

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**DEPREMDEN ETKİLENEN BETONARME KONUTLARIN ONARIM VE
YIKIMINA İLİŞKİN KARAR SÜRECİNE MALİYETLERİN ETKİSİ: VAN
KENTİ ÖRNEĞİ**

Sinan GÜNEŞ

GAYRİMENKUL GELİŞTİRME VE YÖNETİMİ ANABİLİM DALI

**ANKARA
2019**

Her hakkı saklıdır

TEZ ONAYI

Sinan GÜNEŞ tarafından hazırlanan “**Depremden Etkilenen Betonarme Konutların Onarım ve Yıkımına İlişkin Karar Sürecine Maliyetlerin Etkisi: Van Kenti Örneği**” adlı tez çalışması 01/06/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Metin ARSLAN
Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı



Jüri Üyeleri:

Başkan : Prof. Dr. Harun TANRIVERMİŞ
Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı



Üye : Prof. Dr. Metin ARSLAN
Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı



Üye : Doç. Dr. Gökhan DURMUŞ
Gazi Üniversitesi Teknoloji Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü



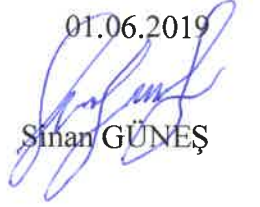
Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Özlem YILDIRIM
Enstitü Müdür Vekili

ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

01.06.2019


Sinan GÜNEŞ

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

DEPREMDEN ETKİLENEN BETONARME KONUTLARIN ONARIM VE YIKIMINA İLİŞKİN KARAR SÜRECİNE MALİYETLERİN ETKİSİ: VAN KENTİ ÖRNEĞİ

Sinan GÜNEŞ
Ankara Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Metin ARSLAN

Türkiye'nin önemli bir bölümünün deprem kuşağında yer alması, depremle ilgili çalışmalara her alanda ağırlık verilmesine yol açmıştır. Birçok araştırmacı, olası deprem risklerine karşı ekonomik, sosyal, hukuksal ve yapısal nitelikli teorik ve uygulamalı araştırma yapmakta ve gayrimenkul bilimleri alanında da bu tür çalışmalara ilgi birçok ülkede oldukça yüksek düzeydedir. Binaların onarım veya yıkım kararı verilmeden önce maliyet analizlerinin yapılması ve karar süreçlerinin ekonomik etkinlik ve rasyonel yöntemlere dayandırılmasına gereksinim duyulmaktadır. Bu araştırmanın amacı; depremden etkilenmiş ve hasar görmüş betonarme konutların onarım veya yıkımına karar verilmesine ilişkin durumlarda hasar tür ve seviyeleri ile maliyet faktörlerinin analizinin yapılarak etkin ve ekonomik karara ulaşılmasındaki yaklaşımların ortaya konulmasıdır. Araştırma kapsamında Van İli İpekyolu İlçesi Bahçıvan ve Alipaşa Mahalleleri'nde 2011 yılında Van depreminden zarar görmüş olan yaklaşık 300 adet betonarme konut incelenmiş olup, hasar türleri; taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda görülen çatlaklar, ezilmeler, dökülmeler, ayrılmalar ve göçmeler olarak tespit edilmiştir. Binaların hasar seviyeleri; hasarsız, az hasarlı, orta hasarlı, ağır hasarlı ve yıkık olarak sınıflandırılmıştır. Onarım tür ve maliyet yönteminde yapısal hasarlar, tamir maliyetleri, güçlendirme maliyetleri, acil barınma maliyetleri ve yaralanma ile ölüm gibi insani kayıplar ele alınmıştır. Yıkım tür ve maliyetlerinde yapı söküm tekniğine göre şantiye kurulumu, işçilik, ekipman, nakliye ve tasfiye maliyetleri yöntem olarak seçilmiştir. Onarım veya yıkım kararında kullanılan yöntemde ise güçlendirme yöntemlerine göre alternatifler

belirlenmiş olup, herbir alternatifin iç verim oranı, kârlılık endeksi ve geri ödeme süreleri yönlerinden karşılaştırmalı analizi yapılmıştır.

Araştırmada yeniden yapım alternatifi, yapının olduğu gibi bırakılma alternatifi, zemin kat güçlendirme ve tüm kat güçlendirme alternatifi olmak üzere dört adet alternatif belirlenmiş olup, zemin kat güçlendirme alternatifinin kârlılık endeksi, geri ödeme süresi ve iç verim oranı bakımlarından en uygun alternatif olduğu görülmüştür. Türkiye’de güçlendirme uygulamalarında sıkça rastlanılan % 40 maliyet oranının tek başına karar sürecinde değerlendirilmesi ve söz konusu oranın sabit bir oran olarak kullanılmasının gerçekçi sonuçlar vermekten uzak olacağı tespit edilmiştir. Buna ilave olarak araştırma kapsamının genişletilerek bölgesel ve ulusal düzeyde sonuçlarının karşılaştırılabilmesi için sosyal fayda-maliyet analizlerinin yapılması önerilmektedir. Son olarak gayrimenkul sektöründe çekirdek yetkinliği maliyet tahmini ile proje geliştirme ile proje değerlendirme olan gayrimenkul geliştirme ve yönetimi uzmanlarının binalarda onarım veya yıkım karar sürecinde etkin olarak rol almaları büyük önem taşımaktadır. Bu amaçla merkezi ve yerel düzeylerde yıkım veya onarım kararlarını veren bütün kurumlarda gayrimenkul geliştirme ve yönetimi uzmanlarının istihdam edilmesi, hem rasyonel karar kriterlerinin geliştirilmesi, hem de kaynak kullanım etkinliğinin artırılmasına hizmet edebilecektir.

Haziran 2019, 107 sayfa

Anahtar Kelimeler: Deprem, hasarlı yapı, hasar türü, hasar seviyesi, yapı maliyeti ve ekonomik analiz ve değerlendirme sonuçları

ABSTRACT

Master's Thesis

THE EFFECT OF COSTS ON THE DECISION PROCESS OF REPAIR AND DEMOLITION OF REINFORCED CONCRETE HOUSES AFFECTED BY EARTHQUAKE: THE CASE OF VAN CITY

Sinan GÜNEŞ

Ankara University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Real Estate Development and Management

Advisor: Prof. Dr. Metin ARSLAN

As a significant part of Turkey is on seismic belts, earthquake-related activities are attached importance in many areas. Many researchers conduct economic, social, legal, and structural theoretical and practical research related to possible earthquake risks, and interest in such studies in the field of real estate sciences is quite high in many countries. There is a requirement to carry out cost analyses before the decisions of repair or demolition of buildings and decision processes need to be based on economic efficiency and rational methods. The aim of this research is to reveal the approaches in reaching effective and economic decisions in cases of deciding the repair or demolition of concrete houses affected or damaged by earthquake through analysis of damage types and levels as well as cost factors. Within the scope of the research, approximately 300 reinforced concrete houses damaged by the Van earthquake in 2011 in the Bahçivan and Alipaşa neighborhoods of the İpekyolu district of Van have been examined and the types of damage were identified as cracks, crushes, spills, separations, and collapses in carrier and non-carrier elements. The damage levels of buildings were classified as undamaged, slightly damaged, moderately damaged, heavily damaged, and ruined. Structural damages, repair costs, retrofitting costs, emergency housing costs, and human losses such as injury and death were addressed in the repair type and cost method. In terms of demolition type and costs, construction site installation, labor, equipment, transportation, and disposal costs were chosen as the method based on the structure dismantling technique. Regarding the method used in the decision of repair or demolition, alternatives were determined based on the retrofitting methods and a comparative analysis of each

alternative in terms of internal efficiency rate, profitability index, and repayment periods was performed.

In the study, four alternatives have been determined as the reconstruction alternative, leaving the structure as it is alternative, ground floor reinforcement, and all floors reinforcement alternative, and the ground floor reinforcement alternative has been found to be the most suitable alternative in terms of profitability index, reimbursement period, and internal efficiency ratio. It has been revealed that considering the cost ratio of 40% that is frequently encountered in retrofitting applications in Turkey in the decision-making processes on its own and using this as a fixed rate would be far from being realistic. In addition, it is recommended to conduct social benefit-cost analyzes in order to compare the results at the regional and national levels by expanding the scope of the research. Finally, it is of utmost importance that real estate development and management experts, whose core competence is cost estimation and project development and valuation in the real estate sector, to play an active role in the repair or demolition decision process of buildings. For this purpose, employing real estate development and management experts in all institutions that make demolition or repair decisions at central and local levels can serve both to improve rational decision criteria and to increase resource utilization efficiency.

June 2019, 107 pages

Keywords: Earthquake, damaged structure, damage type, damage level, construction cost and economic analysis and evaluation results.

TEŞEKKÜR

Türkiye’de deprem nedeniyle hasar görmüş binalarda onarım veya yıkım kararı verilebilmesinin gerekçesi olarak hem literatür anlamında hem de yürürlükteki yasal mevzuatta yeterli bir altlık bulunmamaktadır. Söz konusu eksikliğin giderilmesi amacıyla akademik çalışma yapmam konusunda her aşamada bilgi birikimi ve desteğiyle yanımda olan danışman hocam sayın Prof. Dr. Metin ARSLAN’a (Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), çalışmam boyunca maddi ve manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen hocalarım sayın Prof. Dr. Harun TANRIVERMİŞ’e (Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı Başkanı), sayın Doç. Dr. Yeşim ALİEFENDİOĞLU’na (Ankara Üniversitesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi), Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü’nde yer alan tüm hocalarıma, her zaman yanımda olan çalışma arkadaşlarım Yük. Müh. Buket Gülsüm ÜLGER, Arş. Gör. Toygun ATASOY, Yük. Müh. Mehmet Oğuz ÖNDAĞ, Yük. Mim. Salih DEMİRKAYA, Öğr. Gör. Ümit GEDİK, Öğr. Gör. Dr. Sibel CANAZ SEVGİN, Öğr. Gör. Emir SUNGUROĞLU, Arş. Gör. Ahmet Hilmi ERCİYES, Arş. Gör. Abdurrahman TURSUN, Arş. Gör. Emine BAYDAN, Arş. Gör. Gizem ULUSOY, Ayşen SANBUR, Ahmet ÖNGÖN ve Selim ACAR’a, araştırmamın saha çalışmasında yardım, destek ve misafirperverliklerini hiçbir zaman esirgemeyen Emre GÜLAÇ, İskender DUMAN ve Şefik TAŞ’a, beni bugüne kadar yetiştiren ve dualarıyla her zaman destek olan aile bireylerim annem Susam DEMİR ve kardeşim Merve GÜNEŞ’e, yol arkadaşım ve eşim sevgili Gülnaz ŞENGÜL GÜNEŞ’e en derin duygularıyla teşekkür ederim.

Sinan GÜNEŞ

Ankara, Haziran 2019

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1 Problemin Tanımı ve Araştırmanın Amacı	2
1.2 Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları	3
1.3 Araştırmanın Önemi.....	3
2. LİTERATÜR ÖZETİ VE KURAMSAL TEMELLER.....	5
2.1 Literatür Özeti.....	5
2.2 Kuramsal Temeller	7
2.2.1 23 Ekim 2011 ve 9 Kasım 2011 Van depremleri	8
2.2.2 Van Gölü ve çevresinin jeolojisi.....	9
2.2.3 Bölgenin sismotektonik yapısı.....	10
2.2.4 Bölgenin zemin özellikleri	12
2.2.5 Betonarme binalarda hasar türlerinin belirlenmesi	14
2.2.6 Betonarme binalarda hasar seviyesi kriterleri	27
2.2.7 Onarım türü ve maliyetlerine ilişkin kuramsal temeller	33
2.2.8 Yıkım türü ve maliyetlerine ilişkin kuramsal temeller.....	39
2.2.9 Onarım yıkım maliyetleri analizine ilişkin kuramsal temeller	41
3. YÖNTEMLER	45
3.1 Hasar Türlerinin Belirlenmesine İlişkin Yöntemler	45
3.2 Hasar Seviyelerinin Belirlenmesine İlişkin Yöntemler.....	47
3.3 Hasar Seviyesi Kriterlerinin Oluşturulması.....	48
3.4 Depremden Etkilenen Betonarme Konut Örneklerinin Seçimi.....	50
3.5 Hasar Seviyelerinin Onarım ve Yıkım Açısından Analizi.....	54

3.5.1 Onarım türü ve maliyetleri	58
3.5.2 Yıkım türü ve maliyetleri	62
3.6 Onarım Yıkım Maliyetleri Analizine İlişkin Karar Yöntemleri	63
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	65
4.1 Hasar Türleri ve Hasar Seviyelerine İlişkin Bulgular	66
4.2 Onarım ve Yıkım İşlemlerine İlişkin Bulgular	71
4.3 Onarım ve Yıkıma İlişkin Verilerin Analizi	74
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	78
KAYNAKLAR	84
EKLER	87
EK 1 Van Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Hasar Tespit Formları	88
EK 2 Güçlendirme Alternatiflerine Altlık Oluşturan Takviye Detayları	94
EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları	97
EK 4 1. Alternatifin Keşif ve Metraj ile Yaklaşık Güçlendirme Maliyeti	106
ÖZGEÇMİŞ	107

KISALTMALAR DİZİNİ

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
AeDES	Deprem Sonrası Hasar ve Güvenlik Değerlendirmesi ve Kısa Vadeli Karşı Önlemler İçin Saha El Kitabı (Field Manual for Post-Earthquake Damage and Safety Assessment and Short Term Countermeasures)
AFAD	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
DDB	Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı
EMS	Avrupa Makrosismik Ölçeği (European Macroseismic Scale – EMS)
EMSC	Avrupa-Akdeniz Sismoloji Merkezi (European-Mediterranean Seismological Centre)
FEMA	Federal Acil Durum Yönetim Ajansı (Federal Emergency Management Agency)
GSMH	Gayri Safi Milli Hasıla
İMO	İnşaat Mühendisleri Odası
KRDAE	Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü
ODTÜ	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
USD	Amerikan Doları (United States Dolar – USD)
USGS	Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırmaları (United States Geological Survey)
UTC	Eş Güdümlü Evrensel Zaman (Coordinated Universal Time)
TBDY	Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 23 Ekim 2011 Van Depremi'nde meydana gelen ana ve artçı şokların haritası ...	9
Şekil 2.2 Van Gölü ve çevresinin jeoloji haritası.....	10
Şekil 2.3 Van Gölü ve çevresindeki diri faylar	11
Şekil 2.4 Van Gölü ve civarının sismotektoniği ve artçı şokların dağılımı	12
Şekil 2.5 23 Ekim 2011 Van-Muradiye ve 9 Kasım 2011 depremlerinde Van-Merkez kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonundan alınan kayda ait ivme spektrumu .	13
Şekil 2.6 Kolonlarda gözlenen çatlak çeşitleri	18
Şekil 2.8 Betonarme kirişlerde çatlak çeşitleri.....	19
Şekil 2.9 Deprem etkisiyle zemin sıvılaşması ve yapı üzerindeki etkisi (1964 Niigata Depremi)	22
Şekil 2.10 Zemin sıvılaşması nedeniyle yan yatan bina (17 Ağustos 1999, Sakarya)....	23
Şekil 2.11 Betonarme yapının temel zemininde zemin sıvılaşmasından kaynaklanan oturma (2011 Van/Erciş Depremi).....	24
Şekil 2.12 Betonarme binalarda zeminden kaynaklanan oturma hasarı	25
Şekil 2.13 Yetersiz temel derinliğinden kaynaklanan yapı hasarı	25
Şekil 2.14 Betonarme binada temel derinliği yetersizliği	26
Şekil 2.15 Dünyada hasar tespiti ile ilgili çalışmalar	27
Şekil 3.1 Depremden en çok etkilenen mahallelerden Alipaşa Mahallesi'nin sınırları ..	51
Şekil 3.2 Depremden en çok etkilenen mahallelerden Bahçıvan Mahallesi'nin sınırları .	51
Şekil 3.3 Alipaşa ve Bahçıvan Mahallesi'nde incelenen binaların konumları.....	52

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Van Depremi'nin değişik kaynaklara göre parametreleri	8
Çizelge 2.2 Dünya ve Türkiye'de hasar çeşitleri ve seviyeleri	16
Çizelge 2.3 Yapı elemanlarına göre hasar çeşitleri	18
Çizelge 2.4 Betonarme binalarda meydana gelen çatlak çeşitleri	20
Çizelge 2.5 TBDY'ye göre düzensiz binalar	21
Çizelge 2.6 TBDY'ye göre görelî kat ötelemesi sınırları	26
Çizelge 2.7 Detaylı hasar seviyesi tanımı	29
Çizelge 2.8 Betonarme binalar için hasar sınıflandırması	30
Çizelge 2.9 Farklı güçlendirme yöntemleri için ortalama maliyetler	38
Çizelge 2.10 Yıkım teknikleri	40
Çizelge 2.11 Yıkım türlerine göre maliyet kalemlerinin toplam yıkım maliyeti üzerindeki etkisi	41
Çizelge 3.1 Yapım yılları ve kat adetlerine göre bina sayıları	53
Çizelge 3.2 Yapım yılı ve kat adedine göre binaların sınıflandırılması	54
Çizelge 3.3 Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)	56
Çizelge 3.4 Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)	57
Çizelge 3.5 Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)	57
Çizelge 3.7 Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri	58
Çizelge 3.8 Onarım/güçlendirme türü ve maliyetleri	59
Çizelge 3.9 Bina elemanları için tamir oranları	61
Çizelge 3.10 İnsani kayıp tanımlamaları	61
Çizelge 3.11 Hasar seviyesi ve bina türlerine göre güçlendirme maliyetleri	62
Çizelge 3.12 Onarım/güçlendirme projelerine ilişkin SWOT analizi	64
Çizelge 4.1 Taşıyıcı elemanlarda hasar seviyeleri ile hasarlı bina sayıları	67
Çizelge 4.2 Taşıyıcı olmayan elemanlarda hasar seviyeleri ile hasarlı bina sayıları	69
Çizelge 4.3 Depremden etkilenen betonarme iskelet binaların hasar seviyeleri	70
Çizelge 4.4 Grup kodlarına göre hasar türleri	70
Çizelge 4.5 Güçlendirme aşamasında yapılacak iş ve işlemler	72
Çizelge 4.6 İskonto oranları ve alternatiflere göre kârlılık endekslerinin karşılaştırılması	75
Çizelge 4.7 Alternatiflere göre iç verim (kârlılık) oranlarının karşılaştırılması	76
Çizelge 4.8 İskonto oranları ve alternatiflere göre geri ödeme sürelerinin karşılaştırılması	76
Çizelge 4.9 Güçlendirme/yıkım maliyetlerinin karşılaştırılması	77

1. GİRİŞ

Türkiye sismotektoniği incelendiğinde bilinen tarihsel dönem deprem kayıtlarına göre M.Ö. 2000 yılından günümüze sürekli olarak hasarlı ve yüzey faylanması neden olan büyük depremlere maruz kalındığı görülmektedir. 1900-1995 döneminde hasarlı ve yüzey kırığı oluşturan depremlerin sayısının toplam 118 adet olduğu kayıt edilmiştir. Geçmişten günümüze süregelen depremlerin varlığı Türkiye’de ekonomik, sosyal, hukuksal ve yapısal birçok faaliyet alanında etkisini göstermiş ve bu alanlarda değişimlere neden olmuştur. Bu durum ülke sınırları içinde inşa edilecek yapıların tasarımında da önemli bir parametre olarak gündeme gelmiştir. Özellikle 1999 yılında meydana gelen Marmara Depremi’nde ortaya çıkan yaklaşık 10-13 milyar \$ düzeyindeki finansal yük de deprem gerçeğinin ekonomik anlamdaki önemini ortaya koymaktadır (Güneş 2018). Can ve mal kayıplarının büyüklüğü, depremlerin finansal ve ekonomik yükünün artmasına neden olmakta ve söz konusu kayıpların azaltılması için önlem alınmasını zorunlu kılmaktadır.

Günümüzde projelendirme veya uygulama hatalarından kaynaklanan, çevresel ve yapısal etkiler gibi çeşitli sebeplerle hasar gören yapıları ile kentsel dönüşüm gibi uygulamalarla yapılarda yıkım kararı verilmesi ya da onarılması sık rastlanan uygulama niteliğine sahiptir. Onarım veya yıkım kararları verilmesini gündeme taşıyan bir diğer konu ise deprem riskidir. Türkiye’de deprem riskinin yüksek olması nedeniyle, hasarlı binaların onarımı veya yıkım kararı verilmesi giderek yaygınlaşan ve inşaat sektöründe de göz önünde bulundurulması gereken bir yaklaşım olarak ön plana çıkmaktadır. Betonarme binalarda onarım veya yıkım kararı verilebilmesi için öncelikle bina ile ilgili maliyet analizi yapılması gerekli olmaktadır. Her ne kadar binalarda depreme dayanıklı tasarım yapılması ya da uygulama aşamasında yaygın olarak kullanılan teknikler bulunsada, literatürde maliyet analizi konusunda az sayıda çalışmaya rastlanması, bu alandaki boşluğu göstermektedir. Bununla birlikte her bir betonarme bina tasarımının kendine has özelliklerinin bulunması, maliyet analizi açısından genelleme yapılmasını olanaksız kılmaktadır. Depremden etkilenen hasar görmüş betonarme konutlar ile ilgili yıkım veya onarım kararını verecek ilgili idarenin, müteahhit veya bina sahibi gibi kişi ve kurumlara rehberlik etmesine de gereksinim duyulmaktadır.

1.1 Problemin Tanımı ve Araştırmanın Amacı

Deprem sonrası mevcut durumu öngörebilmek ve yapı stokunu ihtiyaca göre yeniden düzenleyebilmek için hasar tespit işlemleri hayati önem arz etmektedir. Deprem etkisi nedeniyle hasar gören konutlarda karşılaşılan sorunların başında hasar seviyelerinin tespit edilmesi gelmektedir. Türkiye’de mevcut durumda İnşaat Mühendisleri Odası tarafından yayımlanmış olan “Betonarme ve Yığma Binalar İçin Hasar Tespit Formu” kullanılmaktadır. Ancak birçok ülkede hasar seviyelendirme üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde; halen yürürlükte bulunan uygulamanın geliştirilmesinin gerekli olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu araştırmada betonarme konutlar özelinde yapılan hasar seviyesi belirleme kriterlerine ilişkin önceki çalışmalar gözden geçirilmiş ve saha çalışmalarının sonuçlarına göre karar organlarına yönelik öneriler ortaya konulmuştur.

Deprem nedeniyle hasar gören konutlarda yapı stokunun ihtiyaçlara cevap verebilmesi, deprem sonrası dönemde yeni can ve mal kayıplarının önlenmesi amacıyla hasar tespiti yapıldıktan sonra konut için onarım veya yıkım kararı verilmesi gerekir. Konu yapısal açıdan incelendiğinde, birçok yayın ve uygulamanın mevcut olduğu görülmektedir. Ancak söz konusu kararın maliyet açısından incelenmesi, literatürde az rastlanan bir çalışma alanı olmuştur. Bu nedenle onarım veya yıkım kararı verilmesi öncesi, maliyet analizlerinin yapılmasına ve ekonomik analizlere ilişkin yol gösterici araştırmalara da ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu araştırmanın amacı; depreme maruz kalmış ve hasar görmüş betonarme konutların onarım veya yıkımına karar verirken hasar tür ve seviyeleri ile maliyet faktörlerinin analizi yapılarak etkin ve ekonomik karara ulaşılmasına ilişkin yaklaşımların hem genel olarak, hem de Van Kenti örneği üzerinden belirlenmesidir. Saha çalışması aşamasında hem ilgili kamu kurumları tarafından kurulan hasar tespit komisyonlarının çalışma sonuçları, hem de konu ile ilgili yargı kararları kapsamlı olarak incelenmiş ve temel sorun alanlarının tespiti yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre özellikle mesken olarak inşa edilen ve kullanılan binalar için genelleme yapılması yoluna gidilmiş olup, saha çalışmasının tek bir yerleşim yerinde olması ve sınırlı sayıda binayı kapsamaması da dikkate alınarak sonuçların genelleştirilmesinde ihtiyatlı olunmasına özen gösterilmiştir.

1.2 Araştırmanın Kapsamı ve Sınırlılıkları

Araştırma ana hatları ile kuramsal bir çerçeveye dayandırılmış olup, depremde etkilenen betonarme konutlarda onarım veya yıkım kararının maliyetler açısından incelenerek karar sürecine katkı sağlanması olanakları tartışılmıştır. Türkiye'nin, deprem kuşağında yer alması ve depremin tarih boyunca meydana getirdiği yıkıcı etkileri göz önünde bulundurularak depremin önemi ortaya konulmuş olup, diğer doğal afetler ve yapı stokunu etkileyen faktörler kapsam dışı bırakılmıştır. Araştırma kapsamında depremde hasar gören yapılar arasında en fazla sayıda etkilenen yapı türünün betonarme konutlar olması nedeniyle saha çalışmasında betonarme konutlar ele alınmış ve diğer yapı türleri incelemenin kapsamı dışında bırakılmıştır. Depremde etkilenen betonarme konutların onarım veya yıkım kararının verilmesinin literatür çalışmalarında yer almaması, mevcut uygulamalarda karar verme sürecinin sağlıklı yürütülememesi ve halen yürürlükte olan mevzuat hükümlerinin yetersizliği gibi nedenlerle onarım veya yıkım kararı verilmesi analiz edilmiş ve riskli yapılarda hesaplanan güçlendirme ya da yıkım kararlarının tartışılması araştırmanın kapsamı dışında bırakılmıştır.

Araştırma sürecinde depremde etkilenen betonarme konutların onarım veya yıkım kararı verilebilmesi için yapı maliyetlerinden yararlanılmıştır. Karar sürecinin maliyet açısından incelenmesi sırasında metraj keşif, malzeme seçimi, yapı elemanları maliyeti ile yeniden yapım yaklaşık maliyetleri kullanılmıştır. Onarım ve yıkım süreçleri afet öncesi, afet anı ve afet sonrası olarak üç bölümde incelenmekte ve her bir süreç betonarme konutlar için kendine has maliyetleri de beraberinde getirmektedir. Araştırma kapsamında afet anında ve sonrasındaki süreçte meydana gelebilen maliyetler dikkate alınarak karar verme süreçlerine ilişkin altlık ortaya konulmuştur.

1.3 Araştırmanın Önemi

Son yıllarda meydana gelen büyük depremlerden olan 17 Ağustos 1999 Marmara Depremi ve araştırma konusunun örnek olay olarak seçilen 23 Ekim 2011 ve 9 Kasım 2011 Van Depremleri; yapı hasarı, can ve mal kaybı olarak büyük yıkımlara neden olmuştur. Boğaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi verilerine göre 7,4 şiddetinde

gerçekleşen 17 Ağustos 1999 depreminde can kaybı 17.479 kişi, yaralı sayısı 43.953 kişi, depremin gerçekleştiği tarih itibarıyla adı Bayındırlık ve İskân Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü Kriz Yönetim Merkezinin verilerine göre ağır hasarlı 66.441 konut ve 10.901 işyeri, orta hasarlı 67.242 konut ve 9.927 işyeri, hafif hasarlı 80.160 konut ve 9.712 işyerinin olduğu tespit edilmiştir. Meydana gelen deprem felaketinin sonucunda oluşan hasarın söz konusu dönemki Gayrisafi Milli Hâsıla (GSMH) içindeki payı yaklaşık %35 olarak tespit edilmiş ve depremin ülke ekonomisine yüklediği maliyetin 8-13 milyar \$ arasında gerçekleştiği tahmin edilmiştir (Elibol 2001).

23 Ekim 2011 ve 9 Kasım 2011 tarihlerinde gerçekleşen Van-Erciş Depremlerinde de benzer manzaralarla karşılaşmıştır. 23 Ekim 2011 depreminde 604 kişi ve 9 Kasım 2011 depreminde ise 40 kişi olmak üzere toplam 644 kişi hayatını kaybetmiş, her iki depremde 36.203 konut, 2.884 işyeri ve 9.602 ahır olmak üzere toplam 48.689 yapı yıkılmış veya ağır hasarlı, 18.181 konut, 3.907 işyeri ve 395 ahır olmak üzere toplam 22.483 yapı orta hasarlı, 58.374 konut, 7.992 işyeri ve 6.692 ahır olmak üzere toplam 73.058 yapı ise az hasarlı olarak tespit edilmiş olup, incelenen her yüz yapıdan 77'sinin hasarlı olduğu görülmüştür (Anonim 2014).

Yakın tarihte gerçekleşen söz konusu depremlere bakıldığında ortaya çıkan can ve mal kaybının toplumda ve ülke ekonomisinde yıkıcı etkilerinin olduğu görülmektedir. Önceki depremlerin sonuçlarının sayısal olarak kayıtlara alındığı, kapsamlı ekonomik, sosyal, mekânsal ve çevresel analizlerin yapılmadığı dikkati çekmektedir. Bununla birlikte önceki deneyimlerden alınan dersler, depremlerin yaşandığı dönemlerdeki uygulama eksiklikleri ve yaklaşım kaynaklı yanlışlıklar göz önünde bulundurularak gelecekte ortaya çıkması muhtemel yeni felaketlerin önlenmesi veya en aza indirilebilmesi için yeni yaklaşımların geliştirilmesine ihtiyacın olduğunu göstermesi bakımından önemli bulunmakta ve yenilikçi yaklaşımlardan biri de depremden etkilenen veya hasarlı yapıların güçlendirme ve yıkım kararlarının verilmesine yönelik teknik ve ekonomik araştırma sonuçlarına dayalı karar modellerinin geliştirilmesi ve etkin olarak uygulanması olduğu vurgulanmalıdır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ VE KURAMSAL TEMELLER

2.1 Literatür Özeti

Yanmaz ve Luş (2005) yapı güçlendirme yöntemlerinin fayda-maliyet analizi adlı çalışmalarında; yapılarda çeşitli güçlendirme işlemleri sonucunda ortaya çıkabilecek fayda ve maliyetleri sistematik olarak tayin eden bir altyapıyı tartışmak ve örnek bir bina analizi yaparak elde edilen sonuçları tartışmayı amaçlamış, bu kapsamda yapı türleri ve güçlendirme seçeneklerini ortaya koyarak nakit akım yöntemiyle fayda ve maliyetleri analiz etmiş ve sonuç olarak da güçlendirme işlemlerinin deprem zararlarını azaltmak için ekonomik olarak etkili çözümler sunabileceklerini ve fayda-maliyet analizinin en önemli parametrelerinin insani kayıplar, yapıda barınan insan sayısı ve faiz oranı olduğunu tespit etmişlerdir.

Arıkan vd. (2005) tarafından yapılan düşük maliyetli apartman binalarının sismik güçlendirilmesinin ekonomik değerlendirilmesi çalışmasında; yapılarda güçlendirme veya yıkım kararına ilişkin teamülde kullanılan %40 oranının yanıltıcı olabileceği öngörüsü ile bir maliyet önerisinde bulunmaktadır. Buna göre binanın yaşam döngüsü boyunca ortaya çıkabilecek tüm gelir ve maliyetlerinin ortaya konularak detaylı analiz yapılması gerektiğini belirtmiş ve elde edilen analiz sonuçlarına göre bina yaşı ile güçlendirme oranının diğerlerine göre baskın parametre olarak öne çıktığını tespit etmişlerdir. Yapılan analizlerde 40 yıllık binalarda kritik güçlendirme oranı %25 iken, bu oranın 10 yıllık binalarda ise %67'ye ulaşan değişim aralığına sahip olduğu saptanmıştır.

Boylu'nun (2005) İzmir'de mevcut betonarme binaların sismik rehabilitasyonu için fayda/maliyet analizi çalışmasında İzmir ve çevresindeki mevcut binaların depreme dayanıklı olarak güçlendirilmesinin ekonomik açıdan uygun olup olmadığının tespiti için 1900-2003 yılları arasında magnitüdüleri $M_s \geq 4,9$ olan depremler incelenmiş, Poisson Modeli kullanılarak bölgenin sismik risk değerleri hesaplanmış, bölgedeki hasar olasılıkları ve kayıp değerleri ortaya konularak Federal Emergency Management Agency (FEMA) tarafından uygulanan fayda/maliyet analizi modeli kullanılarak iki farklı betonarme binanın güçlendirme projeleri üzerinde değerlendirme yapılmıştır. Sonuç olarak her iki betonarme binanın da fayda/maliyet oranlarının ≥ 1 olması nedeniyle

uygulanacak güçlendirme projelerinin ekonomik açıdan uygun olduğu ortaya konulmuştur.

