilmiştir (Canbolat vd., 2007; 48).

Tablo 5. Yapılarda kullanılan ana yapı (Canbolat vd., 2007: 48).

Ahşap	Kamıştan Kontraplak Hımış Bağbadi
Yığma	Kerpiç Taş Tuğla Hafif Beton
Beton Grubu	Betonarme
Metal Grubu	Çelik

4.2.2. Türkiye’de Bulunan Yapılarda Kullanılan Ana Yapı Malzemeleri

4.2.2.1. Ahşap Binalar

Ahşap diğer yapı malzemelerine göre ucuz, hafif ,pratik ve dayanıklı olması nedeniyle ilk çağlardan itibaren tercih edilen bir yapı malzemesidir. Ahşap malzemelerin mimari tasarımlar üzerindeki etkisi incelendiğinde; Yapıların ham maddeye bağlı olarak Türkiye’nin bazı bölgelerinde ahşap yapılara sıklıkla rastlanırken bazı bölgelerinde ise hiç ahşap yapı görülmemektedir (Parlak Biçer ve Şahin, 2020). Günümüzde ise, inşa edilen ahşap yapılarda daha çok tel ile yapılmış kafes örgüler kullanılmaktadır. Ahşap yapılar; duvarların hafif, ahşap birleşimlerinin esnek ve yeterince sağlam olması dolayısıyla depremlerde uygun davranışlar gösterirler (Canbolat vd., 2007).

4.2.2.2. Yığma Binalar

İnşası kolay ve ucuz olması nedeniyle Türkiye’nin kırsal kesimlerinde yığma binalar çok tercih edilmektedir. Geleneksel olarak yığma yapılarda taş, tuğla ve kerpiç kullanılır (Canbolat vd., 2007). Bu yapılar çok ağır oldukları için deprem dayanımları çok azdır (URL-10, 2022).

4.2.2.3. Çelik Karkaslı Yapılar

Çelik karkaslı yapılar tüm taşıyıcı sistemlerin çelikten oluştuğu, yüksekliklere ve geniş açıklıklara sahip yapılardır. Türkiye’de bazı sınıai tesislerinin taşıyıcı sistemlerinin, bazı köprülerin yapımında çelik kullanıldığı bilinmektedir (Canbolat vd., 2007; TUCSA, 2020). Son zamanlarda yapıların inşasında çeliğin kullanımı oldukça yaygınlık kazanmıştır. Böylelikle çelik yapıların depremlere karşı dayanımları araştırılmaya başlanmıştır. Yapılarda çeliğin tercih edilmesinin nedeni kolay şekil alması, esnek olması, inşaat sürelerinin kısa sürmesi ve maliyetinin düşük ve hafif olmasıdır. Aynı zamanda hafif olması depremlere karşı daha dayanıklı olmasını sağlar.

Ancak bu yapıların bakım masrafları yüksektir ve çabuk paslanırlar. Ateşe karşı çok az dirence sahiptirler. Çelik yapılar süneklik yapısını kaybetmesi durumunda ani kırılmalara neden olabilirler. Deprem sırasında çelik yapıların birleşim noktalarında bulunan kaynaklı yapılarda kopmalar ve buna dayalı yapı göçmeleri gözlemlenmiştir (Canbolat vd., 2007: 61).

4.2.2.4. Betonarme Binalar

Betonarme, çelik ve betonun bir arada kullanıldığı basınca ve çekmeye karşı dirençli yapı malzemelerinden biridir. Türkiye’de ilk olarak 18. yüzyılın başlarında İstanbul’da inşa edilen Saint Antuan Kilisesi’nde kullanılmaya başlanmış olduğu bilinmektedir. Zaman içerisinde kullanımı yaygınlaşan betonarme yapılar: kolay işlenip şekillendirilmesi, ham maddesine kolay ulaşılması, diğer inşaat malzemelerine göre basınca daha fazla dayanıklı olması, korozyon ve ani çökme riski en düşük düzeyde olması, bakım maliyeti düşük olması gibi avantajlara sahip olması nedeniyle inşaat sektöründe çok fazla tercih edilir. Ayrıca betonarme yapılarda aldığı hasarı gösteren çatlaklar ve kırıklar sayesinde binanın durumu hakkında bilgi sahibi olunur (Dinçer, 2019).

4.3. Depremlerin Yapılara Etkileri

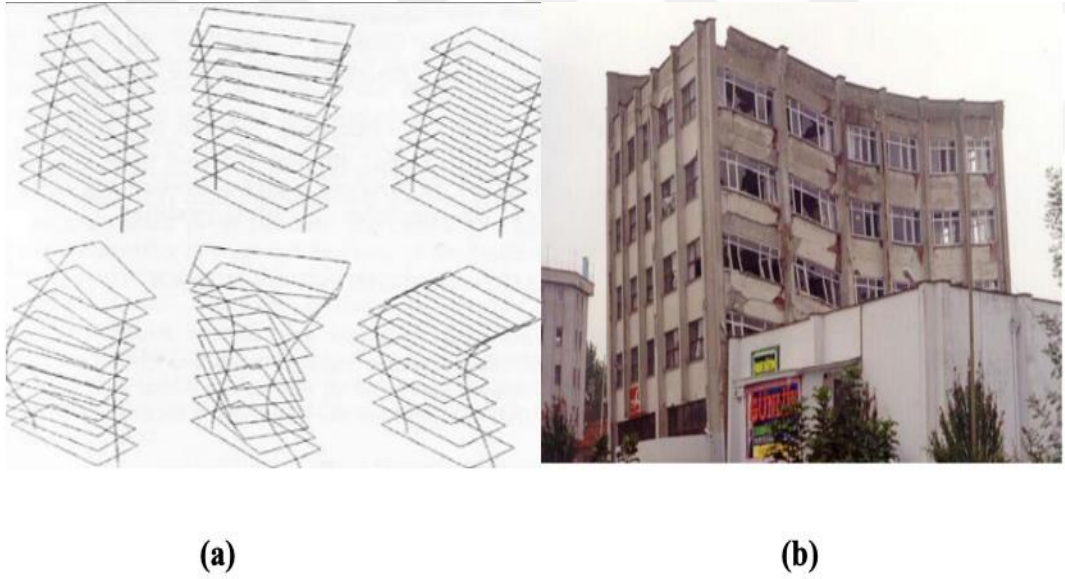
Günümüzde depremlerin yapılar üzerinde oluşturduğu etkiler fiziksel olay ürünüdür. Yani yapılar temelleri ile zemine bağlı olup; yaşanan deprem sarsıntıları ile hareket etmeye başlayarak; yapılar üzerinde ileri - geri ve aşağı - yukarı yönde salınım hareketine neden olur. Yapılar üzerinde etkili olan bu kuvvet; depremlerinin büyüklüğü, yapıların deprem merkezine olan uzaklığı, yapının zemin ve jeolojik formasyon özellikleri ve yapının fiziksel özellikleri gibi birçok etkene bağlı olabilmektedir. Yapılar bu kuvvete karşı bir tepki kuvveti oluştururlar. Deprem enerjisi son bulana kadar yapı sürekli yön değiştiren ve titreşim bağlantılı bu etki - tepkiler altında sarsılarak zorlanır. Bu süreçte, yapı parçaları birbirinden çözülmeye başlar. Bu aşamada yapıların depremlere karşı dayanımı, yapının yüksek olması ve bağlantı elemanlarının gücüne bağlıdır (Canbolat vd., 2007).

Depremlere karşı uygun tepki vermeyen yapılarda ise çeşitli hasarlanmalar görülür. Bu hasarlanmalar yapının mimari sürecinden, inşaat sürecinden ve kullanım sürecinden kaynaklanarak karşılaştığı olumsuz durumların ortak bir sonucudur (Yılmaz, 2019). Kısaca; yapılarımız genellikle kendi ağırlıklarından ve yerçekiminden kaynaklanan düşey kuvvetlere karşı dayanıma sahip iken yatay kuvvetlere karşı

dayanımda direnci daha düşüktür. Depremler ise meydana geldiği noktadan tüm farklı yönlerde kısa ve hızlı aralıklarla zemin boyunca enerji dalgaları gönderir. Yatay dalga kuvvetleri; yapının kolon ve kirişleri, duvarları, zemin ve bunları bir arada tutan tüm elemanlara iletilir. Binaların alt ve üst kısımları arasındaki kuvvet farkı yapıya aşırı yüklenme yaparak, yapının zarar görmesine ve hatta tüm yapının yıkılmasına neden olur (Darılmaz, 2019). Genellikle Türkiye’de yaşanan depremlerin yapılar üzerinde bıraktığı hasarlar aşağıda incelenmiştir.

4.3.1. Türkiye’deki Depremlerde Meydana Gelen Tipik Yapı Hasarları ve Alınacak Tedbirler

Burulma Düzensizliği: Binanın herhangi bir katında meydana gelebilecek en büyük öngörülen yer değiştirmenin, ortalama öngörülen yer değiştirmeye bölünmesi sonucunda ortaya çıkan değer $1,2$ ’den büyük bir değer alması ile meydana gelen düzensizliğe burulma düzensizliği denir. Genellikle orta yaşlı ve sünek olmayan tasarımlarda ortaya çıkar. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 28(a,b)’de gösterilmiştir (Yılmaz, 2019).



Şekil 28. (a) Burulma düzensizliği oluşum mekanizması (Özmen, 2004) (b) 1999 Kocaeli Depremi sonrasında burulma hasarı gözlenen kamu binası (Çağatay vd., 2011; Yılmaz, 2019).

Alınabilecek Önlemler: 2018 Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY)’ne göre, bina taşıyıcı sisteminin dengeli tasarlanarak, burulma düzensizliği katsayısının $1,2$ ’yi aşmamasına özen gösterilmelidir. Binanın kütle merkezi ile rijitlik merkezi birbirine yakın olmalıdır. Taşıyıcı sistem elemanları mümkün olduğunca binanın

çevresinde oluşturulmalıdır. Böylelikle taşıyıcı sistemde burulma etkilerini ortadan kaldırmak ve tehlikeli burulma titreşimlerini önlemek için gerekli dayanım ve rijitliğin sağlanması önerilir. Bina tasarımı kare veya kareye yakın olarak inşa edilmelidir (TBDY, 2018; Yılmaz, 2019).

Döşeme Süreksizlikleri Düzensizliği: Binalarda merdiven, aydınlatma, asansör boşlukları gibi bina döşemelerinde süreksizlik meydana getiren sahaların bina içerisinde ani dayanım azalmasına neden olması ile oluşur. Bu boşluklar yatay olarak yayılan deprem yüklerinin aktarımının zorlaştırır. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 29'da gösterilmiştir (Yılmaz, 2019).



a)



b)

Şekil 29. ((a)-(b)) 1999 Kocaeli Depremi'nde meydana gelen döşeme hasarları (Döndüren ve Nakipoğlu, 2016).

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'ye göre, döşeme boşluk alanları toplam kat alanının üçte birinden daha az olmalıdır. Boşluk alanının bu orandan daha fazla olması halinde binalarda detaylı hesaplamalar yapılmalı ve döşemenin üzerine bina yatay yüklerinin giriş ve kolonlara güvenli şekilde aktarılması sağlanmalıdır (TBDY, 2018; Yılmaz, 2019).

Planda Çıkıntıların Bulunması Düzensizliği: Binalarda kullanım alanlarını genişletmek amacıyla bina planları çıkıntılarla inşa edilmektedir. Bu çıkıntı oluşturan bölümlerin birbirlerine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük değerlere ulaşması olarak belirtilmiştir. Bu çıkıntılar özellikle binaların kütle merkezi arasındaki farkları arttırarak binanın deprem performansını olumsuz etkilemektedir. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 30'da gösterilmiştir (Özmen, 2011).



Şekil 30. 1999 Kocaeli Depremi'nde planda çıkıntılar bulunan bir binada meydana gelen deprem hasarı (Döndüren ve Nakipoğlu, 2016).

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'de planda yapılacak çıkıntı kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden az olması gerekir. Aynı zamanda katlar arasında ani dolgu duvar değişimine izin verilmemeli ve zemin kat yüksekliği diğer katlara göre yüksek tasarlanmamasına özen gösterilmelidir (TBDY, 2018; Yılmaz, 2019).

Zayıf Kat Düzensizliği: Yapısında düşey yönde dayanım düzensizliği bulunan katlara zayıf kat adı verilir. Türkiye'de yaşanan depremler sonrası bina hasar değerlendirmelerinde birçok binada zayıf kat düzensizliği olduğu saptanmıştır. Özellikle binaların zemin katlarında bulunan ve ticari olarak işlev gören alanlarda; bölme duvarlar pek kullanılmamaktadır. Bina bölme duvarlarının; binalardan gerek bina tasarımı öncesinde gerekse kullanım sırasında çıkartılması sonucunda; deprem yükü paylaşımında dengesizlik yaşanır. Bu nedenle bölme duvarların %15 inin kesme dayanımına katkı verdiği zayıf kat kontrolü hesabı yapılırken dikkate alınmalıdır. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 31'de gösterilmiştir (Tezcan vd., 2004; Yılmaz, 2019).



a)

b)

Şekil 31. (a) 2003 Bingöl Depremi zayıf kat hasarı (Temur, 2005) (b) 2011 Van Depremi zayıf kat hasarı (Cogurcu, 2015)

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'de zayıf kat düzensizliğini engelleyici ilk adım binaların tasarım aşamasında bu düzensizliğin oluşumuna önlemektir. Eğer binada zayıf kat düzensizliği olmasına neden olabilecek bir durum varsa öncelikle perde duvar kullanılabilir veya zemin kat kısmına kolon, çapraz elemanlar gibi elemanlar eklenebilir (TBDY, 2018; FEMA, 2006).

Yumuşak Kat Düzensizliği: Binadaki bir katın sahip olduğu rijitliğin diğer katlara oranla daha az olması durumuna yumuşak kat düzensizliği denir. Yumuşak kat düzensizliği çoğunlukla taşıyıcı olmayan bölme duvarların yapıdan çıkartılması sonucunda oluşur. Yapılar için yumuşak kat düzensizliğinin önemsenmemesi depremler sonucunda binalarda bölgesel veya toptan göçmelere neden olabilir. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 32'de gösterilmiştir (Charleson, 2014; Yılmaz, 2019).



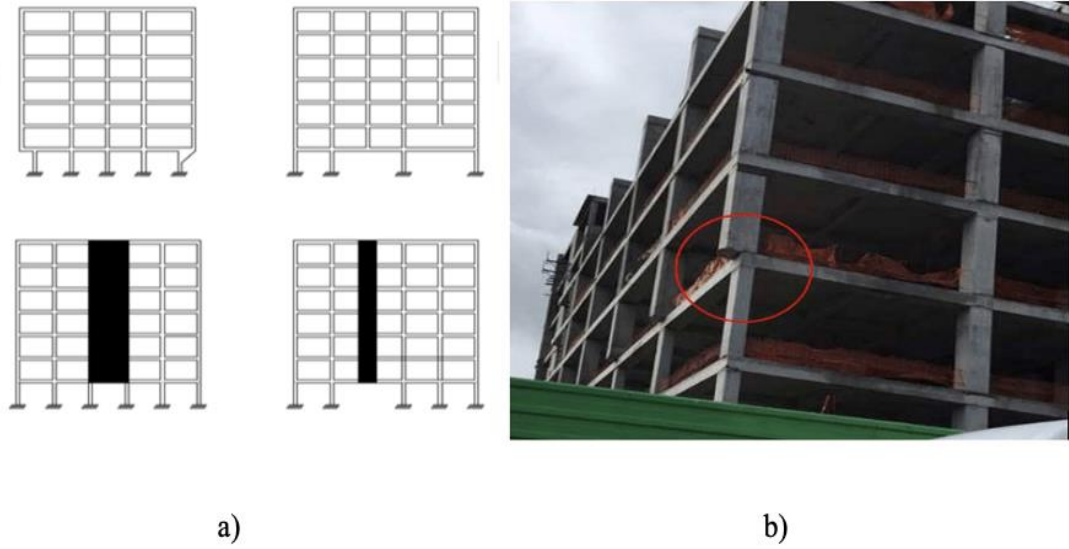
a)

b)

Şekil 32. (a) 2011 Van Depremi yumuşak kat hasarı (Yılmaz, 2019) (b) 1999 Kocaeli Depremi'nde meydana gelen yumuşak kat hasarı (Temur, 2005).

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'ne göre yumuşak kat düzensizliği katsayısı 2.0'den az olmalıdır. Katlar arasında ani dolgu duvar değişimlerine izin verilmemelidir (Özmen ve Özden, 2004). Yumuşak kat riskine karşı alınacak başka bir önlem ise; rijit perde duvarlar ya da çaprazlar kullanılarak güçlendirme yapılmasıdır (Guevara, 2012; TBDY, 2018; Yıldız ve Seçkin, 2019).

Taşıyıcı Sistem Düşey Elemanlarının Süreksizliği: Yapıların taşıyıcı sistemin düşey taşıyıcıları olan kolon ve perdelerin, binalarda mimarı ya da estetik kaygılar güdülerek bazı katlarda kaldırılarak yeni düzenlemelerin yapılmasıdır. Bu düzenlemeler binaların deprem performanslarını olumsuz yönde etkilemektedir. Yapılar üzerinde bu tür düzenlemelerin yapılması yasaklanmıştır ancak bu düzensizlikler yaşanan depremler sonrası karşımıza çıkmaktadır. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 33'de gösterilmiştir (Celep ve Kara, 2012).



Şekil 33. (a) Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliği oluşum mekanizması, (b) İnşaat halindeki binada taşıyıcı sistem akslarının paralel olmaması durumu (Yılmaz, 2019).

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'de taşıyıcı sistem elemanları temelden çatıya kadar kesintiye uğramadan devam etmelidir (TBDY, 2018; Yılmaz, 2019).

Kuvvetli kolon - zayıf kiriş kuralı: Kolonların kirişlerden güçlü olması koşuldur. Yani kolonların bir düğüm birleşim noktasındaki moment taşıma güçlerinin, aynı düğüm birleşim noktasındaki kirişlerin toplam moment taşıma güçlerinden %20 daha büyük olması kuralıdır. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 34'te gösterilmiştir (Yılmaz, 2019).



Şekil 34. (a) Taşıyıcı sistem düşey elemanlarının süreksizliğinin oluşum mekanizması, (b) İnşaat halindeki binada taşıyıcı sistem akslarının paralel olmaması durumu (Yılmaz, 2019).

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'de kolonlar kirişlerden %20 daha güçlü olacak şekilde tasarım yapılarak, yapılar inşa edilmelidir. Donatı düzenleme kurallarına uyularak kolon kiriş birleşim noktalarında gerekli sıkılaştırmalar yapılmalıdır (Yılmaz, 2019).

Çekişleme Etkisi: Birbirine bitişik nizam yapıların deprem ve rüzgâr gibi etkilere karşı altında rijitlik ve kütle merkezleri gibi mekanik özelliklerine bağlı kalarak birbirleriyle kesiştiği noktalarda, birbirlerine ani yük aktarımı yaparlar bu olaya çekişleme etkisi denir. Bunun asıl sebebi yapılar arasında yeterli derz miktarının olmamasıdır. Binalar arasında yeterli derz mesafesinin bırakılmaması sonucunda binalar birbirine çarparak ve yapısal hasarları meydana getirir. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 35'de gösterilmiştir (Yılmaz, 2019).



Şekil 35. 2011 Van Deprem'inde çekişleme ve yumuşak kat hasarı nedeniyle ağır hasar gören bir bina (Yılmaz, 2019).

Alınabilecek Önlemler: Bitişik nizamlı binalar arasında TBDY (2018)'de belirtilen oranlarda yeterli derz boşluğu bırakılmalıdır. Bırakılacak minimum derz boşluğu; 6 m yüksekliğe kadar en az 3 cm, 6 m'den sonraki her 3 m'lik yükseklik için en az 1 cm eklenmesi gereklidir (TBDY, 2018).

Kısa Kolon Etkisi: Herhangi bir kolona, herhangi bir nedenle, hesapladığımızdan daha fazla yatay deprem kuvveti etkiliyorsa, bu etkiye kısa kolon etkisi denir. Bu yapı düzensizlik türü Şekil 36'da gösterilmiştir (Yön ve Sayın, 2008).



Şekil 36. 1999 Kocaeli Depremi merdiven sahanlığı kısa kolon etkisi (Robles, 1999).

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'de kısa kolon etkisi birincisi taşıyıcı sistem hataları, ikincisi ise kolondan kolona uzanan duvar boşluklarıdır. Kısa kolon etkisini engellemek için; kolon sargı donatısı artırılabilir ve kolonlar arası boşluklar bırakılabilir (Yılmaz, 2019).

Kalitesiz işçilik ve Malzeme Kullanılarak Donatı Düzenleme Kurallarına Uyulmadan İnşa Edilen Yapılar: Türkiye'de yaşanan depremler nedeniyle birçok yapı hasar görmüş veya yıkılmıştır. Bu depremler sonrasında zarar gören yapılarda yapılan incelemelerde, malzeme kullanımında ve yapı üretiminde standart kurallara uyulmadığı görülmüştür (Biniciksu vd., 2005).

Alınabilecek Önlemler: TBDY (2018)'de bina tasarımı ve inşa aşamasında standartlara mutlak suretle uyulmadır. Binalar mühendislik hizmeti alarak kaliteli işçilik ve malzeme ile inşa edilmelidir (Biniciksu vd., 2005; TBDY, 2018; Yılmaz, 2019).

4.4. Deprem Risk Yönetimleri

Deprem risk yönetiminin ilk koşulu, depremlerde can ve mal kaybına neden olan ana unsurun; depremin kendisinin değil, yapıların olduğunun bilinmesidir. Bu tespit dayanıklı binalar inşa etmenin depreme karşı alınabilecek en önemli tedbir olduğunu destekler (Bikçe, 2017). Depremlere karşı dayanıklı yapı inşasının en temel yolu doğanın bütünüyle doğru anlaşılması, depremin yapılarımızı nasıl etkilediğinin bilinmesi ve buna uygun planların yapılarak, hayata geçirilmesidir. Yani depreme dayanıklı yapı tasarımı; çok şiddetli bir depremin, belirli bir zaman diliminde, ilgili coğrafi bölgede, tahmini bir büyüklükte, belirli bir olasılıkla meydana gelme

senaryolarına göre hazırlanır. Etkili bir deprem risk yönetimi sisteminin ilk basamağı; yapıların inşa edileceği bölgelerin tehlikeleri analiz edilmeli ve mimari tasarımlarının karmaşıklığından uzak, sağlam taşıyıcı sistemlerin kullanılabilmesine imkân verecek şekilde planlanmasıdır (Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmelik, 2007). Deprem risk yönetimi sisteminin devamında, yapıların sağlam bir temele sahip olması en önemli özelliklerdendir. Farklı zemin çeşitleri, binaların temellerinin farklı şekillerde sağlamaştırılmasını gerektiren farklı özelliklere sahiptir. Yapı inşaatına başlanmadan önce zemin özelliklerinin iyi anlaşılması ve uygun planların yapılması çok önemlidir (Darılmaz, 2019). Yapıların depreme dayanımı; yapıların yatay yönde bir kuvvete karşı nasıl hareket ettiği ile ilgilidir. Deprem güvenliği uzmanları; deprem kuvvetinin binaların her yerine eşit derecede hareket etmesini, böylece deprem kuvvetinin sadece bir tarafta toplanmasını önleyecek şekilde inşa edilmesini ister. Eğer bina tasarımında hatalar varsa bina sarsıldığında zayıf noktalarda hasarlar oluşarak binanın tamamına yönelik bir hasarı da beraberinde getirebilir.

Uzmanlar, binaların depreme dayanımları için birden fazla stratejinin kullanılması gerektiği, böylelikle bir stratejinin işe yaramaması durumunda binayı diğer stratejilerin koruyacağı konusunda hemfikirdiler. Deprem dayanımı konusunda bilinmesi gereken önemli bir başka hususta, dayanım ve süneklilik hususlarıdır. Bu iki husus birbirlerinden bağımsız değil, aksine birbirlerinin tamamlayıcısıdır. Çok şiddetli depremlere karşı binaların çökmesini önlemek için süneklilik özelliğinin sağlanabilmesi ve yapının büyük ölçülerde enerji yutması gerekir. Böylelikle yönetmeliğe uygun inşa edilen yapılar deprem etkisine; yapıya binen deprem enerjisini yutarak, belirli bir dayanım gösterir ve çözülmeyen ayakta kalırlar (Darılmaz, 2019).

4.4.1. Sismik korunma yöntemleri

Sismik korunma sistemleri, deprem gibi yapılara zarar verme potansiyeli olan tüm durumlara karşı binalarda kullanılan yardımcı araçlardır. Bu sistemler depremde riski en aza indirmeyi amaçlar. Bu koruma sistemleri, sadece binaları depremlerden değil aynı zamanda termal etkilerden, rüzgar, darbeler vb. durumlardan korumayı amaçlar (Mercimek vd., 2021). Ayrıca sismik koruma sistemleri, depremin hemen ardından yapıların hizmet durumunun sürekliliğini sağlayarak, nüfusun güvenliğini sağlar. Sismik koruma sistemlerinin çoğu, depolama tankları, nükleer santraller, tarihi eserler ve tarihi binalar vb. gibi diğer birçok özel yapılarda kullanılır (Özer 2014; Yıldırım vd., 2013; 2015a; 2015b). Sismik korunma sistemleri; Pasif kontrol sistemleri, Aktif kontrol

sistemleri ve Yarı aktif, karma (hybrid) sistemler olarak üç başlıkta incelenir (Olariu, 1994; Özpalanlar, 2004).

Pasif Kontrol Sistemleri :Yapıya yerleştirilen özel sistemler ile deprem, şiddetli rüzgâr vb. gibi yapıya etkiyen enerjiyi kendi üzerlerine alarak ya ısıya dönüştürür ya da başka bir kanala aktarırlar. Böylelikle yapıların dış etkilere karşı dayanma kapasitesini artırırılar. Yapının göreceği risklere karşı bu sistemlerin boyutlandırması değişebilmektedir. Bu sistemlerin hesabı kolay ve maliyetleri düşüktür. Dışarıdan bir güç, kaynağı gerekmediğinden, güç kesintilerinden etkilenmezler. (Özpalanlar, 2004). Pasif kontrol Sistemleri; Pasif Enerji Sönümleyicileri ve Sismik İzolasyon Sistemleri olmak üzere ikiye ayrılırlar (Naimi ve Waheb, 2019; Özpalanlar, 2004).