Kusar vd. (2013) tarafından kamu binaları için verimli güçlendirme senaryolarının seçimi araştırmasında mevcut binaların yenilenmesi gerekliliğinden hareketle sürdürülebilir kalkınma süreci kapsamında çok kriterli karar modeli oluşturulması gerektiği belirtilmiş olup, bu kapsamda bugünkü değer yöntemiyle fayda-maliyet analizinin yapılması öngörülmüş ve hesaba dâhil edilmesi gereken en önemli parametrelerin binanın yaşam döngüsü maliyetleri ile yapısal güvenlik kriterleri olduğu ifade edilmiştir. Elde edilen sonuçların yorumlanmasında önemli bir diğer hususun da yaşam döngüsü maliyetlerinin ağırlıklı olarak binanın enerji tüketimine bağlı olduğu belirtilmiştir.

Mutlu'nun (2015) mevcut yapıların güçlendirilmesi ya da yıkılmasına karar verilmesi aşamasında göz önüne alınması gereken kriterler adlı çalışmada; kamu binalarında hangi etkenlerin ekonomik değerlendirme kapsamına alınmasının tespiti amaçlanmış olup, ekonomik açıdan onarım/güçlendirme kararı alınabilmesi için bir yandan yapı güvenliği seviyesi ile ilişkilendirilmesi gerektiği ve diğer yandan da yapının yaşına göre bina maliyet oranlarının değişkenlik gösterebileceği ortaya konulmuştur. Çalışmanın sonucunda yapılarda onarım/yıkım kararı verilebilmesi için yalnızca ekonomik etkenlerin değerlendirilmesinin gerçekçi sonuçlar elde etmekten uzak olacağı ve bununla birlikte özellikle yapı yaşı ve yapı güvenliği gibi kriterlerin de ekonomik etkenler ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği tespit edilmiştir.

Yılmaz'ın (2016) güçlendirme/yıkım-yapım kararının belirlenmesine yönelik model önerisi araştırmasında; deprem riskinin yüksek olduğu bölgeler üzerinde araştırma yoğunlaştırılmış ve bu kapsamda söz konusu bölgelerde tanımlanmış 444 okul binası güçlendirme/yıkıp yeniden yapma projesi ile yine aynı bölgelerde faaliyet gösteren 385 inşaat mühendisinden anket yoluyla elde edilen görüşlerden oluşturulan veri seti analiz edilerek değerlendirme yapılmıştır. Elde edilen veriler tanımlayıcı istatistikler, açıklayıcı faktör analizi, çoklu doğrusal regresyon analizi ve lojistik regresyon analizi yöntemleri ile test edilmiştir. Yapılan analizlerin neticesinde; binalarda güçlendirme/yıkım kararı verilebilmesi için en önemli kriterlerin sırasıyla; binadaki korozyon durumu, güçlendirme

maliyetinin yıkıp yeniden yapma maliyetine oranı (maliyet oranı), binanın beton basınç dayanımı ve binanın bulunduğu bölgenin deprem sınıfı olduğu saptanmıştır.

Yılmaz vd. (2018) tarafından yayımlanan bina maliyet oranı ve bina güçlendirme maliyetini etkileyen faktörler arasındaki ilişki konulu araştırmada bina güçlendirme maliyetini etkileyen faktörlerin tespiti ve elde edilen faktörlerin bina maliyet oranı üzerindeki etkisinin ölçülebilmesi için 385 anket verisi faktör ve regresyon analizleri ile değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre binanın kalitesi, konumu ve yaşının bina maliyet oranı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmanın konusu ile ilgili yol gösterici nitelikte olan literatür altyapısının Türkiye’de henüz yeni sayılabilecek araştırma ve çalışmalardan oluştuğu görülmektedir. Bu kapsamda betonarme bir konut için yapılması gereken güçlendirme çalışmaları detaylı olarak incelenmekle birlikte çalışmalarda yapılması gereken maliyet analizlerinin aynı kapsamda değerlendirilmekten uzak olduğu ve güçlendirme/yıkım kararı sürecinde en etkili parametrelerden biri olan maliyet analizlerinin daha detaylı biçimde yapılması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

2.2 Kuramsal Temeller

Yapılan kapsamlı kaynak araştırması ve incelemeler neticesinde; betonarme bir konut üzerinde onarım/yıkım kararı verilebilmesi için öncelikle güçlendirme ve maliyet kriterlerinin belirlenmesi gerekli olmaktadır. Bu kapsamda kaynak araştırmalarında kullanılan yöntemler incelenmiş olup, güçlendirme modelinin oluşturulabilmesi için öncelikli olarak yapı güvenliğinin test edilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır. Yapı güvenliğinin sağlanabilmesi için; binanın deprem hareketine gösterdiği tepki, yapı çevresindeki yerel zemin özellikleri ve incelenen binanın kendine has özelliklerinin bilinmesi gerekli olmaktadır. Ortaya konulan kriterlerin test edilebilmesi için ise hasar görebilirlik eğrilerinin oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Fayda-maliyet analizi aşamasında betonarme konutlarda yaygın olarak ortaya çıkan maliyet kalemleri taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki olası hasarlar, konut içindeki ortaya çıkabilecek hasarlar, acil barınma maliyeti, güçlendirme maliyeti ve insani kayıplar (ölümler ve yaralanmalar) olmak üzere beş çeşit olarak öngörülmüştür. Hesaplanan fayda ve maliyet

kalemlerinin onarım yıkım kararında etkin olarak kullanılabilmesi için ise söz konusu fayda ve maliyetlerin net bugünkü değer analizi ile birlikte test edilmesi gerekmektedir. Buna göre elde edilecek sonuç sıfırdan büyük olursa, projenin uygulanabilirliği ortaya konulmuş olacaktır.

2.2.1 23 Ekim 2011 ve 9 Kasım 2011 Van depremleri

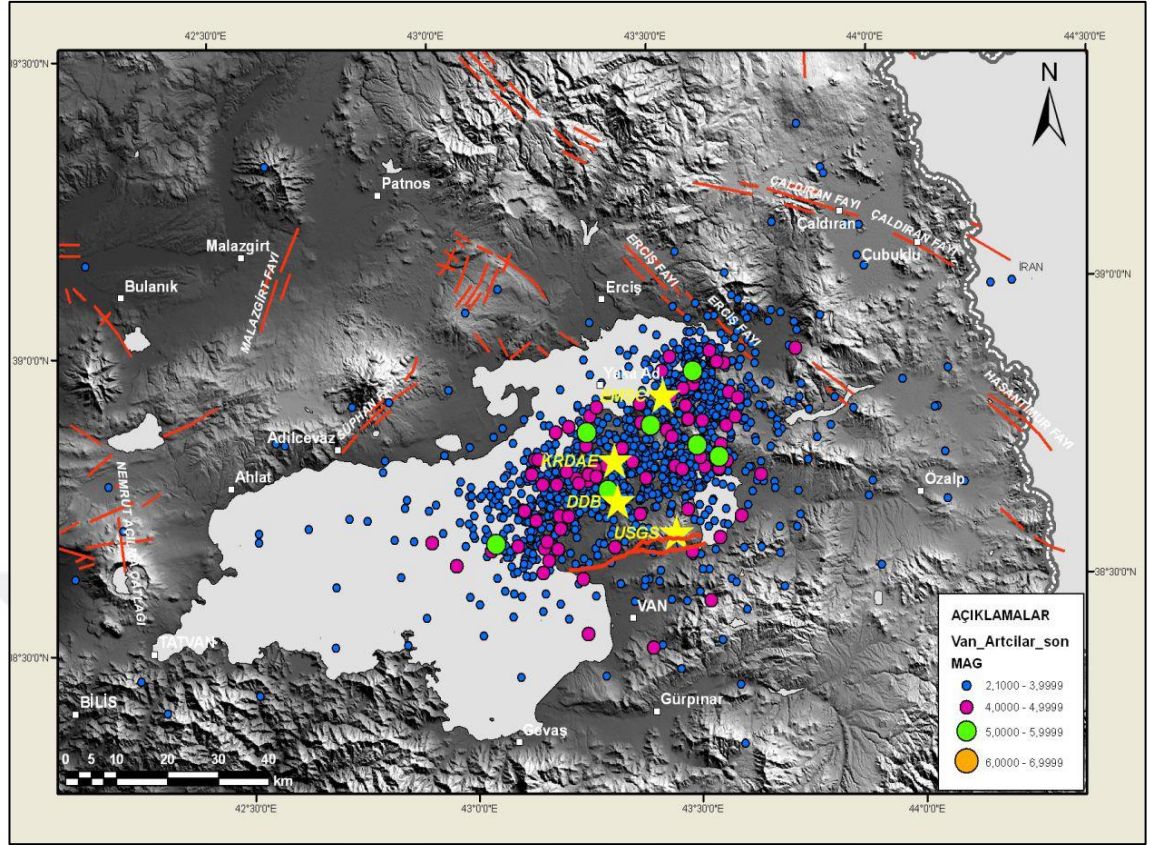
Depremden etkilenen betonarme konutlarda onarım/güçlendirme veya yıkım kararının verilebilmesi amacıyla öncelikli olarak doğal afetin meydana geldiği bölgenin şartlarının incelenmesi, bölgenin jeolojisi, sismotektonik yapısı ve zemin özelliklerinin bilinmesi gerekmektedir. Depremi meydana getirdiği ana şokun etkisini dünyada çeşitli kurum ve kuruluşlar ölçümleyerek etkinin büyüklüğü ortaya konulmuştur (Çizelge 2.1).

Kandilli Rasathanesi Deprem Araştırma Enstitüsü (KRDAE) tarafından belirtilen ana şok dışmerkez lokasyonu Van-Erciş karayolu üzerinde bulunan Tabanlı Köyü yöresinde meydana gelmiştir. Depremi lokasyonu itibarıyla Van İl merkezi ile Erciş İlçe merkezine uzaklığı yaklaşık olarak 30 km'dir. Depremi şiddeti M_w : 7,2 olarak hesaplanmış ve bu ana şoku takip eden bir dizi artçı şoklar da ilerleyen kısa süre içerisinde meydana gelmiştir. Ana şokun gerçekleştiği tarihten itibaren 7 gün içerisinde 1.200'ün üzerinde artçı şok meydana gelmiş olup, bunlardan büyüklüğü $M_w \geq 5,0$ olan artçı şokların sayısı ise 7 olarak tespit edilmiştir. Artçı depremlerin dağılımı Van İl'inin kuzeyinde Van Gölü ile Muradiye ilçesi arasında doğu kuzeydoğu – batı güneybatı uzanımında dağınık bir kümelenme sunmaktadır (Şekil 2.1, Emre vd. 2011).

Çizelge 2.1 Van Depremi'nin değişik kaynaklara göre parametreleri

Kaynak	Tarih	Saat	Koordinat		Derinlik (km)	Büyüklük			
			Enlem (K)	Boylam (D)		M_w	M_d	M_i	M_b
KRDAE	23.10.2011	13:41:21	38.7578	43.3602	5,0	-	-	7,2	-
DDB	23.10.2011	10:41:20 (UTC)	38.689	43.4657	19,02	-	-	6,7	-
EMSC	23.10.2011	10:41:22.0 (UTC)	38.86	43.48	10,0	7,2	-	-	-
USGS	23.10.2011	10:41:21 (UTC)	38.628	43.486	20,0	7,1	-	-	-

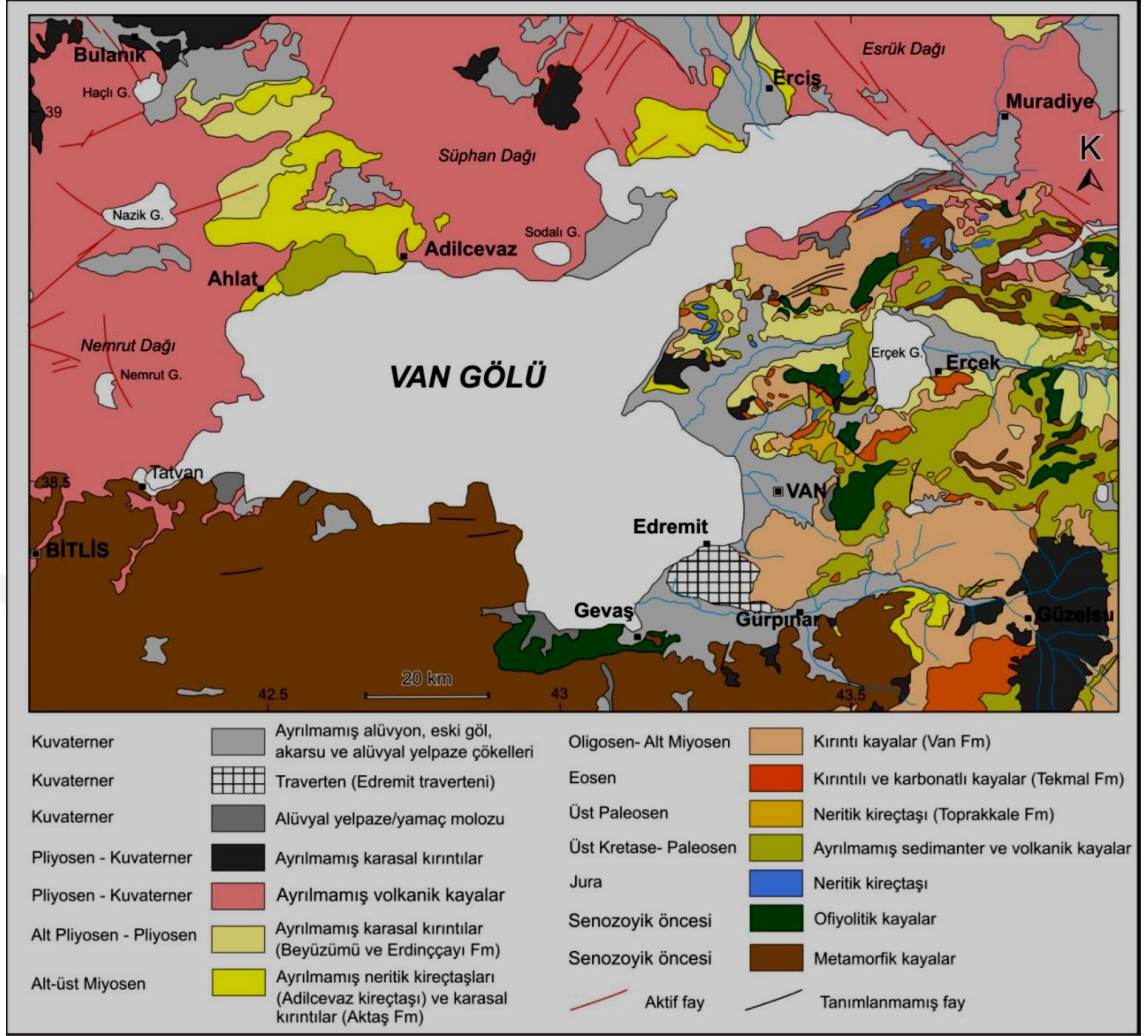
KRDAE; Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü, DDB; Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı, Deprem Dairesi Başkanlığı, EMSC; European-Mediterranean Seismological Centre, USGS; United States Geological Survey).



Şekil 2.1 23 Ekim 2011 Van Depremi'nde meydana gelen ana ve artçı şokların haritası

2.2.2 Van Gölü ve çevresinin jeolojisi

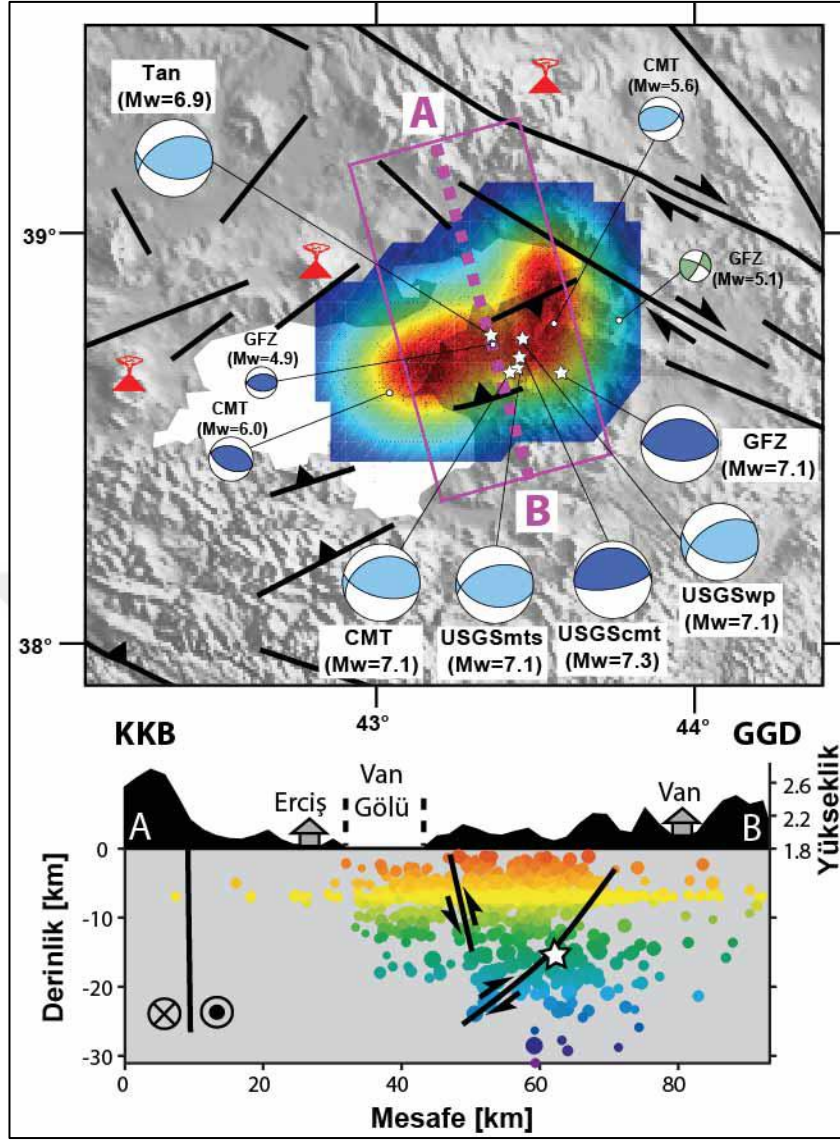
Maden Tetkik Arama Kurumu tarafından (Anonim 2002) hazırlanan Van Gölü Havzası'nda mevcut jeolojik durumun ortaya konulması neticesinde söz konusu bölgenin paleozoyik-güncel zaman aralığında oluşmuş kaya toplulukları ve alüvyon sedimanları yüzlek verdiği ifade edilmektedir. Raporda genel olarak havzanın güneyinde Bitlis Masifi'ne ait metamorfik kayaların, batısı ve kuzeyinde ise genç Nemrut ve Süphan'ın ürünleri olan volkanik ve volkanoklastik kayaların bulunduğu, doğusunda ise Yüksekova Karmaşığı'na ait volkanik kayalar ve ofiyolit bileşenleri, genç güncel akarsu ve gölsel kırıntılar ile karbonatların yüzeylendiği gösterilmiştir (Şekil 2.2).



Şekil 2.2 Van Gölü ve çevresinin jeoloji haritası

2.2.3 Bölgenin sismotektonik yapısı

Depremin meydana geldiği tarih olan 2011 yılında bölgede kapsamlı çalışma yürüten kurumlardan Orta Doğu Teknik Üniversitesi tarafından hazırlanan raporda bölgenin sismotektonik yapısına ilişkin olarak Arap plakasının kuzeye, Avrasya plakasına doğru yaklaşması sonucu geniş bir alanı etkileyen kuzey-güney yönlü sıkışma ve daralma kuşağı içinde kaldığı, söz konusu sıkışmanın, genel olarak doğu-batı uzanımlı bindirme fayları ile kuzeybatı-güneydoğu sağ yönlü ve kuzeydoğu - güneybatı uzanımlı sol yönlü doğrultu atımlı fayların oluşmasına neden olduğu ifade edilmiştir (Şekil 2.3). 23 Ekim 2011 tarihinde meydana gelen depremin bu sıkışma kuşağı içinde kaldığı, depremin merkez üssü Van şehir merkezinin hemen kuzeyinde ve Van Gölü'nün hemen doğusunda



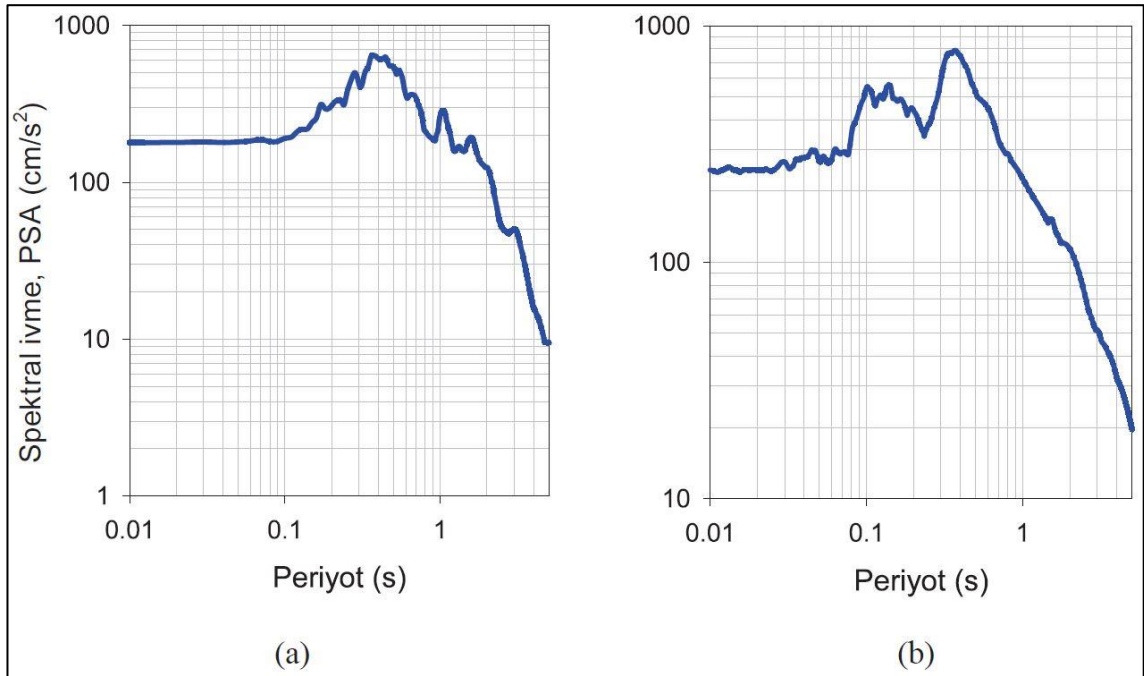
Şekil 2.4 Van Gölü ve civarının sismotektoniği ve artçı şokların dağılımı

2.2.4 Bölgenin zemin özellikleri

Van depreminin meydana geldiği ve çevresinde bölgenin jeolojik yapısı incelendiğinde, Van ve Erciş yerleşim merkezlerinin Van Gölü Formasyonu olarak tanımlanan ve göl, akarsu ve karasal çökellerin tekrarlanmasıyla oluşan gevşek zemin üzerinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 2.2). Van şehir merkezi için bölgedeki zemin yapısının gevşek özellikte ve yeraltı suyu seviyesinin ise yüzeye çok yakın olduğu ve yapılaşma açısından nispeten riskli olabileceği tespit edilmiştir (Özvan vd. 2005). Bölgedeki yerel zemin koşulları göz önüne alındığında, kalın çökel-alüvyon tabakasının hissedilen kuvvetli yer

hareketinin frekans içeriğini orta ve uzun periyotlarda etkilemesi ve tepki spektrumunun tepe noktasını orta periyot bandına ($0.5s \leq T \leq 1.0s$) kaydırması beklenebilir.

Depremi ana şoku sırasında Van şehir merkezinde bulunan kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonunda kayıt altına alınamamıştır. Bununla beraber benzer zemin özellikleri taşıyan Muradiye kuvvetli yer hareketi istasyonundan alınan ana şok kaydının tepki spektrumu incelendiğinde bir önceki paragrafta belirtilen zemine bağlı yer hareketi frekans içeriğinin ciddi anlamda etkilenmiş olabileceği gözlenmektedir (Şekil 2.5). Muradiye ana şok kaydına ait tepki spektrumu incelendiğinde kaydedilen maksimum yer ivmesinin yer çekimi ivmesinin yaklaşık % 20'si civarında olduğu bununla beraber $T = 0.4-0.5$ saniye civarında spektral ivme değerlerinin maksimum yer ivmesinin 3 katı üzerinde gerçekleştiği görülebilir. 9 Kasım 2011'de bölgede meydana gelen ikinci depremde Van-Merkez kayıt istasyonundan alınan kaydın tepki spektrumu incelenirse yukarıda bahsedilen karakteristiği gösterdiği anlaşılabılır (Şekil 2.5). Yerel zemin koşullarının neden olduğu bu büyütmenin özellikle yüksek katlı binalarda gözlenen hasara katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Bu konuda yapılan detaylı çalışmalar devam etmektedir.



Şekil 2.5 23 Ekim 2011 Van-Muradiye ve 9 Kasım 2011 depremlerinde Van-Merkez kuvvetli yer hareketi kayıt istasyonundan alınan kayda ait ivme spektrumu

Depremden etkilenen betonarme binaların zemin etüd raporlarının incelenmesi neticesinde söz konusu bölgede zemin özelliklerinin C grubu zeminler; (yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrıışmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar, serbest basınç direnci < 500 kPa, kayma dalgası hızı 400-700 m/sn) ve yerel zemin sınıfının ise Z3; ($15 \text{ m} < h_1 \leq 50 \text{ m}$ olan (C) grubu zeminler) olduğu tespit edilmiştir (Ek 2).

2.2.5 Betonarme binalarda hasar türlerinin belirlenmesi

T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) tarafından 44893885/952.99-7663 sayı ve 14.04.2014 tarihli yayınlanan hasar tespit genelgesinde afetler sonrası hasar tespit çalışmalarının bu genelge kapsamında yapılacağı bildirilmiştir. Buna göre 15.05.1959 tarihli ve 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun ve 29.05.2009 tarihli ve 5902 sayılı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun hükümleri uyarınca belirlenen usul ve esaslar doğrultusunda gerçekleştirileceği belirtilmiştir.

Hasar tespit genelgesinde hasar tespiti; meydana gelen afetin binaya verdiği hasarın gözlemsel olarak değerlendirilip derecelendirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Bu kapsamda yapılacak hasar tespit çalışmaları, 7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun kapsamında afet sonrasında gerçekleştirilecek olan acil yardım, hak sahipliği, kira yardımı ve yer seçimine esas teşkil eden hazırlık mahiyetinde işlem niteliğinde olup, binaların muhtemel afetler karşısındaki davranışını, performansını ve riskini ortaya koyar nitelikte ve kapsamda değildir.

Genelgede kapsamında, yalnızca afet sonrası binada meydana gelen hasar tespitine yönelik çalışmalar mevcutken, geçmiş afetlerin binada meydana getirdiği hasarlar, binanın bakımsızlığı veya ekonomik ömrünü tamamlamış olması gibi nedenler ile oluşan hasarların, projelendirme ve imalat hatalarının bu çalışma kapsamında dikkate alınmayacağı belirtilmiştir. Genelgede hasar tespit çalışmaları ile ilgili ilkeler anlatılmış

olup bu kapsamda, hasar tespit usulleri, içeriği ve hasar tespitinde kullanılacak belgeler ile bu belgelerin düzenleneceği belirtilmiştir. Ayrıca 7269 Sayılı Kanun kapsamında *Afet bölgelerinde yapılacak teknik işler* başlığı altında (13. maddeyi değiştiren 1051 Sayılı Kanunun 1. maddesi) “Yapılacak İşlere Esas Olmak Üzere İmar ve İskan Bakanlığınca Kurulacak Fen Kurulları” tarafından, afetin meydana geldiği arazinin durumu ile bütün yapılar ve kamu tesisleri incelenerek, hasar tespit raporu düzenlenmektedir.

Gereken hallerde, yapılarda meydana gelen hasarı tespit etmek üzere Bayındırlık ve İskan Bakanlığının isteği üzerine diğer bakanlık, kurum ve kuruluşlar, mahalli idareler, üniversiteler ve meslek odaları, konusunda deneyimli yeteri kadar inşaat mühendisi ve/veya mimarı hasar tespiti çalışmalarında derhal görevlendirmekle yükümlüdürler.” ifadesi ile yetkili kurum olarak Çevre ve Şehircilik Bakanlığı’nın (eski Bayındırlık ve İskan Bakanlığı) görevlendirilmiş ve hasar tespitinde görev almak üzere yetkili olarak; bakanlık, kurum ve kuruluşlar, mahalli idareler, üniversiteler ve meslek odaları, konusunda deneyimli yeteri kadar inşaat mühendisi ve/veya mimarlar işaret edilmiştir.

Dünyada hasar tespiti ile ilgili çalışmalara bakıldığında ülkelerin genellikle yıkıcı deprem tecrübesini sık yaşayan ülkeler olduğu; bina stokları, sosyo-ekonomik ve hukuki yapılarını dikkate alarak farklı kapsam, düzey ve detay seviyelerinde deprem sonrası hasar tespit çalışmalarını geliştirdiği gözlemlenmiştir. Türkiye’de ise bu kapsamda yapılan çalışmalara bakıldığında 1959 yılında çıkarılan 7269 Sayılı Kanun ve özellikle 17 Ağustos 1999 tarihinde yaşanan Marmara Depremi’nin büyük etkisi olduğu bilinmektedir.

Dünyada yapılan hasar tespiti ve hasar seviyesi belirleme çalışmalarına bakıldığında hasar çeşitlerinin ve hasar seviyelerinin birbirinden farklılık gösterdiği gözlemlenmekle birlikte genel olarak ortak paydada buluşulduğu anlaşılmıştır. Özellikle yapıda hasarın meydana geldiği yer, hasarın çeşidi bakımlarından büyük benzerlikler olduğu anlaşılmaktadır. Yapıda hasar seviyesi belirlemede ülkelerdeki yapım teknolojisi, mevcut yasal koşullar, sosyo-ekonomik durum, ülkenin bulunduğu coğrafya, meydana gelen depremlerin karakteristikleri gibi değişkenler de hasar tespiti kriterlerinde farklılık gösteren yanları açıklamaktadır (Çizelge 2.2):

Çizelge 2.2 Dünya ve Türkiye’de hasar çeşitleri ve seviyeleri

Kaynak	Hasar Seviyeleri	Hasar Çeşitleri
23 Ekim 2011 Van Depremi Gözlem Raporu	Hasarsız Hafif Hasarlı Orta Hasarlı Ağır Hasarlı Yıkık	- Eğilme, kesme eksenel yük hasarlarının gözlemlenmesi - Çatlaklar, beton örtüsünde ezilmeler, eğik çatlaklar, donatıda akma
Betonarme ve Yığma Binalar İçin Hasar Tespit Formu, İMO	O. Hasarsız A. Az Hasarlı B. Orta Hasarlı C. Ağır Hasarlı D. Yıkık	- Bütünüyle veya bölgesel göçme - Katlar arası kalıcı yer değiştirme miktarı, - Bina eğilme derecesi, - Ağırlıklandırılmış hasar yüzdesi ile hasar seviyeleri belirlenir
Yüksel 2008	Hasar seviyesi belirtilmemiş	- Sıva çatlakları, dolgu duvarda hasar, taşıyıcı sistemde hasar, - Kolonda; eğilme, kesme, burulma - Kirişte; eğilme ve kesme - Perde Duvar; eğilme göçmesi, kesme kuvveti göçmesi ve toptan göçme - Döşemede; büyük açıklıklarda aşırı sehim, perdelerin dönmesiyle döşeme-perde birleşim yerlerinde görülen çatlaklar - Kolon-Kiriş Birleşim Yerlerinde Hasarlar; yetersiz yanal donatı sıklaştırması, kiriş boyuna donatılarının kolona tam bağlanamaması - Sistem Kusurlarından İleri Gelen Hasarlar; rijitlik merkezi ile kütle merkezinin çakışmaması ve sonucunda burulma momenti oluşumu, katlar arasında ani rijitlik değişimi
Kaminosono vd. 2002	Seviye 1. Önemsiz Seviye 2. Hafif Seviye 3. Orta Seviye 4. Ağır	- Kolon genişliğine göre kolon, kiriş ve kolon-kiriş birleşim yerlerinde gözlemlenen; - Çatlak genişliklerine göre kesme çatlakları, örtü betonunda çatlaklar, donatılarda çıkmalar, kat eğilmesi, donatı bükülmesi, birleşim noktasında görünür düşey deformasyonlar
EMS98	Seviye 1. İhmal Edilebilir Hafif Hasar Seviye 2. Orta Hasar Seviye 3. Önemli Ağır Hasar Seviye 4. Çok Ağır Hasar Seviye 5. Yıkım	- Hasar çeşitleri yapısal veya yapısal olmayan elemanlarda olmasına göre ayrılır. - Hasar çeşitleri daha çok duvar, kolon, kolon-kiriş birleşim yerlerinde gözlemlenir. - Çerçeve elemanları üzerinde, sıvalarda, duvarlarda çatlaklar, donatılarda bükülme, beton örtüsünde ezilme, parçalanma, zemin katta çökme, kolonlarda eğilme
AeDES	D1. Hafif Hasar D2-D3. Orta Ciddi Hasar D4-D5. Çok Ağır Hasar	- Binada öncelikle bina kimliği, tanımlaması, tipolojisi, yapısal olmayan bileşenlerde hasar, dış risk ve mevcut kısa vadeli önlemler, zemin ve temel kullanılabilirlik değerlendirmesi yapılır. - Buna göre yapısal olmayan elemanlarda düşme, yapısal bileşenlerin yapı kapasitesini düşürecek şekilde zarar görmesi, yapısal bileşenlerin tam veya kısmi şekilde çökmesi sonucu yapının taşıma gücü kapasitesini önemli ölçüde değiştirir.

Günümüze kadar olan dönemde yapılmış olan hasar tespiti için belirlenen hasar çeşitleri ile söz konusu hasarlara göre betonarme binalar için belirlenen hasar seviyeleri detaylı olarak incelenmiştir. Betonarme binalarda görülen hasar çeşitlerinin birçok formda ortak olduğu belirtilmiştir. Buna göre betonarme binalar için belirlenen hasar çeşitleri;

- Yapısal veya yapısal olmayan elemanlarda olması,
- Her bir yapısal veya yapısal olmayan elemana göre ayrı hasar çeşidi (duvar, kolon, kiriş, döşeme, perde duvar),
- Elemanlarda görülen çatlakların çeşidi (eğilme, aksenel kuvvet veya kesme çatlakları),
- Birleşim yerlerinde görülen çatlaklar (kolon-kiriş birleşim yeri, perde-döşeme birleşim yeri),
- Beton içerisinde bulunan donatılara ait hasarlar (akma, kopma, bükülme gibi)
- Düzensizlik çeşitleri (planda düzensizlik ve düşey doğrultuda düzensizlik),
- Katlar arası kalıcı yer değiştirme
- Zemine ait hasarlar olarak sınıflandırılabilir.

Betonarme binalarda hasar çeşitleri, hasar seviyesi belirlenmesinde sınıflandırılmaktadır. Bu kapsamda hasar seviyesi belirlenmesine altlık teşkil edecek hasar çeşitlerinin ayrıntılı olarak incelenmesi bu seviyelerin belirlenmesi açısından bir zorunluluktur.

Yapısal/Yapısal Olmayan Elemanlar; üzerine gelen hareketli ve sabit yükleri taşıyarak zemine ileten elemanlara yapısal elemanlar, yapıda kullanım alanlarını birbirinden ayırmak, yeni kullanım alanları oluşturmak gibi çeşitli amaçlar için oluşturulan elemanlara ise yapısal olmayan elemanlar denir. Yapısal elemanlarda meydana gelen hasarlar yapının taşıyıcı sistemini etkilemekte ve binanın yeniden kullanımında kritik rol oynamaktadır.

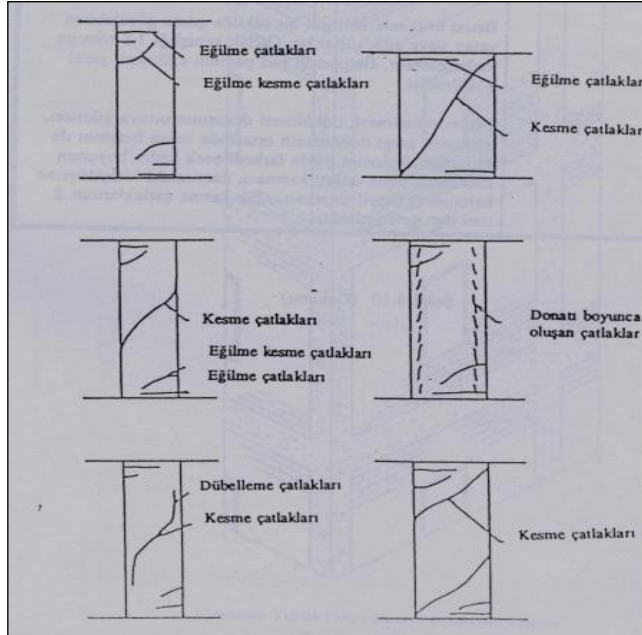
Yapısal olmayan elemanlarda meydana gelen hasarlar ise direk binanın taşıyıcı sistemi ile ilgili olmayıp, fakat dolaylı olarak taşıyıcı elemanları etkilemekte, ayrıca bu hasarlardan dolayı can ve mal kaybı da meydana gelebilmektedir.

Yapısal/Yapısal Olmayan Elemanlarda Hasar Çeşitleri (Duvar, Kolon, Kiriş, Döşeme, Perde Duvar); bina taşıyıcı sistemi içerisinde bulunan yapısal elemanlar ile yapısal olmayan elemanlarda her bir elemanda meydana gelen hasar çeşitleri, elemanların konumu, işlevi vb. özelliklerinden dolayı farklılık göstermektedir (Çizelge 2.3).

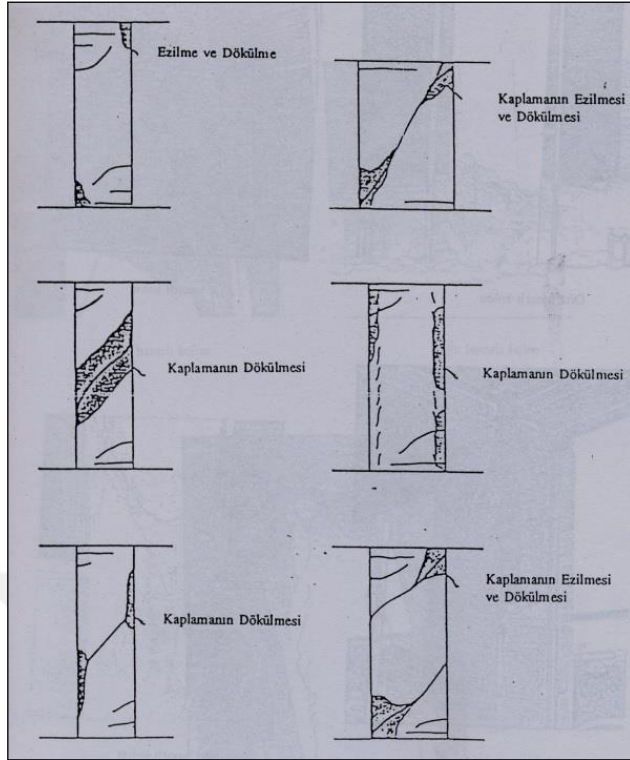
Çizelge 2.3 Yapı elemanlarına göre hasar çeşitleri

Yapı Elemanı	Hasar Çeşidi
Duvar	Kesme çatlakları, ayrılma ve dağılma
Kolon	Eğilme, kesme, burulma, kısa kolon, betonda ezilme, genişliklerine göre çatlak oluşumu, çekirdek betonunda ezilme görünür yerleşim ve/veya kat eğimi
Kiriş	Eğilme, kesme, betonda ezilme ve dökülme, moment ve kesme kuvveti taşıma gücünde azalma, genişliklerine göre çatlak oluşumu, çekirdek betonunda ezilme, görünür yerleşim ve/veya kat eğimi
Döşeme	Büyük açıklıklarda aşırı sehim, perdelerin dönmesiyle döşeme-perde birleşim yerlerinde görülen çatlaklar
Perde Duvar	Eğilme göçmesi, kesme kuvveti göçmesi ve toptan göçme

Betonarme kolonlarda meydana gelen hasar çeşitlerinden çatlak, ezilme ve dökülme hasarları aşağıdaki şekillerde gösterilmiştir (Çizelge 2.3, Şekil 2.6 ve Şekil 2.7).

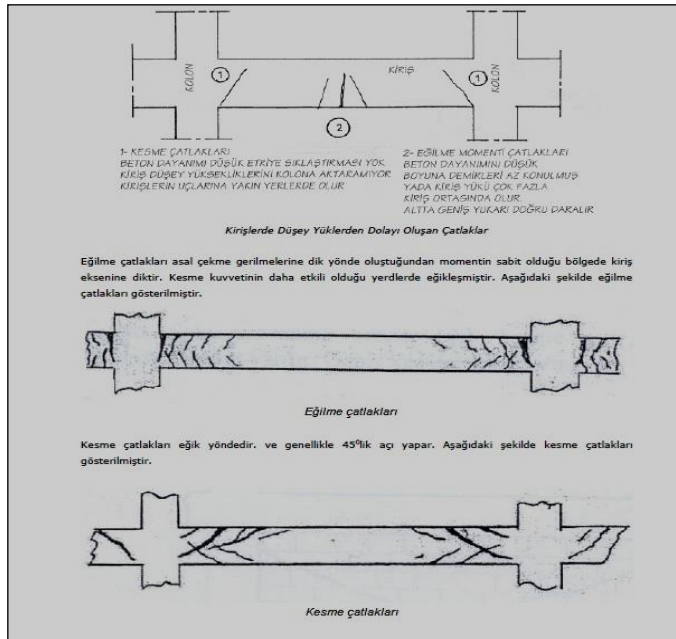


Şekil 2.6 Kolonlarda gözlenen çatlak çeşitleri



Şekil 2.7 Betonarme kolonlarda ezilme ve dökülme çeşitleri

Betonarme kirişlerde eğilme ve kesme kuvvetleri etkisiyle meydana gelen çatlak çeşitleri aşağıdaki şekilde detaylı olarak gösterilmiştir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Betonarme kirişlerde çatlak çeşitleri

Elemanlarda Görülen Çatlak Çeşitleri; betonarme binalar için hasar tespit çalışmalarında en sık karşılaşılan hasar çeşitlerinden biri taşıyıcı ve/veya taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelen çatlaklardır. Dünyada ve Türkiye’de halihazırda bulunan hasar tespiti ve hasar seviyesi belirleme çalışmalarında kriter olarak en çok kullanılan çatlaklar; elemanın taşıyıcı olup olmaması, genişliği, etkiyen kuvvetin yönü, çeşidi, malzeme özellikleri gibi nedenlerle değişkenlik göstermekte ve betonarme bina hakkında hasar seviyesi ile ilgili önemli bilgiler vermektedir (Çizelge 2.4).

Çizelge 2.4 Betonarme binalarda meydana gelen çatlak çeşitleri

Parametreler	Çatlak Çeşidi
Taşıyıcı olmayan eleman	Duvarlarda, pencerelerde, pencere boşluklarında
Taşıyıcı eleman	Kolon, kiriş, döşeme, perde duvar, kolon-kiriş birleşim yeri
Çatlak genişliği	Dar, orta, geniş çatlaklar
Etkiyen kuvvet çeşidi	Eğilme, kesme (kolon-kiriş), burulma (kolon)

Birleşim Yerlerinde Görülen Hasarlar; kolon-kiriş birleşim yerlerinde ve örtü betonunda oluşan parçalanmalar, ileri seviyelerde çapraz kesme çatlakları ile çekirdek betonun ezilmesi sonucu oluşmaktadır.

Donatılara Ait Hasarlar; donatılarda en sık karşılaşılan hasar türlerinin başında, donatının gelen yük etkisi altında betonun parçalanması ile birlikte ortaya çıkması ve buna bağlı olarak donatıda bükülmeler ile dayanım kaybına bağlı olarak akma dayanımına ulaşması olarak gösterilebilir. Bu sebeple donatı dayanım sınırına ulaşmış ve bu seviyeden sonra dayanım kaybı yaşamaya başlamaktadır.

Düzensizlik Çeşitleri; Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından yayınlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) kapsamında düzensizlik çeşitleri belirtilmiştir (Çizelge 2.5). Buna göre betonarme binalarda hasara neden olacak düzensizlik çeşitleri planda ve düşey doğrultuda olma durumuna göre;

- A1: Burulma düzensizliği
- A2: Döşeme süreksizlikleri

- A3: Planda çıkıntılar bulunması
- B1: Komşu katlar arası dayanım düzensizliği
- B2: Komşu katlar arası rijitlik düzensizliği
- B3: Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının süreksizliği olarak tanımlanmaktadır.

Çizelge 2.5 TBDY'ye göre düzensiz binalar

A – PLANDA DÜZENSİZLİK DURUMLARI
<u>A1 – Burulma Düzensizliği:</u> Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, herhangi bir katta en büyük görelî kat ötelemesinin o katta aynı doğrultudaki ortalama görelî ötelemeye oranını ifade eden <i>Burulma Düzensizliği Katsayısı</i> η_{bi} 'nin 1,2den büyük olması durumu.
<u>A2 – Döşeme Süreksizlikleri:</u> Herhangi bir kattaki döşemede; I – Merdiven ve asansör boşlukları dâhil, boşluk alanları toplamının kat brüt alanının 1/3'ünden fazla olması durumu, II – Deprem yüklerinin düşey taşıyıcı sistem elemanlarına güvenle aktarılabilmesini güçleştiren yerel döşeme boşluklarının bulunması durumu, III – Döşemenin düzlem içi rijitlik ve dayanımında ani azalmaların olması durumu
<u>A3 – Planda Çıkıntılar Bulunması:</u> Bina kat planlarında çıkıntı yapan kısımların birbirine dik iki doğrultudaki boyutlarının her ikisinin de, binanın o katının aynı doğrultulardaki toplam plan boyutlarının %20'sinden daha büyük olması durumu
B – DÜŞEYDE DÜZENSİZLİK DURUMLARI
<u>B1 – Komşu Katlar Arası Dayanım Düzensizliği (Zayıf Kat):</u> Betonarme binalarda, birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi birinde, herhangi bir kattaki <i>toplam etkili kesme alanı</i> 'nın, bir üst kattaki <i>toplam etkili kesme alanı</i> 'na oranı olarak tanımlanan <i>Dayanım Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ci} 'nin 0.80'den küçük olması durumu.
<u>B2 – Komşu Katlar Arası Rijitlik Düzensizliği (Yumuşak Kat):</u> Birbirine dik iki deprem doğrultusunun herhangi biri için, bodrum katlar dışında, herhangi bir i'inci kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranının bir üst veya bir alt kattaki ortalama görelî kat ötelemesi oranına bölünmesi ile tanımlanan <i>Rijitlik Düzensizliği Katsayısı</i> η_{ki} 'nin 2,0'den fazla olması durumu.
<u>B3 – Taşıyıcı Sistemin Düşey Elemanlarının Süreksizliği:</u> Taşıyıcı sistemin düşey elemanlarının (kolon veya perdelerin) bazı katlarda kaldırılarak kirişlerin veya guseli kolonların üstüne veya ucuna oturtulması, ya da üst kattaki perdelerin altta kolonlara oturtulması durumu.

Zemine ait hasarlar; zemin sıvılaşması deprem anında zeminlerde meydana gelen hasarların başında gelmektedir. Yeraltı su seviyesinin yükselerek zemin daneleri arasındaki boşluk suyu basıncını artırmasıyla zemin sıvı gibi akıcı duruma gelir. Sıvılaşma etkisiyle zemin yük taşıma kapasitesinde önemli ölçüde kayba uğrar. Bu

durumun sonucu olarak da yapıda büyük yer değiştirmeler meydana gelerek temelde göçmelere ve büyük çatlaklara sebebiyet verir. Zemin sıvılaşmasının nedenleri arasında zemin emniyet gerilmesinin tasarım aşamasında yüksek alınması, yapıya uygun temel seçiminde hata yapılması veya zeminde yeterli tedbirlerin alınmadığı gösterilebilir (Anonim 2018).

Zemin sıvılaşması, depremden kaynaklanan titreşimler sebebiyle gevşek, suya doygun durumdaki taneli zeminlerin taşıma kapasitesinde kayba neden olarak sıvı gibi davranması olarak tanımlanabilir (şekil 2.9 ve şekil 2.10). Zemin sıvılaşmasının sebepleri incelendiğinde;

- Gevşek bir yerleşime sahip olması
- Daneler arasındaki bağ
- Boşluk suyu drenajının engellenmesine bağlı olduğu gözlemlenmektedir.



şekil 2.9 Deprem etkisiyle zemin sıvılaşması ve yapı üzerindeki etkisi (1964 Niigata Depremi)

Zeminde sıvılaşma oluşumu ise nedenleri arasında:

- Zemin kohezyonsuzdur
- Zemin gevşektir
- Zemin suya doygunudur
- Deprem yeteri kadar şiddetli ve süreli yer hareketi üretir
- Yer hareketi zeminde drenajsız koşullara neden olması şeklinde gösterilmektedir. Bu durumdan kaynaklanan hasarlar ise:
- Kum kaynaması
- Akma göçmesi
- Yanal yayılma
- İstinat yapısı yenilemesi
- Taşıma gücü kaybı
- Gömülü yapı yüzeylemesi şeklinde ifade edilmektedir (Anonim 2018).



Şekil 2.10 Zemin sıvılaşması nedeniyle yan yatan bina (17 Ağustos 1999, Sakarya)

Zeminden kaynaklı meydana gelen bir diğer hasar çeşidi ise betonarme binalarda gözlemlenen oturmalar. Oturmalar elastik oturma ve konsolidasyon oturması olarak

iki bileşenden oluşmaktadır. Elastik oturma, bir diğer adıyla ani oturma, yapım süresince yapı yükü zemine intikal ederken meydana gelen oluşan oturmalar (Şekil 2.11 ve Şekil 2.12). Konsolidasyon oturması ise tamamlanması uzun bir süreç alan, yapının nihai oturması anlamına gelen oturma çeşidi olarak nitelendirilmektedir. Yapısal hasara neden olan oturmalar bu iki oturmanın birlikte ortaya çıkmasıyla toplamı sonucu oluşmaktadır. Eğer yapı özellikle ön yüklenmeye maruz kalmışsa elastik oturma toplam oturmanın büyük bir kısmını teşkil etmektedir. Bu nedenle her iki oturmanın da hesaba katılması ve hesaplanabilmesi yapı rijitliğine ek olarak önem taşımaktadır (Anonim 2018).



Şekil 2.11 Betonarme yapının temel zemininde zemin sıvılaşmasından kaynaklanan oturma (2011 Van/Erciş Depremi)



Şekil 2.12 Betonarme binalarda zeminden kaynaklanan oturma hasarı

Özellikle yüksek ve çok katlı narin yapıların temellerinde deprem kuvveti etkisiyle meydana gelen yapı yüklerinin oluşturduğu gerilmeler, yetersiz temel derinliği ile birlikte kolayca yapının taşıma kapasitesini aşarak yapısal hasara neden olmaktadır (Şekil 2.13 ve Şekil 2.14). Yetersiz temel derinliğine sahip zeminlerde genlikleri ve periyotları büyük olan depremlerden kaynaklanan büyük deformasyonların görülmesi muhtemeldir. Deprem sırasında oluşan bu oturmalar farklı oturmalara ve bunun sonucu olarak da yapısal hasarlara sebebiyet vermektedir (Birand 2007).



Şekil 2.13 Yetersiz temel derinliğinden kaynaklanan yapı hasarı



Şekil 2.14 Betonarme binada temel derinliği yetersizliği

Katlar arası kalıcı yer değiştirme; depremin etkisiyle yapıda yüklenen enerjinin yapı içerisinde tüketilmesi gerekmektedir. Yapının bu yükleme sonucu yıkılmayacak kadar elastik ötesi bir davranış göstermesi beklenebilmektedir. Yapılar için elastik sınırlar ötesinde deformasyon olacağı varsayımı ile şiddetli depremlerde büyük yer değiştirmeler gözlemlenebilir. Buna karşılık yapıya yeterli rijitliğin kazandırılması amacıyla katlar arası kalıcı yer değiştirmenin sınırlandırılması gerekmektedir (Tekeli vd. 2008).

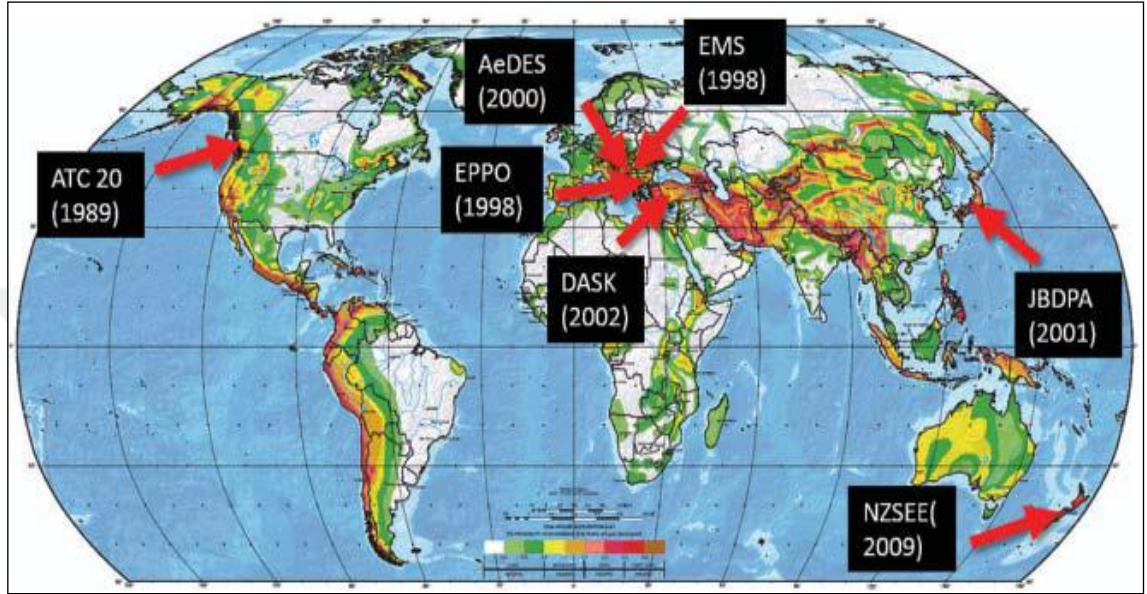
TBDY'ye göre görelî kat ötelemesi oranı, ilgili katta hesaplanan en büyük görelî kat ötelemesinin kat yüksekliğine bölünmesi ile elde edilmektedir. Görelî kat ötelemesinin kontrolü ise doğrusal elastik yöntem ile yapılan hesapta her bir deprem doğrultusunda binanın herhangi bir katındaki kolon veya perdelerin görelî kat ötelemeleri, verilen sınır değerler ile karşılaştırılarak elemanın hangi hasar bölgesinde olduğuna karar verilmektedir. Buna göre görelî kat ötelemesi sınırları, i. katta j. kolon veya perdenin alt veya üst uçları arasında yer değiştirme farkı olarak hesaplanan görelî kat ötelemesinin (δ_{ji}), ilgili elemanın yüksekliğine (h_{ji}) oranı ile elde edilmektedir (Çizelge 2.6).

Çizelge 2.6 TBDY'ye göre görelî kat ötelemesi sınırları

Görelî Kat Ötelemesi Oranı	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
δ_{ji} / h_{ji}	0.01	0.03	0.04

MN: Minimum Hasar Bölgesi, GV: Belirgin Hasar Bölgesi, GÇ: İleri Hasar Bölgesi

Dünyada ve Türkiye’de hasar tespit çalışmaları için el kitabı, form gibi birçok doküman kullanılmaktadır (Anonim 2016). Özellikle dünyada Japonya, İtalya, ABD, Yeni Zelanda, Kanada gibi ülkeler bu konuda detaylı çalışma yapmış ve yapının kullanılabilirliği konusunda değerlendirmelerde bulunmuşlardır (Şekil 2.15).



Şekil 2.15 Dünyada hasar tespiti ile ilgili çalışmalar

Türkiye’de ise hasar tespiti ile ilgili “Betonarme ve Yığma Binalar İçin Hasar Tespit Formu” adı altında 2002 yılında Doğal Afet Sigortaları Kurumu için geliştirilen objektif ve güvenilir bir yöntem geliştirilmesine yönelik en önemli adımlardan biri atılmıştır. Ayrıca AFAD tarafından 14.04.2014 tarihinde yayınlanan genelge ile Afet Etkisi Belirleme Formları, Acil yıktırılacak bina raporu, kesin hasar tespit formları, itiraz hasar tespit formları ve tarımsal zarar tespit formları hazırlanarak hasar tespit işlemlerinde kullanıma sunulmuştur.

2.2.6 Betonarme binalarda hasar seviyesi kriterleri

Betonarme binalar için hasar seviyesi parametreleri belirlerken, hasar tespitinde kullanılan hasar çeşitlerini kullanmak gerekmektedir. Araştırmanın amacında da belirtildiği gibi deprem sigortalarına altlık teşkil edecek hasar seviyesini belirlemek için

hasar çeşitlerinin bilinmesi faydalı olacaktır. Bu kapsamda öncelikle hasar çeşitleri sınıflandırılmış ve hasar tespit çalışmalarının uygulamada nasıl yapıldığı incelenmiştir.

Dünyada ve Türkiye’de mevcut durumda kabul görerek tasarlanmış ve/veya uygulanmakta olan hasar tespit formları ile bu formların kullanılmasına altlık teşkil eden tüm bilgi ve belgeler incelenmiş ve özetlenerek hasar belirlemede kullanılacak ölçütler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

Kaminosono vd’nin (2002) yayımlanmış oldukları kılavuza göre binaların güvenli olup olmaması, sınırlı girişe sahip olup olması ve incelenme durumlarına göre 3 grupta sınıflandırıldığı görülmektedir. Artçı sarsıntı tehlikesi bulunması, yapısal veya yapısal olmayan elemanlarda görülen hasarlar veya küçük onarımlar gerektiren durumlar için bu sınıflandırma kullanılmıştır. Kılavuzda ayrıca hasar seviyeleri de detaylı olarak tanımlanmıştır (Çizelge 2.7).

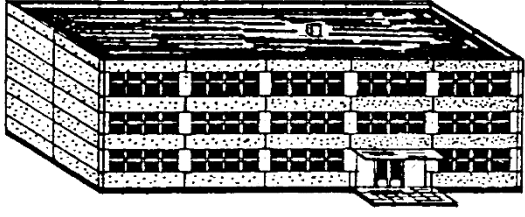
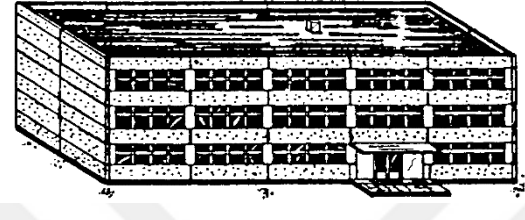
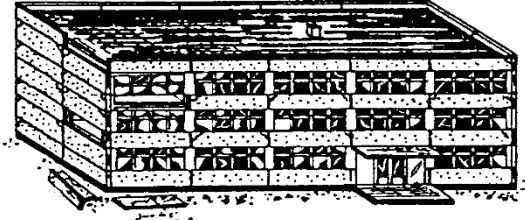
- Seviye 1: Önemsiz
- Seviye 2: Hafif
- Seviye 3: Orta
- Seviye 4: Ağır
- Seviye 5: Yıkık olarak nitelendirilmiştir.

Betonarme yapılar için hasar seviyeleri; İhmal edilebilir hafif hasar, orta hasar, önemli ağır hasar, çok ağır hasar ve yıkım olarak 5 grup altında toplanmıştır. Hasar sınıflandırması belirlenmesinde özellikle yapıda hasar meydana gelen elemanın yapısal ve/veya yapısal olmayan elemanlarda meydana gelmesi, hasarın meydana geldiği bölge, hasarın oluşum şekli gibi parametreler hasar sınıflandırmasında etkili olmuştur (Anonymous 1998, Çizelge 2.8).

Çizelge 2.7 Detaylı hasar seviyesi tanımı

Hasar Seviyesi	Kolon Genişliği > 40cm	Kolon Genişliği < 40cm	Kolon-Kiriş Birleşim Noktası	Kiriş
Seviye 1 (Önemsiz)	Az bir şekilde görünür kesme çatlakları (Çatlak Genişliği < 0,2mm)	Kesme çatlakları yoktur	Kesme çatlakları yoktur	Az bir şekilde görünür kesme çatlakları (Çatlak Genişliği < 0,2mm)
Seviye 2 (Hafif)	Açıkça görünür kesme çatlakları (0,2mm<Çatlak Genişliği<1mm)	Az bir şekilde görünür kesme çatlakları (Çatlak Genişliği < 0,2mm)	Kesme çatlakları yok Kolon birleşim yerinde parçalanma	Açıkça görünür kesme çatlakları (0,2mm<Çatlak Genişliği<1mm)
Seviye 3 (Orta)	Geniş çatlaklar (1mm<Çatlak Genişliği<2mm) Örtü betonunda yerel çatlaklar ve donatılarda küçük çıkıntılar gözlemlenebilir	Açıkça görünür kesme çatlakları (0,2mm<Çatlak Genişliği<1mm)	Kesme çatlakları yok Birleşim noktasındaki örtü betonunda parçalanma	Geniş veya büyük kesme çatlakları (1mm<Çatlak Genişliği<5mm) Örtü betonunda yerel çatlaklar ve donatılarda küçük çıkıntılar gözlemlenebilir
Seviye 4 (Ağır)	Büyük çatlaklar (Çatlak Genişliği>2mm) Örtücü betonda büyük dökülmeler ve donatılarda geniş çıkıntılar gözlenir. Ancak donatıların bükülmesi gözlenmez.	Büyük çatlaklar (Çatlak Genişliği>2mm) Örtücü betonda büyük dökülmeler ve donatılarda geniş çıkıntılar gözlenir. Ancak donatıların bükülmesi gözlenmez.	Çapraz kesme çatlakları Birleşim noktasındaki örtü betonunda parçalanma	Büyük kesme çatlakları (Çatlak Genişliği>5mm) örtü betonunda geniş çaplı dökülme geniş donatı çıkıntıları
Seviye 5 (Yıkık)	Donatıların bükülmesi ve/veya kırılması Çekirdek betonun ezilmesi Görünür yerleşim ve/veya kat eğimi	Donatıların bükülmesi ve/veya kırılması Çekirdek betonun ezilmesi Görünür yerleşim ve/veya kat eğimi	Donatılarda bükülme Çekirdek betonun ezilmesi Birleşim noktasında görünür düşey deformasyon	Donatıların bükülmesi ve/veya kırılması Çekirdek betonun ezilmesi Görünür yerleşim ve/veya kat eğimi

Çizelge 2.8 Betonarme binalar için hasar sınıflandırması

	Seviye 1: İhmal edilebilir hafif hasar (yapısal hasar yok, hafif yapısal olmayan hasar) Çerçeve elemanları üzerinde sıva üstünde veya taban duvarlarında ince çatlaklar Bölmeler ve duvarlarda ince çatlaklar
	Seviye 2: Orta hasar (hafif yapısal hasar, orta yapısal olmayan hasar) Taşıyıcı duvarlar ve kolon-kiriş birleşim yerlerinde çatlaklar Bölme ve dolgu duvarlarında çatlaklar, gevrek kaplamanın ve sıvanın düşmesi Duvar levhalarının derzlerinden harç düşmesi
	Seviye 3: Önemli ağır hasar (orta yapısal hasar, ağır yapısal olmayan hasar) Duvarların süpürgelik ve birleşim yerlerinde, çerçevelerin kolon ve kolon-kiriş birleşim yerlerinde çatlaklar Beton örtüsünde dökülme, donatı çubuklarında bükülme Perde ve dolgu duvarlarda büyük çatlaklar, bireysel dolgu panellerinin çökmesi
	Seviye 4: Çok ağır hasar (ağır yapısal hasar, çok ağır yapısal olmayan hasar) Betonda oluşan basınç kırılması ile donatılarda kırılma ve yapısal elemanlarda büyük çatlaklar, kiriş donatı çubuklarının bozulması, kolonların eğilmesi, birkaç kolonun veya bir üst katın çökmesi
	Seviye 5: Yıkım (çok ağır yapısal hasar) Binaların zemin katlarının veya parçalarının (örneğin çıkıntıların) çökmesi

Baggio vd. (2007) dünyada hasar tespitinde önemli yer tutmuş bir form geliştirmiştir. AeDES isimli bu formda hasar sınıflandırmalarının betonarme binalar için nasıl yapıldığı anlatılmıştır. Buna göre; betonarme binalar için tasarlanan hasar tespit tablosunun her satırı yapısal bir bileşene atıfta bulunurken kolonlar, bileşendeki hasar seviyesini ve binadaki bileşenin toplam uzantısına göre yüzdesel olarak göreceli uzantısını temsil

etmektedir. Gözlenen hasar seviyesi tanımının çok önemli olduğu bildirilen el kitabında tanımların Avrupa Makrosismik Ölçeği EMS98'e dayandırıldığı belirtilmektedir.