Aktif Kontrol Sistemleri :Aktif kontrol sistemleri, deprem titreşimleri gibi etkileri algılayıp tüm mekanizmayı denetleyerek hesaplar yapan bir kontrol ünitesine sahiptir. Genel olarak her şiddetteki depreme dayanabilirler. Ancak sistemin mekanizması dışarıdan bir enerji kaynağı yardımıyla deprem dalgalarını algılayıp, değerlendirir ve bina üzerine yerleştirilmiş olan aygıtlarla bu deprem etkilerine cevaplar verir. Son yıllarda yapıların güvenliğini artırmak ve değerli malzemelerin binada bulunduğu durumlarda yapıların zarar görmelerini önlemek için sıkça tercih edilmektedirler (Naimi ve Waheb, 2019; Özpalanlar, 2004).

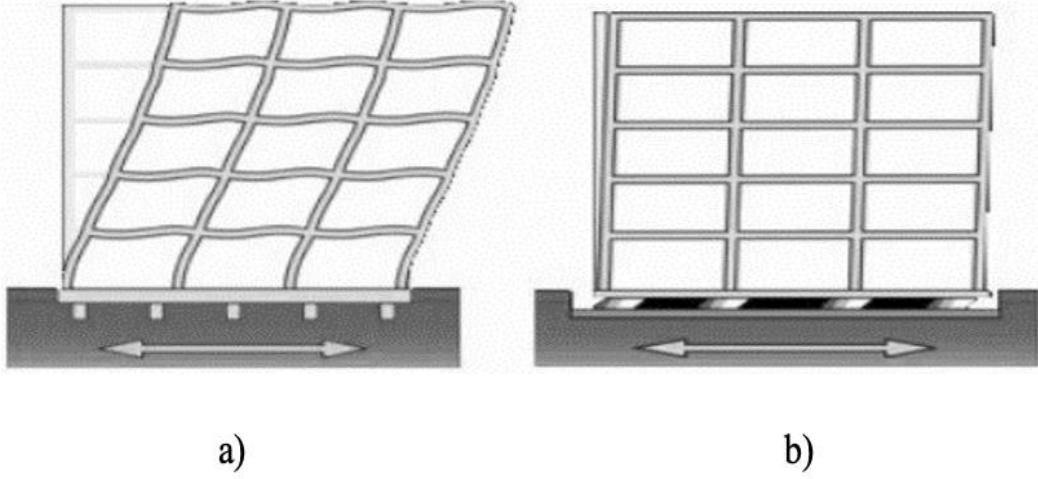
Yarı Aktif, Karma (Hybrid) Sistemler: Maliyet bakımından uygulanması pek yaygın olmayan aktif kontrol sistemleri yerine çeşitli alternatifler düşünülmüş ve pasif kontrol sistemleri ile aktif kontrol sistemlerinin ucuz, kalıcı, etkin ve kendi üzerine yüklenen yüke göre kendini ayarlayabilen mekanizmaların avantajları kullanılarak karma (hybrid) sistemler oluşturulmuştur (Naimi ve Waheb, 2019; Özpalanlar, 2004).

4.5. Sismik Korunma Sistemleri İçin Bazı Teknolojik Gelişmeler

Yapılarda sismik korunma sistemleri için geliştirilen bazı teknolojik gelişmeler aşağıda incelenmiştir.

4.5.1. Taban Yalıtımı (Sismik İzolasyon) Sistemler

Yapıların yüksek deprem performansına karşı güçlendirilmesi için tasarlanan önemli ve sık kullanılan yöntemlerden biri deprem yalıtımı (sismik izolatör) sistemlerdir. Sismik izolatör sistemler, yapıya etkiyen deprem, rüzgâr vb. yüklerin azaltılmasına yarayan sistemlerdir. Bu sistemde amaç, yapının taban izolasyonu genel olarak üst yapı ve temelin çeşitli sistemlerle birbirinden ayrılmasıdır (Erdik, 2007). Normal yapı tasarımı ve sismik izolasyonlu yapı tasarımı Şekil 37’de verilmiştir.



Şekil 37. (a) Normal yapı tasarımı (Ankastre Mesnetli Yapı) (b) Sismik İzolasyonlu Yapı (Şengel, vd., 2009).

Sismik izolasyon sistemleri yapı ve zemin tabanı arasında esnek enerji sönümleyici elemanlarının yerleştirilmesi ile sismik yüklerin zeminden yapıya aktarılmasını azaltarak; sismik kuvvetleri absorbe ederler. Yani sismik izolasyon sistemleri yapılar zeminden aktarılan sismik kuvvetleri azaltarak, depreme karşı dayanıklı bir yapı tasarımı sağlamaktadır. Günümüzde ise bu yöntem geliştirilmiş, üzerinde birçok akademik araştırmalar yapılmış ve uygulamaları bazı şartnamelere bağlanmıştır. Türkiye’de ve d-Dünya’da çok sayıda yapıda kullanılmış olan olgunlaşmış bir deprem önleyici yapı haline gelmiştir (Erdik, 2007; Şengel, vd., 2009). Sismik izolasyon sistemlerinin bir çeşidi olan Tabakalı Kauçuk Mesnetli izalasyon sistemleri Şekil 38’de gösterilmiştir.



Şekil 38. Tabakalı kauçuk mesnetler (Naimi ve Waheb, 2019).

4.5.2. Sismik Sönümleyici Sistemler (Darbe Emiciler)

Sismik sönümleyici sistemler yapılara etki eden deprem, rüzgâr gibi yüklerin enerjisini dağıtarak sönümleyen elemanlardır (Özer vd., 2019). Genellikle yapılara sismik izolasyon önerilmiyorsa (örneğin; yumuşak zeminlerde veya eski yapılarda) yüksek enerji yayılımına sahip sönümleme sistemleri en iyi seçenektir (Galindo vd., 2016). Tüm sismik koruma sistemlerinde olduğu gibi sönümleyici sistemlerin temel amacı da, her ne pahasına olursa olsun çökmeyi önlemek ve bir depremden hemen sonra yapının bütünlüğünü ve hizmet verebilirliğini sağlamaktır. Gelişmiş sismik sönümleme cihazlarının kullanılması, bir deprem sırasında yapıların uygun davranış göstermesini sağlar (Chames, 2019). Sismik sönümleyici sistemlere Şekil 39’da Meksika Lerma 256 Binası’nda kullanılan bir sönümleme örneği, Atatürk Uluslararası Havalimanı’nda kullanılan bir sönümleme örneği ve Londra Millennium Köprüsü’nde kullanılan sönümleme örnekleri verilmiştir.



(a)

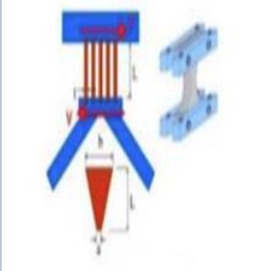
(b)

(c)

Şekil 39. (a) Meksika Lerma 256 Binası’nda kullanılan bir sönümleme örneği, (b) Atatürk Uluslararası Havalimanı’nda kullanılan bir sönümleme örneği, (c) Londra Millennium Köprüsü’nde kullanılan bir sönümleme örneği ((a)-(b)-(c)) Symans vd. 2008).

Genellikle sismik sönümleyicilerin en büyük avantajı yapılara etki eden deprem kuvvetlerinin kolaylıkla kontrol edilmesini sağlamalarıdır. Bu sistemler çok basit ve düşük maliyetlidir. Eski binalara uygun hesaplamalar yapılarak kolayca uygulanabilir (Chames, 2019).

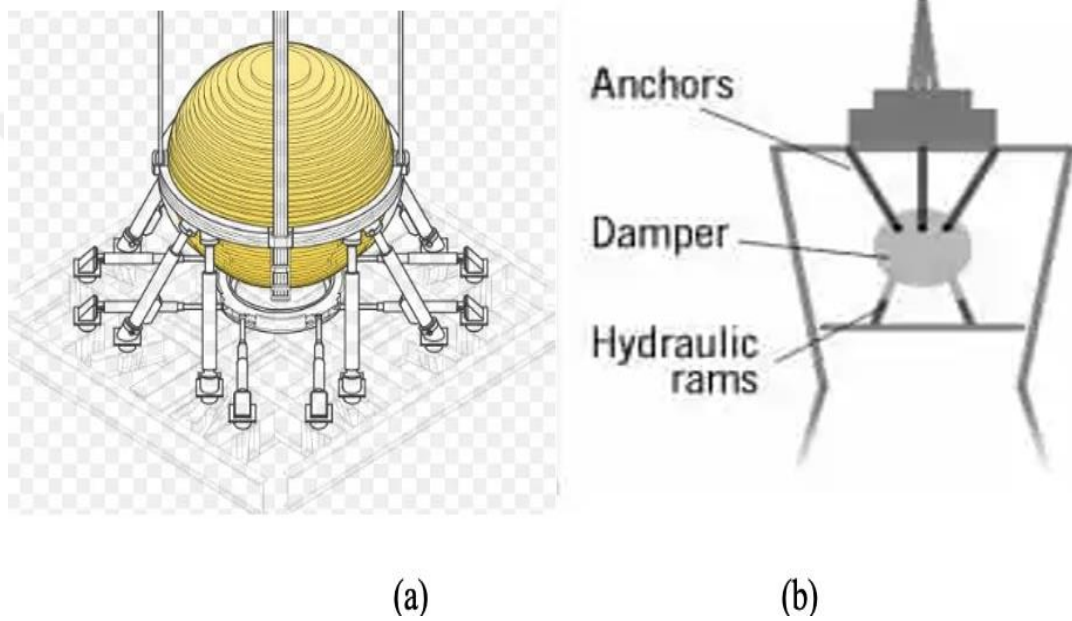
Sismik kuvvetlerin neden olduğu yatay kuvvetlere karşı dayanımlarının artırılması için birçok sönümleme şekli bulunmaktadır. Bu sönümleme şekilleri; sismik kuvvetlere karşı, hızlanma (viskoz, visko-elastik) performansı veya yer değiştirme (sürtünme, metal (akan) performansı şeklindedir. Sismik sönümleyicilerin; kullanımı, montajı gibi özelliklerine bağlı olarak birçok çeşidi vardır. Bu çeşitlerin bazılarını Şekil 40 'da yer verilmiştir (Heysami, 2015).

Hıza Bağlı Sönümleyiciler		Yer Değiştirmeye Bağlı Sönümleyiciler	
Viskoz	Visko-Elastik	Sürtünme	Akma
<p>Viskoz sönümleyiciler hızla bağımlı olarak sönüm kuvveti oluşturlar. Yapı üzerine binen kuvvetlere karşı ek sönüm sağlayan cihazlardır (Chames, 2019).</p>	<p>Visko-elastik sistemler hızla bağımlı sönümleyici kuvvetlerin yanında elastik rijitlikleri olan sönümleyicilerdir (Chames, 2019).</p>	<p>Birçok değişik malzeme kullanılarak üretilen kayan yüzeylere sahip sürtünme sönümleyicileri vardır. Genelde çelik alaşımları ve metaller çapraz bağlantı şeklinde kullanılır. Sürtünme cihazlarının genel olarak iyi sismik sönümleme performans özellikleri bulunmaktadır. (Chames, 2019).</p>	<p>Metallerin yatay yükler etkisi altında doğrusal olmayan yükleri sönümleyecek şekilde tasarlanmıştır. Tercih edilmelerindeki en önemli sebepler; uzun süreli çalışma güvenilirlikleri, çevre ve sıcaklık değişimlerine dayanıklı olmalarıdır (Fajdar, 1992; 1993; Merter vd., 2016).</p>
			
			

Şekil 40. Sönümleyicilerin çeşitleri (Symans vd. 2008'den uyarlanmıştır; Chames, 2019'dan uyarlanmıştır; Heysami, 2015'den uyarlanmıştır).

Sismik sönümleyicilerin kullanım, montaj gibi özelliklerine bağlı olarak birçok çeşidi vardır. Bu çeşitlerin bazıları aşağıda açıklanmıştır (Chames, 2019).

a) Kütle Sönümleyici (Sarkaç Gücü):Bir kütle, bir yay ve bir sönümleyiciden oluşan Ayarlı kütle sönümleyicilerinin, icadı 1909 yılına dayanır (Frahm, 1909). Sismik ve rüzgâr gibi yükler nedeniyle binaların üzerine binen kuvvetleri sönümleyerek kontrol etmek için genellikle binaların en üst katlarına yerleştirilirler (Naimi ve Waheb, 2019). Başka bir deyişle Ayarlı kütle sönümleyici yapıya etkileyen deprem gibi güçlü bir yanal kuvvetin oluşturduğu etkileri minimize etmek için yapıya monte edilen pasif kontrol cihazlarıdır (Ateş vd., 2006; URL-11, t.y.). Şekil 41’de Ayarlı kütle sönümleyici ve çalışma mekanizmaları gösterilmiştir.

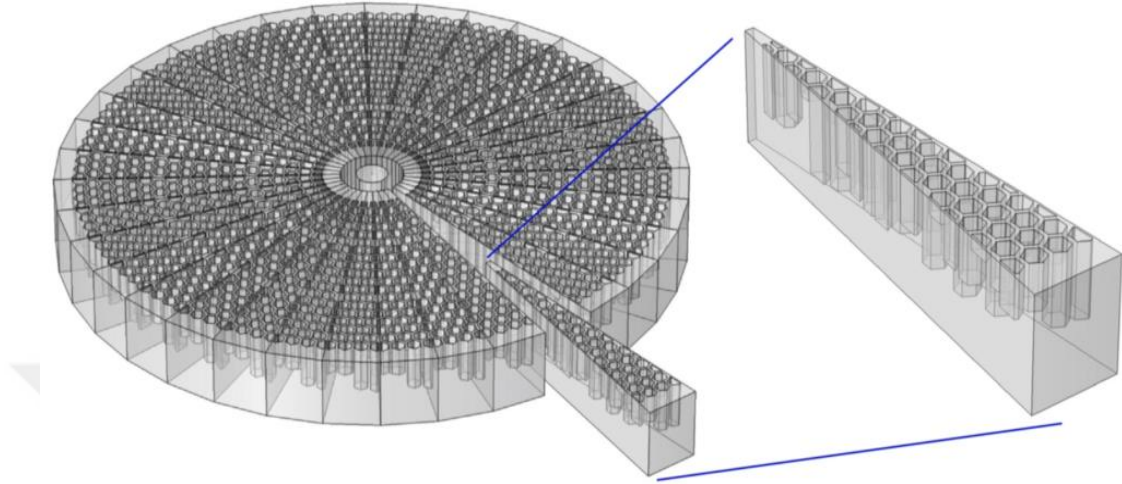


Şekil 41. (a) Ayarlı kütle sönümleyici, (b) Ayarlı kütle sönümleyicilerinin çalışma mekanizması ((a)-((b)) (URL-11, t.y.).

Bu sönümleyiciler genellikle yüksek yapılarda kullanılır. Bir deprem sırasında binalar sismik kuvvetlerin etkisiyle bir yönde sallandığında, ayarlı kütle damperinin hareketi tam tersi yönündedir. Birkaç döngüden sonra damper bina ile ters yönde hareket eder ve bu da genel salınımı azaltır (Shu vd., 2017; Vassiliou vd., 2017). Bu sönümleyiciler, çalışmak için harici güç kaynağı gerektirmezler ve düşük seviyelerde uyarılmalarına dahi tepki verebilirler (URL-13, 2020).

b) Sismik Görünmezlik Pelerini: Yapıya etki eden sismik enerjileri saptırma yöntemlerinden biriside sismik görünmezlik pelerini sistemidir. Bu sistem, bir bina inşa edilmeden önce temel altına eş merkezli plastik halkalardan bir pelerin oluşturularak gömülmesi ve devamında ise herhangi bir deprem sırasında, yüzey seviyesindeki sismik dalgalar halkalara geçerek, sıkışıp kalacak ve yukarıdaki yapıya doğru ilerlemeden yapı temelinden yan yönlere doğru akması şeklide işler. Yani, sismik dalgalar merkez üssüne

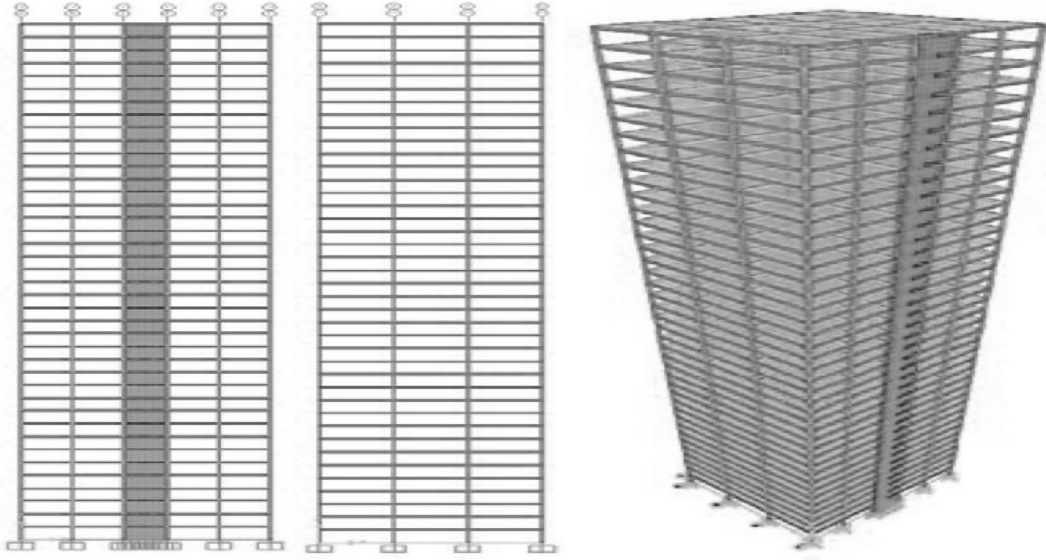
yaklaştışça, plastik halkalar birbirinin içine geçerek, halkaların içine hapsedilir. Böylelikle halkalara hapsolan sismik dalgalar bu halkaları geçerek enerjisini üstteki binaya veremeyecektir (Chames, 2019). Şekil 42’de sismik görünmezlik pelerini mekanizması verilmiştir.



Şekil 42. Sismik Görünmezlik Pelerini mekanizması (Chames, 2019).

Sismik görünmezlik pelerini, 2016 yılında Fransa’da bir yapı üzerinde test edilmiştir. Bu deneyde; sismik dalgalar halkalara ulaştışında, dış halkalara geçerek, binadan uzaklaştırıldığı grlmştir (Chames, 2019).

c) elik çapraz erveler ve Diyaframlar: elik aprazlı erveler deprem yüklerinin karşılanmasında önemli rol oynarlar (Tremblay vd., 2002). Yapıları daha dayanıklı hale getirmek için kullanılan elik çapraz erveler; depremin kuvvetini binadan üzerine alıp tekrar zemine iletirler. Böylelikle binalara gelen zararları azaltan bir sistem işlevi görürler (Saravanan vd., 2018). Bu tür sistemler, anti-sismik yapı olarak kabul edilir ve yüksek sismik bölgelerde kullanılması önerilir (İtani ve Bruneau, 2004). elik apraz erveler ve Diyaframların mekanizması Şekil 43’de verilmiştir.



Şekil 43. Çelik Çapraz Çerçeveler ve Diyaframların Mekanizması (Barnaure vd., 2013). Yıllar geçtikçe kullanımı ve çalışma alanları artan bu sistemlerin davranışları konusunda çalışmalar devam etmektedir (Barnaure vd., 2013; Memari vd., 2012).

4.5.3. Mukavva Tüpler

Kâğıdın kolay elde edilmesi, ekonomik ve hafif oluşu hayatımızın her aşamasında kullanımına olanak sağlamıştır. Gelişimine devam eden kâğıt bu süreçte mimaride de farklı kullanımlarını oluşturmuştur (Tütüncü ve Ökten, 2021). Japonya da kâğıt yapım tekniklerinin gelişmesi ve kâğıdın yapılarda bölücü eleman olarak kullanılması; mimari için öncü bir yaklaşım oluşturmuştur. Daha sonra yaşanan 2. Dünya Savaşı sonrası Amerika ve Avrupa’da yaşanan konut sıkıntısı sonrası geçici barınaklarda kullanılmaya başlanmıştır. Kâğıt bu şekilde mimaride hem kalıcı hem de geçici olarak kullanımına yönelik denemelerden geçmiştir. 1980’ler sonrası kâğıdın yapılarda çağdaş anlamda kullanımı Shigeru Ban ile gerçekleşmiştir (Naskova, 2015). Ban bu bağlamda çalışmalarına devam ederek karton tüpleri oluşturmayı başarmıştır. Karton tüpler, odun hamurundan elde edilen silindirik şeklindeki elemanlardır. Bu eleman sistemlerinin hafif, ekonomik, dayanıklı, kolay uygulanabilir oluşu, üstün yalıtım ve geri dönüştürülebilir olmaları, deprem sonrası ortaya çıkan acil ve güvenli yapı ihtiyacı için ciddi bir alternatiftir. Ban’ın afet sonrası ortaya çıkan geçici konut ihtiyacı için planladığı karton tüp barınaklar; ekonomik olmaları, hızlı inşa edilebilmeleri, etkili ısı yalıtımları ve geri dönüştürülebilir malzemeden üretilibilmeleri sebebiyle bu tür yapılar geçici barınma ihtiyacı için iyi bir alternatiftir (Naskova, 2015; Tütüncü ve Ökten, 2021). Karton tüplerin betonarme kalıplarda kullanımları, taşıyıcı karton tüplerin kolonlarda kullanımları, taşıyıcı karton tüplerin kirişlerde kullanımları Şekil 44’te gösterilmiştir.



(a)

(b)

(c)

(d)

Şekil 44. ((a)-(b)) Karton tüplerin betonarme kalıplarda kullanımı, c) Taşıyıcı karton tüplerin kolonlarda kullanımı, (d) Taşıyıcı karton tüplerin kirişlerde kullanımı ((a)-(b)-(c)-(d)) Tütüncü ve Ökten, 2021).

Yapım sürecinde strüktürel elemanlar olan kolon, kiriş, kemer, kafes ve çerçevelerde kullanılmaktadır. Ayrıca betonarme kalıplarda da kullanımı mevcuttur.

4.5.4. Şekil Hafızalı Alaşımlar

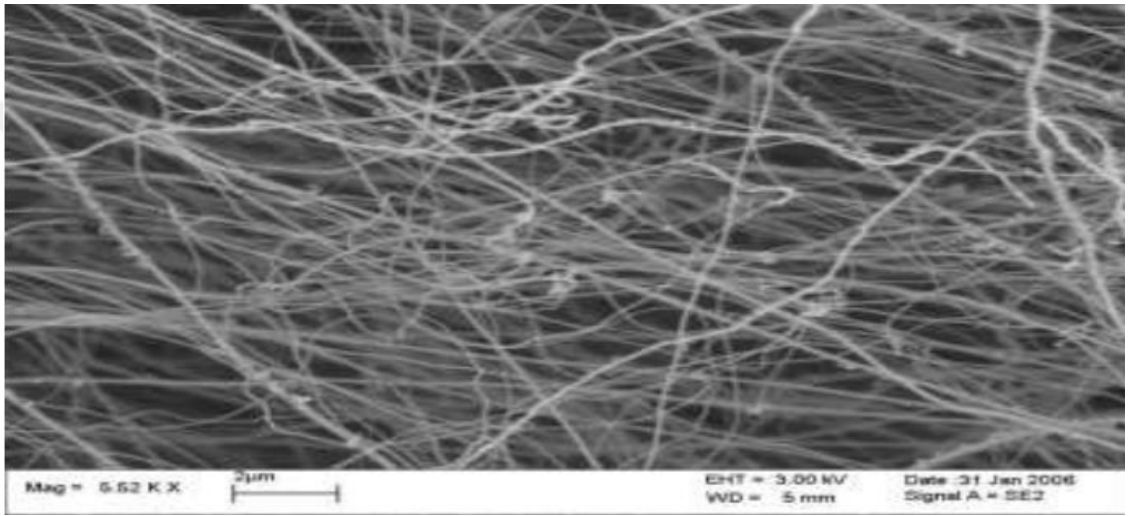
Şekil hafızalı alaşımlar olağanüstü dayanım direnci, süper elastikiyet ve yüksek korozyon direnci nedeniyle mevcut teknolojilerde yer alan sınırlamaların çoğunu ortadan kaldırma potansiyeline sahiptir (Dolce ve Cardone, 2001; Lui ve Labarta, 2014; Morais vd., 2017). Bu malzemelerin geometrileri dış ısı etkileri ile değişirken, uygun bir ısı prosedürü uygulanarak ilk haline veya boyutuna geri getirilebilirler (Akdoğan, 200; Malzeme Teknolojileri Stratejisi, 2004). Yani bu malzemeler ısıtılarak tek yönlü şekil hafızaya sahip malzemeler olarak tanımlanırken, yeniden soğutma halinde ise iki yönlü şekil değişebilen malzemeler olarak tanımlanmaktadır. Bu malzemelerin sahip olduğu bu özellikler sayesinde deprem anında deforme olan metallerin faz değişimleri kontrol edilerek deformasyonun önemli bir boyutu ortadan kaldırılabildiğini ortaya koymaktadır (Alvandi ve Ghassemieh 2004; Desroches ve Smith, 2004; Toptaş ve Erkuş, 2007).

4.5.5. Kompozit Malzemelerle Güçlendirilmesi

İki veya daha fazla malzemenin belirli özelliklerini tek bir malzeme toplamak veya yeni özelliklere sahip yeni bir malzeme oluşturmak için, birden fazla malzeme

veya fazın uygun proseslerle birleştirilmesi ile elde edilen malzemelere kompozit malzemeler denir. Son yıllarda birçok alanda kullanılan bu malzemeler; yapı güçlendirme amacıyla sık sık kullanılmaya başlanarak, özellikle deprem bölgelerindeki ülkeler için gelişmekte olan bir pazardır. Tasarım aşamasında yapıya zarar verebilecek tüm etkilere karşı; yeni ve eski binalar, tüneller, köprüler, nükleer santraller, havalimanları, gibi kritik yapıların ve tarihi eserlerin güçlendirilmesi alanında yaygın olarak kullanılırlar. Bu amaçla çeşitli ürünlerden yapılan kompozit esaslı malzemeler giderek yaygınlık kazanmaktadır (Bulut, 2014; Guin vd., 2015).