- *D1 Hafif Hasar*: bu hasar derecesi yapının kapasitesini önemli ölçüde etkilemez ve yapısal olmayan elemanlardan düşme nedeniyle oturan kişilerin emniyeti tehlikeye girmez. Nesnelerin düşmesi hızlı bir şekilde önlenemediğinde bile hasar hafiftir.
- *D2-D3 Orta-Ciddi Hasar*: bu hasar derecesi, ana yapısal bileşenlerin kısmi çökmesi sınırına yaklaşmaksızın yapının kapasitesini önemli ölçüde değiştirebilir.
- *D4-D5 Çok Ağır Hasar*: Bu hasar derecesi önemli ölçüde ana yapısal bileşenlerin kısmi ya da tam bir çöküş sınırına yakın getirerek, yapının kapasitesini değiştirmektedir. Bu sınıf, toplam çöküntü dâhil olmak üzere önceki zararlardan daha ağır hasarlar ile karakterizedir.

Baggio vd. (2007) tarafından tasarlanan AeDES 2000 formunda hasar tespit işlemlerini sırasına göre sıralamak gerekirse;

1. *Binanın kimliğinin belirlenmesi*; kimlik belirleme işlemini belediyenin teknik birimleri ile koordinasyon merkezi birlikte yapmalıdır. Koordinasyon merkezinin görevi binaları belirleme ve anketi gerçekleştirmede araştırmacıları desteklemektir. Bina önceden belirlenmediğinde, araştırmacı bunu harita formatı üzerinde tanımlamalıdır. Kimlik kodu, harita numarası, kadastro verileri gibi veriler yerel makamlar ve denetmenler tarafından girilir. Yerel düzeyde bina numaralandırma, denetim formlarının denetlenen binalarla hemen ilişkilendirilebilmesi için bir haritaya veya Coğrafi Bilgi Sistemi'ne (CBS) kaydedilmelidir. Bina konumu; bina izole edilmediyse konumu belirtilmelidir (içeride, uçta, köşebaşı). Bina adı veya sahibi; binanın adının kamuya açık bir yapı olması halinde, mülkün adının veya özel mülk olması durumunda sahiplerden birinin adının belirtilmesi gerekmektedir.

2. *Binanın tanımlanması*; Bodrum dâhil olmak üzere kat sayısı: binanın temel katından toplam kat sayısı, mümkün olduğu durumlarda çatı katı ilave edilerek belirtilmelidir. Bodrum katları, kat yüksekliğinin toplam kat yüksekliğinin yarısından daha aşağıda bir yüksekliğe sahip olarak tanımlanmaktadır. Ortalama kat yüksekliği: kat yüksekliğinin ortalama kat yüksekliğine yaklaşık olarak daha iyi olduğunu belirtin. Ortalama katlı

yüzey: kat yüzeylerinin ortalamasını içeren aralığı belirtin. Yaş (2 seçenek): 2 endikasyon sağlamak mümkündür: ilki her zaman inşaat yaşı, ikincisi ise yapısal bileşenler üzerinde önemli müdahalelerin yapıldığı yıldır. Kullanım (birden fazla cevap): binada bir arada var olan kullanım türünü belirtin. Kullanım: terk edilmiş gösterge, kötü koşullarda kullanılmadığı duruma karşılık gelir.

3. *Bina tipolojisi (en fazla 2 seçenek)*; Tüm betonarme ve çelik yapılarda betonarme çerçeve ya da çelik çubuk çerçeve olduğu düşünülmelidir.

4. *Ana yapısal bileşenlerde hasar*; bu aşamada yukarıda belirtilen hasar seviyeleri tanımlanmaktadır.

5. *Yapısal olmayan bileşenlerde hasar*; Yapısal olmayan unsurlar için, çoklu cevap seçeneğinden faydalanarak hem hasarın varlığı hem de olası kısa vadeli önlemleri belirtmek gerekir.

6. *Dış risk ve mevcut kısa vadeli önlemler*; Komşu binaların neden olduğu riski ve muhtemel kısa vadeli önlemleri, çoklu cevap seçeneğini kullanarak belirtin.

7. *Zemin ve temel*; zeminin ve/veya temelin muhtemel ve/veya olası değişkenliklerini ve zeminin morfolojisini ayırt etmek gereklidir.

8. *Kullanılabilirlik değerlendirmesi*; Araştırmacı, toplanan bilgilere, görsel incelemeye ve kendi düşüncelerine dayanılarak bina riskini (tablo risk değerlendirmesi) tanımlamalıdır. Analiz, yapısal koşulları (Bölüm 3 ve 4 - Bina tipolojisi ve hasar), yapısal olmayan bileşenlerin durumunu (Bölüm 5), diğer yapılar tarafından uyarılan dış riski (Bölüm 6) ve jeoteknik durumu (Bölüm 7) dikkate almalıdır. Risk azaltımı kısa vadeli önlemler ile elde edildiğinde (Bina kullanıma hazır hale getirilebilen sınırlı, hızlı ve kolay müdahaleler) Sonuç B belirtilmelidir. Sonuç D yalnızca gerçekten zor durumlarda ve özellikle de kullanılamazlığı önemli işlevlerden ödün verecek kamu binaları için belirtilmelidir.

Kullanılamayan yapı birimleri, aileler ve tahliye edilecek insanlar: kullanılamazlığın sonuçları (binayı terk edenlere ek olarak tahliye edilecek aileler ve insanlar) belirtilmelidir. Kısa vadeli önlemler: Denetleyici binayı kullanılabilir yapmak ve / veya tahrik edilen riski ortadan kaldırmak için gerekli olan kısa vadeli önlemleri belirtmek zorundadır.

9. *Notlar*; Anket doğruluğu: Anketin doğruluğunun ve eksiksizliğinin seviyesini belirtin. Hasar üzerine, kısa vadeli karşı önlemler, kullanılabilirlik, vb.: Anketin farklı yönlerinin

daha iyi tanımlanması için önemli kabul edilen notları belirtin. Binanın resmi bu bölümün sağ üst köşesinde zımbalanabilir.

Literatürde betonarme konutlarda onarım/güçlendirme işlemleri incelendiğinde Yiğit (2002) tarafından hazırlanan betonarme yapılarda onarım ve güçlendirme yöntemleri ve bir güçlendirme uygulaması çalışması ile benzer şekilde Alku (2005) tarafından hazırlanan depremlerde hasar gören yığma ve betonarme binaların onarımı ve güçlendirilmesi çalışmasında güçlendirme uygulamaları detaylı olarak incelenmiş olup, genel anlamda sistemdeki mevcut taşıyıcı elemanların güçlendirilmesi ve sisteme yeni taşıyıcı elemanlar eklenmesi hususları üzerinde durulduğu anlaşılmıştır.

Yanmaz ve Luş (2005) betonarme konutlarda güçlendirme alternatifleri olarak orijinal yapıya çapraz bağlantı eklenmesi, kısmi perde duvar uygulaması ile tüm perde duvar uygulaması olmak üzere 3 çeşit güçlendirme uygulaması tanımlamıştır.

Bilen (2010) tarafından hazırlanan çalışmada bina güçlendirilmesi için binaya yeni perdelerin eklenmesi, gerekli görülen kolonlarda kolon mantolama işlemleri ve kirişlerde lifli polimer uygulaması olmak üzere toplam 3 yöntem kullanıldığı tespit edilmiştir.

Benzer şekilde Demirkan (2014) tarafından hazırlanmış olan çalışmada da güçlendirme yöntemleri genel olarak taşıyıcı eleman güçlendirmesi ve sistem güçlendirmesi olarak tanımlanmıştır.

2.2.7 Onarım türü ve maliyetlerine ilişkin kuramsal temeller

Türkiye’de yapı üretimi hazırlık aşamasında, yapının projelendirme çalışmalarına paralel olarak yapı maliyetinin de süreç ile birlikte değerlendirilmesi gerekmektedir. Yapının üretim amacı, yapılabirliği ve mevcut kaynaklarını yeterliliği hususları yapı maliyetinin etkin olduğu konulardır. Genel olarak yapı üretim süreci; ihtiyaçların analizi, imkânların değerlendirilmesi, proje etüt süreci, ön (avam) projenin hazırlanması, tatbikat projelerinin hazırlanması ve şantiye uygulamaları şeklinde gelişmektedir. Bu süreçte tatbikat

projelerinin hazırlanmasına kadar olan faaliyetler, ön hazırlık faaliyetleri olarak değerlendirilebilir. Bu süreçte bazı kabullere dayanarak yapıya ait yaklaşık maliyet hazırlanır. Tatbikat projelerinin hazırlanması ile birlikte yapının inşaatının tamamlanması sürecinden sonra ise yapıda ön keşif yapılarak bir keşif bedeli ortaya konulur. Ön keşif bedelinin hazırlanış aşamasına göre maliyet hesaplamaları yaklaşık yapı maliyet hesapları ve metraja dayalı yapı maliyeti hesap yöntemleri olmak üzere iki grupta incelenebilmektedir (Arslan 2018). Buna göre yapı maliyetleri detaylandırıldığında;

- Yeniden yapım maliyeti (doğrudan maliyet),
- Dolaylı maliyet,
- Yüklenici kârı olarak üç temel faktörde toplanabilir.

Yeniden yapım maliyeti;

- İnşaatta kullanılan işçilik giderleri,
- Malzemeler, ürün ve ekipman giderleri,
- İnşaat izin giderleri,
- İnşaat sırasında güvenlik giderleri,
- Şantiye yapıları ve depolama giderleri,
- Güç hattı tesisi ve elektrik giderleri,
- Sosyal güvenlik giderleri, kıdem teminatları, süper vizyon, yangın ve yükümlülük sigortaları dahil olmak üzere yüklenici genel giderleri,
- Teminat mektup giderleri olarak ifade edilebilir.

Dolaylı maliyetler ise inşaat aşamasında gerekli olup, bununla birlikte doğrudan inşaat sözleşmelerinde bulunmayan giderlerdir. Bunlar;

- Mimari ve mühendislik proje giderleri
- Ekspertiz, danışmanlık, muhasebe giderleri
- Varsa finansman giderleri, servis giderleri, inşaat dönemindeki aktifleştirilen faizler olarak açıklanabilir (Arslan 2018).

Yüklenici kârı; yeniden yapım maliyetinin belirli bir oranı olarak hesaplanan yüklenicinin faaliyetleri karşılığı elde ettiği kazançtır. Farklı kaynaklarda değişik oranlarda belirtilen kâr Emlak Vergisi Tüzüğü'nde %20, Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak 2019 Yılı Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ'inde %10, Hizmet Alımı İhaleleri Uygulama Yönetmeliği'nde en fazla %7 olarak öngörülmüştür.

Yaklaşık yapı maliyeti hesap yöntemleri, inşa edilmesi planlanan yapının ön hazırlık aşamasında öngörülen değerler veya elde edilen veriler ile bazı kabuller kullanılarak hazırlanan hesaplama yöntemleridir. Bu yöntemler genel olarak üç ana grupta incelenmektedir;

- Birim hacim maliyet yöntemi: inşa edilecek yapının kullanılacak durumdaki hacmi ile birim hacim inşaat maliyetlerinin çarpımını esas alan bir maliyet yöntemidir. Örneğin; DSI'nin deponun su hacmine göre m³/TL olarak birim fiyat belirlenmesi.
- Hizmet birimi maliyet yöntemi: hizmet edilen kişi veya yapılan hizmetin birimi ile bu hizmete ilişkin birim maliyetler esas alınır. Örneğin; Tarım Bakanlığı'nın ahırlar için hayvan başına birim maliyeti.
- Birim alan maliyet yöntemi: yapılması planlanan yapının toplam inşaat alanı ile bu yapı sınıfı için öngörülen birim alan maliyeti değerleri kullanılır. Her yıl Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından ilgili yıla ait yapı yaklaşık birim maliyet tebliği yayımlanmaktadır.

Yapı maliyetinin metraj yöntemi ile hesaplanması yöntemine göre yapıdan dolayı meydana gelen gerçek maliyete mümkün olduğunca yaklaşılması beklenmektedir. Bu yöntemle göre maliyet hesabı yapılabilmesi için yapılarda metraj yapılması ve birim fiyatların belirlenmesi aşamalarının gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Yapı yaklaşık maliyeti için metraj hesabında;

- Yaklaşık metraj verilerinin çıkarılması,
- Metraj cetvellerinin kullanımına ilişkin esaslara dikkat edilmesi,

- Metraj özeti çıkarılması,
- Yapıda keşif yapılarak bir keşif özeti çıkarılması aşamaları gerçekleştirilir.

Yapıya ilişkin metraj çalışması tamamlandıktan sonra ise her bir metraj kalemine ilişkin birim fiyatların belirlenmesi gerekmektedir. Buna göre;

- İmalatın ölçüm yöntemi ve ölçü birimlerinin belirlenmesi,
- Birim fiyatların belirlenmesi,
- İmalat girdilerinin tür ve miktarlarının belirlenmesi, nitelik tanımlarının yapılması,
- İmalat girdilerinin rayiç fiyatlarının (piyasa fiyatlarının) belirlenmesi,
- İmalat girdilerinin genel gider tutarı ve kâr payının belirlenmesi işlemleri gerçekleştirilerek elde edilen birim fiyatlar ile metraj kalemlerinin çarpımı sonucunda yapı maliyeti ortaya konulur. Ayrıca imalat tutarlarının toplam yapı yaklaşık maliyetine oranlanması sonucunda her bir imalat kaleminin yapı maliyeti içerisindeki oranları da elde edilebilir.

Onarım/güçlendirme veya yıkım kararlarının alınmasında maliyet etkisinin analizine yönelik literatürde farklı maliyet yöntemleri ile güçlendirme projelerine ilişkin maliyet hesaplamaları bulunmaktadır. Buna göre Yanmaz ve Luş (2005) tarafından hazırlanan çalışmada betonarme bir konut için hazırlanan güçlendirme projesinde baskın maliyet kalemlerinin (i) taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki olası hasarlar, (ii) bina içerik hasarları, (iii) acil barınma maliyeti, (iv) güçlendirme maliyeti ve (v) insani kayıplar (ölüm ve yaralanmalar) olmak üzere 5 ana başlıkta toplanması gerektiği belirtilmiştir. Maliyet hesaplamalarında ise yapısal kayıplar için bina elemanları tamir oranları, insani kayıplar için yaralanma oranları, acil barınma maliyeti için bina tamir süresi, kira maliyeti ve taşınma maliyetinin dâhil edildiği bir denklem, güçlendirme maliyeti için yapılması planlanan güçlendirme projesine göre değişiklik gösteren tamir süresi, kira ve taşınma maliyetleri kullanılarak onarım/güçlendirme işlemlerine ilişkin maliyetlerin ortaya konulduğu belirtilmiştir.

Yılmaz (2018) tarafından hazırlanan araştırmada yapılarda onarım/güçlendirme veya yıkım kararına altlık oluşturacak maliyet kalemleri geniş bir şekilde ele alınarak genel anlamda yapım maliyetleri, yıkım maliyetleri ve güçlendirme maliyetleri başlıkları altında toplanmıştır. Buna göre onarım/güçlendirme maliyetleri yapılacak işlemin niteliğine göre değişmekte olup, bununla birlikte hesaplanan bina maliyet oranına etki eden başlıca faktörlerin korozyon durumu, deprem sınıfı, beton basınç dayanımı (MPa), zemin sınıfı ve binanın toplam alanı olduğu sonucuna varılmıştır.

Williams vd. (2009) tarafından hazırlanan yapılarda sismik güçlendirme için karar analizi adlı çalışmada ABD'nin Memphis ve San Francisco şehirlerinde bulunan iki ayrı binanın güçlendirilmesinin fayda maliyet açısından incelenerek herhangi bir depremsel olay karşısında ortaya çıkabilecek tahmini yıllık kayıpların formülize edilerek hesaplanması amaçlanmıştır. Buna göre;

$EAL = V \int_{Sa=0}^{\infty} y(Sa) v(Sa) dSa$ formülü ile tahmini yıllık zararlar hesaplanabilir.

Formülde belirtilen simgeler;

EAL : Tahmini yıllık zarar (Estimated Annual Loss)

V : Binanın yeniden yapım maliyeti

Sa : Spektral ivme

y(Sa) : Binanın ilgili spektral ivme noktasındaki toplam zarar faktörü

v(Sa) : Spektral ivmenin yıllık ortalama sıklığı

olarak tanımlanmaktadır.

Yapılan vaka analizleri sonucunda 10 yıllık bir süreç içinde tahmini yıllık kaybı % 50'ye düşürebilecek bir güçlendirme projesinin maliyetinin Memphis'te bulunan bina için yeniden yapım maliyetinin yaklaşık olarak % 1,78'ine, San Francisco'da bulunan bir bina için ise yaklaşık olarak % 17,7'sine karşılık gelecek şekilde hesaplandığı belirtilmiştir.

Maliyetler açısından en uygun güçlendirme tekniklerinin analizi için Kusar vd. (2013) tarafından hazırlanan çalışmada ise yaşam döngüsü maliyetleri ile yapı güvenliğinin ön

planda tutulduğu ve en uygun güçlendirme kararı alınabilmesi için net bugünkü değer yönteminin kullanılması gerektiği belirtilerek;

$$NPV = NPV_{LLC} + NPV_S + NPV_{RES}$$

formülü ile analiz yapılması önerilmiştir. Formülde belirtilen simgeler ise;

NPV : Seçilen güçlendirme yönteminin net bugünkü değeri

NPV_{LLC} : Enerji iyileştirme, işletme ve yönetim maliyetlerinin net bugünkü değeri

NPV_S : Deprem sonrası zararlar ve sismik güçlendirme maliyetlerinin net bugünkü değeri

NPV_{RES} : Binaya ait malzeme ve donanımların hurda değerlerinin net bugünkü değeri
Olarak tanımlanmaktadır.

Naja ve Baytiyeh (2014) tarafından hazırlanan farklı tipte iyileştirme yöntemleri için ortalama kümülatif maliyetler ortaya konularak maliyetlerin standartlaştırılması amaçlanmıştır. Yapılan hesaplamalara göre farklı güçlendirme tiplerine göre birim maliyetlerin 81,00 \$/m² ile 196,00 \$/m² arasında olabileceği, güçlendirme tiplerine göre maliyet sınıflandırması ve uygulama aşamasında estetik özellikler, kullanım durumu gibi özelliklere de ayrıca değinilmiştir (Çizelge 2.9).

Çizelge 2.9 Farklı güçlendirme yöntemleri için ortalama maliyetler

Güçlendirme Tipi	Toplam Maliyet (\$)	Birim Maliyet (\$/m ²)	Açıklama
Çapraz çelik bağlantı	95.000 – 105.000	81,00	En düşük maliyetli yöntemdir. Uygulama sırasında bina kullanılmaya devam eder.
Kolon genişletme	120.000 – 150.000	103,00	Mimari dezavantajları oldukça fazladır ve bina kullanımını engeller.
Perde duvar	145.000 – 175.000	123,00	Maliyet efektiftir ancak bina kullanımı engellenir.
Çelik giydirme	180.000 – 220.000	154,00	Pahalıdır, estetik özellikler korunur ancak bina kullanımı engellenir.
Lifli polimer sargı ile kolon sarılması	215.000 – 290.000	196,00	En pahalı yöntemdir, estetik olarak uygun ve bina kullanımı engellenmez.

Güçlendirme uygulamalarında belirlenen maliyet kalemlerine ilişkin Doğan (2013) tarafından yapılan çalışmada ise hesaplanan maliyetler; inşaat, mimari, mekanik ve elektrik işleri maliyetleri ile nakliye maliyetleri olarak tespit edilmiştir. Buna göre

hesaplanan güçlendirme alternatiflerine göre maliyetler üç grup altında toplanmıştır. Maliyetler kesitler üzerinden hesaplanan alanların T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'ndan alınan birim fiyatların çarpılması sonucu elde edilmiş ve buna göre ekonomik değerlendirme yapılması yoluna gidilmiştir.

- 1. Grup; Güçlendirme amacıyla eklenen perde duvar ve kolon kılıflandırma yapım maliyetleri,
- 2. Grup; yetersiz bina temellerinin güçlendirilmesi. Temele tamamen veya kısmen betonarme bölümler ya da katmanlar eklenmesi,
- 3. Grup; güçlendirme sırasında kesintiye uğramış parçalarda sabitleme, yenileme gerektiren inşaat (betonarme inşaat işleri hariç) mimari, mekanik ve elektrik işleri maliyetleri ve nakliye masrafları olarak belirlenmiştir. Nakliye masrafları için ayrıca hesap yapılmamış olup, bu bedel toplam maliyetin % 10'u şeklinde hesaplanmıştır.

2.2.8 Yıkım türü ve maliyetlerine ilişkin kuramsal temeller

Yapıların ekonomik ömürlerini tamamlaması, mevcut amacına hizmet edemeyecek biçimde yetersiz kalması, yapının kullanım amacının değişmesi, heyelan, hortum, sel, deprem gibi doğal afetler ile yangın, patlama, terör olayları gibi dış etkenlerden dolayı hasar görmesi ve kullanılamayacak durumda olması nedenlerinden dolayı yıkım kararı verilmektedir. Söz konusu nedenlerden dolayı yapılarda gerçekleştirilen yıkımlar tekniklerine göre el ile yıkım, makine ile yıkım ve patlayıcı ile yıkım gibi genel olarak 3 başlık altında sınıflandırılmaktadır. Ayrıca yapıların yıkımı esnasında uygulanan yaklaşımlara göre de tamamen yıkılma, kısmen yıkılma (kat eksiltme gibi) ve acil yıkım (hasarlı yapıların yıkılması) olarak 3 grupta incelenebilir.

Koca (2006) tarafından gerçekleştirilen araştırmada yıkım teknikleri patlayıcı, makine ve el ile yıkım olarak sınıflandırılmış olup, bu yıkım türlerine ilişkin uygulamadaki yöntemler 6 başlık altında toplanmıştır;

- Mekanik aletler yardımıyla ezerek ve kırarak parçalama ile yıkım,
- Bir vince bağlı çelik küre yardımıyla yapıya vurarak parçalama ile yıkım

- Mekanik aletler yardımıyla ayırarak yıkım
- Patlayıcılar ile kontrollü yıkım
- Genleşen kimyasal malzemelerle yapının parçalanarak yıkılması
- Elmas testereler ile yapının elemanlarının kesilerek yıkılması

Tezcan (2017) tarafından yapılan bir araştırmada ise patlayıcı, makine ve el ile yıkım teknikleri alt başlıkları halinde sıralanmıştır. Patlayıcı ile yıkım tekniklerinde jel, granül ve plastik malzemeler ile patlatma, el ile yıkımda yüksek basınçlı su, infilak, sıcak kesme ve çeşitli el araçları ile yıkım ve makine ile yıkımda ise uzaktan kumandalı ve robotik cihazlar, kesme ve delme makineleri, yükseğe erişebilen makineler, mekanik ve hidrolik eklentiler ile yıkım olarak sıralanmıştır (Çizelge 2.10).

Çizelge 2.10 Yıkım teknikleri

YIKIM TEKNİKLERİ			
Patlayıcı ile Yıkım	El ile Yıkım	Makine ile Yıkım	
Jel, granül, ip, sıvı, plastik patlayıcılar ve dinamit	Yüksek basınçlı su jeti ile yıkım	Uzaktan kumandalı ve robotik cihazlarla yıkım	Kule ve diğer yükseğe erişebilen makineler
	İnfilak (Genleşen gaz, hidrolik, genleşen katkı)	Küçük makinelerin kullanımı ve kaldırma ile erişim	Mekanik (Hidrolik olmayan) eklentiler (Gülle, halat çekme gibi)
	Çeşitli el araçları kullanılarak yıkım	Keserek ve delerek yıkım	Hidrolik eklenti (İtici kol, kesme, kıskaç, yıkıcı direk vb)
	Sıcak kesme (Silindir, alevli kesici, termal boru)	Yükseğe erişebilen makineler	

Yıkım tekniklerinin uygulama sahası ve mevcut şartlarına göre sınıflandırılması mümkün iken genel olarak bu yöntemler elle yıkım, mekanik yıkım, yapı söküm, patlayıcı madde ile yıkım ve karma yıkım teknikleri olarak sınıflandırılabilir (Pun vd. 2006).

Coelho ve Brito (2011) tarafından yayımlanan inşaat yıkım türleri ve maliyetlerine ilişkin çalışmada yapı söküm ve geleneksel yıkım yöntemlerinde etkili olan maliyet kalemlerinin şantiye kurulumu, işçilik, ekipman, nakliye ve tasfiye olmak üzere 5 ana başlıktan oluştuğu belirtilmiştir (Çizelge 2.11)

Çizelge 2.11 Yıkım türlerine göre maliyet kalemlerinin toplam yıkım maliyeti üzerindeki etkisi

Maliyet Türü	Geleneksel Yıkım	Yapı Söküm
Şantiye kurulumu	3,13	2,81
İşçilik	4,91	22,10
Ekipman	9,47	20,00
Nakliye	6,05	27,10
Tasfiye	75,80	28,00
TOPLAM	100,00	100,00

2.2.9 Onarım yıkım maliyetleri analizine ilişkin kuramsal temeller

Onarım/güçlendirme projelerinde yapım aşamasında dikkat edilmesi gereken en önemli hususların başında maliyet tahminleri gelmektedir. Öyle ki karar aşamasında yapının fiziksel olarak dayanımlı hale getirilmesinin yanında yapılması planlanan işlemlerin ekonomik açıdan getirileri ve ortaya çıkaracakları masraflar da karar verme sürecinde etkin bir rol oynamaktadır. Yapılarda onarım/güçlendirme veya yıkım kararlarının sağlıklı bir şekilde alınabilmesi için günümüzde onarım/güçlendirme projelerinin faydalarının yanı sıra maliyetlerinin bir arada karşılaştırılabilmesini sağlayan fayda/maliyet analizi yöntemleri geliştirilmiştir.

Fayda Maliyet Analizi (FMA) gerek kamu gerekse özel sektör tarafından yatırım kararlarının alınabilmesi amacıyla fayda ve maliyetlerine göre projelerin karşılaştırılmasında en yaygın olarak kullanılan proje değerlendirme yöntemlerinin başında gelmektedir. Bir projenin maliyet ve faydalarının bugünkü değerlerine getirilerek karşılaştırılmasını sağlayan bu yöntem, eğer birden fazla proje karşılaştırılacaksa en optimum projeyi, eğer bir proje için karar verilecek ise net faydaların net maliyetleri aşması durumunda projenin uygulamaya değer olduğunu gösterir (Ünsal 2004).

Projelerin ekonomik ve sosyal yönleri ile birlikte değerlendirilmesine imkân veren ve indirgeme tekniğine dayanan analiz ölçütlerinin başlıcaları;

- Net Bugünkü Değer - NBD (Net Present Value - NPV)
- İç Karlılık Oranı İKO (Internal Rate of Return - IRR)

- Fayda/Maliyet Oranı - F/M (Benefit/Cost Ratio - B/C)
- Geri Ödeme Süresi (Payback Period)

Gelecekte onarım/güçlendirme projesinin yapılacağı taşınmazın iç veya dış etkilere etkilenmeyeceği ya da etkilerin ihmal edilebilecek düzeyde kabul edildiği belirlilik varsayımına göre proje değerlendirme yöntemleri statik ve dinamik yöntemler olarak iki ana başlık altında incelenebilir. İndirgenmiş nakit analizi yöntemlerinin en yaygın uygulamaları iç kârlılık oranı (İKO) ve net bugünkü değer (NBD) yöntemleri olmakla birlikte gayrimenkul projelerinin değerlemesinde etkili olan fayda maliyet oranı ile geri ödeme süresi yöntemleri de ayrıca incelenmiştir (Tanrıvermiş 2018).

Net bugünkü değer analizi; bir gayrimenkul yatırımının net bugünkü değeri, yatırımın ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı nakit girişlerinin uygun iskonto oranı üzerinden bugüne indirgenmiş değerleri toplamı ile yatırımın gerektirdiği nakit çıkışlarının aynı oran üzerinden hesaplanmış bugünkü değerleri toplamı arasındaki fark olarak tanımlanır. Elde edilen indirgenmiş nakit çıkışlarının net bugünkü değeri, nakit girişlerinin ve hurda değerinin net bugünkü değerlerinin toplamından çıkarılarak yatırım projesinin toplam net bugünkü değerine ulaşılır.

İç karlılık (verim) oranı; iskonto edilmiş nakit akımı yöntemi olarak da bilinen iç karlılık oranı projenin gerektireceği nakit çıkışlarının bugünkü değeri ile ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı nakit girişlerinin bugünkü değerini eşit kılan iskonto faiz oranı olarak tanımlanabilir. Başka bir ifade ile yapılacak olan gayrimenkul projesine harcanacak olan her 1 TL'nin getirisi olarak da nitelendirilebilir.

Fayda/maliyet oranı (karlılık endeksi); yatırımın ekonomik ömrü boyunca sağlayacağı nakit girişlerinin belirli bir ağırlıklı ortalama sermaye maliyeti, bir diğer deyişle iskonto oranı üzerinden bugünkü değerinin, yatırımın gerektirdiği nakit çıkışlarının (yatırım tutarının) bugünkü değerine oranı olarak ifade edilebilir.

$$F/M = \frac{\text{Nakit girişlerinin bugünkü değerler toplamı}}{\text{Nakit çıkışlarının bugünkü değerler toplamı}}$$

Geri ödeme süresi; yatırım projelerinde toplam yatırım tutarının net kâr üzerinden geri dönüş süresi olarak ifade edilir. Buna göre bir projede geri ödeme süresi yatırımcının kararına bırakılmıştır. Eğer öngörülen süre hesaplanan değer ile uyuşmaz veya daha yüksek çıkar ise proje uygulanmaz. Bununla birlikte hesaplanan değer, beklentiyi karşılayan bir sonuç olursa proje uygulanabilir anlamı verilebilir. Geri ödeme süresi; yatırımın kuruluş döneminin uzunluğu, yatırımın kuruluş dönemi ile ekonomik ömrünün toplamı, katlanılan yatırım maliyeti ve belirlenen süre içinde ortaya çıkan net nakit akışı değişkenleri ile ifade edilebilmektedir:

$$\sum_{t=0}^{m-1} I_t = \sum_{t=m}^n A_t$$

m: yatırım kuruluş döneminin uzunluğu,

n: yatırım kuruluş dönemi ile ekonomik ömrünün toplamı,

I_t : t. yılda katlanılan yatırım maliyeti,

A_t : t. yılda ortaya çıkan net nakit akışı olarak tanımlanmaktadır.

Yatırım kararlarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemlerden biri olan sosyal fayda maliyet analizi yöntemi daha çok kamusal alanda yapılan yatırımların değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. İnceleme konusu onarım/güçlendirme kararlarının analizinde kullanılan doğrudan fayda ve maliyet etkilerinin yanı sıra bu yöntemde dolaylı olarak etki eden fayda ve maliyetler de hesaba katılarak değerlendirme yapılmakta ve böylece projelerin yalnızca lokal düzeyde değil aynı zamanda ulusal ölçekte tartışılması amaçlanmaktadır. Piyasa mekanizmasının işlevsizliği, kamu harcamalarında etkinlik ve kaynakların optimal kullanılmasının gerekliliği nedenlerinden dolayı uygulanan sosyal fayda maliyet analizi yönteminde baz alınan kriterlerin başlıcaları;

- *Katma Değer Kriteri*; ulusal ölçekte ekonomide en önemli kalkınma kriterlerinden olan milli gelirin artırılmasına katkı yapması bakımından yatırım projelerinin ülke ölçeğinde milli gelire yapacağı katkı hesaplanmalıdır (Kaplan 2014).

- *İstihdam Kriteri*; ulusal ekonomilerde başat aktörlerden olan istihdam etkisinin yatırım projelerinde sunacağı katkı hesaplanarak üreteceği istihdam belirlenmelidir (Kaplan 2014).

- *Ödemeler Dengesi Kriteri*; bir yatırım projesinin ithal ikamesi ve ihracat yoluyla döviz kazancına, bununla birlikte dışarıdan ithal edilen hammadde gibi maliyetler ve ödemeler yoluyla da döviz kaybına yol açabileceği göz önünde bulundurulduğunda yatırım projesinin diğer sektörlerle olan zincirleme etkileri ile birlikte ülke ölçeğinde ödemeler dengesinde önemli bir rol üstlendiğinden dolayı söz konusu etkilerin hesaplanarak hareket edilmesi önem arz etmektedir (Kaplan 2014).

- *Gelir Dağılımı Kriteri*; yatırım projelerinin uygulamasında gelir dağılımı etkisi hesaplanırken gerek belli bir grubun gelir dağılımının iyileştirilmesi gerekse bölgesel anlamda farklılıkların azaltılması unsurları dikkate alınmalıdır (Tokatlıoğlu 2005).

Tekil yapı ölçeğinde yapılacak analizin mali analiz ve il veya ülke ekonomisi geneli için yapılacak analizin ekonomik analiz olması gerekir. İl, ilçe ve tekil yapı ölçeğinde karar kriteri olarak genellikle bugünkü değer analizlerine dayanan dinamik değerlendirme yöntemlerinin (net bugünkü değer, karlılık endeksi, iç karlılık oranı ve nakit akıma bağlanmış geri ödeme süresi gibi) sonuçları kullanılmakta ve toplumsal amaçlı analizlerde kapsamlı ekonomik analizlerin yapılması yoluna gidilmektedir.

3. YÖNTEMLER

Depremden etkilenen betonarme konutların onarım ve yıkımına ilişkin karar süreçlerinin maliyetler açısından incelenmesi sürecinde; hasar türleri belirlenmesine ilişkin, depremde etkilenen betonarme iskelet konut seçimi, hasar seviyelerinin onarım ve yıkım açısından analizi, onarım ve yıkım maliyetleri ile analizine ilişkin karar yöntemleri geliştirilerek uygulanmıştır.

3.1 Hasar Türlerinin Belirlenmesine İlişkin Yöntemler

Türkiye’de hasar tespiti ile ilgili “Betonarme ve Yığma Binalar İçin Hasar Tespit Formu” adı altında 2002 yılında Doğal Afet Sigortaları Kurumu için objektif ve güvenilir bir yöntem geliştirilmesine yönelik en önemli adımlardan biri atılmıştır. Ayrıca AFAD tarafından 14.04.2014 tarihinde yayınlanan genelge ile Afet Etkisi Belirleme Formları, Acil yıktırılacak bina raporu, kesin hasar tespit formları, itiraz hasar tespit formları ve tarımsal zarar tespit formları hazırlanarak hasar tespit işlemlerinde kullanıma sunulmuştur (Ek 1).

Hasar türlerinin belirlenmesine ilişkin araştırmalarda hasar tespit raporlarından elde edilen verilerin yanı sıra mevcut durumda yapısal özelliklerini koruyan (yıkılmamış) örnekler üzerinden incelemeler yapılarak veriler geliştirilmiştir.

Araştırma kapsamında depremde etkilenen bölgede bulunan betonarme konutların hasar türlerinin belirlenmesinde AFAD tarafından hazırlanan genelge kullanılmış olup, yapılan kapsamlı araştırma ve elde edilen hasar tespit formlarının incelenmesi sonucunda Van Depremi’nde meydana gelen hasar türleri ortaya konulmuştur. Betonarme binalarda hasar tespiti yapmak ve mevcut durumun iyileştirilmesi amacıyla Anonim (2011a), Anonim (2011b) ve Anonim (2012) tarafından yayımlanan raporların incelenmesi neticesinde hasar türleri toplulaştırılmıştır. Buna göre depremde kaynaklanan yıkılmış, ağır hasarlı veya orta hasarlı betonarme binalarda hasar türleri yaygın olarak;

- Yetersiz donatı detaylandırılması
- Seyrek etriye kullanımı

- Kritik bölgelerde etriye sıklaştırılması yapılmaması
- Deprem etriyesi kullanılmaması
- Çiroz kullanılmaması
- Düz donatı kullanılması (nervürlü donatı kullanılmaması)
- Zemin katların dolgu/perde duvar kullanılmadan dükkân olarak kullanılması
- İşçiliğin ve malzemenin kalitesizliği
- İlave kat çıkılması, buna bağlı olarak zemine hesaplanandan fazla yük bindirilmesi ve zemin hareketlerinin hesaplanandan farklı olması
- Deprem bölgelerinde kullanılmasına müsaade edilmeyen beton sınıfı kullanılması
- Kolon-kiriş birleşim yerlerinde güçlü kiriş – zayıf kolon etkisinin görülmesi
- Yanal rijitliği sağlayan perdelerin bulunmaması
- Kolonlarda plastik mafsall oluşumu
- Yumuşak kat oluşması
- Kirişsiz döşemelerin inşa edilmesi
- Yanlış temel seçimi
- Projede izin verilen kat adedinin aşılması ve dolayısıyla yapıya etkiyen sabit ve hareketli yüklerin artırılması

olarak sıralanabilir. Bölgede meydana gelen eksik ve yanlış imalatlar, depreme ilişkin yayımlanan bilimsel ve teknik raporlar, ilgili kurumlardan alınan veriler ile yerinde yapılan kapsamlı gözlem ve saha çalışmaları neticesinde hasar türleri toplulaştırılarak sunulmuştur. Buna göre hasar türleri;

- Sıva çatlakları ve sıva ile boya tabakalarında dökülmeler,
- Dolgu ve taşıyıcı duvarlarda çatlaklar,
- Taşıyıcı elemanlarda meydana gelen çatlaklar,
- Bölme ve taşıyıcı duvarlarda gözlemlenen ayrılmalar,
- Genişliklerine göre taşıyıcı elemanlarda gerçekleşen çatlaklar ve ayrılmalar,
- Bina köşelerinde ayrılma ve ezilmeler,
- Taşıyıcı elemanlarda kesme kuvvetinden dolayı meydana gelen ayrılmalar,
- Konik biçimli dökümler,

- Bölme ve taşıyıcı duvarlarda tamamen veya kısmen göçmeler,
 - Taşıyıcı elemanlarda kısmen veya tamamen göçmeler
- olarak gruplandırılmıştır.

3.2 Hasar Seviyelerinin Belirlenmesine İlişkin Yöntemler

Yürürlükteki uygulamalar, mevzuatın amir hükümleri ile bilimsel çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde araştırma kapsamında betonarme binalarda taşıyıcı sistem elemanları ve merdiven için ayrı ayrı hasar seviyeleri belirlenmiştir. Buna göre taşıyıcı sistem elemanlarının hasar seviyeleri;

- *Hasarsız (0)*; doğal afet nedeniyle herhangi bir hasar görmeyen yapı,
- *Az hasarlı (2)*; ince sıva çatlakları, sıva dökülmeleri, duvarlarda 1-4 mm genişlikte ince çatlaklar, dolgu ve kalkan duvarlarda 10 mm'ye kadar çatlaklar ve kısmi dökülmeler,
- *Orta hasarlı (4)*; taşıyıcı duvarlarda 5-10 mm genişlikte önemli çatlaklar, bölme dolgu ve kalkan duvarlarda kısmi yıkılma ve ayrılmalar,
- *Ağır hasarlı (6)*; taşıyıcı duvarlarda 10 mm'den geniş ve yaygın kesme kırılmaları bina köşelerinde ayrılma ve ezilmeler, konik biçimde dökülmeler, binanın düşeyden ayrılması, bölme, dolgu ve kalkan duvarlarda kısmen veya tamamen yıkılmalar,
- *Yıkık (8)*; bina taşıyıcı sisteminde kısmen veya tamamen yıkılmalar, çatının kısmen veya tamamen göçmesi olarak tanımlanmıştır. Merdiven elemanlarında hasar seviyeleri;
- *Hasarsız (0)*; çatıda doğal afet nedeniyle meydana gelmiş herhangi bir hasarın tespit edilemediği durum,
- *Az hasarlı (2)*; 20 mm'ye kadar tek çatlak; 5 mm'ye kadar çok sayıda çatlak; birçok kiremidin ve çatı levhalarının yerinden oynaması,
- *Orta hasarlı (4)*; bacaların yıkılması, çatı malzemelerinin oynaması; 20 mm'den geniş çatlaklar, 5-20 mm çok sayıda çatlama; levhaların ve aşıkların oynaması

- *Ağır hasarlı/Yıkık (6)*; ahşap taşıyıcı elemanların yerinden çıkması, kısmi göçme, duvarlardan ayrılma, makas ve diğer taşıyıcı kısımların yerinden çıkması; yaygın göçmeler, çatının kısmen veya tamamen aşağı inmiş hali

Olarak tanımlanmıştır. Betonarme binalarda gözlemlenen hasar türleri araştırma kapsamında kriterler kümesi halinde hasar seviyelerinin sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Buna göre her bir hasar türü, hasar seviyesi olarak belirlenen “hasarsız”, “az hasarlı”, “orta hasarlı”, “ağır hasarlı” ve “yıkık” kategorilerinin içerisinde sınıflandırılmıştır.

3.3 Hasar Seviyesi Kriterlerinin Oluşturulması

Van depreminde betonarme konutlarda meydana gelen hasarların tespit edilebilmesi amacıyla 25 Ekim 2011 tarihinden itibaren Orta Doğu Teknik Üniversitesi Deprem Mühendisliği Araştırma Merkezi (ODTÜ-DMAM) araştırmacıları, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, AFAD ve İnşaat Mühendisleri Odası (İMO) ile ortak bir şekilde bölgeye intikal ederek hasar tespit çalışmalarında bulunmuşlardır. Bu çerçevede hasar tespit çalışmaları yapıların hasar durumlarına göre 4 ana başlıkta incelenmiştir. Yapılar hasar tespit formuna yapıya ilişkin idari bilgiler (cadde/sokak, bina no/iç kapı no, yapım yılı, bina adı, mülkiyet durumu, plan geometrisi, kat adedi, binanın konumu, kullanım amacı, konut/ticarethane/ahır/depo/samanlık sayısı ve can kaybı), yapı tipi bilgileri (taşıyıcı sistem tipi, binada kullanılan harç tipi, döşeme hatıl durumu, ara kat ve çatı katında kullanılan döşeme tipi ile çatı tipi) ve hasara ait bilgiler (taşıyıcı sistemdeki hasar tipleri ve taşıyıcı olmayan sistemdeki hasar tipi) derlenerek genel değerlendirme yapılmış ve açıklamalar kısmında ise yapıya ilişkin edinilen diğer bilgilere yer verilmiştir (Ek 1).

Yapıya ilişkin hasar tespit formu doldurulurken idari bilgiler bölümünde; mülkiyet durumu mal sahibi, kiracı ve hisseli olarak, plan geometrisi dikdörtgen/kare veya diğer geometri (zemin katta duvar simetrisi yok), kullanım amacı konut, depo, ahır, samanlık, ticarethane, metruk ve resmi bina olarak sınıflandırılmış olup, ayrıca kat adedi ve binanın konumu bilgileri (0, 1, 2, 3, 1+1) de şekil üzerinde tarif edilmiştir (Ek 1).

Hasar tespit formunda yapı bilgilerinde ise taşıyıcı sistem tipi; A: kâgir (yığma) duvarlı yapı, B: Karkas yapı ve C: melez yapıyı ifade etmektedir. Kâgir (yığma) duvarlı yapı tipinde A1: moloz taş (yuvarlak), A2: moloz taş (köşeli), A3: kesme taş, A4: tuğla, A5: briket ve A6: kerpiç malzemeyi temsil etmektedir. Karkas yapı tipinde B1: hımış, B2: bağdadi ve B3: betonarme malzemeyi temsil etmektedir. Melez yapı tipinde ise C1: yarı karkas taşıyıcı sistem anlamına gelmektedir (Ek 1).

Yapılarda kullanılan harç malzemeleri 3 gruba ayrılmıştır. Bunlardan 1: çimento, 2: kireç ve 3: çamur malzemeyi ifade etmektedir. Hatıl durumu incelenirken 1: duvar üstü sürekli hatıl, 2: kapı-pencere üstü sürekli hatıl, 3: kapı-pencere üstü kısmi hatıl ve 4: pencere altı sürekli hatılı temsil etmektedir. Döşemelerde kullanılan malzemeler 1: ahşap, 2: beton, ve 3: diğer malzemeleri tanımlamaktadır (Ek 1).

Çatı tipi, geometrisi ve malzemesi hasar tespit formlarında şekilsel olarak A, B, C ve D olarak 4 grupta incelenmiş ve malzemeler ise 1: toprak + ahşap, 2: kiremit, 3: galvanizli sac suni elyaf, 4: beton ve 5: diğer olarak tanımlanmaktadır. Yapılara ilişkin hasar seviyeleri hasarsız (0), az hasarlı (2), orta hasarlı (4), ağır hasarlı (6) ve yıkık (8) olarak tanımlanmaktadır. Buna göre yapılarda hasar seviyeleri;

- *Hasarsız (0)*; doğal afet nedeniyle herhangi bir hasar görmeyen yapı,
- *Az hasarlı (2)*; ince sıva çatlakları, sıva dökülmeleri, duvarlarda 1-4 mm genişlikte ince çatlaklar, dolgu ve kalkan duvarlarda 10 mm'ye kadar çatlaklar ve kısmi dökülmeler,
- *Orta hasarlı (4)*; taşıyıcı duvarlarda 5-10 mm genişlikte önemli çatlaklar, bölme dolgu ve kalkan duvarlarda kısmi yıkılma ve ayrılmalar,
- *Ağır hasarlı (6)*; taşıyıcı duvarlarda 10 mm'den geniş ve yaygın kesme kırılmaları bina köşelerinde ayrılma ve ezilmeler, konik biçimde dökülmeler, binanın düşeyden ayrılması, bölme, dolgu ve kalkan duvarlarda kısmen veya tamamen yıkılmalar,
- *Yıkık (8)*; bina taşıyıcı sisteminde kısmen veya tamamen yıkılmalar, çatının kısmen veya tamamen göçmesi olarak tanımlanmıştır (Ek 1).

Merdiven elemanlarında hasar seviyeleri 0: hasarsız ve 1: çatlama veya göçme var olarak 2 grupta incelenmektedir. Çatılarda ise hasar seviyeleri hasarsız, az hasarlı, orta hasarlı ve ağır hasarlı/yıkık olarak dört başlık altında irdelenmektedir. Hasar seviyelerinin açıklamalarında ise;

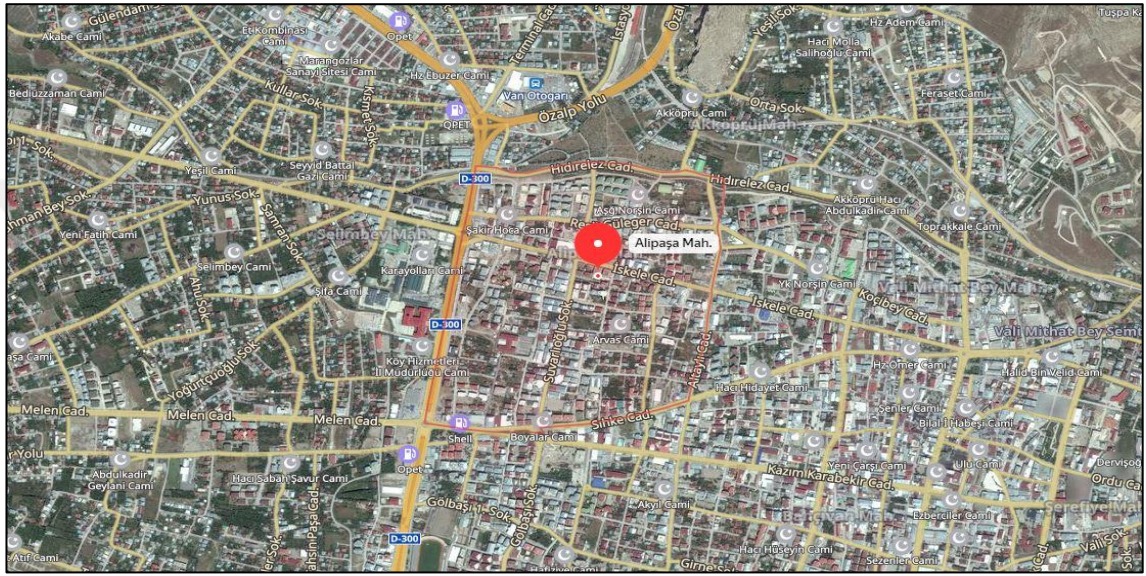
- Hasarsız (0); çatıda doğal afet nedeniyle meydana gelmiş herhangi bir hasarın tespit edilemediği durum,
- Az hasarlı (2); 20 mm'ye kadar tek çatlak; 5 mm'ye kadar çok sayıda çatlak; birçok kiremidin ve çatı levhalarının yerinden oynaması,
- Orta hasarlı (4); bacaların yıkılması, çatı malzemelerinin oynaması; 20 mm'den geniş çatlaklar, 5-20 mm çok sayıda çatlama; levhaların ve aşıkların oynaması
- Ağır hasarlı/Yıkık (6); ahşap taşıyıcı elemanların yerinden çıkması, kısmi göçme, duvarlardan ayrılma, makas ve diğer taşıyıcı kısımların yerinden çıkması; yaygın göçmeler, çatının kısmen veya tamamen aşağı inmiş hali olarak belirlenmiş olup, araştırma kapsamında yapılan hasar tespit işlemlerinde kullanılmıştır (Ek 1).

3.4 Depremden Etkilenen Betonarme Konut Örneklerinin Seçimi

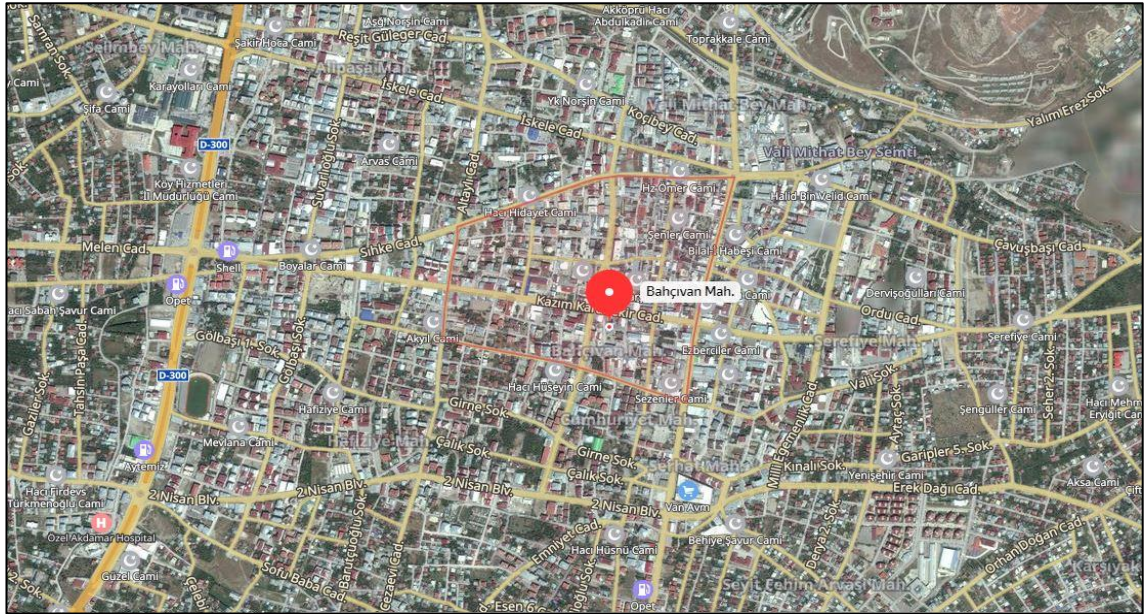
Türkiye Cumhuriyeti tarihi boyunca yaşanan doğal afetlerin en büyüklerinden biri 23 Ekim 2011 ve 9 Kasım 2011 tarihlerinde Van İli'nde yaşanmıştır. 23 Ekim depreminde 604 kişi ve 9 Kasım depreminde 40 kişi olmak üzere toplam 644 kişi hayatını kaybetmiş, her iki depremde 36.203 konut, 2.884 işyeri ve 9.602 ahır olmak üzere toplam 48.689 yapı yıkık veya ağır hasarlı, 18.181 konut, 3.907 işyeri ve 395 ahır olmak üzere toplam 22.483 yapı orta hasarlı, 58.374 konut, 7.992 işyeri ve 6.692 ahır olmak üzere toplam 73.058 yapı ise az hasarlı olarak nitelendirilmiş olup, incelenen her yüz yapıdan 77'sinin hasarlı olduğu görülmektedir (Anonim 2011a).

Son olarak 2007 yılında çıkarılmış olan Deprem Bölgelerinde Yapılacak Binalar Hakkında Yönetmelik kapsamında deprem bölgelerinde yapılacak binaların yapım yöntemleri hüküm altına alınmış olmasına rağmen 2011 yılında yaşanan doğal afetin gerek yapısal gerekse ekonomik anlamdaki etkileri yapısal ve ekonomik çözümlerin gerekliliğini bir kez daha ortaya koymuştur.

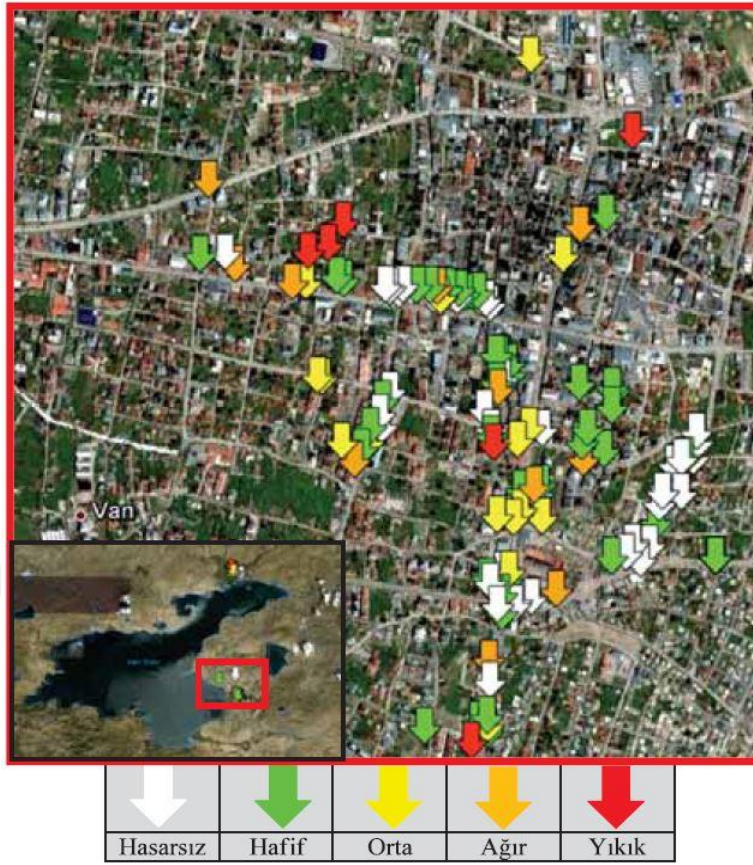
23 Ekim 2011 Van Depremi ile 9 Kasım Van-Edremit Depremi'ne ilişkin tespit yapılmış binaların hasar tespit formları T.C. Van Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü'nden edinilmiştir. Depremin yoğun olarak etki ettiği Alipaşa ve Bahçıvan Mahallelerinde bulunan binalar içerisinde, betonarme iskelet konut olarak nitelendirilen binaların tespit formları alınarak bu binalara ait hasar seviyeleri incelenmiştir (Şekil 3.1 ve Şekil 3.2, Ek 1). Ayrıca söz konusu alanda incelenen binaların konumları Şekil 3.3'te görülmektedir.



Şekil 3.1 Depremden en çok etkilenen mahallelerden Alipaşa Mahallesi'nin sınırları



Şekil 3.2 Depremden en çok etkilenen mahallelerden Bahçıvan Mahallesi'nin sınırları



Şekil 3.3 Alipaşa ve Bahçivan Mahallesi'nde incelenen binaların konumları

Araştırma kapsamında betonarme iskelet binaların taşıyıcı elemanları, bölme duvar ve merdiven gibi taşıyıcı olmayan elemanları ile genel olarak binalar düzeyinde hasar seviyeleri ilgili grup kodlarına göre sınıflandırılmıştır. Depremden etkilenen binaların incelemesi yapılmış, T.C. Van Büyükşehir Belediyesi arşivinden mevcut durumda proje ve diğer evrakları olanların evrakları incelenmiş, depremden sonra herhangi bir tasarrufta bulunulmayan binalar yerinde tespit edilmiş ve AFAD tarafından tutulan hasar tespit tutanakları ile depremin meydana geldiği tarihlerde yerinde tespit, araştırma ve çalışma yapan tüm kuruluşların verileri ayrı ayrı irdelenmiştir. Bu kapsamda incelenen yapıların özellikleri dikkate alınarak 9 ayrı grupta sınıflandırılmış ve her grup kodu için 30 adet betonarme iskelet konut niteliğinde bina hasar türleri ve seviyeleri incelenerek onarım/güçlendirme veya yıkım kararının incelenmesi sürecinde ele alınmıştır.

Depremden etkilenen betonarme binaların bulunduğu Alipaşa ve Bahçivan Mahallelerine ilişkin elde edilen verilerin anlamlı bir sonuç oluşturabilmesi ve bölgede yapılmak istenen

onarım/güçlendirme veya yıkım kararlarına altlık teşkil edebilmesi amacıyla belirli kriterler göz önüne alınarak sınıflandırılması yoluna gidilmiştir. Öncelikli olarak Türkiye’de uygulamaya konulan deprem yönetmeliklerinin yürürlüğe giriş yılları olan 1998, 2007 ve sonrası yıllar, veri setindeki binaların inşa edilme yıllarında gruplandırılarak dikkate alınmıştır. Yapım tekniklerinin yürürlükteki deprem yönetmeliği dikkate alınarak geliştirildiği ve uygulandığı dikkate alındığında söz konusu yıllar verilerin analizinde kriter olarak belirlenmiştir. 1998 ve öncesi yıllarda inşa edilen binalar A Grubu, 1999 ile 2006 yılları arasında inşa edilen binalar B Grubu ve 2007 yılından sonra inşa edilen binalar ise C Grubu olarak tanımlanmıştır. Verilerin analiz edilmesinde dikkate alınan bir diğer husus ise betonarme binaların kat adetleri olmuştur. Yerinde yapılan saha gözlemlerinde betonarme binaların statik ve mimari projesinde öngörülen kat adetleri ile sınırlı kalmadığı, yapılara hesaplanandan daha fazla yük yüklendiği tespit edilmiş olup, söz konusu kriterin yapılarda meydana gelebilecek hasar türlerine doğrudan etki ettiği öngörülerek belirlenmiştir. Betonarme binalarda kat adedi 2-5 kat olan binalar 1. Grup, 6-7 kat arası olan binalar 2. Grup ve 8-10 kat olan binalar ise 3. Grup olarak tanımlanmıştır (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Yapım yılları ve kat adetlerine göre bina sayıları

Yapım Yılı	Kat Adedi		
	2-5 Kat (1. Grup)	6-7 Kat (2. Grup)	8-10 Kat (3. Grup)
≤ 1998 (A Grubu)	25	61	16
1999 – 2006 (B Grubu)	7	48	13
2007 – 2011 (C Grubu)	2	15	22

Not: Alipaşa Mahallesi’nde yapılan tespitlerde toplam 95 adet binada yapım yılı tespit edilememiştir

Hasar seviyeleri, hasar türleri, onarım/güçlendirme veya yıkım maliyetlerinde toplulaştırma yaparak hesaplamalarda kolaylık sağlanabilmesi ve daha anlaşılabilir sonuçlar ortaya koyabilmek amacıyla betonarme binalarda yapım yılı ve kat adetlerine göre sınıflandırma yoluna gidilmiştir. Araştırmanın bundan sonraki aşamalarında 1998 yılı ve öncesinde inşa edilmiş, 2-5 kat arasında kat adedine sahip betonarme binalar A1 Grubu binalar, 1998 yılı ve öncesinde inşa edilmiş, 6-7 kat arasında kat adedine sahip betonarme binalar A2 Grubu binalar, 1998 yılı ve öncesinde inşa edilmiş, 8-10 kat

arasında kat adedine sahip betonarme binalar A3 Grubu yapılar olarak sınıflandırılmış olup, detaylı sınıflandırma şablonu Çizelge 3.2’de sunulmuştur.

Çizelge 3.2 Yapım yılı ve kat adedine göre binaların sınıflandırılması

Grup Kodu	Yapım Yılı	Kat Adedi	Çatı Tipi
A1	1972-1998	2-5	Galvanizli sac suni elyaf, beton
A2		6-7	
A3		8-10	
B1	1999-2006	2-5	Galvanizli sac suni elyaf, beton
B2		6-7	Galvanizli sac suni elyaf, beton
B3		8-10	Galvanizli sac suni elyaf
C1	2007-2011	2-5	Galvanizli sac suni elyaf
C2		6-7	Galvanizli sac suni elyaf, beton
C3		8-10	Galvanizli sac suni elyaf, beton

3.5 Hasar Seviyelerinin Onarım ve Yıkım Açısından Analizi

Betonarme binalarda onarım veya güçlendirme yöntemleri için Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından yayımlanan Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği hükümleri dikkate alınarak onarım ve/veya güçlendirme alternatifleri ortaya konulmuştur. Yönetmelik hükümleri uyarınca öncelikle onarım/güçlendirme yapılması planlanan betonarme binadan bilgi toplanması gerekmektedir. Mevcut binaların taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesinde ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özelliklerine ilişkin bilgilerin binaların projelerinden ve raporlarından, binada yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden elde edilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda inceleme konusu 2011 Van depremlerinin üzerinden yaklaşık 8 yıl geçmesi nedeniyle binalarda yerinde tespit yapılması mümkün olamayacağından dolayı söz konusu incelemeler, depremin gerçekleştiği tarihte yerinde tespit işlemlerini gerçekleştiren ODTÜ, AFAD Van İl Müdürlüğü, İMO tarafından doldurulan hasar tespit formları üzerinden gerçekleştirilmiştir.

Literatür çalışmaları ile mevcut yasal düzenlemeler dikkate alındığında her bina özelinde yapılması gerekli onarım/güçlendirme çalışmalarının özgünlüğü bir zorunluluk olmakla

birlikte, genel anlamda betonarme konutlarda özellikle taşıyıcı eleman güçlendirmesi ile sistem güçlendirmesi yöntemleri öne çıkmaktadır. Güçlendirme projesine esas teşkil edecek betonarme binalarda depremin gerçekleştiği bölge olan Van ilinin bölgesel şartları dikkate alınmıştır. Buna göre yapının bulunduğu bölgedeki özelliklerine göre;

- Zemin grubu C grubu zeminler; yumuşak süreksizlik düzlemleri bulunan çok ayrılmış metamorfik kayalar ve çimentolu tortul kayalar, serbest basınç direnci < 500 kPa, kayma dalgası hızı 400-700 m/sn
- Yerel zemin sınıfı Z3; $15 \text{ m} < h_1 \leq 50 \text{ m}$ olan (C) grubu zeminler
- Etkin yer ivmesi katsayısı (A_0); 1. derece deprem bölgesi için 0,40
- Bina önem katsayısı 1,0; diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, bina türü endüstri yapıları vb)
- Spektrum karakteristik periyotları Z3 yerel zemin sınıfı için T_A ; 0,15 sn ve T_B ; 0,60 sn
- Taşıyıcı sistem davranış katsayısı yerinde dökme betonarme binalar için deprem yüklerinin tamamının çerçevelerle taşındığı binalarda süneklik düzeyi normal sistemler için 4, deprem yüklerinin tamamının boşluksuz perdelerle taşındığı binalar için 4 ve deprem yüklerinin çerçeveler ile boşluksuz ve/veya bağ kirişli (boşluklu) perdeler tarafından birlikte taşındığı binalarda ise süneklik düzeyi normal sistemler için 4
- Hareketli yük katılım katsayısı (n); konut, işyeri, otel, hastane binaları için 0,30
- Binada kullanılacak beton dayanım sınıfı C25, nervürlü çelik dayanım sınıfı ise S420

olarak alınacağı varsayılmıştır. Betonarme taşıyıcı sistemli binalarda güçlendirme çalışmalarının yapılma yöntemi Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından 18.03.2018 tarih ve 30364 sayı ile Resmi Gazete’de yayımlanarak yürürlüğe giren Türkiye Bina Deprem Yönetmeliği (TBDY) hükümlerinde belirtilmiştir. Buna göre öncelikli olarak betonarme binalardan bilgi toplanması belirtilmiş olup, bu kapsamda mevcut binaların taşıyıcı sistem elemanlarının kapasitelerinin belirlenmesi ve deprem dayanımlarının değerlendirilmesinde kullanılacak eleman detayları ve boyutları, taşıyıcı sistem geometrisine ve malzeme özellikleri gibi bilgilerin edinilebilmesi için binaya ait

projelerin ve raporların, yerinde yapılacak gözlem ve ölçümlerden, binadan alınacak malzeme örneklerine uygulanacak deneylerden edinilmesine işaret edilmiştir.