Yapı malzemesi kompozit lifler Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 45. Yapı malzemesi kompozit lifler (Vatangül, 2008).

Kompozit malzeme türlerini üç alt başlıkta incelemek mümkündür;

Seramik Matris Kompozitler; Bu kompozit malzemeler oldukça hafiflerdir ve yüksek sıcaklığa dayanımlı alanlarda sıkça kullanılırlar. Sert ve kırılğan yapılarda olan seramik malzeme yapılarında bulunan liflerle; tokluk, dayanım gibi birtakım özellikler katarlar.

Metal Matris Kompozitler; Bu kompozitler birden fazla malzemenin bileşimiyle elde edilirler, ancak bileşimdeki malzemelerden en az birisi metalik bir malzeme olmalıdır. Bu kompozitler yüksek tokluk ve dayanıma sahiptirler, yüksek sıcaklıklara dayanıklı ve şekil verilebilir niteliktedirler. Korozyona karşı dayanıklıdırlar

Polimer Matris Kompozitler; Birçok alanda kullanılan polimer matris kompozitler genel olarak sağlam, hafif ve ucuz maliyetlidir. Polimer matris kompozitler mekanik dayanım, hafiflik, insan dokularına uyum sağlama, optik elyaf ve piezo elektrik gibi özelliklerinden dolayı tercih edilirler. Bunlarla beraber genelde çalışma sıcaklıkları düşüktür (URL-12, 2022).

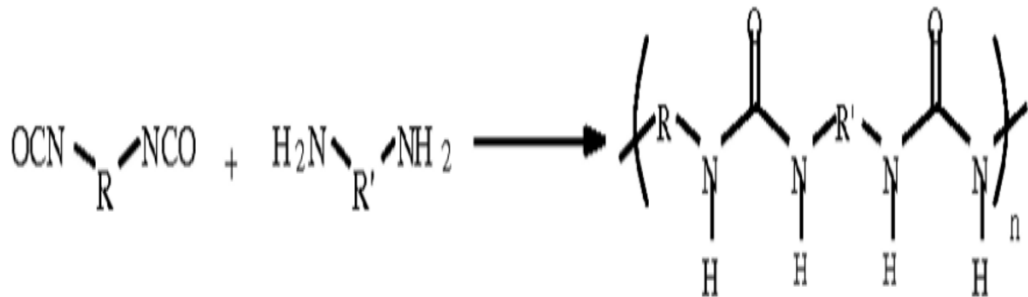
5. POLİÜRE KAPLAMA

Kompozit malzemelerin bir çeşidi olan poliüre malzemesinin sahip olduğu çok sayıda moleküller arası hidrojen bağları, mükemmel mekanik özellikler gösterir. Poliürenin önemli mekanik özelliklerinin birçoğunun özelliklerde yüksek gerilme kuvvetlerine dayanımlarının fazla olması, poliürenin mekanik özellikleri üzerinde birçok çalışmada tercih edilmesini sağlamıştır (Yıldırım, 2019).

5.1. Poliüre Tanımı ve Özellikleri

Poliüre; yapısı, benzersiz özellikleri ve kolayca uygulanabilirliği nedeniyle birçok alanda kullanılan bir yapı malzemesidir. Atmosferik, kimyasal ve biyolojik faktörlere karşı dayanıklılık ve yüksek direnç gibi çok çeşitli mükemmel özellikler, bu maddeyi inşaat sektörü için mükemmel bir seçenek haline getirmektedir. Korozyon ve aşınmaya karşı mükemmel dirençle birlikte yapı malzemelerini ve yapıları güçlendirme yeteneği, inşaat endüstrisinde koruyucu bir kaplama olarak poliürenin popülaritesini önemli ölçüde artırmıştır. Poliüre kaplama teknolojisi, inşaat endüstrisindeki birçok rakip teknolojiye göre önemli bir avantaj olan, çevre kirliliği ve toksisitesi olmayan yeşil bir teknolojidir. Maliyetleri ve ekonomik yükü azaltmanın yanı sıra mekanik ve termal özellikler gibi çeşitli özellikleri optimize etmek için poliüre kompozit sistemlerin kullanımı artmaktadır (Shojaei vd., 2021).

Poliüre ve poliürenin özellikleri; Poliüre, iki bileşenin (izosiyanat ve poliamin) reaksiyonu; yüksek sıcaklık ve yüksek basınç koşullarında, 1:1 oranda birleştirilmesi ile oluşmaktadır (Feaga, 2007; He, 2014; Marissen, 2011; Öztürk, 2015; Paça, 2011; Somarathna vd., 2015; Szafran ve Matusiak, 2016; Yıldırım, 2019; Youssef, 2010). Poliürenin sentez reaksiyonu Şekil 46'da verilmiştir.



Şekil 46. Poliürenin sentez reaksiyonu (Broekaert, 2003).

Poliüre kaplamaları, sıfırın altındaki sıcaklıklarda bile hızlı kürleşirler ve yüksek sertlik, esneklik, yırtılma mukavemeti, çekme dayanımı, kimyasal ve su direnci gibi istisnai fiziksel özelliklere sahiptirler. Reaksiyon çok kısa sürede ve hızlı bir biçimde gerçekleşmektedir, bu da reaksiyonun ortam koşullarından ve nemden büyük ölçüde bağımsız olarak ilerlemesini ve poliürenin farklı koşullar altında da uygulanmasının kolaylaşmasını sağlamaktadır (Grujicic vd., 2010; Szafran, 2016; Yadav, 2016; Yıldırım, 2019).

Poliürenin kimyasal yapısı sert ve yumuşak alan olarak 2 farklı oluşuma sahiptir. Bu oluşumlar Şekil 47’de gösterilmiştir.



Şekil 47. Poliürenin kimyasal yapısı (He, 2014; Yadav, 2016).

Bu fazlardan sert kısım, katı kristal yapıya sahip polimer fazdır. Sert kısım polimere mukavemet ve çapraz bağ özelliklerini vermektedir. Yumuşak kısım ise düşük bir camsı geçiş sıcaklığı (tg)’ye sahiptir ve malzemeye esneklik kazandırmaktadır (He, 2014; Yadav, 2016; Yıldırım, 2019).

Poliüre uygulaması için yüksek basınçlı ısıtma tertibatı bulunan makineler kullanılmaktadır. Makinelerde yüksek basınca ve sıcaklığa dayanıklı hortumlar, hortumların ucunda ise poliüre bileşenlerinin karıştırılarak püskürtüldüğü bir tabanca bulunmaktadır (Yıldırım, 2019).

Genel olarak, poliüre malzemeleri yüksek elastikiyete, mükemmel mekanik özelliklere, mükemmel aşınma direncine ve yüksek reaktiviteye sahiptir. Bu özellikleri sayesinde poliüreye dayalı olarak kullanılan teknolojiler, maliyet ve kalite arasında iyi bir denge sağlarlar (Miao vd., 2019; Shojaei vd., 2021). Seksenlerin sonlarına doğru ticarileştirilen ve nispeten yeni sayılan poliüre kaplamalar su yalıtımı, korozyon önleyici, enerji absorblayıcı, balistik koruyucu gibi pek çok farklı uygulamalarda kullanılmaktadır (Ackland, 2013; Amini, 2010; Feaga, 2007; Grujicic, 2010;

Kamonchaivanich vd., 2019; Mohotti vd., 2014; 2015; Somarathna vd., 2015; Toader, 2016; Yıldırım, 2019).

Zamanla poliüre üzerinde yapılan bilimsel çalışmalar birçok yeni alanda kullanımına öncülük etmiştir. Poliüre geliştirilen ve neredeyse sıkıştırılmaz yapısı sayesinde, patlayıcı dalgalara karşı darbe dayanımını artırma kapasitesine sahiptir. Bu özellik, basınçta birçok değişikliğin meydana gelme olasılığının yüksek olduğu uygulamalar için elverişlidir; örneğin gelişmiş kasklarda kullanılabilir (Iqbal vd., 2018).

Poliüre, mükemmel sönümlenme performansına ve dinamik özelliklere sahiptir ve titreşim kontrolü için bir bariyer olarak kullanılabilir. Darbelere ve patlama dalgalarına karşı eğilme ve kesme mukavemetini artırabilir (Yıldırım, 2019). Mekanik olarak, poliüre hacimsel deformasyonlara neredeyse elastik bir tepki gösterir (Shojaei vd., 2021). Ayrıca poliüre yüksek termal stabilite ve mükemmel alev geciktiriciliğine sahiptir. Bu özelliğinin yanında yüksek dayanımı ve su geçirmezliği nedeniyle özellikle boru hattı kaplamalarında sıklıkla kullanılmaktadır (Mohotti, 2014; Shojaei vd., 2021). İnşaat sektörü de dahil olmak üzere birçok sektörde poliüreyi daha pratik ve daha iyi hale getirmek, farklı özelliklerini güçlendirmek ve iyileştirmek için çeşitli yöntemler kullanılabilir. Yani poliürenin özelliklerini geliştirmek için birçok takviye ve dolgu maddesi de kullanılabilir. Takviyeler, poliürenin performansını artırmak ve maliyetlerini azaltmak için kullanılır (Mariappan ve Wilkie, 2013; Shojaei vd., 2021; Youssef, 2010). Poliüre oluşum reaksiyonu katalizör gerektirmez ve hızlı ısıtmaya gerek kalmadan gerçekleşir ve bu da önemli avantajlardan birisidir (Das vd., 2006; Pathak vd., 2008; Shojaei vd., 2021).

İNŞAAT projelerinin iç tasarımında çok sayıda beklenti sağlayan geniş bir renk yelpazesi için boyanabilirliğe sahiptir. Ayrıca, poliürenin benzersiz fiziksel ve kimyasal özelliklerinden dolayı bu polimer, herhangi bir yüzeyi hava değişimlerine karşı yalıtım ve korumak için ideal bir kaplama olarak kabul edilir (Huang vd., 2017). Önemli özelliklerinden bir diğeri ise poliürenin sentezlenme reaksiyonu sonrası dışarıya herhangi bir gaz salınımı gerçekleştirmemesi ve yan ürün olarak yalnızca su açığa çıkarmasıdır (Öztürk, 2015; Yıldırım, 2019).

5.1.1. Poliüre Kaplamanın Kullanım alanları

Poliüre kaplamanın üstün fiziksel özellikleri (yüksek dayanıklılık, kimyasal ve biyolojik faktörlere karşı yüksek direnç) nedeniyle inşaat alanından yeni mühendislik projelerinin gerçekleştirilmesine kadar pek çok farklı alanda kullanılmaktadır. En yaygın kullanım alanları aşağıda sıralanmıştır;

- Tünel, köprü, çatı, park yeri, depolama tankı gibi çeşitli yapı uygulamalarında, sert ve aşınmaya dayanıklı, korozyona dayanıklı, uzun ömürlü ve darbelere dayanıklı (epoksi / kauçuk değiştirme) püskürtmeli kaplama uygulamalarında, yük gemileri ve kamyon kasalarında,
- Havuzlar, yağmur suları olukları, su depolarında sızdırmazlık amaçlı,
- Otopark zeminlerinin yangından korunması, ani frenlere ve aşırı hıza karşı zemin kayganlığının giderilmesi amaçlı,
- Eski ve yeni beton yapıların, duvarların, çatıların üzerlerindeki çatlakların kapatılması ve onarımı amaçlı,
- Askeri araçlarda yangına dayanıklı yapıların oluşturulması, darbe ve balistik koruyucu panellerin oluşturulmasında,
- Petrokimya endüstrisinde kullanılan çelik borular ve tankların ağır kimyasallara, korozyon ortamlara karşı koruma gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Grujicic vd., 2010; Öztürk, 2015; Szafran, 2016; Yıldırım, 2019).

5.2. Deneysel Çalışmalar

Bu tez çalışmasında, yapıların maruz kaldığı sismik kuvvetlere karşı poliüre kompozit malzemenin yapı sektöründe uygulanması çalışılmıştır. Bu çalışma, yapılar üzerinde deprem kaynaklı hasarları azaltmak ve ortadan kaldırmak amaçlı poliüre kompozitin, beton blokların potansiyel kullanımına ilişkin deneysel bir araştırmanın sonuçlarını sunmaktadır. Bu amaçla, ilk olarak donatısız beton blok numuneleri hazırlanmıştır. Daha sonrasında poliüre kompozit malzemesi temini ve poliüre kompozit malzemesini farklı katlarda beton blok numunelerine uygulanarak sismik deneyimleri test edilmiştir.

Deneysel araştırma üç bölüme ayrılmıştır. Çalışmanın ilk aşamasında standart donatısız beton bloklar oluşturulmuştur. Bir sonraki adımda, poliüre malzeme temini ve çeşitli katlarda poliüre malzemesi uygulanmıştır. Üçüncü aşamada ise; tüm beton numunelerini 3 Noktalı Eğilme Deneyi uygulanarak analizlenmiştir.

5.2.1. Malzemeler

Deneysel çalışma kapsamında; donatısız beton blokların 3 Nokta Eğilme Deneyi dayanımı testlerinin 6 adet 10x10x40 cm ebadında donatısız beton blok numunesi Gümüşhane Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında üretilmiştir. Donatısız beton blok numunelerinin üretilmesinde TS 802 Standardı esas alınmış ve Tablo 6'da verilen karışım oranları kullanılmıştır. Ancak poliüre malzemesinin

uygulanması için yüksek basınçlı ısıtma tertibatı bulunan makineler gerekli olduğundan, ticari bir şirket ile anlaşarak poliüre malzemesi temini yapılmıştır. Deney çalışmasının devamında Gümüşhane Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında bulunan 3 Noktalı Eğilme Deneyi test cihazı kullanılmıştır.

5.2.2. Donatısız Beton Blok Eldesi;

Gümüşhane Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında; donatısız beton blok numunelerinin üretilmesinde TS 802 Standardı esas alınmış ve Tablo 6 'da verilen karışım oranları kullanılmıştır.

Tablo 6. Donatısız beton blok karışım oranları

Malzemeler	Miktar (kg/m ³)
0-4 mm Agrea	950
4-11 mm Agrea	260
11-22 mm Agrea	530
CEM I 42.5 R (Portlant çimento)	315
Su	185
Akışkanlaştırıcı beton katkısı	2

Beton blok numunelerin tamamının 10x10x40 cm boyutlarında oluşturulmuştur. Beton numuneler Şekil 48'de verilmiştir.



Şekil 48. Laboratuvar ortamında elde edilen 6 adet donatısız beton blok numunesi

5.2.3. Poliüre Maddesinin Temini ve Kaplama Uygulaması

Poliüre malzemesi ve kaplama uygulamasına ait ekipmanlar imkanlar dahilinde bulunmaması nedeniyle; çalışmamızda poliüre uygulaması Duayen Yapı Kimya ve

Makine Sanayi Ticari firması tarafından yapılmıştır. Birçok çeşidi bulunan poliüre sprej sistem kaplamalarından poliüre sprej “MS 954 ESD” numaralı ürün kullanılmıştır.

MS 954 ESD” numaralı ürünün tercih edilme sebepleri aşağıda sıralanmıştır;

- Antistatik zemin kaplamadır.
- Hidroizolasyon, antipas ve son kat boya özelliklerinin tamamını içerir.
- Hızlı uygulanır.
- 1,5-2 mm kalınlığındaki tabaka maksimum hidroizolasyon sağlar.
- Sertleşme süresi 10 saniyedir.
- Kaç kat uygulanmış olduğundan bağımsız olarak yüzey kompakttır.
- Aşınmaya çok dayanıklı olup bağlantı yerleri yoktur ve çatlakları örter.
- Kimyasal dirençliliği mükemmeldir.
- Katmanlı uygulamaya gerek kalmaz.
- Tüm inşaat malzemelerine uygulanabilir.
- Uygulanma sıcaklık aralığı çok geniştir (0 - 45°C).
- Mükemmel termal şok dayanımına sahiptir (-40°C - +200 °C).
- Uygulamadan 35 saniye sonra zeminde yürünebilir.
- Uygulamadan 1 saat sonra zeminin üzerine araçlar çıkabilir.
- Ekolojiktir.
- Uzun ömürlüdür (tahmini 25 ve üzeri).

Poliüre yüksek basınçlı ısıtma tertibatı bulunan makineler ile uygulanabilmektedir. Poliürea Uygulama Makinesinin Genel Ekipmanları:

- Yüksek basınçlı kompresör (pneumatic/hydraulic) (Min 7 bar)
- Hava kurutucu
- Transfer pompa seti (A ve B komponentleri için)
- Jeneratör (güç- 45 kw)
- Isıtmalı hortum seti
- Tabanca
- Mikser(Renkli ürünlerde kullanılır)’den oluşmaktadır (URL-14, 2022).

Bu ekipmanların elimizdeki imkanlar dahilinde bulunmaması nedeniyle; poliüre malzemesi ve kaplama uygulaması ticari bir firma tarafından yapılmıştır.



a)



b)

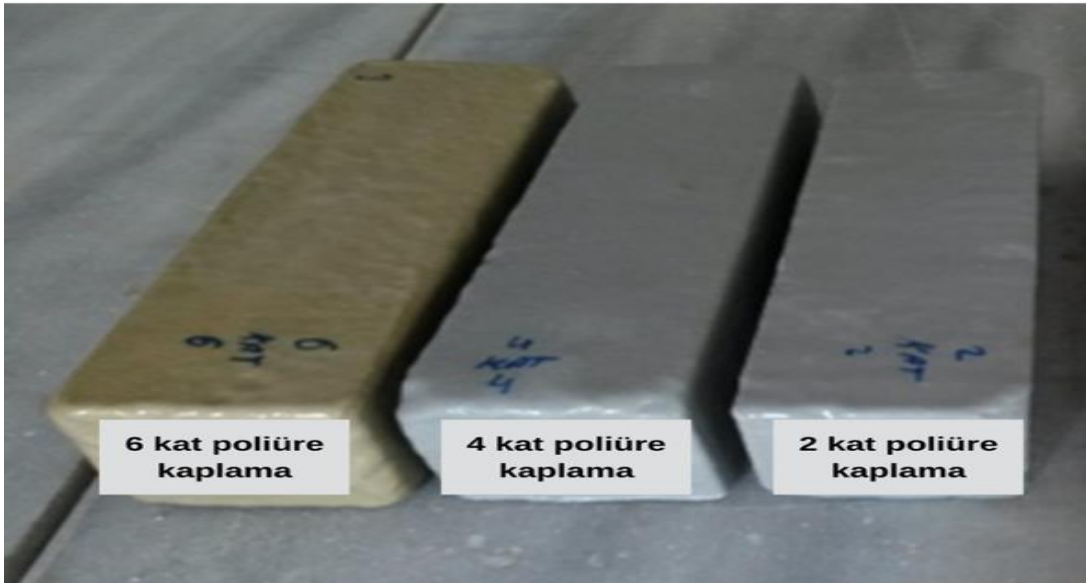
Şekil 49. Poliüre uygulama makinası (a) Basınçlı ısıtma ekipmanları; (b) Poliüre bileşimi

Poliüre malzemesi, donatısız beton blok numunelerine Şekil 49’da verilen makine sistemleri kullanılarak uygulanmıştır.

Tablo 7. Beton bloklara poliüre malzemesi katları

1. Beton blok 2 kat	2. Beton blok 4 kat	3. Beton blok 6 kat
------------------------	------------------------	------------------------

Uygulama sırasında donatısız beton blok numunelerinin temiz ve kuru olması, tozdan, yağdan ve diğer kirleticilerden arındırılmış olmasına özen gösterilmiştir. 3 adet 10x10x40 cm ebadında donatısız beton blok numuneleri Tablo 7’de verildiği katlarda (2, 4 ve 6) olacak Şekil 50’de gösterildiği gibi poliüre malzemesi ile kaplanmıştır.



Şekil 50. Donatısız beton bloklara (3 adet) poliüre kaplamasının uygulanması (sırasıyla 2, 4 ve 6 Katlı)

Donatısız Beton bloklara 3 Nokta Eğme Deney Uygulaması:

Eğme deneyi, malzemenin mukavemetini belirlemek ve malzemenin eğilmeye karşı mekanik özelliklerini tespit etmek amacı ile uygulanır. Deprem sırasında enine yüklenen beton bloklar gibi diğer tüm elemanlar, eğilmeye maruz kalırlar. Klasik eğilme testlerinin geçerli olabilmesi için beton blokların malzemenin homojen olması gerekir. Eğme deneyi TSE'nin TS 205 tanımında, iki desteğe serbest olarak oturtulan, genellikle daire veya dikdörtgen kesitli düz bir deney parçasının, yön değiştirmeksizin ortasına bir eğme kuvveti uygulandığında oluşan biçim değiştirmesi olarak tanımlanır. Dökme demirler, yüksek mukavemetli çelikler ve kompozit malzemeler gibi kırılğan ve gevrek malzemelere uygulanır (Alkan, 2004).

Çalışmamız için, Gümüşhane Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarında elde edilen 6 adet donatısız beton blok numunelerine Şekil 51'de gösterilen BCO-114 SERIES modeline ait 3 Nokta Eğme deneyi test cihazı ile uygulanmıştır.



Şekil 51. Gümüşhane Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Laboratuvarı BCO-114 SERIES test cihazı

Kategori: Yapı Malzeme Test Sistemleri

Kod:

BCO-114 SERIES

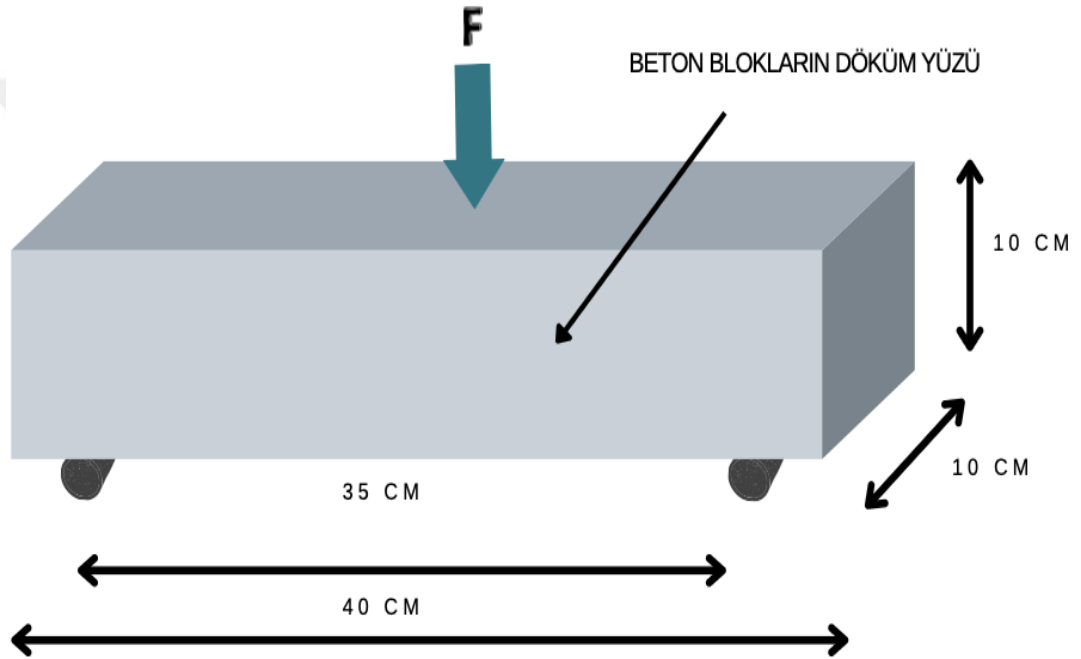
Teknik Özellikleri:

- Cihaz EN 14651, TS EN 12390-5, EN 1339, EN 1343-44 ve ASTM C-78 ile C-293 standartlarına uygun 3 ve 4 nokta testleri yapabilmektedir.
- Cihazın hareket sistemi, hidrolik, servo valf ile dijital olarak yük ve deformasyon kontrollüdür.

- 4 Kolonlu rijit yapıdadır.
- Kolonlar arası mesafe 1220 mm, genişlik 260 mm'dir.
- Alt ve üst mesnetler 3 ve 4 nokta testlerine uygun olarak değiştirilebilir yapıda ve numuneye göre aralarındaki mesafe ayarlanabilmektedir.
- Alt mesnetler 40 mm çapında ve 510 mm uzunluğundadır.
- 100 ila 900 mm arasında ayarlanabilmektedirler.
- 4 nokta testlerine uygun üst mesnetler 40 mm çapında ve 300 mm uzunluğundadır.
- 100 ile 300 mm arasında ayarlanabilirler.
- Çift yönlü pistonu sahiptir.
- Maksimum çalışma basıncı 192 Bar'dır.
- Piston stroğu 300 mm'dir.
- Test alanı yüksekliği 300 mm'dir.
- CMOD (Crack Mouth Opening Displacement) Sensörü ile çatlaktaki açılma ölçümü yapılır.
- Yük ölçümü gövde üzerindeki Load Cell ile yapılmakta olup, yükleme hassasiyeti TS EN ISO 7500-1 e göre 0.5 sınıftır.
- Ölçüm hassasiyeti 0,01 KN dur.
- Yükleme hızı 0,01 KN/s ile 100 KN/s arasında ayarlanabilir.
- Cihaz test esnasında yük altında bekleme (retardation) özelliğine sahip olup istenilen yüke gelme hızı ve yük altında bekleme süresi istenildiği gibi değiştirilebilir.
- Servo - Hidrolik Ünite gövdeden bağımsızdır.
- Servo valf Amerika menşeli ve Almanya'da üretilen Moog markadır.
- Cihazın kontrol sistemi, Alman DOLI marka olup, hem Dijital LCD kontrol ünitesinden, hem de DOLI Test ve Motion yazılımı ile bilgisayar üzerinden sağlanabilmektedir.
- Doli Kontrol Ünitesi test makinalarında kullanılan en üst düzey kontrolördür.
- Teste başlamadan önce yük sıfırlama düzeltilmesi yapılabilir.
- Gelişmiş hesaplama fonksiyonu ile farklı numune boyları seçilebilir ve seçilen numune ebatlarına göre testler gerçekleştirilebilir.
- Test bitiminde sonuçlar otomatik olarak ekran üzerinden veya yazılım ara yüzü ile bilgisayar üzerinden kolayca okunabilir.
- Test sonuçlarının rapor olarak çıktısı alınabilir ve bilgisayar üzerinde kaydedilebilir.