Binalardan bilgi toplanması amacıyla yapılacak işler ise; yapısal sistemin tanımlanması, bina geometrisinin, temel sisteminin ve zemin özelliklerinin saptanması, varsa mevcut hasarın ve varsa önceki değişiklik onarım/güçlendirmelerin belirlenmesi, eleman boyutlarının ölçülmesi, malzeme özelliklerinin ortaya konulması ile yerinde yapılan gözlem ve saha araştırmasının projesine uygunluğunun kontrolü olarak tanımlanmıştır.

Yönetmelik hükümlerince elde edilen bilginin düzeyine göre bir bina bilgi düzeyi katsayısı belirtilmektedir. Sınırlı, orta ve kapsamlı bilgi düzeyi olmak üzere 3 sınıfta incelenen katsayılar taşıyıcı eleman kapasitelerinin hesaplanmasında kullanılmak üzere hesaplanmıştır.

Güçlendirme projelerinde betona ait en fazla basınç birim şekil değiştirme 0,003, donatı çeliğinin en fazla birim şekil değiştirmesi ise 0,01 olarak öngörülmüştür. Ayrıca betonarme elemanlarda kırılma türünün eğilme olması durumlarında “sünek”, kırılma türü kesme ise “gevrek” olarak adlandırılacağı belirtilmiştir. Güçlendirme projelerinde betonarme elemanların (kiriş, kolon, perde duvar, güçlendirilmiş dolgu duvar) hasar sınırlarının tanımlanması yine ilgili yönetmelik hükümlerince belirtilmiştir (Çizelge 3.3 – 3.6).

Çizelge 3.3 Betonarme kirişler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

Sünek Kirişler			Hasar Sınırı		
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_b}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}^{(1)}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.0	Var	≤ 0.65	3	7	10
≤ 0.0	Var	≥ 1.30	2.5	5	8
≥ 0.5	Var	≤ 0.65	3	5	7
≥ 0.5	Var	≥ 1.30	2.5	4	5
≤ 0.0	Yok	≤ 0.65	2.5	4	6
≤ 0.0	Yok	≥ 1.30	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≤ 0.65	2	3	5
≥ 0.5	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	4

Çizelge 3.4 Betonarme kolonlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

Sünek Kolonlar			Hasar Sınırı		
$\frac{N_K}{A_c f_{cm}}^{(1)}$	Sargılama	$\frac{V_e}{b_w d f_{ctm}}^{(2)}$	MN	GV	GÇ
≤ 0.1	Var	≤ 0.65	3	6	8
≤ 0.1	Var	≥ 1.30	2.5	5	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≤ 0.65	2	4	6
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Var	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≤ 0.1	Yok	≤ 0.65	2	3.5	5
≤ 0.1	Yok	≥ 1.30	1.5	2.5	3.5
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≤ 0.65	1.5	2	3
≥ 0.4 ve ≤ 0.7	Yok	≥ 1.30	1	1.5	2
≥ 0.7	–	–	1	1	1

Çizelge 3.5 Betonarme perdeler için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s)

Sünek Perdeler	Hasar Sınırı		
Perde Uç Bölgesinde Sargılama	MN	GV	GÇ
Var	3	6	8
Yok	2	4	6

Çizelge 3.6 Güçlendirilmiş dolgu duvarlar için hasar sınırlarını tanımlayan etki/kapasite oranları (r_s) ve görelî kat ötelemesi oranları

ℓ_{duvar} / h_{duvar} oranı aralığı 0.5 - 2.0	Hasar Sınırı		
	MN	GV	GÇ
Etki/Kapasite Oranı (r_s)	1	2	-
Görelî Kat Ötelemesi Oranı	0.0015	0.0035	-

Güçlendirilmesi öngörülen binalarda deprem performanslarının belirlenmesine esas alınacak deprem düzeyleri ve bu deprem düzeylerinde binalar için öngörülen en az performans değerleri, binanın kullanım amacına göre belirlenmiştir (Çizelge 3.7). Buna göre araştırma konusu olarak belirlenen betonarme konut niteliğindeki binalar bu sınıflandırmada depremin 50 yılda aşılma olasılığı %10 olarak belirlenmiş ve bu durumda bina kullanımı can güvenliği sınırında kalmış olduğu görülmektedir.

Çizelge 3.7 Farklı deprem düzeylerinde binalar için öngörülen minimum performans hedefleri

Binanın Kullanım Amacı ve Türü	Deprem Aşılma Olasılığı		
	50 yılda %50	50 yılda %10	50 yılda %2
Deprem Sonrası Kullanımı Gereken Binalar: Hastaneler, sağlık tesisleri, itfaiye binaları, haberleşme ve enerji tesisleri, ulaşım istasyonları, vilayet, kaymakamlık ve belediye yönetim binaları, afet yönetim merkezleri, vb.	-	HK	CG
İnsanların Uzun Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Okullar, yatakhaneler, yurtlar, pansiyonlar, askeri kışlalar, cezaevleri, müzeler, vb.	-	HK	CG
İnsanların Kısa Süreli ve Yoğun Olarak Bulunduğu Binalar: Sinema, tiyatro, konser salonları, kültür merkezleri, spor tesisleri	HK	CG	-
Tehlikeli Madde İçeren Binalar: Toksik, parlayıcı ve patlayıcı özellikleri olan maddelerin bulunduğu ve depolandığı binalar	-	HK	GÖ
Diğer Binalar: Yukarıdaki tanımlara girmeyen diğer binalar (konutlar, işyerleri, oteller, turistik tesisler, endüstri yapıları, vb.)	-	CG	-

3.5.1 Onarım türü ve maliyetleri

En uygun onarım/güçlendirme veya yıkım kararı verilebilmesi için karar sürecinde kullanılmak üzere belirlenen alternatif onarım/güçlendirme projelerinin maliyet kalemlerinin ortaya konulması gerekmektedir. Buna göre inceleme konusu mahallelerde gerçekleşen hasar türleri ve hasar seviyeleri incelendiğinde betonarme binalarda hasar meydana gelmesinin temel sebepleri;

- Yapılaşmada zemin sınıfına dikkat edilmemesi ve yanlış temel seçimi,
- Ticari amaçlı kullanılan zemin katlarda kolonların kesilmesi, dolgu/perde duvar kullanılmaması,
- Taşıyıcı elemanlarda düz donatı kullanılması nedeniyle betonla donatı arasındaki aderans davranışının sağlanamaması,
- Yapılaşmada izin verilen kat adedinin aşılması ve yapıya hesaplanandan daha fazla ölü ve hareketli yük yüklenmesi,
- Yumuşak kat oluşumu, kolonlarda plastik mafsall oluşması gibi deprem yönetmeliğine uygun olmayan tasarım yapılması

olarak sıralanabilir. Onarım/güçlendirme işlemlerinin maliyet hesaplamalarında depremde etkilenen betonarme iskelet konut niteliğindeki binalarda taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda meydana gelen olası hasarlar, mekanik, sıhhi tesisat gibi bina içerik hasarları, acil barınma maliyeti, güçlendirme maliyeti ve insani kayıplar olarak 5 ana başlık üzerinde maliyet tahmini işlemleri yapılmıştır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8 Onarım/güçlendirme türü ve maliyetleri

Yazar Adı	Maliyet Kalemleri
Yanmaz ve Luş (2005)	• Taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki olası hasarlar (bina elemanları tamir oranları) • Bina içerik hasarları • Acil barınma maliyeti (bina tamir süresi, kira maliyeti ve taşınma maliyeti) • Güçlendirme maliyeti • İnsani kayıplar (ölüm ve yaralanma) (yaralanma oranları)
Yılmaz (2018)	• Korozyon durumu • Deprem sınıfı • Beton basınç dayanımı • Zemin sınıfı • Bina toplam alanı
Williams vd. (2009)	• Tahmini yıllık zarar • Binanın yeniden yapım maliyeti • Spektral ivme • Binanın ilgili spektral ivme noktasındaki toplam zarar faktörü • Spektral ivmenin yıllık ortalama sıklığı
Kusar vd. (2013)	• Güçlendirme yönteminin net bugünkü değeri • Enerji iyileştirme, işletme ve yönetim maliyetlerinin net bugünkü değeri • Deprem sonrası zararlar ve sismik güçlendirme maliyetlerinin net bugünkü değeri • Binaya ait malzeme ve donanımların hurda değerlerinin net bugünkü değerleri
Naja ve Baytiyeh (2014)	• Çapraz çelik bağlantı • Kolon genişletme • Perde duvar • Çelik giydirme • Lifli polimer sargı ile kolon sarılması

Binalara etkiyen söz konusu maliyet tahmini kalemlerinin hesaplamalarında yapısal hasarlar için bina elemanları tamir oranları, acil barınma maliyeti hesaplamalarında bina

tamir süresi, kira maliyeti ve taşınma maliyetleri, ölüm ve yaralanma gibi insani kayıplarda ise yaralanma oranlarından faydalanılmıştır.

Onarım maliyetlerinin belirlenebilmesi için depremde etkilenen betonarme iskelet konut niteliğindeki binalara uygulanacak onarım türlerinin tespit edilmesi gerekmektedir. Bölgede meydana gelen deprem afeti nedeniyle yıkılan binaların onarım/güçlendirme işlemlerini yürüten firmalar, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, T.C. Milli Savunma Bakanlığı gibi kamu kurum ve kuruluşlarının onarım/güçlendirme işlemlerine ilişkin yayımladığı şartnameler ile uygulama esasları dikkate alınarak örnek uygulamada yapılması planlanan onarım/güçlendirme işlemlerinin çerçevesi çizilmiştir. Buna göre onarım/güçlendirme işlemlerinde güçlendirme perdeleri imalatı, deprem güçlendirmelerine ilişkin güçlendirme yapılacak taşıyıcı eleman yüzeylerinde temizlik, sıva ve boyaların dökülmesi gibi ön hazırlıklar, perde ankrajları, temel takviyesi, güçlendirme imalatlarında kullanılacak malzeme tanımı, işlemlerde kullanılacak makine ekipmanların belirlenmesi gibi genel hususlar, imalatların geçersiz sayılmasına neden olacak kusurlu imalatların belirlenmesinde çerçeve olarak belirlenmiştir.

Belirlenen deprem onarım/güçlendirme alternatiflerine göre onarım/güçlendirme maliyet kalemleri ortaya konularak her bir alternatifin maliyet tahmini ortaya konulmuştur. Araştırma kapsamında fayda-maliyet analizi için taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki olası hasarlar, bina içerik hasarları, acil barınma maliyeti, güçlendirme maliyeti, insani kayıplar (ölüm ve yaralanmalar) olmak üzere 5 çeşit kayıp incelenmiştir.

Yapısal kayıplar; taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların yenilenme maliyetleri deprem bölgesi olan Van İli'nde bulunan ve deprem güçlendirmelerinde uzman firmalardan temin edilmiştir (Ek 3). Bu fiyatlar haricinde tamir sürecinde yenileme dışında oluşması muhtemel ek kayıpları da analizlere katmak amacıyla, Fayda/Maliyet Analizi için Çizelge 3.9'daki tamir oranları analizlere dâhil edilmiştir (Ferritto 1997).

Belirtilen oranlara bağlı olarak i. hasar seviyesinde zarar görmüş bir elemanın tamir maliyeti;

Tamir Maliyeti (TM_i) = (Yenileme Maliyeti) x (Tamir Oranı)
denklemleri kullanılarak tespit edilmiştir.

Çizelge 3.9 Bina elemanları için tamir oranları

Elemanlar	Tamir Oranı
Taşıyıcı Elemanlar	1,50
Mekanik Ekipman	1,25
Elektrik Ekipman	1,25
Mimari Elemanlar	1,25
Asansörler	1,25
Bina İçeriği	1,05

İnsani kayıplar; esas olarak yapısal hasarlardan kaynaklanan insani kayıplar, hasar seviyesiyle yıkılan taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların ağırlıklarıyla ve deprem esnasında binada bulunan insan sayısı ile doğrudan ilişkilidir. Deprem ve insani kayıp ilişkisini belirleyebilmek için yaralanma derecesine bağlı insani kayıp tanımlaması yapılmalıdır (Anonymous 2019). Buna göre (i) hasar seviyeleri; 1 (az), 2 (orta), 3 (ağır) ve 4 (çökme) olarak, (j) yaralanma derecesi ise; seviye 1, 2, 3 ve 4 olarak belirlenmiş olup, İK_i ise (i) hasar seviyesi için insani kayıp maliyeti toplamını göstermektedir (Çizelge 3.10).

$$(Kayıp)_{ij} = (\text{Binadaki insan sayısı}) \times (\text{Yaralanma oranı})_{ij}$$

$$İK_i = \sum_j^4 (Kayıp)_{ij} \times (\text{Yaralanma maliyeti})_j$$

Çizelge 3.10 İnsani kayıp tanımlamaları

Seviye	Açıklama
Seviye 1	Temel ilkyardım gerektiren yaralanmalar
Seviye 2	Hastanede tedavi gerektiren fakat hayati tehlike içermeyen yaralanmalar
Seviye 3	Hemen tıbbi müdahale yapılmadığı takdirde hayati tehlike içeren yaralanmalar, bu tür yaralanmaların çoğu yapısal çökmeler sonucu gerçekleşmektedir
Seviye 4	Hemen ölüm veya ömür boyu sakat kalma durumu

Acil barınma maliyeti; bu maliyet türünde binanın tamamı veya bir bölümünün kullanılamaz duruma gelmesi ve bu tür maliyetlerin geçici konutun kira maliyeti ile

taşınma maliyeti olmak üzere iki ana başlık altında incelenmesi gerekmektedir. Dolayısıyla her hasar seviyesi; acil barınma maliyeti, bina tamir süresi, kira maliyeti ve taşınma maliyetlerine bağlı olarak değişebilmektedir (Erdik vd. 2002, Anonymous 2019).

$$ABMi = (\text{Bina tamir süresi})_i \times (\text{Kira maliyeti}) + (\text{Taşınma maliyeti})$$

Güçlendirme maliyeti hesaplamalarında bölgede mevcut yapılan güçlendirme proje verileri, bilimsel ve akademik kaynaklardan elde edilen bilgiler, mevzuatın amir hükümleri birlikte değerlendirilerek maliyet kalemleri ortaya konulmuş olup, örnek binalar üzerinden ortaya konulan metraj ve keşif çalışmaları ile maliyet tahmini işlemleri tamamlanmıştır (Çizelge 3.11). Güçlendirme projelerinden beklenen faydanın hesaplanmasında ise tüm fiziksel ve sosyo-ekonomik kayıplar için maliyet değerleri belirlendikten sonra her güçlendirme önerisinin faydası, orijinal ve güçlendirilmiş yapıda beklenen toplam maliyetlerin farkı olarak kabul edilmiştir.

Çizelge 3.11 Hasar seviyesi ve bina türlerine göre güçlendirme maliyetleri

Bina Türü	Tamir Süresi (Gün)				Kira Maliyeti (\$/m ² /gün)	Taşınma Maliyeti (\$/m ²)
	Az Hasar	Orta Hasar	Ağır Hasar	Çökme		
Konut	5	180	480	960	0,06	1,8
Hastane	20	210	540	720	0,09	3,0
Okul	10	90	360	480	0,09	2,0

3.5.2 Yıkım türü ve maliyetleri

Yıkım türlerine ilişkin yapılan literatür araştırması ve mevcut uygulamaların incelenmesi neticesinde yıkım türlerinin genel olarak elle yıkım, mekanik yıkım, yapı söküm, patlayıcı madde ile yıkım ve karma yıkım teknikleri olarak sınıflandırılmaktadır. Van depreminin meydana geldiği bölgede yapılan araştırmalarda elde edilen bulgulara betonarme iskelet konut niteliğindeki binalarda görülen hasar türlerinin incelenmesi ve söz konusu binaların depremden sonra yıkımında kullanılan tekniklerin birlikte değerlendirilmesi neticesinde inceleme konusu binalarda uygulanması öngörülen yıkım tekniğinin yapı söküm tekniği olarak seçilmesi uygun görülmüştür. Yıkım türünün seçiminde maliyet kalemlerinin diğer

yöntemlere göre daha avantajlı olduğunun görülmesi bu yöntemin seçiminde en etkili faktör olarak belirlenmiştir.

Yapı söküm tekniğinde kullanılan maliyet kalemleri; şantiye kurulumu, işçilik, ekipman, nakliye ve tasfiye olarak belirlenmiştir. Her bir maliyet kalemi için yapılacak iş ve işlemler T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yayımlanan birim fiyatlar üzerinden ayrı ayrı belirlenmiş ve betonarme iskelet binalar özelinde metraj ve keşif çalışması ile toplam maliyet tahmini ortaya konulmuştur.

3.6 Onarım Yıkım Maliyetleri Analizine İlişkin Karar Yöntemleri

Onarım/güçlendirme veya yıkım kararının maliyetler açısından incelenmesi sürecinde güçlendirme projelerinden elde edilecek faydaların parasal değerleri ile maliyet kalemlerinin bugünkü değerleri nakit akım yöntemleri ile hesaplanarak ortaya konulmuştur. Bu yöntemler; net bugünkü değer yöntemi, iç kârlılık oranı, fayda/maliyet oranı ve geri ödeme süresi yöntemleri olup, güçlendirme projelerinden beklenen faydaların ve ortaya çıkan maliyetlerin karşılaştırılmasında en uygun yöntemler olarak görülmektedir.

Bilimsel herhangi bir altlığı veya hüküm altına alınmış bir uygulama olmamasına rağmen mevcut koşullarda uygulanan güçlendirme maliyetinin yıkım maliyetine oranı uygulaması gerek yapısal güvenlik gerekse ekonomik anlamda doğru sonuçlar vermekten uzak olduğu görülmektedir. Onarım/güçlendirme projelerinde nakit akım yöntemlerinin kullanılması nedeniyle projenin iç dinamiklerinden oluşan güçlü yanlar ve zayıf yanlar ile dış etkenler nedeniyle ortaya çıkan fırsatlar ve tehditler SWOT analizi yöntemiyle belirlenmiştir.

Buna göre yatırımın kuruluş döneminin uzunluğu, ekonomik ömrü, katlanılan yatırım maliyeti ve beklenen süre içinde ortaya çıkan net nakit akışlarının planlanabilmesi, yatırıma karşılık gelen faydaların veya getirilerin görülebilmesi, beklenen faydalar ve maliyetlerin belirlenmesiyle ileriye dönük planlama imkânına sahip olunması ile projenin fizibil olup olmadığının tespit edilebilmesi onarım/güçlendirme projelerinin güçlü yanları

olarak sıralanabilirken, projelerin zayıf yanı olarak analiz çıktılarının kesin bir sonuç vermemesi nedeniyle karar merciindeki kişilerin alanında bilgi sahibi bireyler olması gerekliliği belirtilebilir.

Bunun yanı sıra onarım/güçlendirme projelerinin dış etkenler nedeniyle ortaya çıkabilecek fırsatları; gerekli görüldüğü takdirde bölgesel şartlar, yapıya has özellikler gibi dış etkenler nedeniyle farklılık arz edebilecek maliyet veya fayda kalemlerinin bu yöntemlerde kolayca karar sürecine dâhil edilebilmesi ile onarım/güçlendirme projelerinin kendine has nitelikte olması nedeniyle her proje için güncelleme ve değişiklik yapma imkânı sıralanabilirken, dış etkenler ve yapı tipi her proje için farklılık gösterebileceğinden çıktılar üzerinden genelleme veya standartlaştırma imkânının bulunmaması ise projelerde tehditler olarak beklenmektedir (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12 Onarım/güçlendirme projelerine ilişkin SWOT analizi

SWOT ANALİZİ	
Güçlü Yanlar	Zayıf yanlar
Yatırımın kuruluş döneminin uzunluğu, ekonomik ömrü, katlanılan yatırım maliyeti ve beklenen süre içinde ortaya çıkan net nakit akışlarının planlanabilmesi	Analiz çıktıları kesin bir sonuç vermemesi nedeniyle karar merciindeki kişilerin alanında bilgi sahibi bireyler olması gerekliliği
Yatırıma karşılık gelen faydaları veya getirilerin görülebilmesi	
Beklenen faydalar ve maliyetlerin belirlenmesiyle ileriye dönük planlama yapma imkânı sağlanabilmesi	
Projenin fizibil olup olmadığının tespit edilebilmesi	
Fırsatlar	Tehditler
Gerekli görüldüğü takdirde bölgesel şartlar, yapıya has özellikler nedeniyle farklılık arz edebilecek maliyet veya fayda kalemlerinin bu yöntemlerde kolayca karar sürecine dâhil edilebilmesi	Dış etkenler ve yapı tipi her proje için farklılık gösterebileceğinden çıktılar üzerinden genelleme veya standartlaştırma imkânının bulunmaması
Onarım/güçlendirme projelerinin kendine has nitelikte olması nedeniyle her proje için güncelleme ve değişiklik yapma imkânı sağlanması	

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırma konusu Van İli İpekyolu İlçesi Bahçıvan ve Alipaşa Mahallelerinde depremden etkilenen betonarme konut niteliğindeki binalar incelenerek hasar türü, hasar seviyesi, onarım/güçlendirme ve yıkım türleri ile maliyetleri ve nihayetinde karar sürecine ilişkin bulgular ortaya konulmuş olup, elde edilen sonuçlar üzerinden mevcut durum tartışılmıştır.

Hasar türlerinin belirlenmesine ilişkin geliştirilen yöntemler kullanılarak araştırma konusu alanda meydana gelen hasar türleri ortaya konulmuştur. Depremden etkilenen betonarme binalarda hasar türlerinin yapıya ne derece etki ettiğini ölçümleyebilmek amacıyla öncelikle hasar seviyesi kriterleri belirlenmiş ve bu kriterler öncülüğünde de hasar seviyeleri uygulamada kullanılmıştır.

Depremden etkilenen betonarme binaların yapım yılı, kat adedi, çatı tipi gibi kriterler ile toplulaştırılması sağlanarak hasar seviyelerinin gruplandırma yoluyla yapılması amaçlanmıştır. Diğer bir deyişle betonarme binalarda hasar seviyeleri her bina için ayrı ayrı kullanılmamış olup, ortak özellikleri nedeniyle gruplandırılan binaların topluca hasar seviyeleri belirlenmiştir.

Toplulaştırma sonucu ortaya çıkan tablo neticesinde hasar türleri ve hasar seviyelerine göre binalarda onarım/güçlendirme veya yıkım kararının verilebilmesi için betonarme binalarda onarım/güçlendirme ve yıkım alternatifleri oluşturulmuştur. Belirlenen her bir onarım/güçlendirme ve yıkım türleri için ayrı ayrı maliyet tahminleri yapılmış, binalarda meydana gelebilecek durumların gerçeğe en yakın biçimde tahmin edilmesi sağlanmıştır.

Belirlenen maliyet tahminleri ile birlikte onarım/güçlendirme alternatiflerinin karşılaştırılabilmesi amacıyla beklenen fayda ve kazançlar da analize dahil edilmiştir. Elde edilen fayda ve maliyetler birlikte değerlendirilerek onarım/güçlendirme veya yıkım kararı verilebilmesi için fayda/maliyet analizi yöntemi kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulguların birlikte değerlendirilerek örnek uygulama olan Van İli

İpekyolu İlçesi Alipaşa ve Bahçıvan Mahallelerinde depremde etkilenen betonarme konut niteliğindeki binalar için fayda/maliyet analizi (kârlılık endeksi), iç karlılık oranı, net nakit akışı yöntemleri ile birlikte değerlendirilerek sonuçlar tartışılmıştır.

Bu bölümde hasar türleri ve hasar seviyelerine ilişkin bulgular ortaya konulmuş, elde edilen hasar tür ve seviyeleri için belirlenmiş olan onarım ve yıkım işlemleri kullanılarak onarım/güçlendirme veya yıkım işlemlerine ilişkin bulgular belirtilmiştir. Her bir onarım ve yıkım tür ile maliyetlerine ilişkin fayda ve maliyet kalemleri belirlenmiş ve son olarak elde edilen bu fayda ve maliyetlerin onarım ve yıkım kararına ilişkin analizi yapılmıştır.

4.1 Hasar Türleri ve Hasar Seviyelerine İlişkin Bulgular

Araştırma kapsamında 23 Ekim 2011 ve 9 Kasım 2011 tarihinde meydana gelen Van Depremi'nden etkilenen bölgede örneklem olarak Bahçıvan ve Alipaşa Mahalleleri'nde betonarme bina niteliğindeki yapılar seçilmiş ve örneklem içerisinde ağırlıklı olarak meydana gelen hasar türü ile hasar türlerinin sınıflandırılması yapılmıştır.

Araştırma alanı olan Van İli İpekyolu İlçesi Bahçıvan ve Alipaşa Mahallelerinde elde edilen veriler neticesinde tespiti yapılan hasar türleri şu şekilde sıralanmıştır;

- Sıva çatlakları ve sıva ile boya tabakalarında dökülmeler,
- Dolgu ve taşıyıcı duvarlarda çatlaklar,
- Taşıyıcı elemanlarda meydana gelen çatlaklar,
- Bölme ve taşıyıcı duvarlarda gözlemlenen ayrılmalar,
- Genişliklerine göre taşıyıcı elemanlarda gerçekleşen çatlaklar ve ayrılmalar,
- Bina köşelerinde ayrılma ve ezilmeler,
- Taşıyıcı elemanlarda kesme kuvvetinden dolayı meydana gelen ayrılmalar,
- Konik biçimli dökümler,
- Bölme ve taşıyıcı duvarlarda tamamen veya kısmen göçmeler,
- Taşıyıcı elemanlarda kısmen veya tamamen göçmeler

İncelenen binaların plan geometrilerinin dikdörtgen veya kare tabanlı oldukları, taşıyıcı sistem tiplerinin tüm katlarda betonarme karkas taşıyıcı sisteme sahip oldukları ve ara kat ve çatı döşemelerinin de betonarme olarak inşa edildikleri tespit edilmiştir.

Depremden etkilenen betonarme iskelet binaların taşıyıcı elemanlarının hasar seviyeleri ile hasarlı bina sayıları verilmiştir (Çizelge 4.1). Buna göre araştırma konusu alanda ağırlıklı olarak orta hasarlı ve az hasarlı binaların bulunduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.1 Taşıyıcı elemanlarda hasar seviyeleri ile hasarlı bina sayıları

Grubu	Bulunduğu Kat	Hasarsız	Az Hasarlı	Orta Hasarlı	Ağır Hasarlı
A1	Bodrum	1	6	4	-
	Zemin	4	7	11	3
	Diğer	4	7	11	3
A2	Bodrum	2	13	13	11
	Zemin	2	15	31	13
	Diğer	2	14	32	13
A3	Bodrum	-	-	4	6
	Zemin	1	1	5	9
	Diğer	1	1	5	9
B1	Bodrum	1	-	-	-
	Zemin	6	-	1	-
	Diğer	6	-	1	-
B2	Bodrum	13	15	6	3
	Zemin	13	19	12	4
	Diğer	13	18	13	4
B3	Bodrum	-	2	4	-
	Zemin	1	4	7	1
	Diğer	2	3	7	1
C1	Bodrum	-	1	-	-
	Zemin	1	1	-	-
	Diğer	-	1	1	-
C2	Bodrum	6	3	-	-
	Zemin	8	4	4	-
	Diğer	7	5	4	-
C3	Bodrum	2	4	3	-
	Zemin	3	14	6	-
	Diğer	3	14	6	-

1998 yılında yayımlanan ilk deprem yönetmeliğinden önce inşa edilen binaların ağır hasar yüzdelерinin sonraki yıllarda yapılan binalarda meydana gelen ağır hasar yüzdelерinden daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Betonarme iskelet binaların taşıyıcı elemanlarının ağır hasar ve orta hasar yüzdelерinin yüksek olmasının nedenleri incelendiğinde ise özellikle zemin katta ticari amaçlı kullanılan bağımsız bölümlerde duvarların ve kolonların kesilmesi, deprem nedeniyle taşıyıcı elemanların yüksek kesme gerilmelerine maruz kalması, deprem etriyesi ve yönetmelik hükümlerinin uygulanmamış olması gibi kriterler belirleyici olmuştur. Diğer yandan taşıyıcı elemanların hasar gördüğü katlara bakıldığında da yine zemin katta bulunan taşıyıcı elemanların ağırlıkta olduğu tespit edilmiştir. Bunun sebebinin de yine zemin katlarda bulunan taşıyıcı elemanların ticari olarak kullanılan bağımsız bölüm kullanıcıları tarafından zarar verilmesi ve deprem yönetmeliği hükümlerinin uygulanmaması olarak sıralanabilir.

Bölgede meydana gelen depremin betonarme iskelet konut niteliğindeki binaların taşıyıcı olmayan elemanlarında tespit edilen hasarlı bina sayıları ile hasar seviyeleri verilmiştir (Çizelge 4.2). Bölme duvar, merdiven ve çatı elemanlarının incelendiği binalarda merdiven elemanlarının orta ve üzerinde bir seviyede hasar gören binalarda genellikle ilk yıkılan elemanlardan biri olduğu belirlenmiştir. Betonarme iskelet konutlarda bölme duvarların orta ve ağır hasar seviyelerinin yüksek olduğu, yıllara göre bakıldığında dahi, değişen yönetmelik hükümlerine rağmen azalma görülmediği tespit edilmiştir. Çatı elemanları genel olarak bina ağır hasar almadığı sürece mevcut dayanımı ve özelliğini koruyabilmiştir. Bölme duvarların hasar nedenleri incelendiğinde taşıyıcı sistem elemanları ile birlikte çalışamadığı, deprem anında ayrılmalar olduğu gözlenmiş olup, ayrıca hasarlı olan binalardaki bölme duvarlarda kesme çatlaklarının da yüksek oranda gözlemlendiği anlaşılmıştır.

Betonarme iskelet binaların taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan eleman düzeyinde ve gerekli diğer özellikleri ile birlikte incelenmesi neticesinde binalar grup kodlarına göre az, orta ve ağır hasarlı olmak üzere 3 farklı hasar seviyesinde gruplandırılmıştır. Yapım yıllarına göre bakıldığında yeni yapıların eski yapılara nazaran hasar seviyesinin daha düşük olduğu görülmüştür (Çizelge 4.3). Genel olarak yapılarda hasar seviyelerinin değişkenlik göstermesinde 1999 yılında ve 2007 yılında yürürlüğe giren deprem yönetmelikleri etkili

olmuştur. Bununla birlikte betonarme iskelet binalarda özellikle bölgedeki zemin özellikleri, bina taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda özellikle kesme kuvveti etkisiyle kırılma, ezilme, çökme, ayrılma gibi durumların gözlenmesi hasar nedenleri olarak sıralanabilir.

Çizelge 4.2 Taşıyıcı olmayan elemanlarda hasar seviyeleri ile hasarlı bina sayıları

Grubu	Eleman Adı	Hasarsız	Az Hasarlı	Orta Hasarlı	Ağır Hasarlı
A1	Bölme Duvar	2	10	10	3
	Merdiven	14	0	0	11
	Çatı	17	2	5	1
A2	Bölme Duvar	7	19	22	13
	Merdiven	29	0	0	32
	Çatı	38	3	12	8
A3	Bölme Duvar	0	4	7	5
	Merdiven	3	0	0	13
	Çatı	10	3	2	1
B1	Bölme Duvar	2	9	13	1
	Merdiven	12	0	0	13
	Çatı	12	4	8	1
B2	Bölme Duvar	1	24	15	8
	Merdiven	20	0	0	28
	Çatı	34	7	5	2
B3	Bölme Duvar	2	3	8	0
	Merdiven	7	0	0	6
	Çatı	7	2	4	0
C1	Bölme Duvar	0	1	1	0
	Merdiven	2	0	0	0
	Çatı	2	0	0	0
C2	Bölme Duvar	1	9	5	0
	Merdiven	10	0	0	5
	Çatı	12	0	3	0
C3	Bölme Duvar	0	15	6	1
	Merdiven	3	0	0	12
	Çatı	6	4	4	0

Betonarme iskelet konut niteliğindeki binaların incelenmesi neticesinde grup kodlarına göre hasar türleri sınıflandırılmış, A ve B grubu binalarda kesme kuvveti etkisi, kolon kısılması, taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda dökülmeler ve/veya ezilmeler görülmesi, C grubu binalarda ise kısa kolon oluşumu, taşıyıcı olmayan elemanlarda

göçme, özellikle zemin kat kirişlerinde eğilme çatlakları, bölme duvarlarda ağır duvar hasarları tespit edilmiştir (Çizelge 4.4). Tespit edilen hasar türlerinin grup kodlarına ve dolayısıyla yönetmelik hükümlerinin yürürlüğe girdiği tarihlere göre farklılık gösterdiği belirlenmiş olup, bu hususun binalarda onarım/güçlendirme alternatiflerinin belirlenmesinde göz önünde bulundurulması önem arz etmektedir.