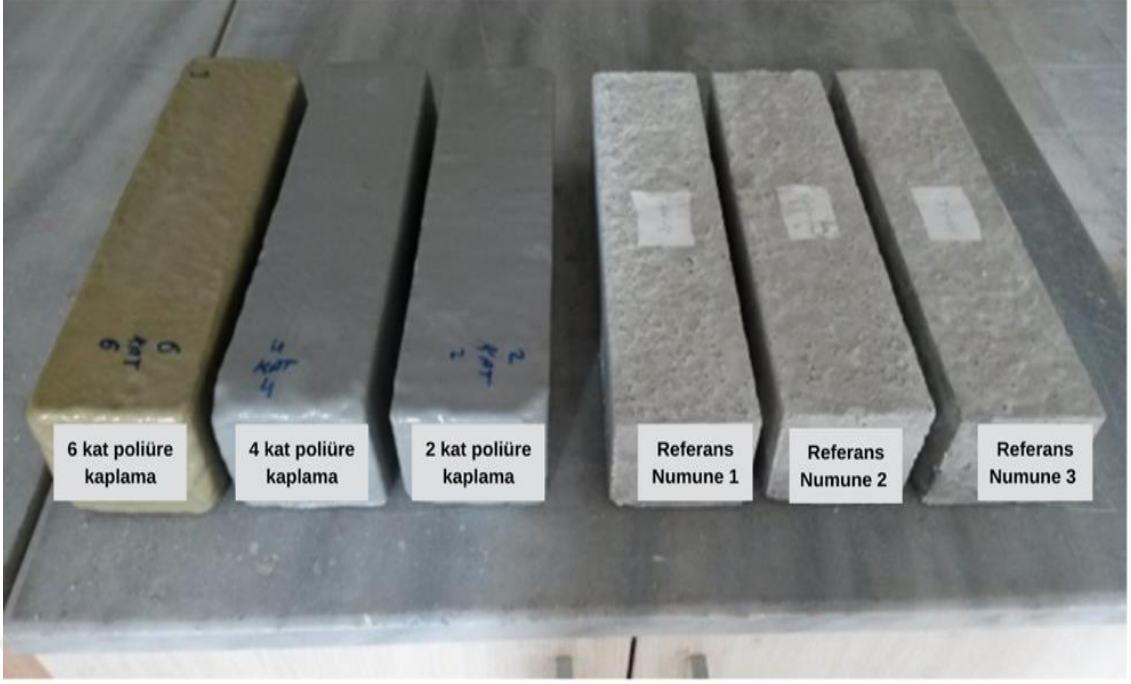
- Saklanabilecek test sonuçlarında bir sınırlama yoktur.
- Cihazın çalışma voltajı 380 V AC üç fazdır.

3 Nokta Eğme Deney presi TS-3114'e uygun olarak ayarlanmış ve otomatik olarak kırılarak kırılma yükleri ve basınç gerilmeleri (3 Nokta Eğme dayanımları) saptanmıştır. Üretimden itibaren 28 + sonra 3 nokta eğilme deneyi 10*10*40* cm boyutundaki prizmatik numunelere TS-3114'e uygun olarak ayarlanmış ve otomatik olarak kırılarak kırılma yükleri ve basınç gerilmeleri Şekil 52'de gösterildiği gibi uygulanarak hesaplanmıştır.



Şekil 52. Nokta eğme deneyi düzeneği

Şekil 53'te poliüre kaplamalı ve referans donatısız (poliüre kaplamasız) beton bloklara gösterilmiştir.



Şekil 53. Poliüre kaplamalı ve referans donatısız beton bloklar

Şekil 54’de referans donatısız (poliüre kaplamasız) beton bloklara 3 Nokta Eğme Deney Presi uygulamasının düzeneği gösterilmiştir.



Şekil 54. 3 Nokta Eğme Deney Presi Uygulaması

5.3. Deneysel Sonuçlar

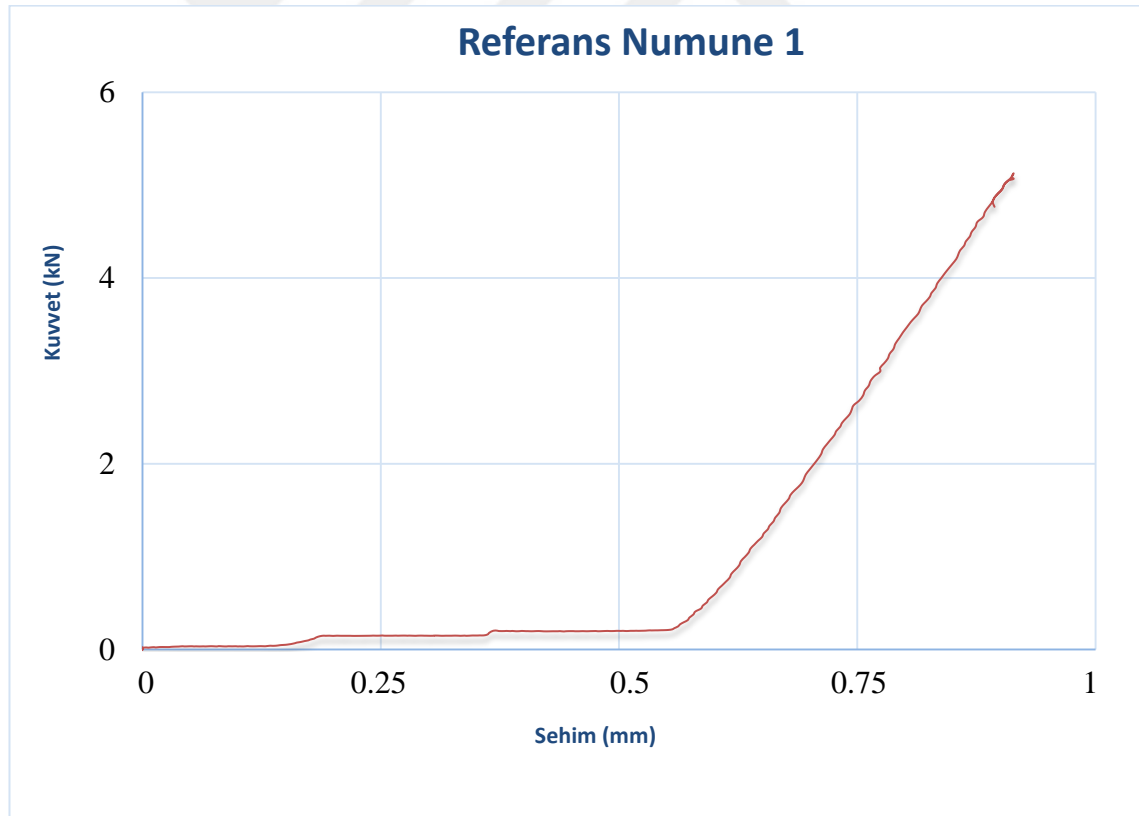
Test sonucunda referans numunelere ve farklı kalınlıklarda (2, 4 ve 6 kat) kaplanmış poliüre kaplamalı numunelere ait maksimum kuvvet (numunenin kırıldığı anda üzerine binen kuvvet (kN)), max enerji (numunenin kırılana dek üzerine binen toplam enerji (joule)) ve sehim (numunelerin normal halleri ile kırılmadan önceki

halleri arasındaki eğilme uzunluğu (mm) değerleri Tablo 8 'de verilmiştir. Ayrıca, Numunelere ait Kuvvet-Sehim ve Enerji-Sehim verileri Şekil (55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66)'de gösterilmiştir.

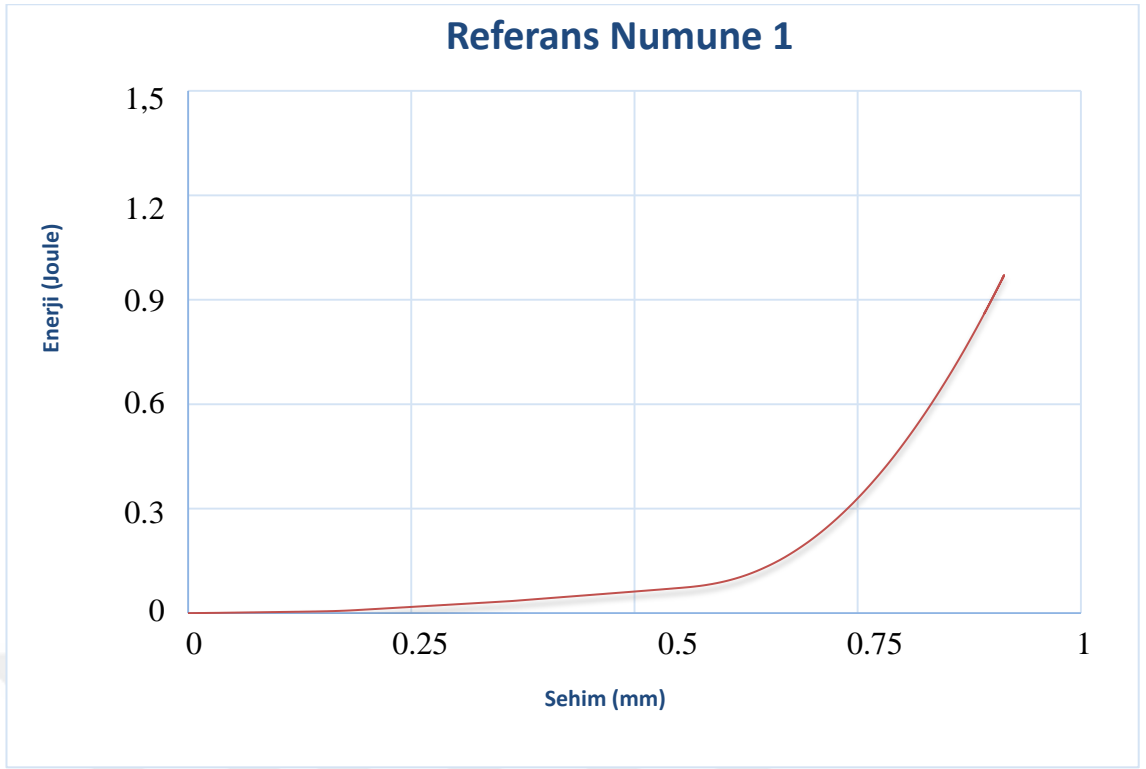
Tablo 8. Donatısız beton bloklara 3 nokta eğme deney presi uygulaması sonrası elde edilen kuvvet, enerji ve sehim değerleri

KİRİŞ NUMUNELERİ	Max. Kuvvet (kN)	Max. Enerji (Joule)	Sehim (mm)
Referans 1	5.13	0.97	0.91
Referans 2	5.53	1.17	0.95
Referans 3	5.37	1.04	0.92
2 Kat Poliüre	5.94	377.68	104.90
4 Kat Poliüre	4.37	234.27	85.74
6 Kat Poliüre	3.09	146.90	68.37

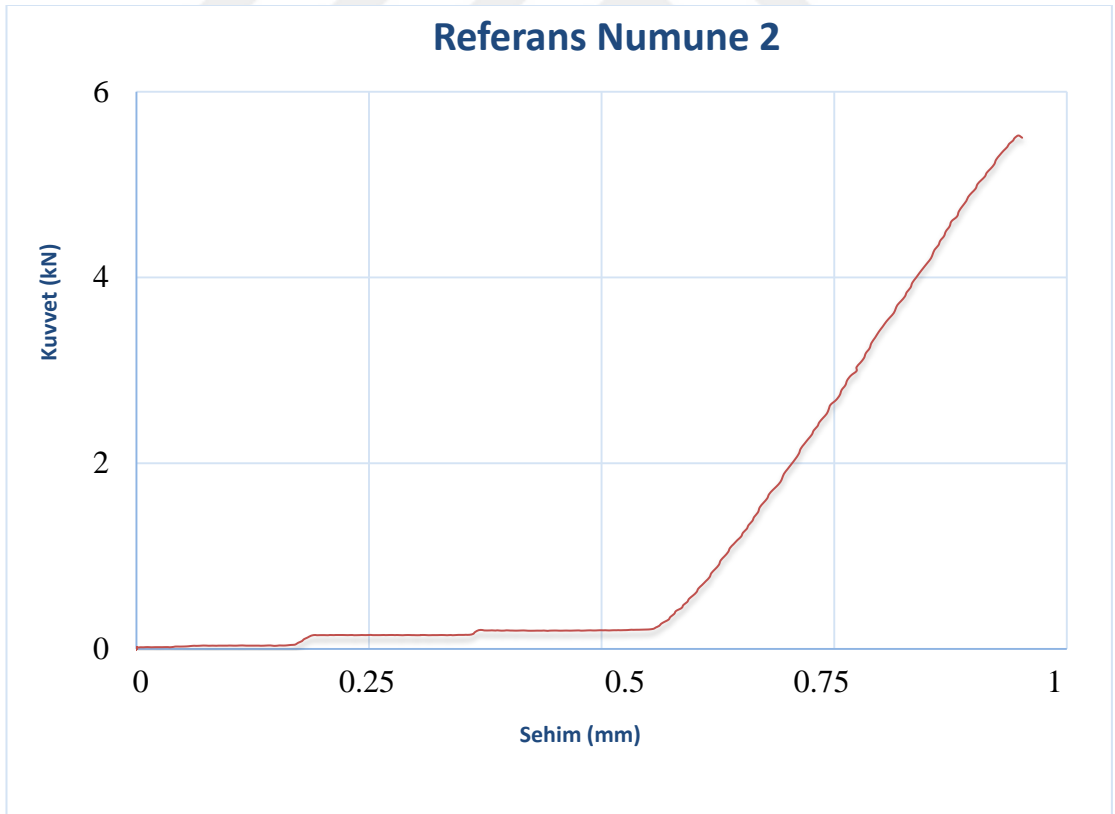
Donatısız beton blok numunelerine ait 3 nokta eğme deney presi uygulaması sonrası Kuvvet-Sehim ve Enerji-Sehim değerleri Şekil (55,56,57,58,59,60,61,62,63,64,65,66)'de gösterilmiştir.



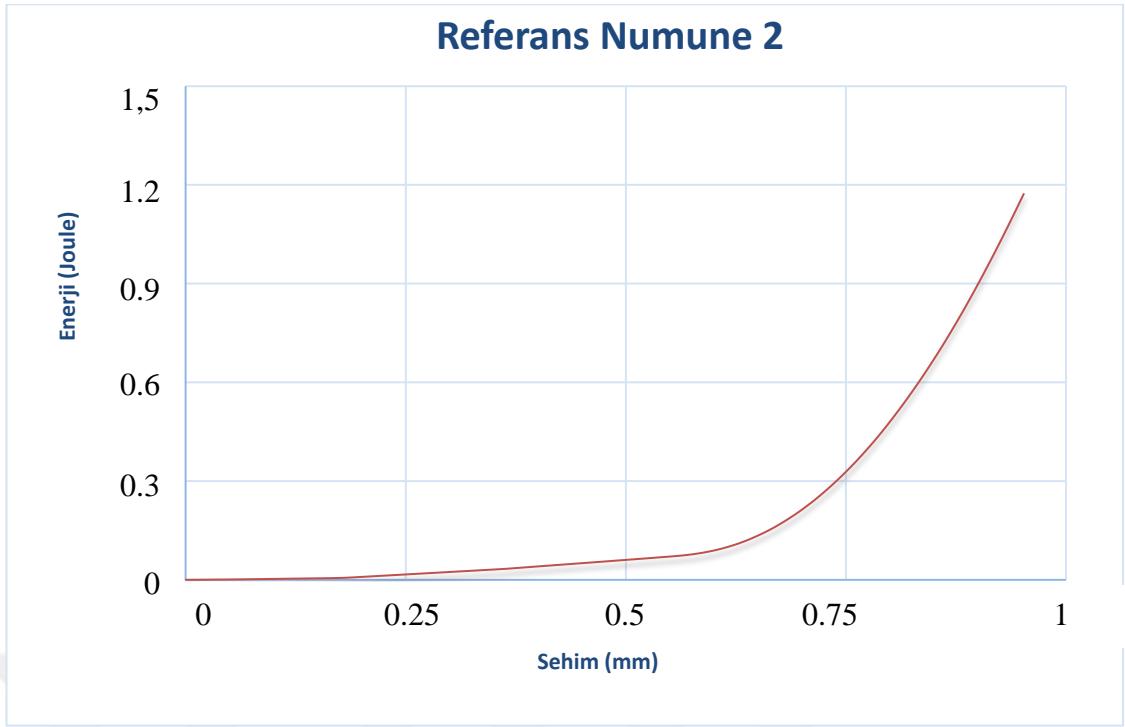
Şekil 55. Referans numunesi 1'in kuvvet-sehim ilişkisi (5.13 kN-0.91mm)



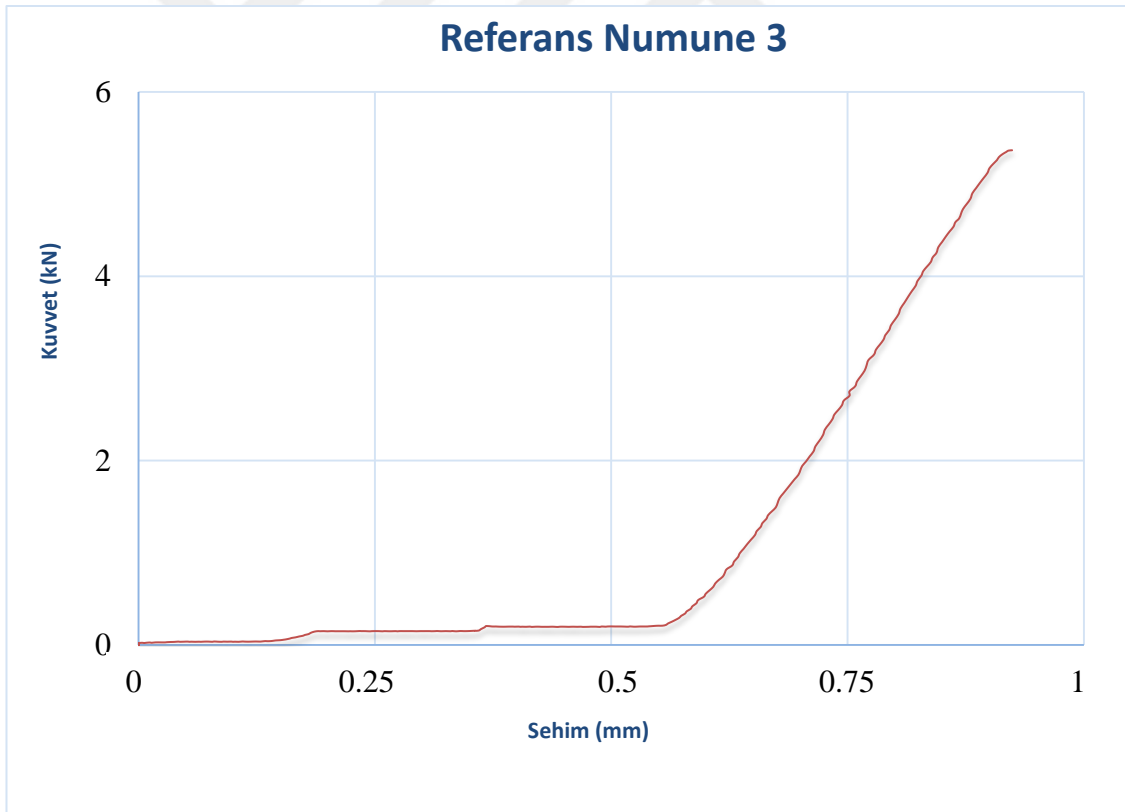
Şekil 56. Referans numunesi 1'in enerji-sehim ilişkisi (0.97 J-0.91mm)



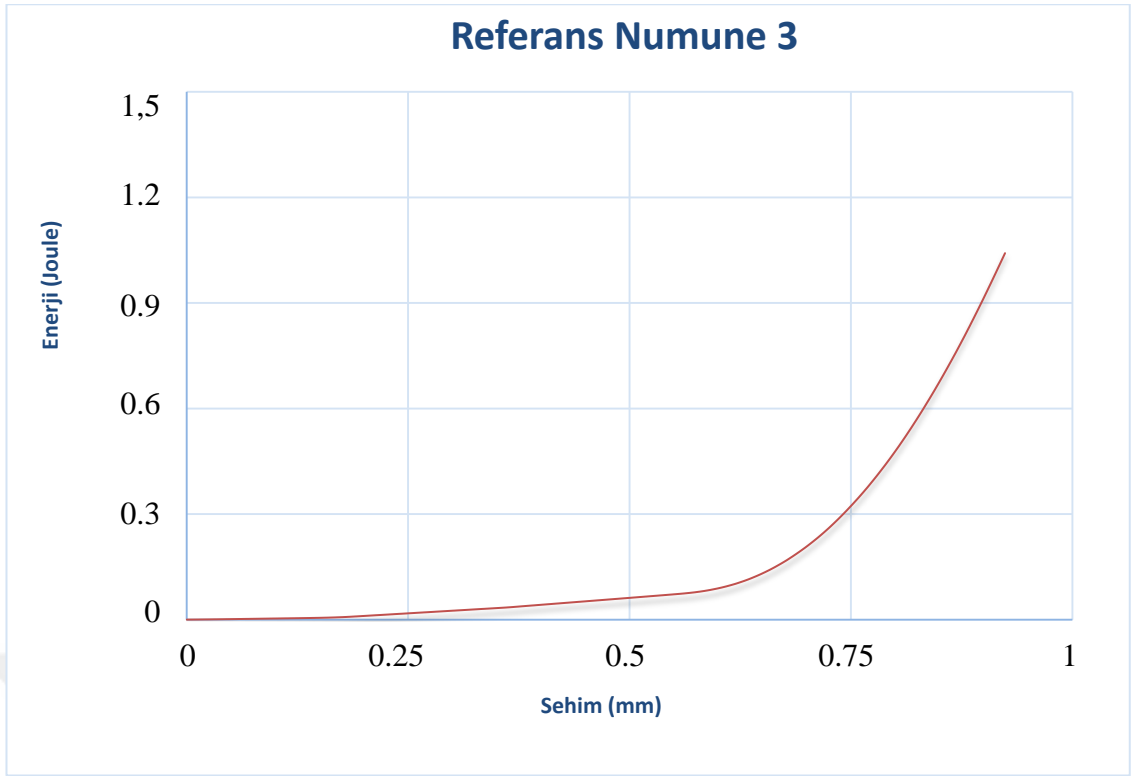
Şekil 57. Referans numunesi 2'nin kuvvet-sehim ilişkisi (5.53 kN-0.95 mm)



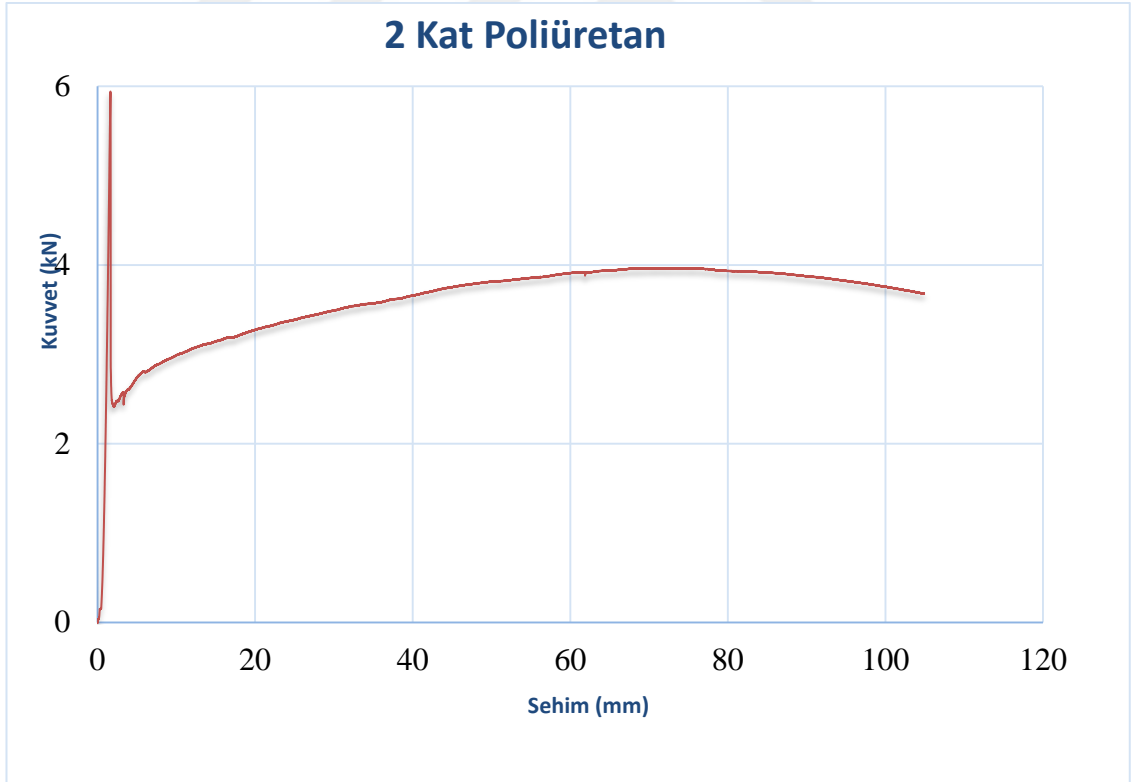
Şekil 58. Referans numunesi 2'nin enerji-sehim ilişkisi (1.17 J-0.95mm)



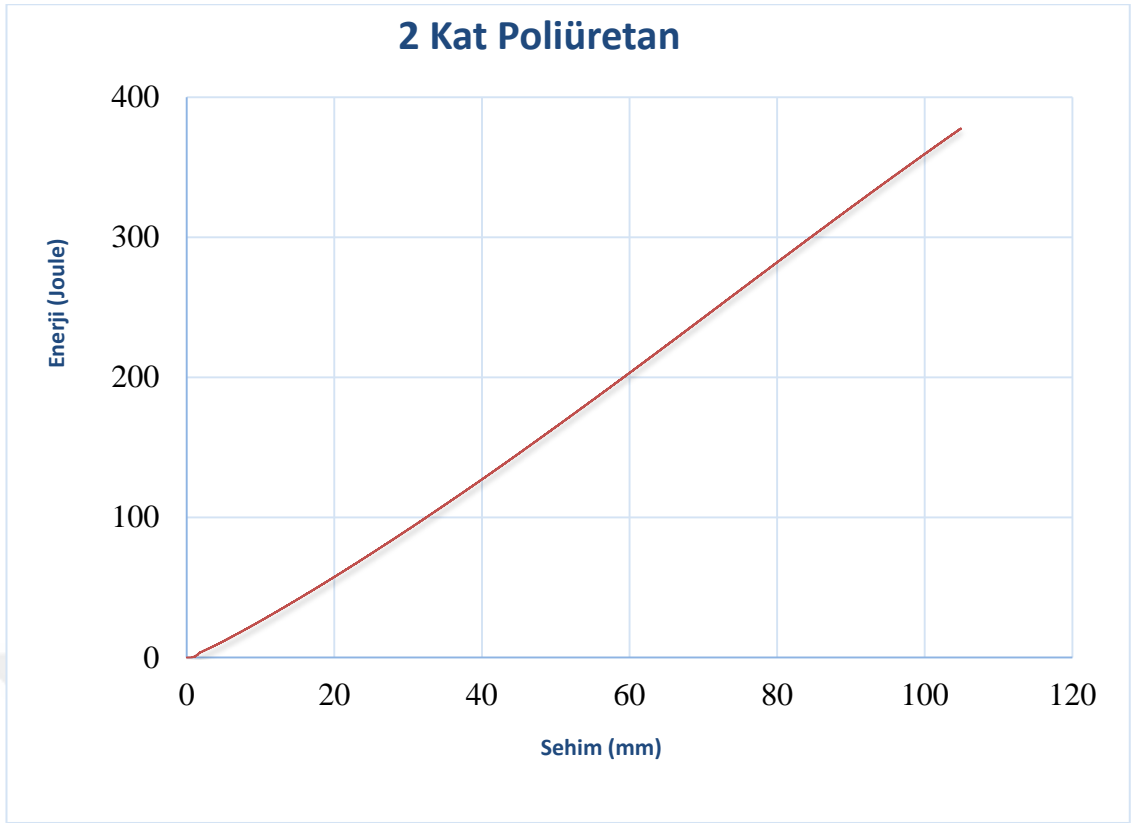
Şekil 59. Referans numunesi 3'ün kuvvet-sehim ilişkisi (5.37 kN-0.92 mm)



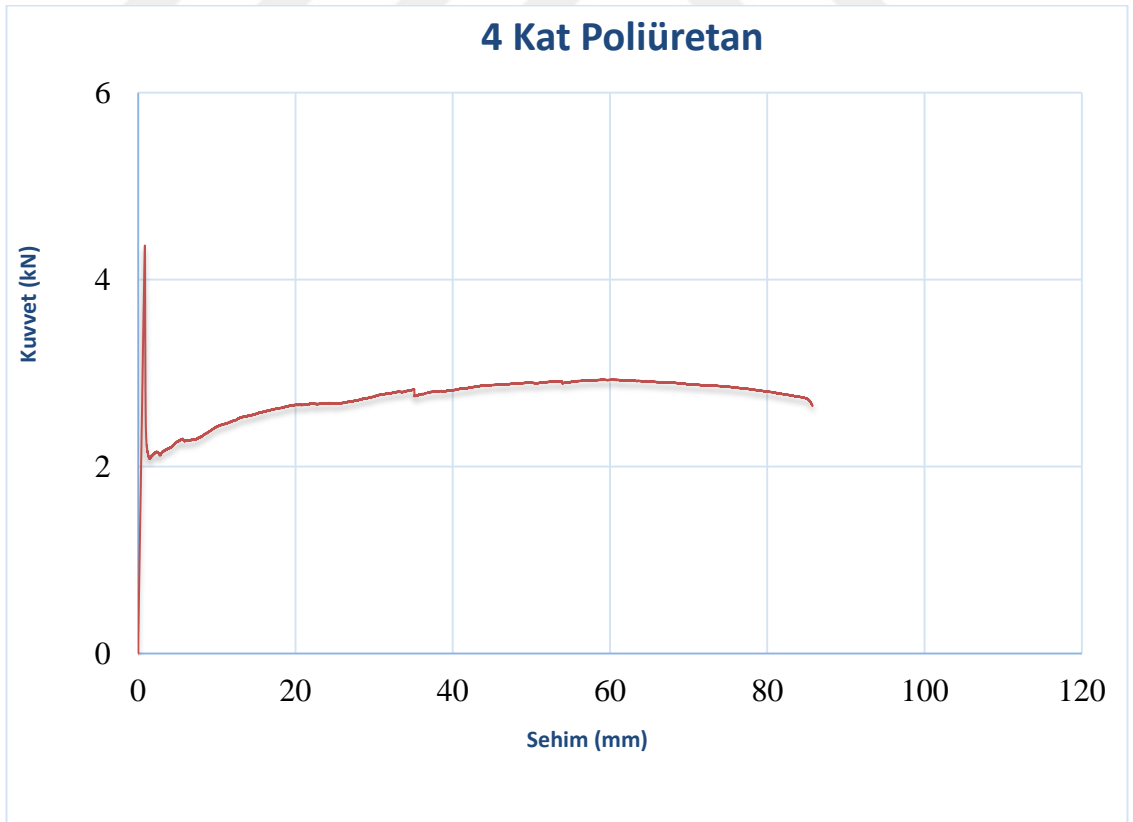
Şekil 60. Referans numunesi 3'ün enerji-sehim ilişkisi (1.04 J-0.92mm)



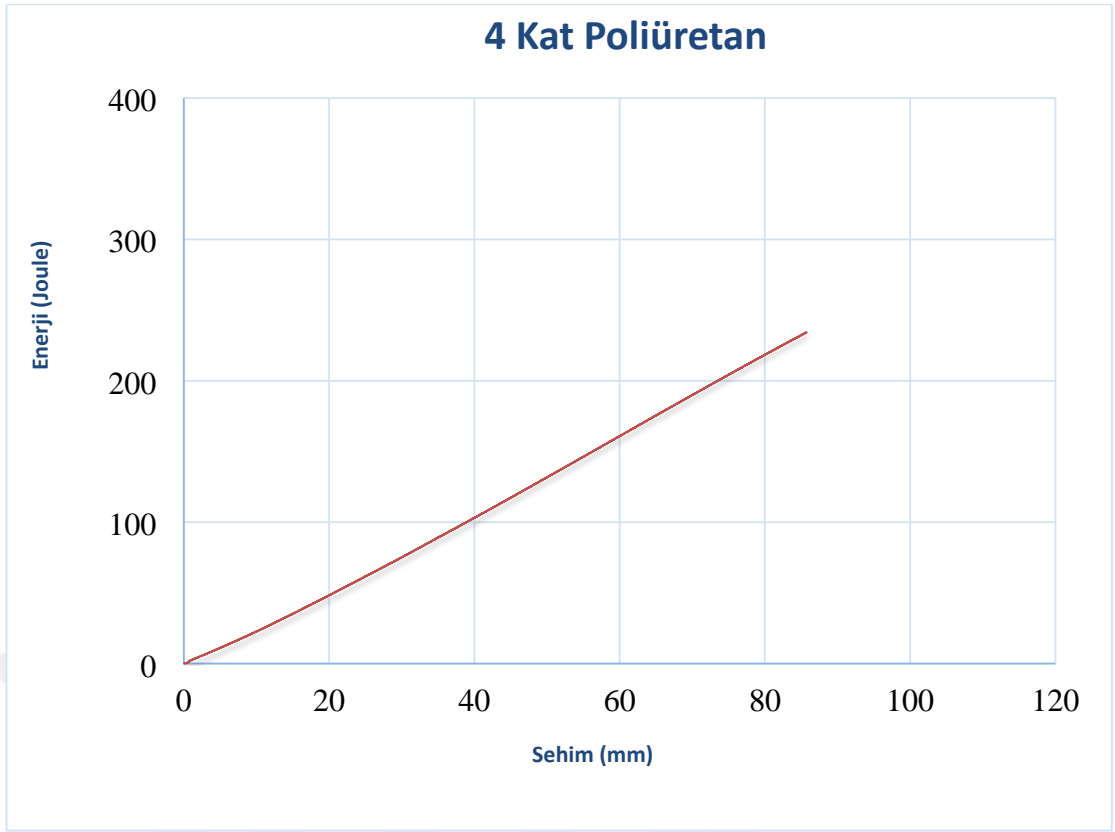
Şekil 61. Poliüre kaplamalı (2 kat) numunenin kuvvet-sehim ilişkisi (5.94 kN-104.90 mm)



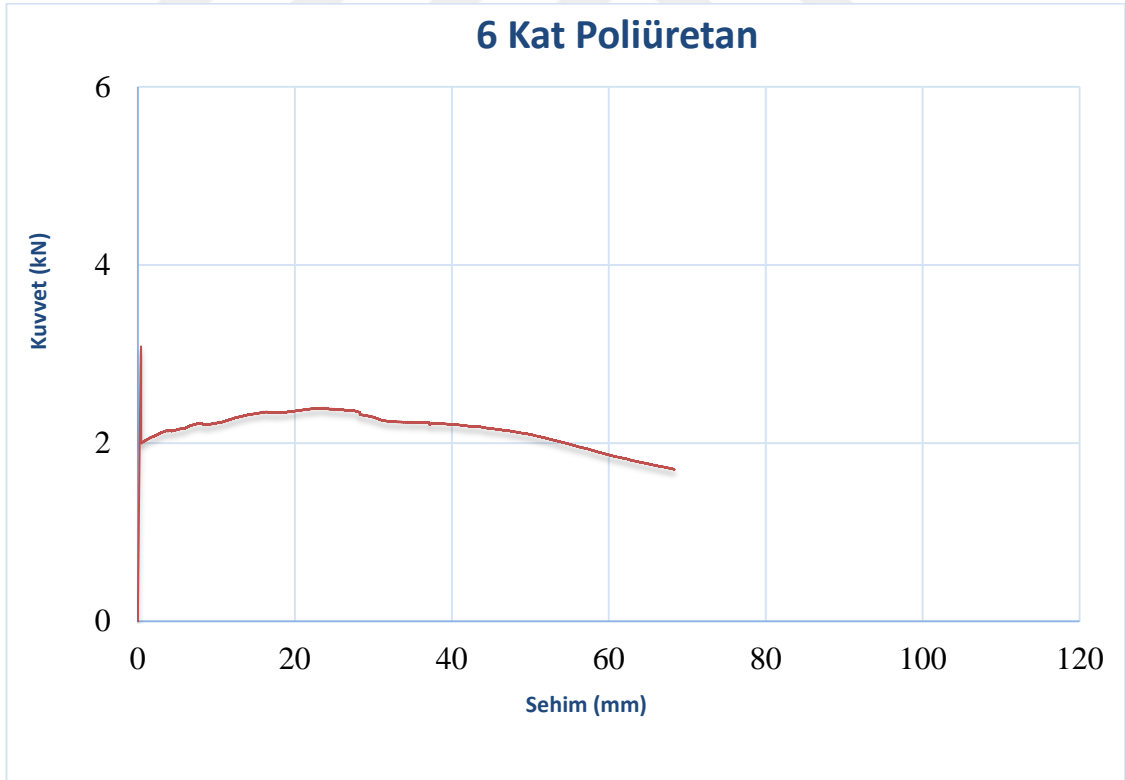
Şekil 62. Poliüre kaplamalı (2 kat) numunenin enerji-sehim ilişkisi (377.68 J-105.904 mm)



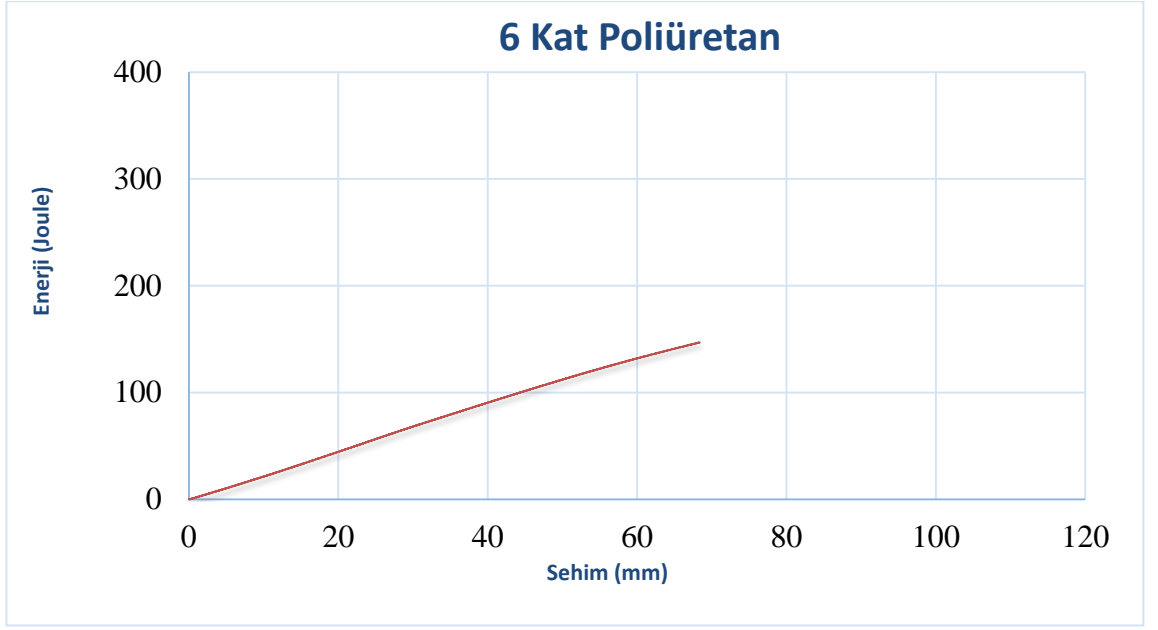
Şekil 63. Poliüre kaplamalı (4 kat) numunenin kuvvet-sehim ilişkisi (4.37 kN-85.74 mm)



Şekil 64. Poliüre kaplamalı (4 kat) numunenin enerji-sehim ilişkisi (234.27 j-85.74 mm)



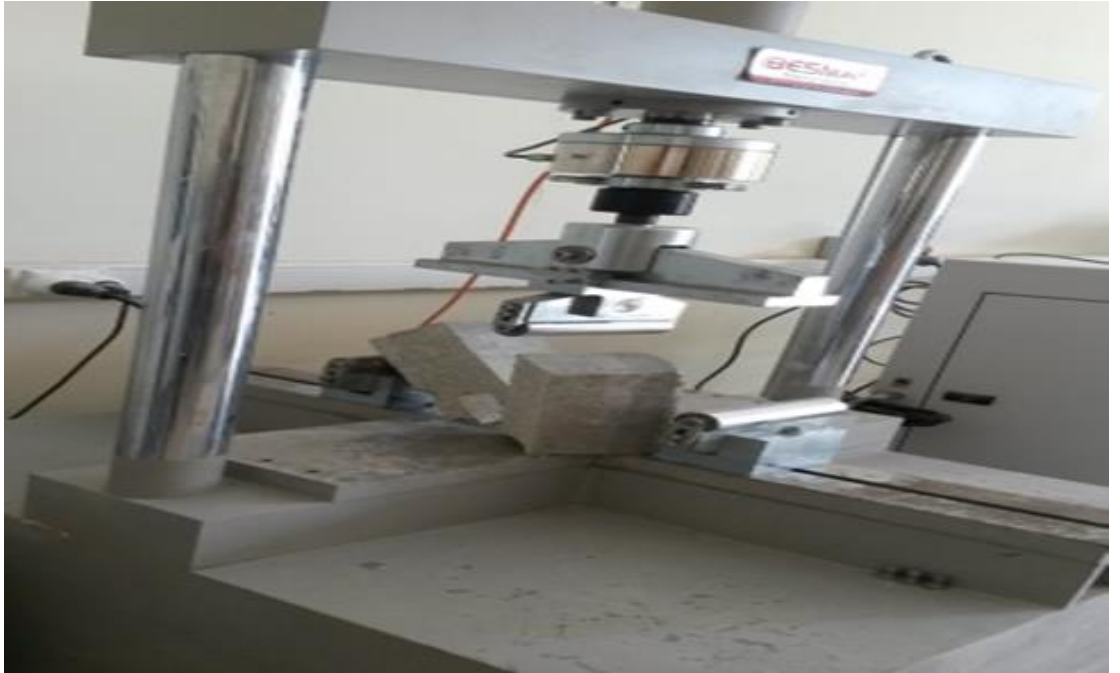
Şekil 65. Poliüre kaplamalı (6 kat) numunenin kuvvet-sehim ilişkisi (3.09 kN-68.37 mm)



Şekil 66. Poliüre kaplamalı (6 kat) numunenin enerji-sehim ilişkisi (146.90 J-68.37 mm)

Donatısız poliüre katlı beton blok numunelerinin enerji yutma (tokluk) kapasitelerinde belirleyici olan sehim miktarları referans numunelere kıyasla dikkat çekici şekilde artmaktadır.

Referans numunelerde önemsiz miktarda sehim yaparak numunelerin gevrek bir şekilde aniden kırıldığı Şekil 67’de verilmiştir.



Şekil 67. Referans numunelerinin (Referans 1,2,3) sehim yapmadan gevrek kırılması

Poliüre kaplamalı (2 kat) Numunelerin Sehimleri Şekil 68’da gösterilmiştir.



Şekil 68. Poliüre kaplamalı (2 kat) numunelerde sehim

Poliüre kaplamalı (4 kat) Numunelerin Sehimleri Şekil 69'da verilmiştir



Şekil 69. Poliüre kaplamalı (4 kat) numunelerde sehim

Poliüre kaplamalı (6 kat) Numunelerin Sehimleri Şekil 70'de verilmiştir.



Şekil 70. Poliüre kaplamalı (6 kat) numunelerde sehım

Poliüre kaplamalı numunelerde ise donatısız beton blok numuneleri sünek davranış göstererek kırılmaktadır. Ancak, poliüre kaplama kalınlığının artması ile sehım miktarları azalmıştır. 2 kat poliüre kaplanmış numunede (Şekil 68) sehım miktarı en fazla iken 4 kat poliüre (Şekil 69) ve 6 kat poliüre (Şekil 70) kaplanmış numunelerde sehım miktarlarının azaldığı görülmüştür.

6. BULGULAR VE TARTIŞMA

Donatısız beton bloklara esnek poliüre spreyc malzeme kaplaması sonucu yapılan analizlerde referans numunelerine kıyasla poliüre kaplamalı numunelerin dayanım kapasitelerinin ve yük taşıma kapasitesinin arttığı görülmüştür. Bu durumun poliüre kaplamanın donatısız beton blok numunelerinde maksimum yük dayanım kapasitesini artırdığını açıkça Tablo 9 'da gösterilmektedir.

Tablo 9. Poliüre kaplamalı donatısız beton blok numunelerinin kuvvet, sehim ve tokluk değerleri

Numune No	Max. Kuvvet (kN)	Max. Sehim (mm)	Tokluk (Joule)	Kuvvet Oran	Sehim Oran	Tokluk Oran
Referans (FR1-FR2-FR3)	5.34	0.93	1.06	0%	0%	0%
2 KAT	5.94	104.9	377.68	11%	11180%	35530%
4 KAT	4.37	85.74	234.27	-18%	9119%	22001%
6 KAT	3.09	68.37	146.9	-42%	7252%	13758%

Mohotti ve diğerleri (2014) yılında farklı kalınlıklarda poliüre katlı alüminyum levhaların darbe etkisi altındaki davranışlarını gözlemlemiştir. Çalışmada elde edilen veriler ile poliüre katlı levhaların kaplanmamış levhalara kıyasla darbelere karşı daha az deformasyon gösterdiği raporlanmıştır (Mohotti vd., 2014). Bu bulgular, poliüre 'nin düşük hız darbe hasarına karşı verimli bir enerji soğurucu malzeme olarak kullanılabileceğini göstermektedir. Yıldırım 2019 yılında, yapmış olduğu Poliüre kaplamalı ve kaplamasız levhaların darbe dayanım davranışlarını incelediği çalışmasında; Poliüre kaplamalı ve kaplamasız zırh levhaları balistik testlere maruz bırakmıştır. Elde edilen veriler ile poliüre katlı zırh yapılarının, kaplamasız zırh levhalarına oranda daha fazla dayanıklı olduğunu gözlemlemiştir. Yıldırım'ın yaptığı bu çalışmasında zırh malzemelerinde poliürenin kullanılmasının dayanım kapasitesini arttırdığı vurgulanmıştır (Yıldırım, 2019). Bu çalışma poliürenin mekanik dayanımı kanıtlar nitelikte olup, sismik kuvvetlere karşı da dayanım arttıracağını desteklemektedir. Benzer şekilde, Liu ve diğerleri 2021 yılında, Karbon Elyaf Takviyeli Plastik (CFRP) Kompozitleri poliüre ile kaplayarak balistik direncini araştırılmak amacıyla darbe deneyleri yapmışlardır. Deneyler sonucunda poliüre

malzemesinin, CFRP kompozit levhaların balistik performansını önemli ölçüde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Liu vd., 2021).

Poliüre malzemesinin darbe dayanımı ve dirençliliğine yönelik yapılan başka bir çalışmada ise Ackland ve diğerleri 2013 yılında, yürüttükleri poliüre kaplamalı ve kaplamasız levhaların patlama enerjisi etkisi altındaki davranışlarını incelemişlerdir. Çalışmada poliüre kaplamalı ve kaplamasız çelik levhalar patlama enerjisine maruz bırakılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar analizlendiğinde poliüre kaplı çelik bir levhadan daha etkili sonuç verdiğini göstermiştir (Ackland vd., 2013). Yine benzer bir çalışmayı Xue ve diğerleri 2010 yılında, poliüre kaplamalı ve poliüre kaplamasız DH-36 Çelik Levhaların Penetrasyon Davranışını incelemiş ve bu iki levhanın enerji absorpsiyonlarını karşılaştırmıştır. Sonuç olarak; poliüre kaplamalı levhaların, poliüre kaplamasız levhalara oranla daha dirençli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu iki çalışma inşaat sektöründe poliüre kaplamasının yapı dirençliliğini arttıracaklarını destekler niteliktedir (Xue vd., 2010). Liu vd. 2021 yılında, Karbon Elyaf Takviyeli Plastik (CFRP) kompozitleri poliüre kaplanarak balistik direncini araştırılmak amacıyla darbe deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda, poliüre kaplama, poliüre katlı CFRP kompozit levhaların balistik performansını önemli ölçüde artırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Liu vd. 2021).

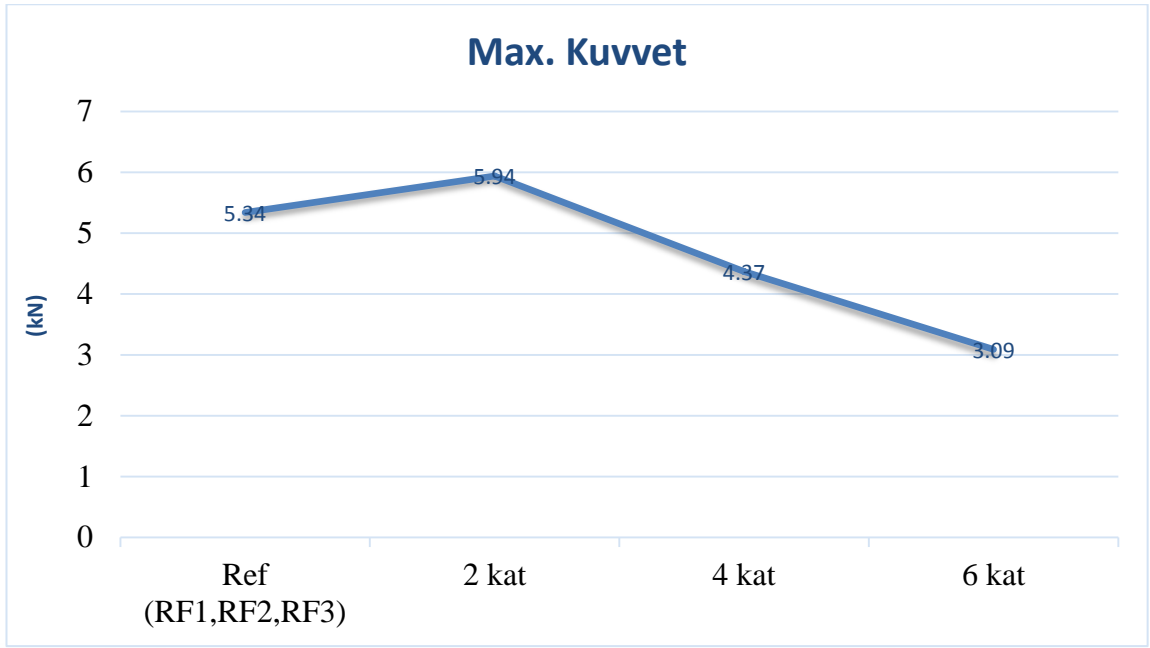
Çalışmamızda poliüre kaplı donatısız beton bloklara yapılan 3 Nokta Eğme deneyleri sırasında poliüre katlı numunelerin ısılarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum poliürenin kendisine yüklenen enerjiyi absorplayarak ısı enerjisine çevirdiğini düşündürmektedir. Literatürde ise poliürenin sahip olduğu yüksek elastikiyete, mükemmel mekanik özellikleri, mükemmel aşınma direnci gibi özelliklerinin, poliürenin hangi özelliğinden kaynaklandığının sorusuna cevap amaçlı, Grujicic ve diğerleri tarafından 2010 yılında, yapılan Poliürenin Camsı Geçiş Sıcaklığı (Tg) ile Deformasyonu Arası Absorplama Mekanizması ilişkisini incelenmiştir. Çalışmada poliüre kaplamalı levhalar üzerinde balistik deneyler yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda; poliürenin camsı geçiş sıcaklığı (tg) ile aldığı darbe miktarı arasındaki farkın büyük olması halinde, poliüre katlı levhaların ısınarak sünek bir davranış gösterdiğini; camsı geçiş sıcaklığı ile alınan darbe miktarı birbirine yakın olması halinde ise poliürenin enerji emici bir mekanizma gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu sonuç poliüre davranışlarının viskoz tipte enerji dağılımı ile ilişkili olduğu göstermiştir ve poliürenin üstün balistik ve patlama enerjisi koruma kapasitesine katkıda bulunabileceği belirtilmiştir (Grujicic vd., 2010). Benzer bir çalışma ise; Amini ve diğerleri 2010'da

yaptıkları deneysel çalışmada, poliüre kaplamalı elik levhaların deformasyon biçimlerini levhalara doğrudan basınç, uygulayarak incelemişlerdir. Çalışmada poliüre kaplamanın önyüze (darbe alan taraf) uygulandığında ilk darbe etkisi ile levhadaki deformasyonu arttırdığı, levhanın arka kısmına kaplama yapıldığında ise daha başarılı sonuçlara ulaşıldığı gözlemlenmiştir (Amini vd., 2010).