Çizelge 4.3 Depremden etkilenen betonarme iskelet binaların hasar seviyeleri

Grubu	Az Hasarlı	Orta Hasarlı	Ağır Hasarlı
A1	11	10	4
A2	13	35	13
A3	2	5	9
B1	6	1	0
B2	31	13	4
B3	5	7	1
C1	2	0	0
C2	11	4	0
C3	15	6	1

Mevcut duruma ilişkin elde edilen bulgulara göre binaların %54,07'sinin orta ve ağır hasarlı oldukları, söz konusu binaların önemli bir kısmının özellikle 2007 yılında yayımlanan deprem yönetmeliğinden önce yapılmış oldukları tespit edilmiştir. Üzerinde durulması gereken bir diğer husus ise betonarme iskelet binalarda kat adedi arttıkça hasar oranlarının da doğru orantılı olarak arttığı gerçeğidir. Örneğin; 2-5 kat arası binalarda orta hasarlı olma durumu ortalama %18,10, 6-7 kat arası binalarda %37,04 ve 8-10 kat arası binalarda ise %37,45 olarak saptanmıştır.

Çizelge 4.4 Grup kodlarına göre hasar türleri

Grup Kodu	Hasar Türü
A1	Taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda kesme kuvvetinin etkisiyle ayrılmalar görülmesi, katlarda kolon kısılması, bina köşelerinde dökülmeler ve ayrılmalar
A2	
A3	
B1	Beton ve donatıların dayanım yetersizliği sebebiyle taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda dökülme, ayrılma ve çatlakların oluşumu, kesme kuvveti etkisiyle göçme ve ayrılmaların görülmesi
B2	
B3	
C1	Kısa kolon oluşumu, merdiven göçmesi, bölme duvarlarda kesme kuvveti etkisi, zemin kat kirişlerinde eğilme çatlakları, 8 ve üzeri katlı binaların normal katlarında ağır duvar hasarları
C2	
C3	

Araştırma konusu alanda belirlenen hasar türleri; taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda kesme kuvveti etkisiyle ayrılma, dökülme, çökme gibi durumların gözlenmesi, kısa kolon, plastik mafsall oluşumu, özellikle zemin katlarda görülen kirişlerde eğilme etkisi görülmesi durumları başlıca hasar türleri olarak sıralanabilir. Hasar türlerinin meydana gelme nedenleri incelendiğinde ise yapılaşmada zemin sınıfına dikkat edilmemesi ve yanlış temel seçimi, ticari amaçlı kullanılan zemin katlarda kolonların kesilmesi, dolgu/perde duvar kullanılmaması, taşıyıcı elemanlarda düz donatı kullanılması nedeniyle betonla donatı arasındaki aderans davranışının sağlanamaması, yapılaşmada izin verilen kat adedinin aşılması ve yapıya hesaplanandan daha fazla ölü ve hareketli yük yüklenmesi, yumuşak kat oluşumu, kolonlarda plastik mafsall oluşması gibi deprem yönetmeliğine uygun olmayan tasarım yapılması olarak tespit edilmiştir.

Araştırma neticesinde onarım/güçlendirme veya yıkım işlemlerine altlık oluşturulabilmesi amacıyla betonarme iskelet konut niteliğindeki binalarda hasar türleri irdelenmiştir. Belirlenen hasar türlerine göre alternatifler ile birlikte yapılarda maliyet tahmini yoluna gidilmiştir.

4.2 Onarım ve Yıkım İşlemlerine İlişkin Bulgular

Örnek uygulama kapsamında onarım/güçlendirme alternatiflerinin ortaya konulabilmesi için daha önce bina yaşı, kat adedi, yapıda kullanılan malzeme gibi özelliklerin yanı sıra binaların inşasında esas alınan deprem yönetmeliklerinin yürürlüğe girdiği tarihler de belirleyici olmuştur. Örnek uygulamanın ele alındığı Van İli İpekyolu İlçesi Bahçıvan ve Alipaşa Mahallelerinde inşa edilen betonarme iskelet binaların yapısal özellikleri ve yaşları dikkate alındığında 2007 yılında yürürlüğe giren TB DY hükümleri dikkate alınarak bu yönetmelikten önce ve sonra inşa edilen binalar olarak 2 adet, binanın projesine göre olduğu gibi çözümlenmesi ve binanın yıkılıp yeniden yapılması alternatifleri olarak toplam 4 adet bina örneği seçilerek inceleme tamamlanmıştır.

- **Yeniden Yapım Alternatifi;** binanın tamamen yıkılıp yeniden yapılması,
- **1. Alternatif;** binanın projesine göre olduğu gibi çözümlenmesi,

- **2. Alternatif;** binanın bodrum veya yoksa zemin katında betonarme perde duvar ve deprem etriyeleri kullanılarak güçlendirilmesi (2007 yönetmelik hükümlerine göre C grubu betonarme iskelet konutlar)
- **3. Alternatif;** binanın tüm katlarında perde duvar güçlendirilmesi ve deprem etriyeleri kullanılması (2007 öncesi yönetmelik hükümlerine göre A-B grubu betonarme iskelet konutlar)

olarak sıralanabilir. Seçilen alternatifler üzerinden binalarda uygulanacak güçlendirme aşamaları değerlendirilmiş ve bu aşamada güçlendirme projelerinde yapılacak iş ve işlemler aşağıda özet olarak sıralanmıştır (Çizelge 4.5)

Çizelge 4.5 Güçlendirme aşamasında yapılacak iş ve işlemler

Sıra No	İşlemler
1	Güçlendirme perdeleri imalatı
	Betonarme perde ilave edilmesi
	Perde uçlarına gelen kolonların mantolanması
	Güçlendirme perdelerinin mevcut kiriş ve kolonlara ankre edilmesi
1.1	Ön Hazırlıklar
	Perde yapılacak açıklıkları çevreleyen kolon ve kirişlerin perdeye sınır olan yüzlerindeki sıvaların sökülmesi
	Perde yapılmasına engel olan kalorifer, pis su borusu, elektrik hattı vb. sökülmesi ve yerine yenilerinin yapılması
	Perdeye sınır olan kolon ve kiriş yüzlerinin betonarme yüzey ortaya çıkana kadar temizlenmesi ve yıkanması
	Mevcut kolon ve kiriş yüzlerinin yeni beton ile bağlantısının sağlanabilmesi için örselenmesi
	Örselenen yüzeylerin yeni beton ile aderans sağlayıcı malzemeler ile kaplanması
1.2	Perde Ankrajları
	Perde yapılacak açıklıkta imalat işleminin en alt katta başlayıp yukarı katlara doğru ilerlemesi
	Mevcut elemanlarda yapılacak ankraj deliği çapının, ankraj elemanı çapından 5mm daha geniş olması
	Bodrum veya en alt katta açılmış olan temellere ankraj delikleri açılması
	Açılan delik içlerinin basınçlı hava ile tozdan ve yabancı maddelerden arındırılması
	Ankraj çubuklarının akışkan kıvamlı epoksi harcı ile deliklere ekilmesi
2	Temel Takviyesi
	Mevcut yapıya ait temel üzerinde, içinde veya yan yüzlerinde yer alan ve yeni imal edilecek perdelerin altına denk gelen yerlerde döşeme kaplaması, grobeton, dolgu betonu v.b gibi kısımların kırılması ve sökülmesi dolgu toprağı, mıcır vb dolgu malzemesinin kazılmak sureti ile boşaltılması
	Temel takviyesi yapılacak kısımlarda kazı yapılması

Çizelge 4.5 Güçlendirme aşamasında yapılacak iş ve işlemler (devamı)

2	Herhangi bir oturmayaya mahal vermemek için temel yanlarının eleküstü malzeme ile doldurulması
	Kazı yapılacak alan içinde kalan her türlü kaplamanın derz kesme makinesi ile kesilerek, birleşik olduğu kısımlardan ayrılması, daha sonra kazı/kırım işleminin gerçekleştirilmesi
	Bina dışında yapılacak kazılarda, asfalt veya beton olan yerlerde kazı sınırının derz kesme makinesi ile kesildikten sonra kazı işlemine başlanması
	Takviye işlemleri tamamlandıktan sonra bozulan kısımların tekrar tamir edilmesi
	Grobeton dolgu betonu vb. kısımların kırılması işlerinin elektrikli darbeli matkap veya hava basınçlı kırım tabancası ile yapılması
	Kırımı yapılan moloz parçaları ve kazı işleri neticesinde ortaya çıkan toprak mıcır, tüvenan gibi malzemelerin döküm sahasına nakledilmesi
	Kazı yapılırken mevcut temellerin alt kotundan daha aşağı seviyelere inilmemesi, aksi durumda temellerin 45°lik basınç etki alanına girilmemesi.
3	Genel Hususlar
	İmalat tariflerinde bahsi geçen epoksi malzemesinin kartuş epoksi ürünleri olarak kullanılması
	İlave betonarme perdelerin ve mantolanacak kolonlar ile mevcut taşıyıcı sisteme ait elemanların arakesit yüzeylerindeki tüm sıva ve örtü beton (paspayı) tabakalarının sökülmesi
	Tabakaların sökülmesi işlemlerinin darbeli matkap, kırıcı v.b. aletler ile yapılması, mevcut elemanlara hasar verebilecek balyoz, çekiç v.b. aletlerin kullanılmaması
	İlave elemanlar ile mevcut taşıyıcı sisteme ait elemanlar arasında sürtünme yüzeyi oluşturmak amacı ile darbeli matkap, kırıcı v.b. aletler ile yüzey pürüzlendirmesi yapılması
	Ankraj deliklerinin, güçlendirme uygulama projesinde belirtilen boyutlara ve yerlere göre mevcut donatıyı kesmeden darbeli matkap yardımıyla açılması
	Ankraj delik içlerinin basınçlı hava ile tozdan arındırıldıktan sonra filiz ekimi yapılması
	Filiz ekimi için hazır karışımlı kartuş epoksi malzeme kullanılması
	Filiz ekiminin temelden başlamak üzere üst katlara doğru sırayla yapılması
4	Kusurlu İmalatlar
	Ankraj filizinin çekme deneyi sırasında uygulanması gereken çekme kuvvetine ulaşmadan yapıştırma malzemesinden sıyrılması durumu. (Yapıştırma malzemesinin hatalı olması durumu)
	Ankraj filizinin çekme deneyi sırasında uygulanması gereken çekme kuvvetine ulaşmadan yapıştırma malzemesi ile birlikte ankraj deliğindeki mevcut betonda hiçbir deformasyon oluşmadan ankraj deliğinden sıyrılması durumu. (Filiz ekimi yapılmadan önce ankraj deliği içinin tozdan yeteri kadar arındırılmamış olması durumu)

Onarım/güçlendirme veya yıkım kararına ilişkin güçlendirme projeleri alternatiflerinin maliyet tahmini hesaplamalarında; T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile T.C. Millî Savunma Bakanlığı tarafından ayrı ayrı yayımlanan 2019 Yılı Birim Maliyet Fiyatları Listeleri kullanılmıştır (Ek 5). Söz konusu birim fiyat listesinden hasar türlerine ilişkin maliyet kalemleri içinde en büyük payı % 33,52 ile ince ve kalın donatı imalatı,

sonrasında % 15,81 ile düz yüzeyli beton ve betonarme kalıbı ve üçüncü olarak da % 15,65 ile kendiliğinden yerleşen beton almaktadır. Kazı işleri, dolgu yapılması, demirsiz beton imalatı, patlayıcı kullanmadan beton ve betonarme elemanların yıkılması, kalıp iskelesi kurulması imalatları ise toplam güçlendirme maliyetleri arasında % 1'in altında etki etmiştir (Ek 5).

4.3 Onarım ve Yıkıma İlişkin Verilerin Analizi

Depremden etkilenen betonarme iskelet konut niteliğindeki binalarda onarım/güçlendirme ve yıkım türleri ile maliyetleri belirlenmiştir. Onarım yıkım kararı verilebilmesi için söz konusu maliyet kalemlerinin karşılaştırma işlemleri yapılarak karar süreci maliyetler açısından incelenmiştir. Öncelikli olarak karar sürecine ilişkin maliyet kalemlerinin her bir alternatif için varsayımları irdelenmiştir (Ek 5). Maliyet kalemleri; bina elemanları tamir maliyeti, insani kayıplar, acil barınma maliyeti ve güçlendirme maliyetleri olarak dört başlık altında toplanmıştır. Söz konusu maliyetlerden bina elemanları tamir maliyeti ve insani kayıplar, uluslararası alanda otorite olarak kabul edilen ve Amerika Birleşik Devletleri İç Güvenlik Bakanlığı Federal Acil Durum Yönetimi Ajansı tarafından yayımlanan Yüksek Risk Zarar Tahmini Metodolojisi (HAZUS) verilerine göre, acil barınma maliyeti altında incelenen kira ve taşınma maliyetleri, bölgede kira bedeli ve taşınma maliyetlerine yönelik olarak yapılan piyasa analizi ve güçlendirme maliyetleri ise örnek olarak seçilen iki adet binanın güçlendirme projeleri ile söz konusu güçlendirme işlemlerine ilişkin metraj ve keşif çalışmaları sonucunda ortaya konulmuştur.

Uluslararası alanda otorite kabul edilen dokümanlardan elde edilen veriler, piyasa verileri ve proje analizleri sonucunda ortaya konulan metraj ve keşif çalışmaları sonucunda karar sürecine ilişkin maliyet varsayımları belirlenmiştir. Belirlenen maliyet kalemleri ile birlikte güçlendirme projelerinin Fayda/Maliyet Analizi için öncelikle nakit akım tabloları oluşturulmuştur. Nakit akım tablolarında kullanılan varsayımlar ışığında belirlenen iskonto oranlarına göre serbest nakit akımların net bugünkü değerleri, net nakit akımlarının net bugünkü değerleri, iç verim (kârlılık) oranı, karlılık endeksi ve nakit akıma bağlanmış geri ödeme süreleri gibi ölçütler saptanmıştır.

İskonto oranının % 3,5 ile % 6,0 arasında değişen oranlarda alınması durumunda, yeniden yapım alternatifinin nakit akımlarının bugünkü değerinin 15.954 \$ ile 109.409 \$ arasında, 2. alternatifin nakit akımlarının bugünkü değerinin 13.602 \$ ile 69.986 \$ arasında ve 3. alternatifin ise nakit akımlarının bugünkü değerinin 337,00 \$ ile 72.474 \$ arasında değiştiği, yeniden yapım alternatifinde % 3,5 ile % 6,0 arasındaki iskonto oranlarında 12 yıla kadar olan değerlerin, 1. alternatifte % 3,5 ile % 6,0 arasındaki tüm iskonto oranlarının, 2. alternatifte tüm iskonto oranları için ilk iki yıldaki nakit akımlarının ve 3. alternatifte tüm iskonto oranları için ilk 4 yıl için nakit akımlarının net bugünkü değeri negatif olduğu tespit edilmiştir. Araştırmanın yapıldığı zaman aralığında geçerli ekonomik ve finansal koşullar ile geleceğe yönelik öngörüler çerçevesinde iskonto oranının % 3,5 ile % 5 arasında alınması durumunda, net bugünkü değer ölçütüne göre proje alternatiflerinin mali sonuçlarının kabul edilebilir olduğu ortaya çıkmaktadır.

Onarım ve yıkım proje alternatiflerinde Karlılık Endeksi (KE) değerlerinin karşılaştırılması sonucunda % 3,5 ile % 6,0 arasındaki iskonto oranlarına göre yeniden yapım alternatifi için 0,51 ile 0,91 arasında, I. alternatif için tüm iskonto oranlarında 0,00, II. alternatif için 3,48 ile 5,01 arasında ve III. alternatif için ise 0,73 ile 1,16 arasında değiştiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.6, Ek 5).

Çizelge 4.6 İskonto oranları ve alternatiflere göre kârlılık endekslerinin karşılaştırılması

İskonto Oranı (%)	Yeniden Yapım Alternatifi	1. Alternatif	2. Alternatif	3. Alternatif
3,5	0,91	0,00	5,01	1,16
4,0	0,81	0,00	4,64	1,05
4,5	0,72	0,00	4,31	0,96
5,0	0,64	0,00	4,00	0,87
5,5	0,57	0,00	3,73	0,80
6,0	0,51	0,00	3,48	0,73

İç verim oranlarının kıyaslanmasında ortaya çıkan tabloda yeniden yapım alternatifi için % 5,7, I. alternatif için % 0, II. alternatif için % 22,30 ve III. alternatif için ise % 7,5 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.7, Ek 5).

Çizelge 4.7 Alternatiflere göre iç verim (kârlılık) oranlarının karşılaştırılması

Yeniden Yapım	1. Alternatif	2. Alternatif	3. Alternatif
% 5,70	% 0,00	% 22,30	% 7,50

Nakit akıma bağlanmış geri ödeme sürelerine bakıldığında yeniden yapım alternatifinin 27 yıl 5 ay ve üzerinde, I. alternatif için 30 yıl üzerinde, II. alternatif için 7 yıl 6 ay ile 7 yıl 12 ay arasında ve III. alternatif için ise 24 yıl 5 ay ile 31 yıl 7 ay arasında değişen sürelerde geri ödeme süreleri hesaplanmıştır (Çizelge 4.8, Ek 5). Yatırım analizlerinde mümkün olduğunca bugünkü değeri ve karlılık endeksi yüksek olan ve nakit akıma bağlanmış geri ödeme süresi en düşük olan ve son olarak iç verim oranı, ortalama sermaye maliyeti veya iskonto oranından en yüksek olan seçeneğe odaklanılması, kaynak kullanım etkinliği açısından önemli görülmektedir.

Çizelge 4.8 İskonto oranları ve alternatiflere göre geri ödeme sürelerinin karşılaştırılması

İskonto Oranı (%)	Yeniden Yapım Alternatifi	1. Alternatif	2. Alternatif	3. Alternatif
3,5	27 yıl 5 ay	Vade boyunca geri ödeme alınamamıştır.	7 yıl 6 ay	24 yıl 5 ay
4,0	28 yıl 9 ay		7 yıl 7 ay	25 yıl 6 ay
4,5	30 yıl 5 ay		7 yıl 8 ay	26 yıl 8 ay
5,0	Vade boyunca geri ödeme alınamamıştır.		7 yıl 9 ay	28 yıl
5,5			7 yıl 11 ay	29 yıl 8 ay
6,0			7 yıl 12 ay	31 yıl 7 ay

Belirtilen proje alternatiflerinde iskonto oranı olarak sırasıyla % 3,5 ile % 6,0 arasında değişen oranlarda alınması halinde, serbest nakit akımlarının net bugünkü değerleri, KE, İKO ve nakit akıma bağlanmış geri ödeme süresi yöntemlerine göre elde edilen sonuçların, geleneksel nakit akım analizi ile hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir. Serbest nakit akım analizinin sonuçlarına göre güçlendirme proje alternatifleri kapsamında inşa edilecek ve işletilecek projeler için yapılan yatırım ve faydanın, en fazla II. alternatif üzerinde yoğunlaştığı ve yatırımın geri kazanım süresinin ise 7,5 yılda sağlanabileceği ortaya çıkmaktadır. Burada projeyi gerçekleştirecek firma veya İdarenin hem projeye bağlanan sermayesini, hem de asgari ölçüde proje ve geliştirici karı ile genel yönetim giderlerini geri kazanmakta ve sağlanabilecek karlılık oranının da sermayenin alternatif maliyetinden nispeten daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir. Buna ilave

olarak uygulamada güçlendirme/yıkım kararı verilebilmesine ilişkin yaygın olarak kullanılan % 40 maliyet oranı ile karşılaştırma yapılmıştır. Buna göre zemin kat güçlendirmesi alternatifinin yeniden yapım maliyetine oranı % 27,58 ve bütün kat güçlendirme alternatifinin yeniden yapım maliyetine oranı ise % 76,71 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9 Güçlendirme/yıkım maliyetlerinin karşılaştırılması

Alternatif	Güçlendirme Maliyeti (\$)	Yeniden Yapım Maliyeti (\$)	Oran (%)
Zemin kat güçlendirmesi	89.000,00	322.666,67	27,58
Bütün katların güçlendirmesi	247.522,00		76,71

Afet nedeniyle hasar görmüş binalarda sıkça karşılaşılan, ancak yeterli bilimsel altlığının olmadığı gözlenen güçlendirme/yıkım maliyetinin % 40 oranına göre yıkım veya güçlendirme kararı verilmesi hususu araştırma kapsamında karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiştir. Yalnızca zemin katta yapılması planlanan güçlendirme alternatifinin söz konusu oranın altında ve tüm katların güçlendirilmesi alternatifinin ise üzerinde olduğu görülmüştür. Ancak özellikle afet nedeniyle hasar gören binaların onarım/güçlendirme kararının aynı zamanda sosyal devlet anlayışının bir gereği olması ve kamunun kâr amacı gütmeyen yapısı nedeniyle ihtiyaç halinde geri ödeme süresi, kârlılık endeksi ve iç verim oranlarına bakılmaksızın söz konusu kararın verilmesi yoluna gidilebilmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde binaların güçlendirme/yeniden yapım maliyet oranı olan % 40 oranının tek başına karar sürecinde değerlendirilmesi ve söz konusu oranın sabit bir oran olarak kullanılması gerçekçi sonuçlar vermekten uzak olarak görülmektedir.

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Deprem sonrası mevcut durumu öngörebilmek ve yapı stokunu ihtiyaca göre yeniden düzenleyebilmek için hasar tespit işlemleri hayati önem taşımaktadır. Deprem etkisi nedeniyle hasar gören konutlarda karşılaşılan sorunların başında hasar seviyelerinin tespit edilmesi gelmektedir. Türkiye’de halen İnşaat Mühendisleri Odası tarafından yayımlanmış olan “Betonarme ve Yığma Binalar İçin Hasar Tespit Formu” kullanılarak bu işlem gerçekleştirilmektedir. Ancak dünyada yapılan hasar seviyelendirme üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde yürürlükteki uygulamanın geliştirilmesi gerekliliği ortaya çıkmaktadır. Bu araştırmada betonarme konutlar özelinde yapılan hasar seviyesi belirleme kriterlerine ilişkin çalışmalardan yararlanılmıştır.

Deprem nedeniyle hasar gören konutlarda yapı stokunun ihtiyaçlara cevap verebilmesi, deprem sonrası dönemde yeni can ve mal kayıplarının önlenmesi için hasar tespiti yapıldıktan sonra konut için onarım veya yıkım kararı verilmesi gerekecektir. Konu yapısal açıdan incelendiğinde; birçok yayın ve uygulamanın mevcut olduğu görülmektedir. Ancak söz konusu karar için maliyet açısından inceleme yapılması, literatürde çok az rastlanan bir çalışma alanı olmuştur. Bu nedenle onarım veya yıkım kararı verilmesi öncesi maliyet analizlerinin yapılmasına ilişkin yol gösterici araştırmalara ihtiyaç duyulduğu açıktır.

Yapılan kapsamlı kaynak araştırması ve incelemeler neticesinde betonarme bir konut üzerinde onarım/yıkım kararı verilebilmesi için öncelikle güçlendirme ve maliyet kriterlerinin belirlenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu kapsamda kaynak araştırmalarında kullanılan yöntemler incelenmiş olup, güçlendirme modelinin oluşturulabilmesi için öncelikli olarak yapı güvenliğinin test edilmesinin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Yapı güvenliğinin sağlanabilmesi için binanın deprem hareketine gösterdiği tepki, yapı çevresindeki yerel zemin özellikleri ve incelenen binanın kendine has özelliklerinin bilinmesi gerekli olmaktadır. Ortaya konulan kriterlerin test edilebilmesi için ise hasar görebilirlik eğrilerinin oluşturulmasına ihtiyaç duyulmaktadır. Fayda-maliyet analizi aşamasında betonarme konutlarda yaygın olarak ortaya çıkan maliyet kalemleri; taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlardaki olası hasarlar, konut

içindeki ortaya çıkabilecek hasarlar, acil barınma maliyeti, güçlendirme maliyeti ve insani kayıplar (ölümler ve yaralanmalar) olmak üzere beş grup altında toplanmıştır. Hesaplanan fayda ve maliyet kalemlerinin onarım yıkım kararında etkin olarak kullanılabilmesi için ise söz konusu fayda ve maliyetlerin net bugünkü değer analizi ile birlikte test edilmesi gerekmektedir. Buna göre elde edilecek sonuç sıfırdan büyük olursa, projenin uygulanabilirliği ortaya konulmuş olacaktır.

Depremden etkilenen betonarme konutların onarım ve yıkımına ilişkin karar süreçlerinin maliyetler açısından incelenmesi sürecinde; hasar türleri belirlenmesine ilişkin, depremden etkilenen betonarme iskelet konut seçimi, hasar seviyelerinin onarım ve yıkım açısından analizi, onarım ve yıkım maliyetleri ile analizine ilişkin karar yöntemleri geliştirilerek uygulanmıştır. Araştırma alanı olarak seçilen Van İli İpekyolu İlçesi Bahçıvan ve Alipaşa Mahallelerinde depremden etkilenen betonarme konut niteliğindeki binalar incelenerek hasar türü, hasar seviyesi, onarım/güçlendirme ve yıkım türleri ile maliyetleri ve nihayetinde karar sürecine ilişkin bulgular ortaya konulmuş olup, elde edilen sonuçlar üzerinden mevcut durum tartışılmıştır.

Hasar türlerinin belirlenmesine ilişkin geliştirilen yöntemler kullanılarak araştırma konusu alanda meydana gelen hasar türleri ortaya konulmuştur. Depremden etkilenen betonarme binalarda hasar türlerinin yapıya ne derece etki ettiğini ölçümleyebilmek için öncelikle hasar seviyesi kriterleri belirlenmiş ve bu kriterler öncülüğünde de hasar seviyeleri uygulamada kullanılmıştır.

Depremden etkilenen betonarme binaların yapım yılı, kat adedi, çatı tipi gibi kriterler ile toplulaştırılması sağlanarak hasar seviyelerinin gruplandırma yoluyla yapılması amaçlanmıştır. Diğer bir deyişle betonarme binalarda hasar seviyeleri her bina için ayrı ayrı kullanılmamış olup, ortak özellikleri nedeniyle gruplandırılan binaların topluca hasar seviyeleri tespit edilmiştir. Toplulaştırma sonucu ortaya çıkan tablo neticesinde hasar türleri ve hasar seviyelerine göre binalarda onarım/güçlendirme veya yıkım kararının verilebilmesi için betonarme binalarda onarım/güçlendirme ve yıkım alternatifleri oluşturulmuştur. Belirlenen her bir onarım/güçlendirme ve yıkım türleri için ayrı ayrı

maliyet tahminleri yapılmış, binalarda meydana gelebilecek durumların gerçeğe en yakın biçimde önceden tahmin edilmesi amaçlanmıştır.

Belirlenen maliyet tahminleri ile birlikte onarım/güçlendirme alternatiflerinin karşılaştırılabilmesi için beklenen fayda ve kazançlar da analize dahil edilmiştir. Elde edilen fayda ve maliyetler birlikte değerlendirilerek onarım/güçlendirme veya yıkım kararı verilebilmesi için fayda/maliyet analizi yöntemleri kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular birlikte değerlendirilerek örnek uygulama alanı olan Van İli İpekyolu İlçesi Alipaşa ve Bahçıvan Mahallelerinde depremde etkilenen betonarme konut niteliğindeki binalar için fayda/maliyet analizi, karlılık endeksi, iç karlılık oranı ve nakit akımına bağlanan geri ödeme süresi yöntemlerinin sonuçları birlikte değerlendirilerek genelleme yapılması yoluna gidilmiştir.

Geliştirilen yöntemler üzerinden araştırma konusu alanda grup kodları oluşturularak her bir grup için betonarme iskelet konut niteliğinde 30 adet bina seçilmiş olup, hasar türleri ile seviyeleri belirlenerek mevcut duruma ilişkin bulgular ortaya konulmuştur. Elde edilen bulgulara göre binaların %54,07'sinin orta ve ağır hasarlı oldukları, söz konusu binaların önemli bir kısmının özellikle 2007 yılında yayımlanan deprem yönetmeliğinden önce yapılmış oldukları tespit edilmiştir. Üzerinde durulması gereken bir diğer husus da betonarme iskelet binalarda kat adedi arttıkça, hasar oranlarının da doğru orantılı olarak artış göstermiştir. Örneğin, 2-5 kat arası binalarda orta hasarlı olma durumu ortalama %18,10, 6-7 kat arası binalarda %37,04 ve 8-10 kat arası binalarda ise %37,45 olarak tespit edilmiştir.

Araştırma konusu alanda belirlenen hasar türleri; taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanlarda kesme kuvveti etkisiyle ayrılma, dökülme, çökme gibi durumların gözlenmesi, kısa kolon, plastik mafsal oluşumu, özellikle zemin katlarda kirişlerde eğilme etkisi görülmesi durumları başlıca hasar türleri olarak sıralanabilir. Hasar türlerinin meydana gelme nedenleri incelendiğinde ise yapılaşmada zemin sınıfına dikkat edilmemesi ve yanlış temel seçimi, ticari amaçlı kullanılan zemin katlarda kolonların kesilmesi, dolgu/perde duvar kullanılmaması, taşıyıcı elemanlarda düz donatı kullanılması nedeniyle betonla donatı arasındaki aderans davranışının sağlanamaması, yapılaşmada izin verilen kat

adedinin aşılması ve yapıya hesaplanandan daha fazla ölü ve hareketli yük yüklenmesi, yumuşak kat oluşumu, kolonlarda plastik mafsall oluşması gibi deprem yönetmeliğine uygun olmayan tasarım yapılması olarak tespit edilmiştir.

Araştırma sonuçlarına göre onarım/güçlendirme veya yıkım işlemlerine altlık oluşturulabilmesi için betonarme iskelet konut niteliğindeki binalarda hasar türleri irdelenmiştir. Belirlenen hasar türlerine göre alternatifler ile birlikte yapılarda maliyet tahmini yoluna gidilmiştir. Uluslararası alanda otorite kabul edilen dokümanlardan elde edilen bilgiler, piyasa verileri ve proje analizleri sonucunda ortaya konulan metraj ve keşif çalışmaları sonucunda karar sürecine ilişkin maliyet varsayımları belirlenmiştir. Belirlenen maliyet kalemleri ile birlikte güçlendirme projelerinin fayda/maliyet analizi ve bugünkü değer analizleri için nakit akım tabloları oluşturulmuştur. Nakit akım tablolarında kullanılan varsayımlar ışığında belirlenen iskonto oranlarına göre serbest nakit akımların net bugünkü değerleri, net nakit akımlarının net bugünkü değerleri, karlılık endeksi ve nakit akıma bağlanmış geri ödeme süreleri gibi ölçütler tespit edilmiş ve elde edilen sonuçların karşılaştırmalı analizi yapılmıştır.

İskonto oranının % 3,5 ile % 6,0 arasında değişen oranlarda alınması durumunda, yeniden yapım alternatifinin nakit akımlarının bugünkü değerinin 15.954 \$ ile 109.409 \$ arasında, 2. alternatifin nakit akımlarının bugünkü değerinin 13.602 \$ ile 69.986 \$ arasında ve 3. alternatifin ise nakit akımlarının bugünkü değerinin 337,00 \$ ile 72.474 \$ arasında değiştiği, yeniden yapım alternatifinde % 3,5 ile % 6,0 arasındaki iskonto oranlarında 12 yıla kadar olan değerlerin, 1. alternatifte % 3,5 ile % 6,0 arasındaki tüm iskonto oranlarının, 2. alternatifte tüm iskonto oranları için ilk iki yıldaki nakit akımlarının ve 3. alternatifte tüm iskonto oranları için ilk 4 yıl için nakit akımlarının net bugünkü değerinin negatif olduğu saptanmıştır. Araştırmanın yapıldığı zaman aralığında geçerli ekonomik ve finansal koşullar ile geleceğe yönelik öngörüler çerçevesinde iskonto oranının % 3,5 ile % 5 arasında alınması durumunda net bugünkü değer ölçütüne göre proje alternatiflerinin mali sonuçlarının kabul edilebilir olduğu ortaya çıkmaktadır.

Onarım ve yıkım proje alternatiflerinde Karlılık Endeksi (KE) değerlerinin karşılaştırılması sonucunda, % 3,5 ile % 6,0 arasındaki iskonto oranlarına göre yeniden

yapım alternatifi için 0,51 ile 0,91 arasında, I. alternatif için tüm iskonto oranlarında 0,00, II. alternatif için 3,48 ile 5,01 arasında ve III. alternatif için ise 0,73 ile 1,16 arasında değiştiği saptanmıştır. İç verim oranları yeniden yapım alternatifi için % 5,7, I. alternatif için % 0, II. alternatif için % 22,30 ve III. alternatif için ise % 7,6 olarak hesaplanmıştır.