Ha ve diğerleri 2011 yılında, patlama veya darbe yüklemesinden daha iyi koruma elde etmek için, yüksek derecede sert ve güçlü karbon fiber takviyeli polimer (CFRP) malzemesi ile yüksek süneklikteki poliüre malzemesinin araştırılmıştır. Çalışma sonucunda; patlamaya karşı olmayan yüzey üzerindeki bir poliüre kaplamanın, yer değiştirme kontrolü açısından daha etkili olma eğiliminde olduğu da fark edilmiştir. Deneylelerden elde edilen sonuçlar, poliüre kompozitin normal güçlendirmelere göre CFRP'lerinden daha iyi patlamaya dayanıklı kapasiteye sahip olduğunu göstermiştir (Ha vd., 2011).

Toader ve diğerleri 2016 yılında yürüttüğu çalışmada, balistik koruma amaçlı değerlendirmelerde kullanmak amaçlı bir dizi poliüre türevleri geliştirilmeye çalışılmıştır. Ardından bu türevleri balistik koruma amaçlı uygulamalarda değerlendirilebilecek bir dizi farklı değerlendirmeye (Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi, termal ölçümleri, çekme testleri ve taramalı elektron mikroskobu) tabi tutmuştur. Sentezlenen tüm polimerler arasından sadece çinko ftalosiyanın kullanılarak elde edilen polimerin, aynı anda yüksek stres ve yüksek gerilme değerleri gösterebildiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışmadan da yola çıkılarak Poliüre, balistik koruma amaçlı kullanılan kompozit maddeler arasından iyi bir aday olduğu açıkça belirtilmiştir (Toader vd., 2016).

Farklı kalınlıklarda Poliüre kaplamalı donatısız beton blok numunelerinde Kuvvet Değişimleri Şekil 71' de gösterilmektedir.

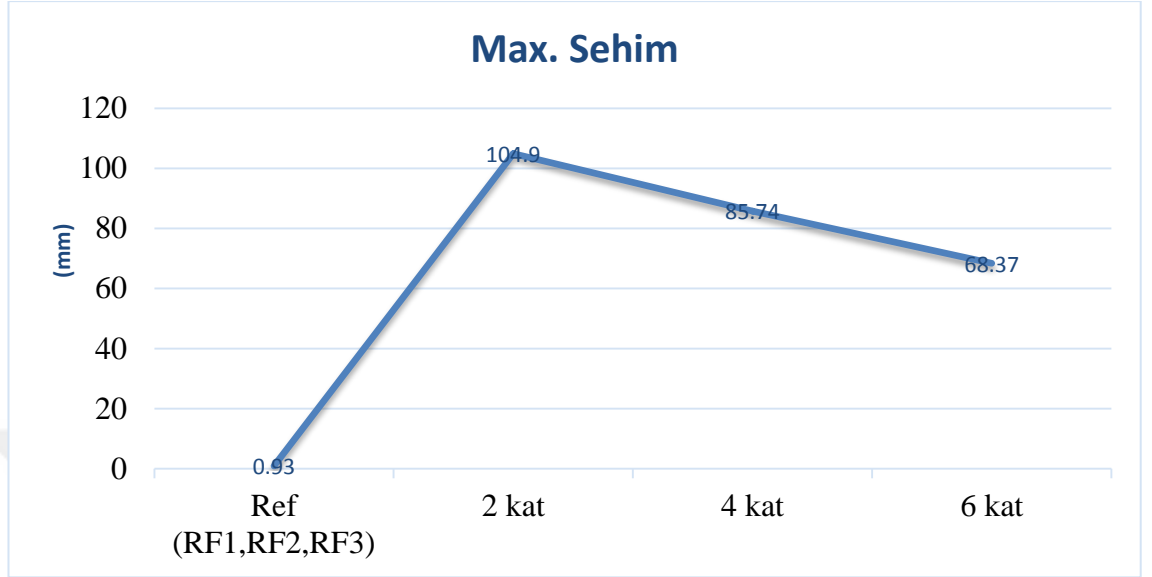


Şekil 71. Tüm numunelerde kuvvet değişimi

Çalışma sonucunda; donatısız beton bloklara esnek poliüre sprej malzeme kaplaması sonucu yapılan analizlerde referans numunelerine kıyasla 2 kat kaplamalı numunenin maksimum yük taşıma kapasitesinin %11 daha fazla olduğu görülmüştür. Bu durumun poliüre kaplamanın donatısız beton blok numunelerinde maksimum yük taşıma kapasitesini artırdığını açıkça göstermektedir. Buna karşın 4 kat ve 6 kat poliüre kaplamalı donatısız beton blok numunelerde maksimum yük taşıma kapasitesinin 2 kat poliüre kaplamalı numuneye göre daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun poliüre kaplamanın donatısız beton blok numuneleri etrafındaki kalınlığının belirli bir miktardan sonra donatısız beton bloklara gelen yükü öncelikli olarak alması ve böylece malzemenin ezilmesi sonucu donatısız beton blok numunelerinin nihai maksimum yük taşıma kapasitesine önemli bir katkısının olmadığı düşünülmektedir.

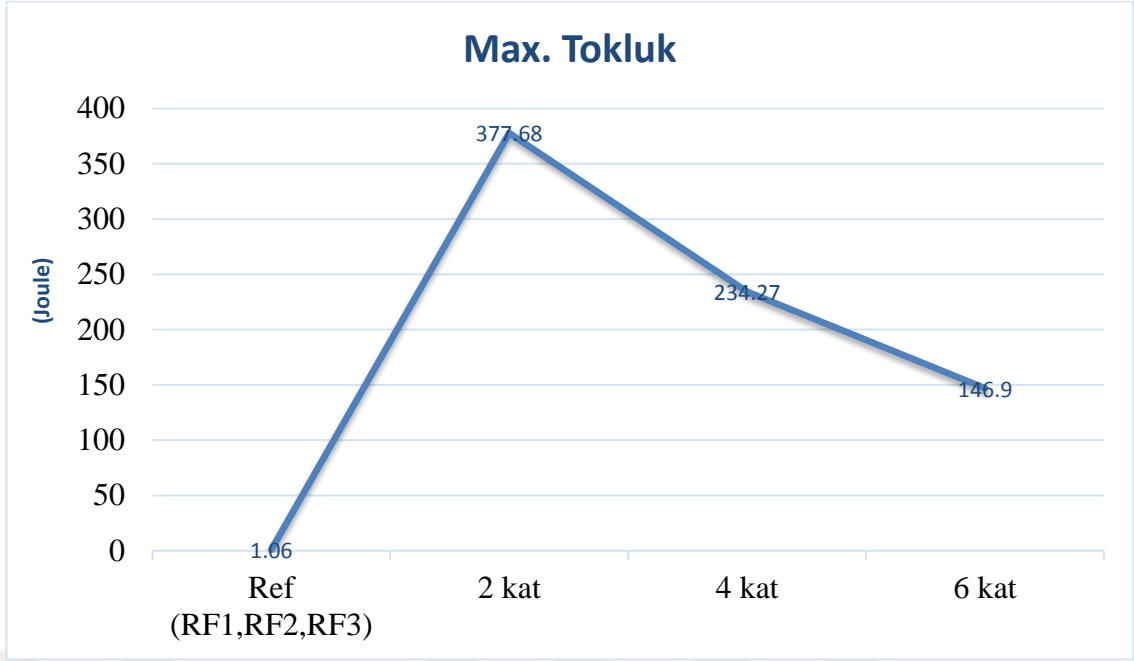
Ancak Mohotti ve diğerleri 2013 yılında yaptığı çalışmalarında, poliüre katlı alüminyum levhaları yüksek hızlı mermi penetrasyon altında incelemiştir. Çalışmada mermilerin hızının, Poliüre kalınlığına sahip 7 levha konfigürasyonunun üzerindeki etkisi analizlenmiştir. Çalışmada alüminyum levha ile enerjisinin bir kısmını kaybeden merminin sahip olduğu kalan enerjinin, poliüre katmanı tarafından absorblandığı gözlemlenmiştir. 6 mm kaplama tarafından emilen toplam enerji, 12 mm kaplama tarafından emilen enerjinin yaklaşık %50'sidir. Bu da kaplama kalınlığının artması ile absorblanan enerjinin arttığını göstermektedir (Mohotti vd., 2013). Bu çalışma ile bizim çalışmamda elde ettiğimiz poliüre sprej kaplamanın kalınlığının artmasının dayanımı düşürdüğünü sonucu ile ters düşmektedir. Bu sonucun nedeninin çalışmada yapılan

poliüre kaplamasının yapıldığı alüminyum levhası olmasının ve bizim çalışmamızda ise poliüre spray kaplamasının beton blok yüzeylerine yapılmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 72. Tüm numunelerde kuvvet sehim değişimi

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlarda; Şekil 72’de verilen sehim oranları incelendiğinde; poliüre kaplamanın kalınlık miktarı arttıkça sehim miktarları referans donatısız beton blok numunelerine oranla önemli derecede yükselmiştir. Buna karşın poliüre kaplama kalınlığı arttıkça sehim miktarlarının referans numuneye göre azalarak arttığı görülmüştür. Bu durum, poliüre katman kalınlığının artırılmasının donatısız beton blok numunelerin daha az sünek davranış gösterdiklerini açıkça ortaya koymaktadır. Benzer şekilde Enerji yutma (Tokluk) kapasiteleri Şekil 73’de verilmiştir.



Şekil 73. Tüm numunelerde tokluk (enerji yutma) değişimi

Poliüre kaplamalı numunelerin referans numuneye kıyasla enerji seviyelerinin gözle görülür derecede yüksek olduğu anlaşılmıştır. Ancak, poliüre kalınlığının artması sehim oranlarında olduğu gibi tokluk kapasitesini düşürmektedir. Bu durumun da katman kalınlığının donatısız beton blok numunelerini gevrekletirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu sonucu destekler nitelikte Mohotti ve diğerleri 2015 yılında yürüttüğü çalışmada, NATO standartları göz önüne alınarak belirlenen yüksek hızlı mermilerin, poliüre katlı 4 adet alüminyum levha üzerine etkisi incelenmiştir. Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda; her bir levhanın kendi kalınlığından ziyade, levhaların poliüre kalınlığının üzerinde durulmuştur. Çalışma Poliüre kalınlığının merminin kalan hızını azaltma kabiliyeti açıkça ortaya konulmuştur. Aynı zamanda poliürenin uçan parçacıkların hızını azaltmada ek bir kalkan görevi görebileceği belirtilmiştir (Mohotti vd., 2015).

Parniani ve Toutanji (2015), yaptığı çalışmasında poliüre kaplamalı donatılı kirişlerin, kaplamasız kirişlere oranla yorulma performansını araştırmışlardır. Çalışma sonucunda poliüre katlı donatılı kirişlerin diğer kaplamasız kirişlerden daha az hasar gördüğü tespit edilmiştir (Parniani ve Toutanji, 2015). Gauch ve diğerleri ise 2018 yılında, su altında patlayıcı yüklemeye maruz kalan dokuma e-cam/epoksi rulo sarılı silindirler üzerinde poliüre kaplamanın dayanımını ölçmüşlerdir. Deneysel sonucunda, poliüre kaplamalı silindirlerin, poliüre kaplamasız silindirlere göre; oluşan hasarı anlamlı bir şekilde düşürme etkisinin olduğu ifade edilmiştir (Gauch vd., 2018). Bu

çalışmalar poliürenin dayanımı arttırdığını göstermekle beraber bizim çalışmamızın sonucunu destekler niteliktedir.

Sonuç olarak, bina yapısal elemanlarında poliüre kaplamanın belirli bir katman kalınlığına kadar kullanılabilceği ve çelik donatı gibi yapı elemanının sünekliliğini önemli ölçüde arttırarak sehım miktarlarını büyük ölçüde yükselterek yapının sünek davranmasını sağlayacak ve yapının enerji yutma kapasitesini önemli oranda arttırdığı görülmüştür



7. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Dünyada ve Türkiye’de yaşanan tüm afetlere karşı risk tabanlı çalışmalar son yıllarda büyük önem kazanmıştır. Kaynağında doğa ya da insan olmasına bakılmaksızın afetin öncesinde yapılacakların belirlenmesi ile iyi bir müdahale gerçekleştirilebilir. Kaynağında doğanın yer aldığı deprem afetinde yapıların can kaybına neden olduğu herkesçe bilinen bir gerçektir. Tehlike olarak belirlenen bu afetlerin riskleri de can kaybının oluşum şeklini belirlemektedir. Yaptığımız bu çalışma ile depremin zarar verme potansiyelinin yüksek olduğu yapıları güçlendirerek, yapılara bağlı risklerin azaltılması hedeflenmiştir.

Zarar görülebilirliği azaltmada alternatif olacağını düşündüğümüz poliüre kaplama birçok alanda farklı kullanımlara sahiptir. Ancak bina yapı elemanlarında, özellikle zarar görmemiş yapı elemanlarında henüz kullanım alanı bulmamıştır. Yaptığımız çalışma ile donatısız yapı elemanlarının deprem darbelerine karşı gösterdiği direnç daha sonra yapılabilecek çalışmalar içinde örnek olacağı düşünülmektedir.

Çalışmada 6 adet donatısız beton bloklarının 3 tanesine esnek poliüre kaplama (2,4,6 kat) uygulanarak, referans numunelerle beraber 3 Nokta Eğme testlerine maruz bırakılmıştır. Bu testlerde poliüre kaplamasız numunelerin, birbirinden farklı katlarda poliüre katlı olan numunelere göre dayanım ilişkileri gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmada poliüre katlı numunelerin poliüre kaplamasız referans numunelere göre sünekliğinde anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Aynı şekilde 2 kat poliüre katlı numunenin, diğer 4 ve 6 katlı poliüre katlı numunelerden daha sünek olduğu görülmüştür. 6 kat poliüre kaplanmış numunenin, 4 kat katlı poliüre numunesine göre; 4 kat katlı poliüre kaplanmış poliüre numunesinin de 2 kat katlı poliüre numunesine göre daha gevrek davranış gösterdiği görülmüştür. Bu durum başlangıçta olumsuz gibi görünse de taşıyıcı elemanların maliyeti de göz önünde tutulduğunda poliüre kaplamanın daha ekonomik olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, poliüre malzemenin yangın dayanımının da yüksek olması göz önünde bulundurulduğunda özellikle donatısız beton blok numunelerinin kullanımının bina yapısal sistemini destekleyeceği ve bina yapım maliyetini düşüreceği sonucuna ulaşılmıştır. Deprem sonrası oluşan yangınlar sonucu can kayıpları da literatür de sıkça karşılaşılan bir istatistiktir. Bununla beraber sırf yangın özelinde bina yapı elemanlarının poliüre ile direnç kazanması yine çalışmamızda vurguladığımız önemli bir detaydır.

Yapılan literatür incelemeleri sonucunda, poliüre kompozit maddesinin her türlü doğa ve iklim koşuluna uyum gösterdiği, yüksek dayanım sağladığı, taşıyıcılarda çürüme, kurtlanma ve paslanma sorunlarını engellediği, boya, bakım ve yenileme masrafları azalttığı, yüksek yalıtım yeteneği nedeniyle enerji tasarrufu sağladığı, UV ve deniz etkilerine dayanıklı olduğu görülmüştür. Bu özellikler beraberinde yapılan deneysel çalışma yapılarında zarar azaltma literatürüne bir ek olan yapısal elemanlarda poliüre kaplama yöntemi sadece sismik etkilere değil yapının çökme, fırtınalara, yangın gibi afetlere karşıda yüksek mukavemet ve dayanım kazanmasına da neden olacaktır.

Bu tez çalışmasında;

- Tez kapsamında yaptığımız deneysel çalışma binaların yapısal olan bütün elemanlarına denenebileceği böylelikle daha etkili sonuçlar elde edilebileceği düşünülmektedir.
- Beton blok numunelerine donatı eklenerek ve poliüre kaplama yapılarak 3 Nokta Eğme testleri denenebilir. Donatı eklenmesi ile numunelerin gerek davranışlarında azalma olacağı düşünülmektedir.
- Poliüre malzeme uygulaması geliştirilerek olası deprem veya yapı çökmeleri gibi durumlarda, yapıların hasar durumlarına (hafif, orta, ağır) bağlı olarak, içerisinde yapılacak her türlü çalışmanın kolaylığını ve güvenliğini sağlamak açısından kullanılabilirliği önerilmektedir.

KAYNAKÇA

- 5902 Sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanunu. 17.06.2009 tarih ve 27261 sayılı Resmî Gazete.
- Ackland, K., Anderson, C. ve Ngo, T.D. (2013). Deformation of polyurea-coated steel plates under localised blast loading. *International Journal of Impact Engineering*. 51,13–22. DOI:10.1016/j.ijimpeng.2012.08.005.
- Acuner, Ş.A. (2004). Stratejik karar alma sürecinde risk yönetimi. *Verimlilik Dergisi* 21,3. 07.08.2021 tarihinde, <https://dergipark.org.tr/tr/pub/verimlilik/issue/30735/332157> adresinden erişildi.
- Adger, W.N. (2006). Vulnerability. *Global Environmental Change*. 16K(3), 268-281.
- AFAD, (2021a). Açıklamalı afet yönetimi terimleri sözlüğü. 11 4, 2021 Tarihinde T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı: <https://www.afad.gov.tr/Aciklamali-Afet-Yonetimi-Terimleri-Sozlugu> adresinden erişildi.
- AFAD, (2018). Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı. Türkiye’de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri. 6.03.2022 tarihinde, T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı: <https://www.afad.gov.tr/afet-istatistikleri> adresinden erişildi.
- AFAD, (2021b). Afet ve Acil Durum Başkanlığı. 2.10. 2021 Tarihinde Tarihinde T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı: <https://www.afad.gov.tr/> adresinden erişildi.
- AFAD, (2021c). Afet Türleri. 08 25, 2021 Tarihinde T.C. İçişleri Bakanlığı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı: <https://www.afad.gov.tr/Afet-Turleri> adresinden erişildi.
- Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkında Yönetmelik. (2007). 21.05.2022 tarihinde <https://www.mevzuat.gov.tr/File/GeneratePdf?mevzuatNo=11445&mevzuatTur=KurumVeKurulusYonetmeligi&mevzuatTertip=5> adresinden erişildi.
- Agamben, G. (2005). State of exception. *Nova Srpska Politička Misao*, 12(1-4), 135-145.
- Ahmed, W.U. (2015). *Disaster risk analysis of the emergency transportation road for large-scale disasters in Japan. Doktora tezi, Creative Commons. Division of*

Environmental Science and Engineering Graduate School of Natural Science and Technology Kanazawa University. 11 10, 2021 Tarihinde <Http://Creativecommons.Org/Licenses/By-Nc-Nd/3.0/Deed.Ja> adresinden Erişildi.

- Akalın, S. (1970). *Yönetim ekonomisi*. İzmir, İ.T.İ.A Yayını.
- Akdaş, G. (2021). *Bütünleşik Afet Yönetimi Gelişim Sürecinde Türkiye'de Güvenli Konut. Yüksek lisans tezi. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, (672851)*.
- Akdoğan, A. (2004). Akıllı malzemeler. *Makine Teknik Dergisi*. 85, İstanbul.
- Akdur, R. (2001). *Afetlere hazırlık ve afet yönetimi*. Ankara: Takav Matbaacılık.
- Akıncı, Z. (2010). *Konaklama işletmelerinde kriz yönetimi: Alanya bölgesindeki konaklama işletmelerinde kriz sürecinde karşılaşılan sorunların tespit ve çözümüne yönelik bir araştırma. Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta*.
- Akman, S.M. (2003, 01 Nisan). Yapı malzemelerinin tarihsel gelişimi. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, ss. 426.
- Alexander, D. (2005). Towards the development of a standard in emergency planning. *Disaster Prevention And Management: An International Journal*, 14(2).
- Alexander, D. ve Alexander, D.E. (2000). *Confronting catastrophe: New perspectives on natural disasters*. USA, Oxford University Press.
- Alexander, D.E. (2018). A Magnitude scale for cascading disasters. *International Journal Of Disaster Risk Reduction*, B(30), 180-185.
- Ali, K., Nguyen H.X., Vien Q. ve Shah P. (2015). Disaster management communication networks: challenges and architecture design. 2015 I International Conference On Pervasive Computing And Communication Workshops (Percom Workshops), 23-27 March 2015, St. Louis, MO, USA, s. 537-542.
- Alkan, G. (2004). *Polipropilen lifli betonların mekanik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul*.
- Altun, F. (2018). Afetlerin ekonomik ve sosyal etkileri: Türkiye örneği üzerinden bir değerlendirme . *Sosyal Çalışma Dergisi* , 2 (1), 1-15.
- Alvandi, S. ve Ghassemieh, M. (2013). Application of shape memory alloys in seismic isolation. *A Review Civil Engineering Infrastructures Journal*. University of Tehran Publishing, 47(2), 153-171.
- Amini, M.R., Isaacs, J. ve Nemat-Nasser, S. (2010). Investigation of effect of polyurea on response of steel plates to impulsive loads in direct pressurepulse experiments. *Mechanics Of Materials*, (42), 628-639.

- Ancombe, F.S. ve Aumann R.S. (1992). A definition of subjective probability, *annals of mathematical statistic, Jerusalem*, 34(1), 199-205.
- Arca, D. (2012). Afet yönetiminde coğrafi bilgi sistemi ve uzaktan algılama. *Karaelmas Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(2), 53-61.
- ARDC (Asian Disaster Reduction Center). (2020). Natural Disaster Databook 2020 An Analytical Overview. 12.05.2022 tarihinde <https://reliefweb.int/report/world/natural-disaster-data-book-2020-analytical-overview> adresinden erişildi.
- Ardos, M. (2012). Dinar Depremi (Türkiye'de görülen ilk çökme depremi) . *Coğrafya Dergisi*, 0 (5).
- Arıcasoy, O. (2006). *Kompozit sektör raporu*. İstanbul, İTO-0017049, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, 25-29.
- Arman, T.T. (1997). *Risk analizine giriş*. İstanbul, Beta Yayınları,
- Asamoah, C.H. ve Adams, M. (2018). Recordkeeping and disaster management in public sector institutions in Ghana. *Records Management Journal*, 28(3), 218-233.
- Asghar, S.A. (2006). A comprehensive conceptual model for disaster management. *Journal Of Humanitarian Assistance*, 1360(0222), 1-15.
- Aslan, Ş. (2020). Deprem kültürü ve politikası. *Birgün Gazetesi 1 Ocak, 2022 tarihinde*, <https://www.birgun.net/amp/haber/deprem-kulturu-ve-politikasi-312464> adresinden erişildi.
- Atabey, E. (2000). Deprem. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Yayınlarından Eğitim Serisi* 34.
- Ateş, Ş., Bayraktar, A., ve Dumanoğlu, A.A. (2006). The effect of spatially varying earthquake ground motions on the stochastic response of bridges isolated with friction pendulum systems. *Soil Dynamics And Earthquake Engineering*, 26(1), 31-44.
- Badrudin, R. ve Warokka, A. (2012). *Poverty measurement and choice of poverty reduction strategy: the importance of poverty measurement in determining the right strategy*. *Journal of Economics and Behavioral Studies*. 4 (10), 595-602.
- Baktır, S. (2006). *Yapı malzemelerindeki teknolojik gelişmelerin mimari biçimlenmeye etkileri*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Balamir, M. (2004). *Restructuring urban society for mitigation: risk sectors in "The Earthquake Master Plan" of metropolitan Istanbul*. D. Malzahn ve T. Plapp

- (Der.),Disasters And Society-From Hazard Assessment To Risk Reduction, Conference Proceedings içinde (ss.339-348). Verlag Berlin
- Barnaure, M., ve Voiculescu, M. (2013). The seismic behaviour of curtain walls: an analysis based on numerical modelling. *Mathematical Modelling in Civil Engineering*, 9(4),1-8. DOI:10.2478/mmce-2013-0013.
- Baskak, D. ve Büyüksaraç, A.(2021). Dünya’da ve Türkiye’de afetlerde acil yardım uygulamaları: Batman ili örneği. *Paramedik ve Acil Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2(2),68-83
- Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi Yönetmeliği. (1997). Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi Yönetmeliği. Resmi Gazete No: 22872.*
- Batur, A. (2004). Gelişmiş ahşap yapım sistemleri ve türkiye koşulları yönünden değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, Gebze.*
- Baytekin, E.P. ve Babacan, E. (2007). Olay yönetimi, risk yönetimi ve kriz yönetimi: ilişkili noktalar üzerine bir çalışma. *Yeni Düşünceler* (2), 185-204.
- BCOEM (Bexar County Office Of Emergency Management) (2019). The five phases of emergency management. 28 Ağustos 2019 Tarihinde <https://www.bexar.org/694/Five-Phases> adresinden erişildi.
- BDTİM (Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Bölgesel Deprem-Tsunami İzleme ve Değerlendirme Merkezi). (2022). 2021 Yılı Deprem Harita, Grafik ve Tabloları. [PDF belgesi]. 27.05.2022 tarihinde <http://www.koeri.boun.edu.tr/sismo/2/deprem-verileri/yillik-deprem-haritalari/2021-yili-deprem-harita-grafik-ve-tablolar/> adresinden erişildi.
- Beddington, J. (2012). Foresight reducing risks of future disasters: priorities for decision makers. Final Project Report. The Government Office for Science. [Pdf belgesi]. 03.03.2022 tarihinde <https://resourcecentre.savethechildren.net/document/foresight-reducing-risks-future-disasters-priorities-decision-makers-2012/> adresinden erişildi.
- Below, R., Wirtz, A. ve Guha-Sapir, D. (2009). Disaster category classification and peril terminology for operational purposes. CRED Brussels. 14 Temmuz 2021 Tarihinde <http://hdl.handle.net/2078.1/178845> adresinden erişildi.
- Benssam, A., Nouali-Taboudjemmat, N. ve Nouali, O. (2014). ‘Requirements for an it based platform for disaster management’, in 2014 1st International Conference on Information and Communication Technologies for Disaster Management (ICT-DM), IEEE, March, s.1–4.

- Bikçe, M. (2017). Türkiye'deki depremlerde alınan ve alınabilecek önlemler. *Uluslararası Mühendislik Araştırma ve Geliştirme Dergisi*, 9(2), 24–32.
- Billings, R.S., Milburn, T.W. ve Schaalman, M.L. (1980). A model of crisis perception: A theoretical and empirical analysis. *Administrative Science Quarterly*, 25(2), 300-316.
- Biniciksü H., Kaplan, H. ve Görür, E.B. (2005). Türkiye'de yaşanan son depremlerde malzeme kalitesi ve kötü işçiliğin neden olduğu hasarlar. Deprem Sempozyumu. Kocaeli.23-25 Mart.2005 s.703-706.
- Birkmann, J. ve Teicman K.V. (2010). Integrating disaster risk reduction and climate change adaptation: Key challenges-scales, knowledge, and norms. *Sustainability Science* 5(2),171-184. DOI:10.1007/s11625-010-0108-y.
- Bosher, L. (2008). *Introduction: The need for built-in resilience*. In book: Hazards and the Built Environment: Attaining Built-in Resilience, ss.3-19 Publisher: Taylor and Francis, London Editors: Lee Bosher.
- Brochmann, M. (2006). Birkman, Jörn, Ed., 2006. Measuring vulnerability to natural hazards: towards disaster resilient societies. United Nations University Press 10.04.2022 tarihinden <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/00223433080450010802> adresinden erişildi. Doi:10.1177/00223433080450010802.
- Broekaert, M. (2003). *Polyurea spray-applied systems for concrete protection*. Nurnberg, Germany.Paper presented at: Fourth European Congress on Construction Chemicals.
- Bulut, M. (2014). *Türkiye'de kompozit malzeme üretimi ve kompozit malzeme sektörünün genel değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Metal Eğitimi Anabilim Dalı Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Büyükkaraciğan, N. (2016). Türkiye'de yerel yönetimlerde kriz ve afet yönetim çalışmalarının mevzuat açısından değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal ve Teknik Araştırmalar Dergisi*, (12), 195-219.
- Canbay, E., Yakut, A., Özcebe, G., Sucuoğlu, H., Ersoy, U., Bakır, B.S., Yılmaz, M.T. ve Akyüz, U. (Der.). (2008). *Binalar için deprem mühendisliği temel ilkeler*. Ankara;Bizim Büro Basılevi.
- Canbolat, B.B., Tüydeş, H., Ekberik, A. ve Karaesmen, E. (2007). *Deprem*. Ankara; Ottü Yayıncılık.

- Carter, W.N. (2008). Disaster management: a disaster manager's handbook. Philippines. Asian Development Bank.[PDF belgesi].02.04.2022 tarihinde <https://www.think-asia.org/bitstream/handle/11540/5035/disaster-management-handbook.pdf?sequence=1> adresinden erişildi.
- Celep, Z. ve Kara, N. (2012). Nonlinear seismic response of structural systems having vertical irregularities due to discontinuities in columns. Proceedings Of The Fifteenth World Conference On Earthquake Engineering Lisbon, Portugal(15 WCEE).
- Chames, V.K. (2019). More ways to keep buildings safe in earthquakes. 16.05.2022 tarihinde <https://blog.jumpstartinsurance.com/more-ways-to-keep-buildings-safe-in-earthquakes/> adresinden erişildi.
- Chang, S.E. (2010). Urban disaster recovery: a measurement framework and its application to The 1995 Kobe Earthquake. *Disasters*, 34(2), 303-327.
- Charleson, A. (2014). Promoting earthquake-resistant construction in developing countries, *Earthquake Hazard Centre*, 18(1), 1-8.
- Charveriat, C. (2000). "Natural disasters in Latin America and The Caribbean: an overview of risk".[PDF belgesi] Inter American Development Bank, Washington; Working Paper, 3-100. 22.06.2021 tarihinde https://www.preventionweb.net/files/2544_ENVNatDisastLACeline.pdf adresinden erişildi.
- Choksi, M., Gamit, H. ve Zaveri, M. (2018). Data sensing and resource scheduling in clustered environment for post disaster management using internet of things. *3rd International Conference. Pune, India. For Convergence In Technology*. I2(1-5).
- Cin, M. (2020). *Hareketli yer kabuğu: Depremler ve Türkiye*. Pegem Akademi Yayıncılık. ISBN: 9786052415313.
- Coburn, A. ve Spence, R. (1992). *Earthquake Protection*, Chichester-New York, Wiley Inc.
- Cogurcu, M.T. (2015). Construction and design defects in the residential buildings and observed earthquake damage types in Turkey. *Natural Hazards and Earth System Sciences* 15(4), 931-945.
- Commission, E. (2021). Territorial agenda 2030-A future for all places. 25.06.2021 Tarihinde https://ec.europa.eu/regional_policy/en/information/publications/brochures/2021/territorial-agenda-2030-a-future-for-all-places adresinden erişildi.

- Coppola, D.P. (2007). *Introduction to international disaster management*. Boston, MA: Elsevier
- Cyganik, K.A. (2003). Disaster preparedness in İteratü Hospital Center-Arlington after Sept 11, 2001. *Disaster Management ve Response*, 1(3), 80-86
- Çağatay, İ.H., Korkmaz, K. ve İnan, T. (2011). An investigation on plan geometries of RC buildings: with or without projections in plan. *Computers and Concrete*, 9(6), 439-455.
- Çağırğan, M. (1997). *Risk yönetimi*. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü. İstanbul.
- Çakmak, A. (2021). Yapı malzemesinin tarihsel gelişimi ve mimarlığa etkileri, *Ata Planlama ve Tasarım Dergisi*, 5(1), 41- 54.
- Daft, R. L. (1991). *Management*. Usa;South-Western, Cengage Learning. Ninth Edition.
- Darılmaz, K. (2019). *Depreme dayanıklı binaların tasarımına giriş*. İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Birsen Yayınevi.
- Das S., Yilgor I., Yilgor E., İnci E., Tezgel Ö., Beyer F.L. ve Wilkes G.L. (2007). Structure–property relationships and melt rheology of segmented, non-chain extended polyureas: effect of soft segment molecular weight. *Polymer*. 48(1), 290- 301.
- De Ville De Goyet, C. (2008). What should we learn from recent earthquakes in asia? *Prehospital and Disaster Medicine*, 23(4), 305-307.
- Demir, Y. (2016). Alternatif yapı malzemeleri. Dokuz Eylül Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü [Power Point sunumu]. 22.12.2021 tarihinde <https://docplayer.biz.tr/2258411-Dokuz-eylul-universitesi-insaat-muhendisligi-bolumu-alternatif-yapi-malzemeleri.html> adresinden erişildi.
- Desroches, R., ve Smith, B.(2004). Shape memory alloys in seismic resistant design and retrofit: A critical review of their potential and limitations. *Journal of Earthquake Engineering*. 8(3), 415-429. DOI:10.1080/13632460409350495.
- Dinçer, M. (2019). Betonarme yapı mı çelik yapı mı? 02.05 2022 tarihinde <http://structpedia.com/betonarme-yapi-mi-celik-yapi-mi/> adresinden erişildi.
- Dolce, M. ve Cardone, D. (2001). Mechanical behaviour of shape memory alloys for seismic applications 2. Austenite niti wires subjected to tension. *International Journal of Mechanical Sciences*. 43(11), 2657-2677. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0020-7403\(01\)00050-9](https://doi.org/10.1016/S0020-7403(01)00050-9).
- Dölek, İ. (2019). *Afetler ve afet yönetimi*. Pegem Akademi. 2. Baskı Ankara Isbn:978-605-241-730-0. IO.14527/97860524170300. 2022.03.03.

- Döndüren, M.S. ve Nakipoğlu A. (2016). Farklı ülkelerin deprem yönetmeliklerine göre taşıyıcı sistem düzensizliklerinin karşılaştırılması. *Selcuk University Journal of Engineering Sciences*. 15(3), 284-298.
- Eeten, M.V., Nieuwenhuijs, A., Luijff, E., Klaver, M., ve Cruz, E. (2011). The state and the threat of cascading failure across critical infrastructures: The implications of empirical evidence from media incident reports. *Public Administration*, 89(2), 381-400.
- Ekşi, A. (2017). *Kitlesel olaylarda hastane öncesi acil sağlık hizmetleri yönetimi* (5 B). İzmir, Konak: Kitapana Basım ve Yayın Dağıtım Bilişim.
- Elliott, J., (2015). Kerpiç, Kurutulmuş tuğla. 1/5/2020 tarihinde <https://www.kimnezamanicatetti.com/kerpic-kuru-tugla/> adresinden erişildi.
- Em-Dat (The International Disaster Databas), (2020). Emdat/Glossary. 09 17, 2021 https://www.emdat.be/glossary#Letter_R. adresinden erişildi.
- Em-Dat (The International Disaster Databas), (2022). Guidelines. 17 Mayıs 2022 Tarihinde <https://www.emdat.be> Adresinden erişildi.
- Em-Dat (The International Disaster Database), (2018). General classification. 08 24, 2021 Tarihinde <https://www.emdat.be/classification> adresinden erişildi.
- Emhan, A. (2009). Risk yönetim süreci ve risk yönetmekte kullanılan teknikler. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 20(3).
- Eranen, L. ve Liebkind K., (1993). *Coping with disaster: the helping behaviour of communities and individuals*. Newyork: Plenum. In: Wilson Jp, Raphael B: Eds. International Handbook Of Traumatic Stress Syndromes içinde (ss. 957-64).
- Erdik, M. (2007). Binalarda deprem yalıtımı ve ülkemizdeki uygulamalar. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, 16-20 Ekim 2007, İstanbul
- Erdoğan, M. (2000). *Genel işletme*.(Edit. Şan Özalp). Eskişehir. Anadolu Üniversite Yayınları 931,s.303.
- Ergünay, O. (2009). *Afet yönetimi genel ilkeler, tanımlar, kavramlar*. Ankara: Afet İşleri Genel Müdürlüğü.
- Ergünay, O., (2002). Afete hazırlık ve afet yönetimi raporu. Türkiye Kızılay Derneği Genel Müdürlüğü Afet Operasyon Merkezi (AFOM), Ankara.
- Erkal, T. ve Değerliyurt, M. (2009). Türkiye afet yönetimi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 14(22), 147-164.

- Erkan, E.A. (2010). *Afet yönetiminde risk azaltma ve Türkiye’de yaşanan sorunlar*. DPT (Devlet Planlama Teşkilatı) Sosyal Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü. Ankara.
- Erşen, İ. (1999). *Sigortacılıkta risk yönetimi. Yüksek lisans tezi. İTÜ Sosyal Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.(21638)*.
- Eryılmaz, M. ve Dizer, U. (2007). *Afet tıbbi terminoloji sözlüğü* (Cilt 2) (Baskı 2) (U. D. Mehmet Eryılmaz, Dü.) Ankara: Ünsal Yayınları.
- Fan, C. ve Mostafavi, A. (2018). Establishing a framework for disaster management system-of-systems. The 12th Annual IEEE International Systems Conference (SysCon), Vancouver, Canada. ss. 1-7.
- Fan, C., Zhang C. ve Mostafavi A. (2018). Meta-Network framework for analyzing disaster management system-of-systems. *13th Annual Conference On System Of Systems Engineering (SoSE)*, Paris, France. ss.372-378.
- Farazmand, A. (2001). *Handbook of crisis and emergency management*. New York.Basel. Marcel Dekker.INC.
- Feaga, M. K. (2007). *The effect of projectile strike velocity on the performance of polyurea coated rha plates under ballistic impact . Yüksek lisans tezi. Lehigh University. Pennsylvania*.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency). (2002). FEMA kılavuz belgeleri. 22.10.2021 tarihinde [Http://Www.Fema.Gov/Pdf/Rrr/Glo.Pdf](http://www.fema.gov/pdf/rrr/glo.pdf) adresinden erişildi.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency). (2006). *FEMA-454 designing for earthquakes a manuel for architects*, Federal Emergency Management Agency, Washington.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency). (2019). Animals in disasters .The Four Phases Of Emergency Management. Animals in Disasters/Module A, Unit 3. 25.05.2021. tarihinde [Https://Training.Fema.Gov/Emiweb/Downloads/Is10_Unit3.Doc](https://training.fema.gov/emiweb/downloads/Is10_Unit3.Doc) adresinden erişildi.
- FEMA (Federal Emergency Management Agency). (2022). Risk management. 10.05.2022 tarihinde <https://www.fema.gov/emergency-managers/risk-management> adresinden erişildi.
- Ferrier, N. ve Haque, C.E. (2003). Hazards risk assessment methodology for emergency managers: a standardized framework for application. *Natural Hazards* 28, 271-290.

- Fiyat, N. (2019). Yıllık risk değerlendirmesi: süreç ve şablon. 08 26, 2021 tarihinde Diligent Insights: <https://insights.diligent.com/risk-oversight/annual-risk-assessment-process-template/> adresinden erişildi.
- Forbes, D., Lewis, V., Parslow, R., Hawthorne, G. ve Creamer, M. (2008). Naturalistic comparison of models of programmatic interventions for combat-related post-traumatic stress disorder. *Australian ve New Zealand Journal of Psychiatry*, 42(12), 1051-1059.
- Foreman, P. (2019). *Vulnerability management* (2.Baskı). Auerbach Publications.
- Frahm, H. (1909). *Device for damping vibration of bodies*, US Patent No: 989958.
- Galindo C.M., Higuera J.N., Rodríguez Bahena J.C., Delgado Trejo J.C. ve Sanchez Pire C. (2016). Aplicaciones recientes de sistemas de protección sísmica en américa latina. XX Congreso Nacional de Ingeniería Estructural. s.1-11.
- Gauch, E., LeBlanca, J. ve Shukla A. (2018). Near field underwater explosion response of polyurea coated composite cylinders. *Composite Structures*. 202, 836-852.
- Genç, F.N. (2017). Türkiye’de askeri müdahaleler ve kriz yönetimi. *Electronic Turkish Studies*, 12(16), 219-240.
- Gill, D.A., ve Picou, J.S. (1998). Technological disaster and chronic community stress. *Society ve natural resources*, 11(8), 795-815.
- Godschalk, D., Beatley, T., Berke, P., Brower, D. ve Kaiser, E. J. (2011). *Natural hazard mitigation: Recasting disaster policy and planning*. Washington, Island Press.
- Golestaneh, A.R. (2018). *Disaster risk reduction management in the city of Tehran: How do construction practitioners prepare for a potential earthquake? An investigation based on research in Tehran-Iran. Doktora tezi, University Of Liverpool*.
- Gök, Y. (2006). *Türkiye voleybol birinci liginde yer alan spor kulüplerinin risk yönetimi açısından değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri*.
- Gökçe, O. ve Tetik, Ç. (2012). *Teoride ve pratikte afet sonrası iyileştirme çalışmaları*. Ankara: Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı Yayınları.
- Greene, M., Trieschmann J.S. ve Gustavson S.G. (1997). *Risk ve insurance*. 8th Edition. England. ISBN-13: 978-0538811170.
- Griffin, R.W. ve Wayne, S.J. (2017). A field study of effective and less-effective quality circles. *Academy of Management*, 1984(1).

- Grujicic, M., Bell, W.C., Pandurangan, B. ve He, T. (2010). Blast-wave impact-mitigation capability of polyurea when used as helmet suspension-pad material. *Materials and Design*,31(9), 4050- 4065.
- Grujicic, M.P. (2010). Computational investigation of impact energy absorption capability of polyurea coatings via deformation-induced glass transition. *Materials Science and Engineering*, 7741-7751.
- Guan, P. (2015). *Public and private partnerships in disaster management. Doktora tezi. Ann Arbor: State University Of New York At Buffalo.*
- Guan, P. ve Zhuang J. (2015). Modeling public–private partnerships in disaster management via centralized and decentralized models. *Decision Analysis* 12(4),173-189.
- Guevara, I., Eeri, M. ve Garcie, I. E. (2005). The captive- and short-column effects. *Earthquake Spectra*, 21(1), 141–160.
- Guin, A., Chakraborty, S., Mallick R., Chakanorty, A. ve Ahmad, M.I. (2015). Composite materials: the present scenario, future trends ve its applications focusing on earthquake resistant building constructions. International Conference on Innovative Research in Mechanical, Electrical, Electronics, Civil, Computer Science and Information Technology. (MECIT-2015). New Delhi. 2 (12) .
- Ha, J.H., Yi, N.H., Choi, J.K. ve Jay Kim, J.H. (2011). Experimental study on hybrid CFRP-PU strengthening effect on RC panels under blast loading. *Composite Structures*. 93,ss 2070-2082.
- Han, S., Rai, M.A, Han, A., Farooqui, A., Kazmi, S.U. ve Ali S.H. (2008). Prevalence of HCV and HIV infections in 2005-Earthquake-affected areas of Pakistan. *BMC Infectious Diseases* 8, 147. <https://doi.org/10.1186/1471-2334-8-147>.
- He, Y.X. (2014). The structure, microphase-separated morphology, and property of polyurethanes and polyureas. *Journal Of Materials Science*, 49(21), 7339-7352.
- Helbing, D. (2012). Systemic risks in society and economics. *Social Self-Organization* s 261-284.
- Hertz, D.B. ve Thomas, H. (1983). *Risk analysis and its applications*. Research Collection Lee Kong Chian School Of Business.

- Heysami, A. (2015). Sönümleyici çeşitleri ve deprem sırasında sismik performansları. *Current World Environ*,10. DOI: <http://dx.doi.org/10.12944/CWE.10.Special-Issue1.119>.
- Hidayat, B. ve Egbu, C. (2010). A literature review of the role of project management in postdisaster reconstruction. Process 26th Annual ARCOM Conference. Leeds, UK: Association of Researchers in Construction Management, s. 1269-1278.
- Hillson, D. (2002). Extending the risk process to manage opportunities. *International Journal of project management*, 20(3), 235-240.
- Hindmarsh, R. (2013). *Nuclear disaster at Fukushima Dai'ichi: social, political and environmental issues*. Routledge, s. 222.
- Homberg, M.V.D., Monne, R. ve Spruit, M. (2018). Bridging the information gap of disaster responders by optimizing data selection using cost and quality. *Computers ve Geosciences*, 120, 60-72. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2018.06.002>.
- Huang, W., Yang, Y., Li, H., Lyu, P. ve Zhang R. (2017). Characterization and damping property of a modified polyurea material. *DEStech Transactions on Materials Science and Engineering*; 2017.
- IOM (International Organization For Migration). (t.y.). *IOM afet riski azaltma raporu* 10.05.2022. tarihinde <https://www.iom.int/disaster-risk-reduction-and-resilience> adresinden erişildi.
- Iqbal N., Sharma P.K., Kumar D. ve Roy P.K. (2018). Protective polyurea coatings for enhanced blast survivability of concrete. *Construction and Building Material*. 175, 682- 690. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.04.204>.
- İSO (İstanbul Sanayi Odası). (2008). *Sanayide afet ve acil durum yönetim rehberi (1 B.)*. İstanbul: İstanbul Sanayi Odası Yayınları.
- İtani, A. M., Bruneau, M., Carden I. P. ve Buckle L.G. (2004). Seismic behavior of steel girder bridge superstructures. *Journal Bridge Engineer.*, 9(3), 2430-2440.
- Kahn, M.E., Costa, D., Gerking, S., Glaeser, E., Levinson, A., Shapiro, J., Shimshack, J. ve Timmins, C. (2005). The death toll from natural disasters: the role of income, geography, and institutions. *Technology*, 87(1), 271-284.
- Kamonchaivanich. K., Kuboyama, K. ve Ougizawa, T. (2019). Effect of elastic modulus and position of polyurea coating on flexural strength of coated ceramic tiles by experiments and finite element analysis. *Journal of Coatings Technology and Research* 16(4), 1201-1211.

- Kan, A. (2021). Depreme dayanıklı yapı. [PDF Belgesi]. 4.Ders Notu, ss.1-39, 2021. Tarihinde 16. 05.2022. <https://avesis.atauni.edu.tr/resume/lessonmaterieldownload/akan?key=28c48ef3-6806-4e34-b23d-da28ce2a1c74> adresinden erişildi.
- Karaesmen, E. (1997). *Deprem ve sonrası*. Türkiye Mütahitler Birliği Yayını, Ankara.
- Karancı, A.N. (2011). *Tabanlı-Van (23 Ekim 2011) ve Edremit-Van (9 Kasım 2011) depremleri inceleme raporu*. Ankara, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Afet Yönetimi Uygulama ve Araştırma Merkezi.
- Keeney, G.B. (2004). Disaster preparedness: What do we do know? *Journal Of Midwifery ve Women's Health*, 49(4), 2-6.
- Keown-Mcmullan, C. (1997). Crisis: when does a molehill become a mountain? *Disaster Prevention And Management: An International Journal*, 6(1), 4-10.
- Kern, D., Moser, R., Hartmann E. ve Moder, M. (2012). Supply risk management: Model development and empirical analysis. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 42(1), 60-82.
- Kuban, R. (1993). *Crisis management: analysis of the management of communal catastrophies. Doktora tezi. ISBN 0-315-88211-5*.
- Kurugöl, S. ve Küçük, G.S. (2015). Tarihi eserlerde demir malzeme kullanım ve uygulama teknikleri. 5. Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu.
- Labadie, J.R. (2008). Auditing of post-disaster recovery and reconstruction activities. *Disaster Prevention and Management* 17 (5), 575-586. Emerald Group Publishing Limited 0965-3562 DOI 10.1108/09653560810918612.
- Lettieri, E., Masella, C. ve Radaelli, G. (2009). Disaster management: findings from a systematic review. *Disaster Prevention and Management*, 18(2), 117-136.
- Lindell, K.M. ve Prater, C.S. (2003). Assessing community impacts of natural disasters. *Natural Hazards Review*, ASCE, 1527 6988, 4(4), 176 185.
- Li, B., Hernandez, I., Milburn, A.B. ve Ramirez-Marquez, J.E. (2018). Integrating uncertain user-generated demand data when locating facilities for disaster response commodity distribution. *Socio-Economic Planning Sciences*, 62, 84-103.
- Liu, Q., Guo, B., Chen, P., Jianjun, S., Arab. A., Ding, G., Yan, G., Jianga, H. ve Guo, F. (2021). Investigating ballistic resistance of CFRP/polyurea composite plates subjected to ballistic impact. *Thin-Walled Structures* 166. <https://doi.org/10.1016/j.tws.2021.108111>.

- Lixin Y., Lingling G., Dong Z., Junxue Z. ve Zhanwu, G. (2012). An analysis on disasters management systems in China. *Natural Hazards*, 60(2) 295-309.
- Lui, E.M. ve Labarta, A. (2014). Application of shape memory alloys in earthquake-resistant design. *McGraw-Hill Yearbook of Science and Technology*. Publisher: McGraw-Hill s.19-24. DOI:<https://doi.org/10.1036/1097-8542.YB140253>.
- Magrabi, A. (2011). *Afet yönetimi için duyarlı yetenek oluşturma: Suudi sivil savunma otoritesi üzerine ampirik bir çalışma. Doktora tezi, Mühendislik ve Teknoloji Okulu, Bradford Üniversitesi.*
- Malzeme Teknolojileri Stratejisi. (2004). *Vizyon 2023 projesi malzeme teknolojileri strateji grubu*. TÜBİTAK, Ankara.
- Mariappan T. ve Wilkie C.A. (2013). Thermal and fire retardant properties of polyurea. *Polimery*. 2013; 58(5), 371- 384.
- Marissen, R. (2011). Design with ultra strong polyethylene fibers. *Materials Sciences and Applications*, 2(5), 319-330.
- Mechler, R. (2007). *Doğal afetlerin makroekonomik etkileri, içinde: Afet risk yönetimi risk azaltma ve yerel yönetimler*, Ed: Erkan, Nihal Erkin vd. Beta Basım, İstanbul.
- MEDAK (Medikal Arama Kurtarma Derneği). (t.y.). *Temel kavramlar*. 13.08.2021 tarihinde Medikal Arama Kurtarma Derneği: <https://www.medak.org.tr/iletisim/> Adresinden erişildi.
- Memari, A., Simmons, N. ve Solnosky, R. (2021). Derivation of kinematic equations based on full-scale racking tests for seismic performance evaluation of unitized four-sided structural sealant glazing curtain wall systems. *Buildings* 11(12),593.
- Mercimek, Ö., Ghoroubi, R., Özdemir, A. ve Anıl, Ö. (2021). Strengthening of columns with different innovative composite materials for RC buildings without sufficient earthquake resistance. *Journal of Polytechnic*, 0-0.
- Miao, Y., Zhang H., He, H., Deng, Q., (2019). Mechanical behaviors and equivalent configuration of a polyurea under wide strain rate range. *Composite Structures*. 222,110923. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct>.
- Moe, T. L. ve Pathranarakul, P. (2006). An integrated approach to natural disaster management success factors. *Disaster Prevention And Management*, 15, 396-413.

- Mohotti, D., Ngo, T., Raman, N. ve Mendis, P. (2013). Polyurea coated composite aluminium plates subjected to high velocity projectile impact. *Materials And Design*, 52, 1-16.
- Mohotti, D., Ngo, T., Raman, N. ve Mendis, P. (2015). Analytical and numerical investigation of polyurea layered aluminium plates subjected to high velocity projectile impact. *Materials And Design* 82, 1-17.
- Mohotti, D., Ngo, T., Raman, S.N., Ali, M. ve Mendis P. (2014). Plastic deformation of polyurea coated composite aluminium plates subjected to low velocity impact. *Materials and Design*, 56, 696–713. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.11.063>.
- Monroe, J.S., Wicander, R. ve Hazlett, R.W. (2006). *Physical geology: exploring the Earth*, 6th Edition. Cengage Learning, s. 720.
- Morais, J., Morais G., Santos, C., Campos Costa, A. ve Candeias P. (2017). Shape memory alloy based dampers for earthquake response mitigation. *Procedia Structural Integrity*. 5, (2017), ss. 705-712.
- Naimi, S. ve Waheb, M.H. (2019). Deprem etkisindeki yapıların sismik taban izolasyonu ve çoklu ayarlı kütle sönümleyici sistemleri ile karma korunması. *Erzincan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 499-516.
- Naskova, J. (2015). Shigeru Ban's Japanese traditions inspired humanitarian architecture and its sustainable design practice. Asian Design Engineering Workshop Conference, Hong Kong, SAR.
- Newhman, W. (1979). *Karar vermenin temel evreleri*. Ankara: Todaye Yayınları.
- NLA (National Land Agency).(2019). Strategic Business Plan 2019-2023.21.05.2022 tarihinde <https://nla.gov.jm/sites/default/files/National%20Land%20Agency%20Strategic%20Business%20Plan%202020-2024%20FINAL-reduced-1.pdf> adresinden erişildi.
- Norris, F.H., Friedman, M.J., Watson, P.J., Byrne, C.M., Diaz, E. ve Kaniasty K. (2002). 60,000 disaster victims speak: Part 1. An empirical review of the empirical literature, 1981-2001. *Psychiatry*. 65(3), 207-239.
- OEM (Office Of Emergency Management). (2018). 17. 02. 2021 Tarihinde The Four Phases Of Emergency Management.: <https://www.stlouisco.com/Lawandpublicsafety/Emergencymanagement/The> fi Adresinden Erişildi.

- Olariu, I. (1994). Passive control and base isolation. Proceedings of the 10th Conference on Earthquake Engineering, 1, Vienna s.703-713.
- Oral, V.(2018). *İlköğretim okullarının afet ve acil durumlara yönelik kurumsal hazırlıklarının değerlendirilmesi (Gümüşhane ili örneği)*. Yüksek lisans tezi. Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Afet Yönetimi Ana Bilim Dalı.
- Öncü, I. (2013). İkincil afetler. TMMOB (Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği) 2. İzmir Kent Sempozyumu, 28-30 Kasım 2013, İzmir, s.737.
- Özer, C. (2014). Maltepe plaza sönümleyici cihazlar ile yapısal güçlendirme projesi, Yapısal Hesap Raporu, Statica Mühendislik, İstanbul.
- Özer, C., Yıldırım, S., Erkuş, B., Sütcü, F., Ayhan C. ve Güler M.D. (2019). Sönümleyicili yapıların deprem tasarımı, bölüm 1: uluslararası yönetmeliklerin incelenmesi. 5. International Conference on Earthquake Engineering and Seismology. Ankara, Turkey.
- Özmen, B. ve Özden, T. (2014). Türkiye'nin afet yönetim sistemine ilişkin eleştirel bir değerlendirme. *İstanbul Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi* , 0 (49).
- Özmen, G. (2004). Çok katlı yapılarda aşırı burulma düzensizliği, *İMO Teknik Dergi*, 3131-3144.
- Özpalanlar, C.G. (2004). *Depreme dayanıklı yapı tasarımında sismik izolasyon ve enerji sönümleyici sistemler*. Yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Öztürk, Ö. (2015). *Poliüre matris malzemesi ve cam, aramid, karbon elyaf kumaş takviyeleri kullanılarak üretilen kompozit malzemelerin mekanik davranışlarının incelenmesi*. Yüksek lisans tezi. Tekirdağ: Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Paça, Ş. (2011). *Termoplastik polyester elastomerlerin sentezi ve karakterizasyonu*, Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pal, I., Ghosh, T. ve Ghosh, C. (2017). Institutional framework and administrative systems for effective disaster risk governance—perspectives of 2013 Cyclone Phailin in India. *International Journal Of Disaster Risk Reduction*, 21, 350-359.
- Panesir, M.S. (2018). *Blockchain applications for disaster management and national security*. Doktora tezi, State University Of New York At Buffalo.

- Parlak Biçer, Z.Ö. ve Şahin, N. (2020). Geleneksel ahşap yapım sistemlerinin uygulamalar üzerinden incelenmesi. *Mimarlık ve Yaşam Dergisi* 5(2), 577-602. ISSN: 2564-6109. 10.26835/my.785584.
- Parlakkaya, R. (1996). İşletmelerde mali risk ve riskin muhasebeleştirilmesi. Doktora tezi. Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü İşletme Ana Bilim Dalı.*
- Parniani, S.H. ve Toutanji, H. (2015). Monotonic and fatigue performance of RC beams strengthened with a polyurea coating system. *Construction and Building Materials*. 101 (2015), 22-29.
- Pathak, J.A., Twigg, J.N., Nugent, K.E., Ho, D.L., Lin E.K., Mott, P.H., Robertson, C.G., Vukmir, M.K., Epps, T.H. ve Roland, C.M. (2008). Structure evolution in a polyurea segmented block copolymer because of mechanical deformation. *Macromolecules*. 41(20): 7543- 7548. <https://doi.org/10.1021/ma8011009>.
- Paton, D. (1996). Training disaster workers: promoting wellbeing and operational effectiveness. *Disaster Prevention and Management*, 5(5), 11-18.
- Paton, D. ve Johnston, D.M. (2001). Disasters and communities: vulnerability, resilience and preparedness. *Disaster Prevention And Management*, 10(4), 270-277. Doi:10.1108/Eum0000000005930.
- Paton, D., Smith, L. ve Violanti, J. (2000). Disaster response: risk, vulnerability and resilience. *Disaster Prevention And Management*, 9(3), 173-180.
- Pelling, M. (2003). *The vulnerability of cities: natural disaster and social resilience*. London: Earthscan Publications.
- Percivall, G.S., Alameh, N.S., Caumont, H., Moe, K.L. ve Evans, J.D. (2013). Improving disaster management using earth observations-geoss and ceos activities. *IEEE Journal Of Selected Topics In Applied Earth Observations And Remote Sensing*, 6(3), 1368–1375. <https://Doi.Org/10.1109/Jstars.2013.2253447>.
- Perry, R.W. ve Lindell, M.K. (2003). Preparedness for emergency response: guidelines for the emergency planning process. *Disasters*, 27(4), 336-350.
- Pescaroli, G. ve Alexander, D. (2015). A definition of cascading disasters and cascading effects: going beyond the “toppling dominos” metaphor. *Planet@Risk*. 3(1), 58-67.
- Petak, W.J. (1985). Emergency management: a challenge for public administration. *Public Administration Review*, 45, 3-7.
- Picou J.S. ve Martin, C.G. (2007). Long-term community impacts of the exxon valdez oil spill: patterns of social disruption and psychological stress seventeen years

- after the disaster. *Department of Sociology, Anthropology and Social Work University of South Alabama*. Mobile, AL 36688.
- Preston, J., Chadderton, C. ve Kitagawa, K. (2014). The ‘State Of Exception’ and disaster education: a multilevel conceptual framework with implications for social justice. *Globalisation, Societies And Education*, 12(4), 437-456.
- Pyles, L. (2007). Community organizing for post-disaster social development: Locating social work. *International Social Work*, 50, (3), 321-333.
- Quarantelli, E.L. (1994). Draft of a sociological disaster research agenda for the future: theoretical, methodological and empirical issues. *Disaster Research Center*. <http://udspace.udel.edu/handle/19716/636>.
- Rejda, G. (1997). *Principles of risk management and insurance*. Amsterdam.
- Rezaei, A. (2018). Urban vulnerability assessment using ahp. *Advances In Civil Engineering*, 201820. <https://doi.org/10.1155/2018/2018601>.
- Robles, M. (1999). *EERI special earthquake report*. 1999 Kocaeli Earthquake.
- Rockett, J.P. (1999). Definitions are not what they seem. *Risk Management*, 1(3), 37-47.
- Saçaklıoğlu, F. ve Sarıkaya, Ö. (2002). *Olağandışı durumlarla ilgili temel kavramlar olağandışı durumlarda sağlık hizmetleri*. Ankara: Ttb Yayınları.
- Saravanan, M., Goswami, R. ve Palani, G.S. (2018). Replaceable fuses in earthquake resistant steel structures: a review. *International Journal of Steel Structures*, 18, 868–879.
- Sawalha, I.H., Shamieh, J.M. ve Meaton, J. (2018). Little details that make a difference: A value-based approach to disaster management. *Journal Of Business Continuity ve Emergency Planning*, s. 180-192.
- Saygın, Y. (2019). Camın icadı: cam nedir? ne zaman, kim tarafından bulundu? 02 .05 2022 tarihinde <https://bilgihanem.com/camin-icadi-cam-nedir/> adresinden erişildi.
- Sever, R. (2019). *Afetler ve afet yönetimi*. Pegem Akademi 1. Baskı. Ankara Isbn:978-605-037-030-0. Doi 10.14527/9786050370300.
- Sezgin, F. (2003). Kriz yönetimi. *Manas Sosyal Bilimler Dergisi*, 181-195.
- Shaluf , I. (2008). Technological disaster stages and management. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 17(1), 114-126.
- Shaluf, I.M., Ahmadun, F.R. ve Mat, S.A. (2003). A review of disaster and crisis. *Disaster Prevention And Management*, 12(1), 24-32.
- Shaluf, İ.M. (2007). Disaster types; Disaster prevention and management. *An International Journal*, 16(5), 704-717.

- Shaw, R. (2006). Indian ocean tsunami and aftermath: need for environment- disaster synergy in the reconstruction process. *Disaster Prevention and Management*, 15(1), 5-20.
- Shojaei, B., Najafi, M., Yazdanbakhsh, A., Abtahi, M. ve Zhang C. (2021). A review on the applications of polyurea in the construction industry. *Polymers for Advanced Technologies*. 32(8). <https://doi.org/10.1002/pat.5277>.
- Shu, Z., Li Shuan., Zhang J. ve He, M. (2017). Optimum seismic design of a power plant building with pendulum tuned mass damper system by its heavy suspended buckets. *Elsevier, Engineering Structures* .136, 114-132.
- Shultz, J., Kelly, F., Forbes, D., Verdeli, H., Leon, G., Rosen, A. ve Neria, Y. (2011). Üçlü tehdit travması: 2011 Japonya felaketi için kanıta dayalı akıl sağlığı müdahalesi. *Hastane Öncesi ve Afet Tıbbı*, 26 (3), 141-145. doi:10.1017/S1049023X11006364.
- Simpson, D.M. (2002). Toplum temelli eğitim ve hazırlık programlarında deprem tatbikatları ve simülasyonları. *Afetler* , 26 (1), 55-69.
- Smith, G., Lyles, W. ve Berke, P. (2013). The role of the state in building local capacity and commitment for hazard mitigation planning. *International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, 31(2), 178–203.
- Smith, K. (2013). *Environmental hazards. assessing risk and reducing disaster*. 6. Edition. London: Routledge. ISBN 9780415681063.
- Sofuoğlu, M.T., Gökçen, S. ve Gezgın, Y. (2001). Afetlerde 112 acil ambulans organizasyonu. *Toplum ve Hekim Dergisi*, 16(5), 352-356.
- Somarathna, H.M.C.C., Raman, S.N., Mutalib, A.A. ve Badri, K. H. (2015). Elastomeric polymers for blast and ballistic retrofitting of structures, *Jurnal Teknologi*, 76(1): 1-13.
- Sterling, M. (2008). Project management methodology for post disaster reconstruction. Paper presented at PMI® Global Congress 2008-Asia Pacific, Sydney, New South Wales, Australia. Newtown Square, PA: Project Management Institute.
- Symans, M.D., Charney, F.A., Whittaker, A.S., Constantinou, M.C., Kircher, C.A., Johnson, M.W. ve McNamara, R.J. (2008). Energy dissipation systems for seismic applications: current practice and recent developments. *Journal of structural engineering*, 134(1), 3-21.
- Szafran, J. ve Matusiak, A. (2016). Polyurea coating systems: definition, research, applications. XXIV Conference On Lightweight Structures in Civil Engineering, 2 December 2016, Olsztyn.

- Şahin, C. ve Sipahioğlu, Ş. (2003). *Doğal afetler ve Türkiye*. Ankara: Gündüz Eğitim ve Yayıncılık.
- Şahin, G.A. (2009). *Kentsel afet risklerine yönelik zarar azaltma stratejilerinin geliştirilmesi, Doktora tezi. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Şengel, H.H., Erol, H. ve Yavuz, E., (2009). Eskişehir sismik izolasyon tekniği ve kullanımına ilişkin örnek uygulama. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi* 11(2).
- Tarhan, R.B. ve Ergönenç, S. (2008). *Acil durum ve afet yönetimi inceleme raporu*. Başbakanlık Müfettişliği Raporu. Ankara.
- Taştan, B. ve Aydınoglu, A.Ç. (2015). Çoklu afet risk yönetiminde tehlike ve zarar görülebilirlik belirlenmesi için gereksinim analizi. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 31,s.366-397 İstanbul-Issn:1303-2429.
- Taymaz, T. (1999). *Deprem:Cogito*, Deprem Özel Sayısı. Yapı Kredi Yayınları, Sayı: 20, 72-87.
- TBDY (Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği). (2018). TC. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Ankara.
- TDK (Türk Dil Kurumu). (2021a). Afet kavramı tanımı. 09. 10. 2021 Tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden Erişildi.
- TDK (Türk Dil Kurumu). (2021b). Olay kavramı tanımı. 9. 10. 2021 Tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden Erişildi.
- TDK (Türk Dil Kurumu). (2021c). Yapı kavramı tanımı. 14. 05. 2022 Tarihinde <https://sozluk.gov.tr/> adresinden Erişildi.
- Temur, R. (2005). *Binaların deprem güvenliğinin belirlenmesinde İstanbul Üniversitesi Yöntemi*, İstanbul.
- Tezcan, S., Yazıcı, A., Özdemir, Z. ve Erkal, A. (2007). Zayıf kat-yumuşak kat düzensizliği. Altıncı Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı.İstanbul
- Thomas, A.V. (2019). Fınder: a d2d based critical communications framework for disaster management in 5g. *Peer-To-Peer Networking And Applications*, 12(4). 912-923.
- Thompson, P.A. ve Perry, J.G. (1992). *Engineering construction risks: A guide to project risk analysis and risk management*. Thomas Telford, London.
- Timur, H. (1990). Yönetimde karar verme ve problem çözme. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 8(2).

- Toader, G. R. (2016). Novel polyurea polymers with enhanced mechanical properties. *Applied Polymer Science* (43967), 1–7.
- Toader, G., Rusen, E., Teodorescu, M., Diacon, A., Stanescu, O., Rotariu, T. ve Rotariu T. (2016). Novel polyurea polymers with enhanced mechanical properties. *Applied Polymer Science*, 43967: 1–7.
- Topçu, A. (2014). Betonarme 16/05/2020 tarihinde http://mmf2.ogu.edu.tr/atopcu/index_dosyalar/Tarih/BeTarihi.pdf adresinden erişilmiştir.
- Toptaş, E. ve Akkuş, N. (2007). Şekil hafızalı alaşımlar ve endüstriyel uygulamaları. *Makine Teknolojileri Elektronik Dergisi*. (4) 15-22.
- Toth, L. E. (2019). *Elements of disaster management and first aid: acces la success acces la success*. Calitatea 20(99).
- Tremblay R. (2002). Inelastic seismic response of steel bracing members. *Journal of Constructional Steel Research*, 58(5-8), 665-701.
- TUCSA (Türk Yapısal Çelik Derneği). (2020). Deprem ve çelik. *Çelik Yapılar- Türk Yapısal Çelik Derneği Yayını*, 65(65). ISBN: 1303-9067.
- Tural Dikmen, A. (2019). *Türkiye'de doğal afetlerin makroekonomik etkileri. Doktora tezi Atatürk Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü.*
- Turhan, E. (2007). *Mimari tasarımda cam kullanımı ve alışveriş merkezlerinde değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Tutar, H. (2007). *Kriz ve stres yönetimi*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Türkoğlu, N. (2001). Türkiye'nin yüzölçümü ve nüfusunun deprem bölgelerine dağılışı. *Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi Dergisi*, 8.
- Türkseven, İ. (1999). Camın tarihsel gelişim serüveni, Teknoloji/Malzeme. 5.3.2021 tarihinde <http://egemimarlik.org/29/7.pdf> adresinden erişilmiştir.
- Tütüncü, B. ve Ökten, M. S. (2021). Taşıyıcı karton tüp sistemler ve Shigeru Ban mimarlığı. *Mimarlık ve Yaşam*, 6 (3), 793-817. DOI: 10.26835/my.882478.
- Tüysüz, O. (2021). *Deprem ve Türkiye*. İTÜ Avrasya Yer Bilimleri Enstitüsü ISBN: 9789750408793 2021.
- UN (United Nations). (2000). Internationally agreed glossary of basic terms related to disaster management. 25.04.2022 tarihinde <http://reliefweb.int/report/world/internationally-agreed-glossary-basic-terms-related-disaster-management>; adresinden erişilmiştir.

- UNDRR (United Nation Office for Disaster Risk Reduction). (2017). Understanding disaster risk. Web Sayfası. 20.02.2022 tarihinde <https://www.preventionweb.net/understanding-disaster-risk/component-risk/hazard> adresinden erişildi.
- UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction). (t.y.). Terminology. Web Sayfası. 24.11.2021 tarihinde <https://www.undrr.org/terminology/disaster> adresinden erişildi.
- UNGA (Birleşmiş Milletler Genel Kurulu). (2016). Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction. 09 13, 2021 tarihinde <https://www.undrr.org/publication/reportopenendedintergovernmentalexperworkinggroup-indicators-and-terminology> adresinden erişildi.
- UNISDR (United Nations International Strategy For Disaster Reduction). (2009). 2009 UNISDR Terminology On Disaster Risk Reduction. Geneva.
- Unlu, A. K. (2010). Disaster and crisis management in Turkey: a need for a unified crisis management system. *Disaster Prevention And Management*, 19(2), 155-174.
- URL-1, <https://resourcecentre.savethechildren.net/document/foresight-reducing-risks-future-disasters-priorities-decision-makers-2012/>. 14.05.2022.
- URL-2, <https://www.haberhurriyeti.com/haber/3606217/deprem-neden-olur-fay-hatlarinadir>. 03.09.2021.
- URL-3, <https://tr.wikipedia.org/wiki/Dünya>. 26.04.2022.
- URL-4, <https://cografyahocasi.com/sozluk/yerin-ic-yapisi.html>. 14.05.2022.
- URL-5, <https://www.milliyet.com.tr/egitim/haritalar/dunya-tektonik-haritasi-dunyadaki-levhalar-ve-hareketleri-6306578>. 14.05.2022.
- URL-6, https://jeoloji.deu.edu.tr/wp-content/uploads/2019/03/DERS_4-1.pdf. 10.04.2022.
- URL-7, <https://www.nenedirvikipedi.com/fizik/deprem-dalgaları-nedir-depremdalgaları-turleri-31516.html>. 28. 04.2022.
- URL-8, <https://www.teknokultur.net/afrika-levhasinin-yunanistan-ve-turkiyeye-etkisi/>. 16.05.2022.
- URL-9, <https://santiyede.com/betonarme-nedir-avantajlari-ve-betonarme-yapinin-olusturulmasi/>. 02.05.2022.
- URL-10, <https://www.sanalsantiye.com/yigma-yapi-nedir/> 02.05.2022.

- URL-11, <https://theconstructor.org/earthquake/seismic-dampers/8332/>.06. 05.2022.
- URL-12, <https://malzemebilimi.net/kompozit-malzeme-cesitleri.html>. 20.05.2022.
- URL-13, <https://www.fujiengineering.com/viskoz-damperler.php>. 06.05.2022.
- URL-14, <https://www.duayen.com.tr/>. 28.05.2022.
- Vassiliou, M. F., Burger, S., Egger, M., Bachmann, J. A., Broccardo, M. ve Stojadinovic, B. (2017). The three-dimensional behavior of inverted pendulum cylindrical structures during earthquakes. *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*. 46 (14). DOI: <https://doi.org/10.1002/eqe.2903>.
- Vatangül, E., (2008). *Kompozit malzemelerin mekanik özelliklerinin belirlenmesi ve ansys 10 programı ile ısı gerilme analizi*. [Lisans Bitirme projesi] Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Makine Mühendisliği Bölümü. İzmir.
- Vaughan, E. ve Vaughan, T. (1995). *Essential of insurance: a risk management perspective*. New York: Wiley; 1st edition. ISBN-10: 0471107581.
- Weichselgartner, J. (2001). Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. *Disaster Prevention And Management*. 10(2), 85-95.
- WHO (World Health Organization). (t.y.). *Health emergency and disaster risk management framework*. World Health Organization.
- Wilks, J. ve Moore, S. (2004). Tourism risk management for the asia pacific region: *An Authoritative Guide For Managing Crises And Disasters*. 6.5.2022 tarihinde https://www.apec.org/docs/default-source/publications/2004/12/tourism-risk-management-for-the-asia-pacific-region-an-authoritative-guide-for-managing-crisis-and-d/04_twg_risk__management_report.pdf?sfvrsn=df31fd82_1 adresinden erişildi.
- Winch, G.M. (2009). *Managing construction projects*. Blackwell Publishing. Landon.
- Wisner, B. ve Adams, J. (2002). *Environmental health in emergencies and disasters: a practical guide*. World Health Organization. ISBN 92 4 154541 0. 20.06.2021 tarihinde https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42561/9241545410_eng.pdf?sequence=1&isAllowed=y adresinden erişildi.
- Xue, L., Jr, W.M.W. ve Belytschko, T. (2010). Penetration of DH-36 steel plates with and without polyurea coating. *Mech. Mater.*, 42 (11), 981-1003.
- Yadav, R.N. (2016). Body armour materials: from steel to contemporary biomimetic system (Cilt 6). *The Royal Society Of Chemistry*, 6: 115145–115174.
- Yamamura, E. (2014). Impact of natural disaster on public sector corruption. *Public Choice*, 61(3–4), 385–405.

- Yıldırım, S., Aşık, G., Erkuş, B. ve Tonguç, Y. (2013). Sismik sönümleyici ve klasik güçlendirme yöntemlerinin karşılaştırılması. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Hatay, Türkiye, Eylül 25-27.
- Yıldırım, M. (2019). *Düzlemsel homotetik hareketler altında poliüre katlı metal levhaların mekanik özelliklerinin incelenmesi ve zırh malzemesi olarak kullanımının değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.*
- Yıldırım, S., Kalyoncuoğlu, A., Erkuş, B. ve Tonguç, Y. (2015a). Betonarme prefabrike yapıların sönümleyiciler ile sismik güçlendirme uygulaması. 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, İzmir, Türkiye, Ekim 14-16.
- Yıldız, B. ve Seçkin, P. N. (2019). Mimaride malzemelerin algısal farklılıklarının değerlendirilmesi, *İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 1 (1).
- Yılmaz, E. (2019). *Depremlerde meydana gelen tipik betonarme yapı hasarlarına 2018 türkiye bina deprem yönetmeliğine göre alınabilecek önlemler. İstanbul Teknik Üniversitesi. Deprem Mühendisliği ve Afet Yönetimi Enstitüsü. Yüksek lisans tezi. Deprem Mühendisliği Anabilim Dalı Deprem Mühendisliği Bölümü.*
- Yılmaz, G. (2018). *Samsun Büyükşehir Belediye İtfaiye'si ilcadım bölge grup amirliği 2016 yılı kayıtlarının afet yönetimi açısından analizi. Yüksek lisans tezi. Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Gümüşhane.*
- Yılmaz, H. (2014). Tarih metodu açısından olayın tanımı ve izahı. *Akademik Tarih ve Düşünce Dergisi*, 6(5), 64.
- Yousif, A.M.A. (2019). Disaster Management In Industrial Areas: Perspectives. Challenges And Future Research. *Journal Of Industrial Engineering And Management*, 12(1), 133-153.
- Youssef, G.H. (2010). *Dynamic properties of polyurea. Doktora tezi, University Of California. Los Angeles. University Of California.*
- Yön, B. ve Sayın, E. (2008). Kısa kolon teşkilinin yapı hasarlarına etkisi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 24 (1-2) 241-259.
- Yu, M.C. (2018). Big data in natural disaster management: A review. *Geosciences*, 8(5), 165.
- Zawawi, E., Yusof, N. ve Ismail, Z. (2018). Adoption of postdisaster waste management plan into disaster management guidelines for Malaysia. *The Journal Of Material Cycles And Waste Management*, 20. Doi: <https://doi.org/10.1007/S10163-016-0569-X>.

Ziv, A. (2006). Does aftershock duration scale with mainshock size? *Geophysical Research Letters*, 33(17), 1-16.



ÖZGEÇMİŞ

Öznur AKDUMAN, 2015 yılında girdiği Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü'nü kazandı ve 2020 Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladı. 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Sosyal Hizmetler Bölümü'ne Çift Ana dal yapmaya başladı ve 2020 yılında Sosyal Hizmetler Bölümü'nde lisans eğitimini tamamladı. Beraberinde 2018 yılında Gümüşhane Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulunda İlk ve Acil Yardım (Paramedik) kazanarak, 2020 yılında ön lisans eğitimini tamamlayarak mezun oldu. 2020 yılında Gümüşhane Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Afet Yönetimi Tezli Yüksek Lisans programına girmeye hak kazandı. 2021 yılından itibaren ise Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Sağlık Yüksekokulu Acil Yardım ve Afet Yönetimi Bölümünde Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktadır. Yabancı dili İngilizcedir.

Hazırlanmış olan tez çalışması Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 2209-A Üniversite Öğrencileri Araştırma Projeleri Destekleme Programı desteklenmiş olup 1919b011901241 başvuru numaralı projenin çıktısıdır.