Nakit akıma bağlanmış geri ödeme sürelerine bakıldığında; yeniden yapım alternatifinin 27 yıl 5 ay ve üzerinde, I. alternatif için 30 yıl üzerinde, II. alternatif için 7 yıl 6 ay ile 7 yıl 12 ay arasında ve III. alternatif için ise 24 yıl 5 ay ile 31 yıl 7 ay arasında değişen sürelerde geri ödeme süreleri tespit edilmiştir.

İnceleme sonuçlarına göre proje alternatiflerinde iskonto oranı olarak sırasıyla % 3,5 ile % 6,0 arasında değişen oranlarda alınması halinde serbest nakit akımlarının net bugünkü değerleri, KE, İKO ve nakit akıma bağlanmış geri ödeme süresi yöntemlerine göre elde edilen sonuçların, geleneksel nakit akım analizi ile hemen hemen aynı olduğu tespit edilmiştir. Serbest nakit akım analizinin sonuçlarına göre güçlendirme proje alternatifleri kapsamında inşa edilecek ve işletilecek projeler için yapılan yatırım ve faydanın, en fazla II. alternatif üzerinde yoğunlaştığı ve 7,5 yılda sağlanabileceği ortaya çıkmaktadır. Burada projeyi gerçekleştirecek firma veya İdarenin hem projeye bağlanan sermayesini, hem de asgari ölçüde proje ve geliştirici karı ile genel yönetim giderlerini geri kazanmakta ve sağlanabilecek karlılık oranının da sermayenin alternatif maliyetinden nispeten daha yüksek bulunduğu tespit edilmiştir.

Afet nedeniyle hasar görmüş binalarda sıkça karşılaşılan, ancak yeterli bilimsel altlığının olmadığı dikkati çeken standart veya geleneksel oranların yaygın olarak kullanıldığı gözlenmektedir. Özellikle güçlendirme/yıkım maliyetinin % 40 oranına göre yıkım veya güçlendirme kararı verilmesi hususu araştırma kapsamında karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiştir. Yalnızca zemin katta yapılması planlanan güçlendirme alternatifinin söz konusu oranın altında ve bütün katların güçlendirilmesi alternatifinin ise üzerinde olduğu görülmüştür. Ancak afet nedeniyle hasar gören binaların onarım/güçlendirme kararının aynı zamanda sosyal devlet anlayışının bir gereği olması ve kamunun kâr amacı gütmeyen yapısı nedeniyle ihtiyaç halinde geri ödeme süresi, kârlılık endeksi ve iç verim oranlarına bakılmaksızın söz konusu kararın verilmesi, çoğu kez zorunlu olarak

yapılmaktadır. Bu kapsamda değerlendirildiğinde binaların güçlendirme/yeniden yapım maliyet oranı olan % 40 oranının tek başına karar sürecinde değerlendirilmesi ve söz konusu oranın sabit bir oran olarak kullanılması gerçekçi sonuç vermekten uzak bir yaklaşım olarak görülebilir.

Yatırım kararlarının değerlendirilmesinde kullanılan fayda maliyet analizi yönteminin yanı sıra araştırma alanının bölgesel düzeyde bir kenti ve daha büyük ölçekte ise bütün ülkeyi etkilemesi nedenlerinden dolayı, ileriki çalışmalarda ulusal ölçekte sosyal fayda maliyet analizi yöntemi de kullanılarak daha geniş ölçekli karşılaştırma yapılması yararlı olacaktır. Böylece yatırım projesinin ulusal ölçekte katma değer, istihdam, ödemeler dengesi ve gelir dağılımı kriterleri bakımından değerlendirilmesi yapılacak ve karşılaştırma yapılırken daha geniş bir açıdan bakılabilmesine olanak sağlanacaktır.

Binalarda onarım/yıkım karar süreci aynı zamanda bir gayrimenkul yatırım projesi geliştirme ve değerlendirme sürecidir. Yatırım projelerinde en önemli hususların başında da maliyet tahmini gelmektedir. Bu kapsamda değerlendirildiğinde çekirdek yetkinliği maliyet tahmini olan gayrimenkul sektöründeki proje değerlendirme, gayrimenkul geliştirme ve yönetimi uzmanlarının binalarda onarım/yıkım karar sürecinde etkin olarak rol alması büyük önem taşımaktadır. Özellikle Lisanslı Değerleme Uzmanları Kraliyet Kurumu (RICS) mesleki yeterliliklerin değerlendirilmesi (RICS APC) ve uluslararası gayrimenkul ölçüm standartları (IPMS) da dikkate alınarak bütün yapı tür ve sınıfları için onarım/yıkım kararlarının teknik ve ekonomik altlığının oluşturulması ve belirtilen uluslararası standartlar ve yaklaşımların ülke içindeki uygulamalara entegre edilmesi ve bu alandaki hizmet kalitesinin yükseltilmesi zorunlu görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Abanuz, F. 2005. Eskimiş betonarme yıkımın planlanması. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alku, Ö.,Z. 2005. Depremlerde hasar gören yığma ve betonarme binaların onarımı ve güçlendirilmesi. İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi Bülteni, (125): 20-29.
- Anonim. 2002. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritaları, Van Paftası. Ankara.
- Anonim. 2011a. 23 Ekim 2011 Mw 7.2 Van Depremi Sismik ve Yapısal Hasara İlişkin Saha Gözlemleri Raporu. ss. 48. Ankara.
- Anonim. 2011b. Yıldız Teknik Üniversitesi 23 Ekim 2011 Van Depremi Teknik İnceleme Raporu. İstanbul.
- Anonim. 2012. TMMOB Mimarlar Odası Van Depremi Hasar Tespit Raporu. Ankara.
- Anonim. 2014. Müdahale, İyileştirme ve Sosyoekonomik Açından 2011 Van Depremi. Ankara.
- Anonim 2016. Depremin Etkilediği Betonarme ve Yığma Binalarda Hasar Tespiti, İnşaat Mühendisleri Odası, ss. 10-71, Ankara.
- Anonim. 2018. Web Sitesi: <http://w3.bilecik.edu.tr/insaat/wp-content/uploads/sites/28/2017/10/5-YAPILARDA-HASAR-BETONARME-YAPI HASARLARI.pdf> Erişim Tarihi: 15.01.2018.
- Anonymous. 1998. Conseil De L'Europe Cahiers du Centre Europeen de Geodynamique et de Seismologie Volume 15, Eurpoean Macroseismic Scale 1998 (EMS98), Luxembourg, ss. 16.
- Anonymous. 2019. Web Sitesi: <https://www.fema.gov/hazus-mh-user-technical-manuals> Erişim Tarihi: 15.01.2019.
- Arıkan, M., Sucuoğlu, H. and Macit, G. 2005. Economic assessment of the seismic retrofitting of low-cost apartment buildings. Journal of Earthquake Engineering, 9(4), 577-584.
- Baggio, C., Bernardini, A., Colozza, R., Corazza, L., Della Bella, M., Di Pasquale, G., Dolce, M., Goretti, A., Martinelli, A., Orsini, G., Papa, F. and Zuccaro, G. 2007. Field manual for post-earthquake damage and safety assessment and short term countermeasures (AeDES), European Commission Joint Research Centre Institute for the Protection and Security of the Citizen, Italy, 57-81.
- Bilen, S. 2010. 2007 Deprem Yönetmeliği'ne göre bir güçlendirme uygulaması. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Eskişehir.

- Birand, A. 2007. Temel zemin etkileşmesi; oturma ve yapı hasarı. *Yapı ve Zemin Dergisi*, 2(4):11-33.
- Boylu, M. 2005. A benefit/cost analysis for the seismic rehabilitation of existing reinforced concrete buildings in İzmir. Master of Science. Graduate School of Engineering and Sciences of İzmir Institute of Technology, İzmir.
- Coelho, A. and Brito, J. 2011. Economic analysis of conventional versus selective demolition, a case study. *Resources, Conservation and Recycling*, 55 (2011): 382-392.
- Demirkan, D. 2014. Betonarme yapılarda onarım ve güçlendirme yöntemleri. Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Aksaray.
- Doğan, O. 2013. Multistage seismic assessment methods for existing reinforced concrete buildings and their applicability for retrofitting cost estimation. Middle East Technical University, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, The Degree of Master Science Ankara.
- Elibol, O. 2001. 17 Ağustos depreminin ekonomik boyutları ile orta hasarlı binaların onarım-güçlendirme maliyet analizleri ve uygulamaları. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Emre, Ö., Duman, T., Y., Özalp, S. ve Elmacı, H. 2011. 23 Ekim 2011 Van Depremi Saha Gözlemleri ve Kaynak Faya İlişkin Ön Değerlendirmeler. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, s. 22.
- Erdik, M., ve Aydınoglu, N. 2002. Earthquake performance and vulnerability of buildings in Turkey. The World Bank Group Disaster Management Facility.
- Ferritto, J., M. 1997. Economic analysis procedure for earthquake hazard mitigation. Naval Facilities Engineering Service Center.
- Güneş, S. 2018. Betonarme binalarda deprem sigortalarına esas teşkil edecek hasar seviyesi kriterlerinin belirlenmesi. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Semineri. Ankara.
- Kaminosono, T., Kumazawa, F. ve Nakano, Y. 2002. Quick inspection manual for damaged reinforced concrete buildings due to earthquakes based on the disaster of 1999 Kocaeli Earthquake in Turkey, National Institute of Land and Infrastructure Management Ministry of Land, Infrastructure and Transport, ss 1-23.
- Kaplan, Z. 2014. Yatırım projelerinde sosyal fayda – maliyet analizi ve örnek uygulama. Gazi Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. Ankara.
- Koca, O. 2006. Patlayıcı maddelerle kontrollü yapı yıkımı. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Kusar, M., Kovac, M., S. and Selih, J. 2013. Selection of efficient retrofit scenarios for public buildings. *Procedia Engineering*. 57 (2013): 651-656.

- Mutlu, A., H. 2015. Mevcut Yapıların Güçlendirilmesi ya da Yıkılmasına Karar Verilmesi Aşamasında Göz Önüne Alınması Gereken Kriterler, 3. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, 14-16 Ekim, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Naja, M., K. and Baytiyeh, H. 2014. Towards safer public school buildings in Lebanon: An advocacy for seismic retrofitting initiative. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 8 (2014): 158-165.
- Özvan, A., Akkaya, İ., Tapan, M. ve Şengül, M., A. 2005. Van Yerleşkesinin Deprem Tehlikesi ve Olası Bir Deprem Sonuçları, Deprem Sempozyumu, 23-25 Mart, Kocaeli.
- Pun, S. K., Liu, C. and Langston, C. 2006. Case study of demolition costs of residential buildings. *Construction Management and Economics*, 24: 967-967.
- Tanrıvermiş, H. 2018. Gayrimenkul Değerleme Esasları, Sermaye Piyasası Lisanslama Sicil ve Eğitim Kuruluşu Lisanslama Sınavları Çalışma Kitabı, Ankara.
- Tekeli, H., Demir, F. ve Atımtay, E. 2008. Çerçeve ve perdeli-çerçeve betonarme binaların ötelenmesi: analitik çözümler. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23 (1): 9-19.
- Tezcan, D. 2017. Betonarme bina yıkım teknikleri seçiminde etkili olan parametrelerin incelenmesi: Konya Bölge Müdürlüğü lojman binası örneği. Uzmanlık Tezi. İller Bankası A.Ş., Konya.
- Tokathoğlu, M. 2017. Fayda – Maliyet Analizi. Ekin Yayınevi, 142, Ankara.
- Williams, R., J., Gardoni, P. and Bracci, J., M. 2009. Decision analysis for seismic retrofit of structures. *Structural Safety*, 31 (2009): 188-196.
- Yanmaz, Ö. ve Luş, H. 2005. Yapı güçlendirme yöntemlerinin fayda-maliyet analizi. *İMO Teknik Dergi*, 16 (2): 3497-3522.
- Yılmaz, Z. 2016. Güçlendirme/yıkım-yapım kararının belirlenmesine yönelik bir model önerisi. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Yılmaz, Z., Çankaya, F. ve Karaka, A. 2018. Bina maliyet oranı ve bina güçlendirme maliyetini etkileyen faktörler arasındaki ilişki. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (51): 151-174.
- Yiğit, Y. 2002. Betonarme yapılarda onarım ve güçlendirme yöntemleri ve bir güçlendirme uygulaması. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Yüksel, İ. 2008. Betonarme Binaların Deprem Sonrası Acil Hasar Değerlendirmeleri. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 24 (1-2): 260-276.

EKLER

EK 1 Van Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Hasar Tespit Formları

EK 2 Güçlendirme Alternatiflerine Altlık Oluşturan Takviye Detayları

EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları

EK 4 1. Alternatifin Keşif ve Metraj ile Yaklaşık Güçlendirme Maliyeti



88

EK 1 Van Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Hasar Tespit Formları
(devamı)

AFET TURU 1. Afet Türü 2 : Deprem 5 : Sel / Su Baskını 28 : Diğer 30 : Yangın	İDARİ BİLGİLER 10. Mülkiyet Durumu M : Mal Sahibi K : Kiracı H : Hisseli 30 : Yangın	11. Plan Geometrisi  Dikdörtgen : 1 Kare : 1 Diğer Geometri : 2 * Zemin katı duvar simetrisi yok	12. Kat Adedi  1 1 2 2 3 3	13. Binaın Konumu  0 1 2 3 1+1	14. Kullanım Amacı K : Konut D : Depo A : Ahır T : Ticarethane S : Sanatlık M : Metruk R : Resmi
---	--	---	--	---	--

YAPI BİLGİLERİ					
21. Taşıyıcı Sistem Tipi A1. Moloz Taş (Yırtarak) A2. Moloz Taş (Köpük) A3. Kesme Taş A4. Tuğla A5. Briket	A. Kagir (Yığma) Duvarlı Yapı     	B. Karkas Yapı B1. Hıms B2. Bağdadı B3. Betonarme	C. Melez Yapı C1. Yan Karkas	24. Doğeme 1. Ahşap 2. Beton 3. Diğer	25. Çatı Tipi 1. Teras 2. Arama 3. Gökten 4. Beton 5. Diğer

22. Harç 1. Çimento 2. Kireç 3. Çamur	23. Hatil Durumu 1. Dış Ucu 2. İç Ucu 3. Kırık 4. Pervane	31. Derecesi Hasarsız (0) Az Hasarlı (1) Orta Hasarlı (2) Ağır Hasarlı (3) Yıkık (4)	32. Merdiven (varsa) Derecesi 0. Hasarsız 1. Çatlama veya Göçme Var	33. Derecesi Çatı Hasarsız (0) Az Hasarlı (1) Orta Hasarlı (2) Ağır / Yıkık (3)
---	--	--	--	---

EK-3/c

..... VALİLİĞİ

..... İLİ İLÇESİ KÖYÜNDE/ MAHALLESİNDE TARİHİNDE
MEYDANA GELEN AFETİ NEDENİYLE KONUT, AHIR VE İŞYERLERİ DERECEDE
HASAR GÖREN AFETZEDELERE AİT (KEŞİN HASAR TESPİT) İSİM LİSTESİDİR.

[illegible]

.../.../201...

.../.../201...

90

EK 1 Van Valiliği İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü Hasar Tespit Formları
(devamı)

EK-4/a

T.C.
..... VALİLİĞİ
İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü
İTİRAZ HASAR TESPİT İCMALİ

İL :
İLÇE :
BELDE :
MAH./ KÖY :
AFETİN TÜRÜ :
AFETİN TARİHİ :
NÜFUS :
HANE :

...../...../201... TARİHİ İTİBARI İLE
İNCELENEN KONUT, AHIR, İŞYERİ, DEPO, SAMANLIK SAYISININ HASAR DERECELERİNE GÖRE DAĞILIMI

	YIKIK - AĞIR				ORTA				AZ				HASARSIZ				D. DIŞI
	KONUT	AHIR	İŞYERİ	DEPO	SAMANLIK	KONUT	AHIR	İŞYERİ	DEPO	SAMANLIK	KONUT	AHIR	İŞYERİ	DEPO	SAMANLIK	METRUK	
KESİN																	
HASAR																	
TESPİT																	
SONUCU																	
İTİRAZLAR																	
HASAR																	
TESPİT																	
SONUCU																	
YEKÜN																	
TOPLAM																	

İncelenen Toplam Bina Sayısı:

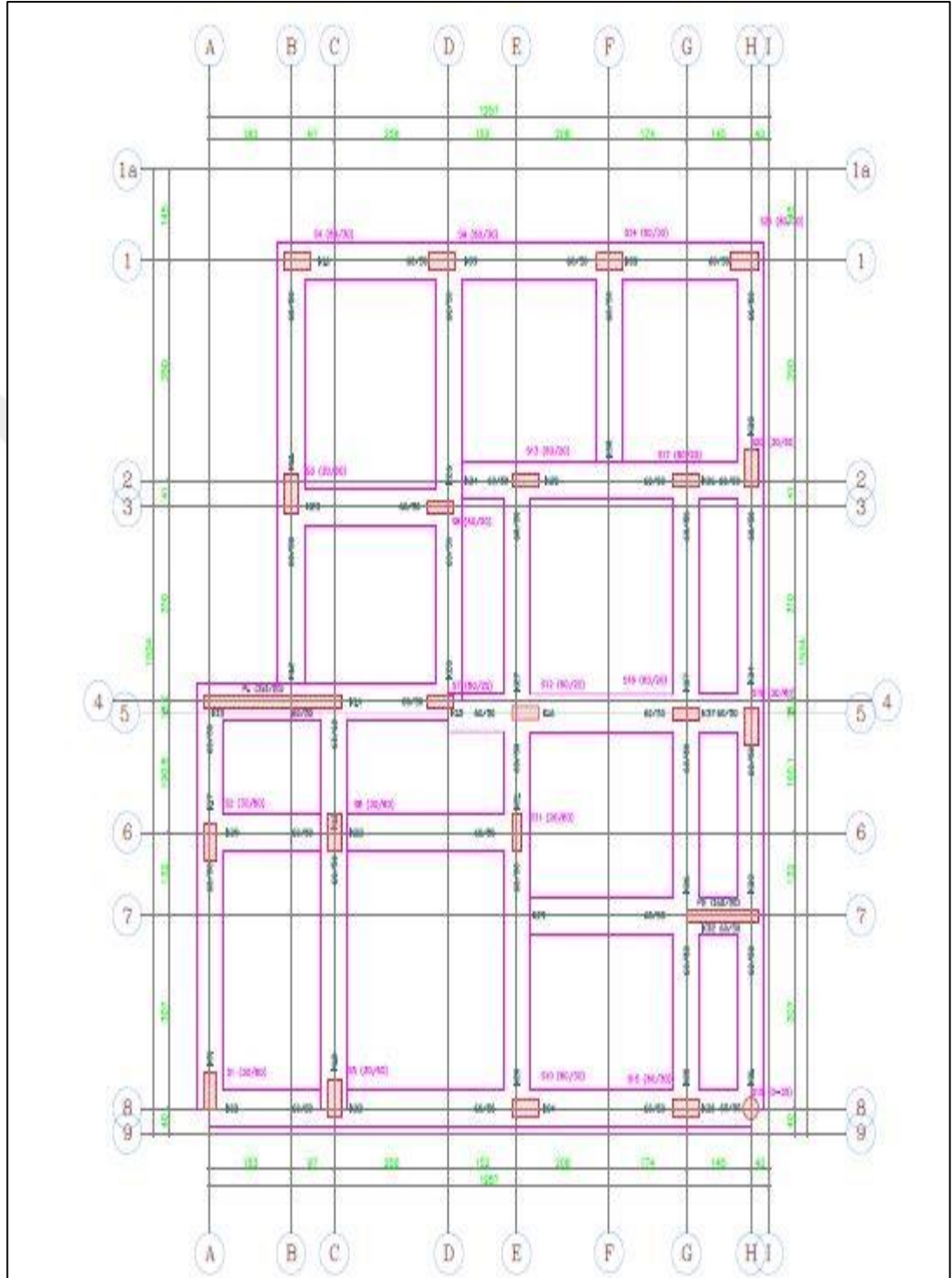
TANZİM EDENLER

92

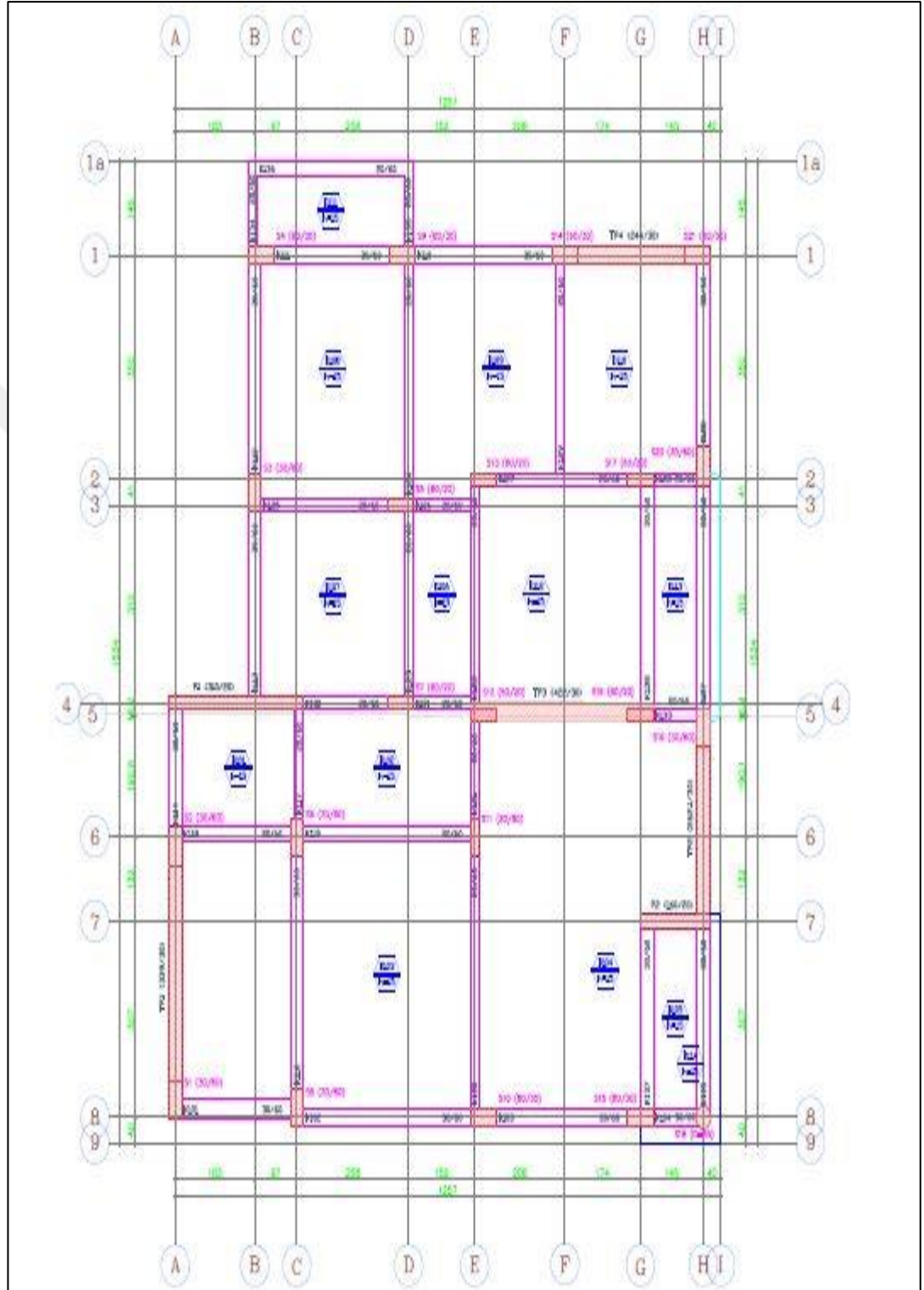
EK-4/c

- "BU İSİM LİSTESİ, DAHA SONRA YAPILACAK ASIL İŞLEMLERE ESAS OLMAK ÜZERE ve HAZIRLIK İŞLEMİ MAHİYETİNDE DÜZENLENMİŞTİR."

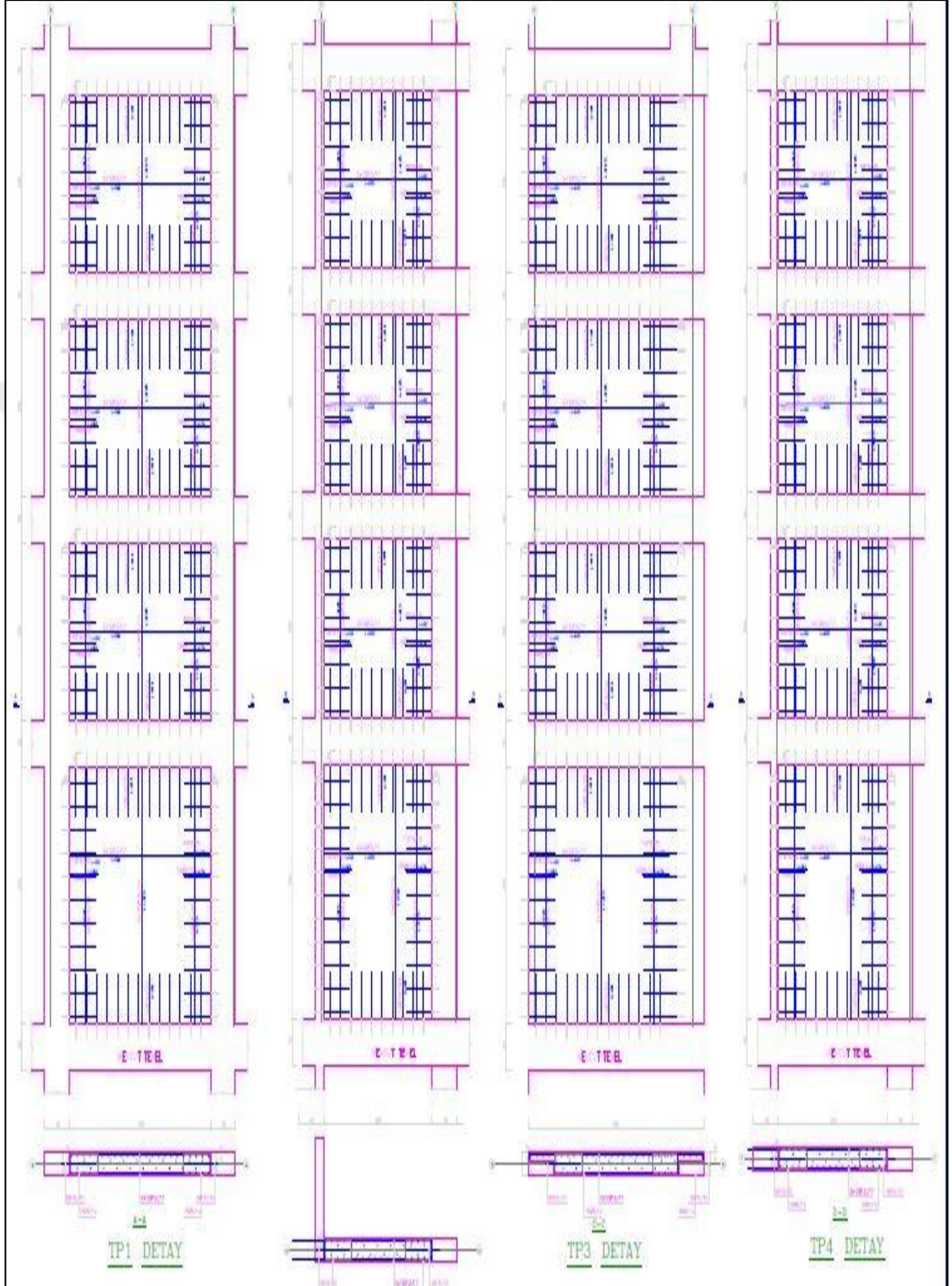
EK 2 Güçlendirme Alternatiflerine Altlık Oluşturan Takviye Detayları



EK 2 Güçlendirme Alternatiflerine Altlık Oluşturan Takviye Detayları (devamı)



EK 2 Güçlendirme Alternatiflerine Altlık Oluşturan Takviye Detayları (devamı)



EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları

T.C.
VAN
1. İDARE MAHKEMESİ
ESAS NO : 2019/58
KARAR NO : 2019/620

DAVACILAR : Şenmetin ALTAY Mirasçısı;

- 1- Ayşe INSEL
- 2- Handan ARKAN
- 3- Hatice KAYA
- 4- Hacer ALTAY
- 5- Güldam Sibel ALTAY

VEKİLLERİ : Av. Ahmet BAĞAÇ & Av. Mustafa ALADAĞ
Alipaşa Mahallesi, Suvaroğlu Caddesi, Melissa Evleri, Kat-2 No:21,
İpekyolu/VAN

DAVALI : 1- Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı /VAN

VEKİLİ : Av. Senih İHTİYATOĞLU - Aynı adreste

DAVALI : 2- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı /ANKARA

VEKİLİ : Av. Münevver YAMUÇ - Aynı adreste

DAVALI : 3- Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı/ANKARA

VEKİLİ : Av. Sibel VATANSEVER - Aynı Adreste

DAVANIN ÖZETİ : Van/İpekyolu İlçesi, Aşağınorçin Mahallesi, 306 ada, 11 parsel say.3 tapınmazda kain Görkem Sitesinde yer alan davacıya ait konunun, 23/10/2011 ve 09/11/2011 tarihlerinde meydana gelen depremde hasar görmesi ve sonrasında yıkılması olayında davalı idarelerin ilgili mevzuat uyarınca kendilerine verilen yer seçimi, plan yapma, denetim, kontrol gibi sorumlulukları ihmal ederek konutlu davadıkları iddia edilmek suretiyle oluştuğu ileri sürülen konut yapı maliyeti zararına karşılık 25.000,00 TL maddi, dairenin yıkılması nedeniyle duyulan elem ve ıstırap sebebiyle 25.000,00 TL manevi olmak üzere toplam 50.000,00 TL tazminatın idareye başvuru tarihinden itibaren işletilecek yasal faiziyle birlikte ödenmesine karar verilmesi istenilmektedir.

VAN BÜYÜKŞEHİR BELEDİYE BAŞKANLIĞI

SAVUNMASININ ÖZETİ : Davanın süresinde açılmadığı, depremin şiddeti dikkate alındığında idarelerinin meydana gelen zarardan sorumlu tutulamayacağı, meydana gelen zarar ile idarenin fiili arasında uygun illiyet bağının bulunmadığı, dava konusu zararın üçüncü kişi ve zarar görenin kusuru nedeniyle doğduğu, idarelerine herhangi bir kusur yükletilemeyeceği ileri sürülerek, süre aşımı ve esasın reddi gerektiği savunulmaktadır.

ÇEVRE VE ŞEHİRCİLİK BAKANLIĞI

SAVUNMASININ ÖZETİ : Usul yönünden, davanın süresinde açılmadığı, husumetin Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığı'na ve Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı'na yöneltilmesi gerektiği, 3194 sayılı Yasanın 8. maddesinde imar planlarının hazırlanması ve yürürlüğe konulmasında uyulacak esas ve usullerin açıklandığı, 9. maddesinde imar planları ile ilgili olarak Bakanlığa verilen yetki doğrultusunda hazırlanan imar planlarının uygulanmasını yapma konusunda belediye mücavir alan sınırları içerisinde belediyenin, dışında ise Valiliğin yetkili olduğu, yapıların imar mevzuatına ve deprem mevzuatına uygunluğu konusunda denetim yetkilerinin bulunmadığı, plan, planlama ve yapı denetim işlerinin 3194 sayılı İmar Kanununda düzenlenen hükümler bağlamında ilgili belediyelerin veya İl Özel idarelerinin sorumluluğu altında olduğu, Bakanlığa isnat edilebilecek herhangi bir hizmet kusurunun söz konusu olmadığı belirtilerek tazminat talebinin reddi gerektiği savunulmaktadır.

AFET VE ACİL DURUM YÖNETİMİ BAŞKANLIĞI

SAVUNMASININ ÖZETİ : Davanın süresinde açılmadığı, dava konusu iş ve işlemlerin Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı'nın 3194 sayılı İmar Kanunu kapsamındaki görev alanına girdiği belirtilerek Başkanlığın hasım mevkisine alınmasında yasal isabet bulunmadığı, idarelerine atfedilebilecek herhangi bir kusur veya ihmalin bulunmadığı, yasal dayanaktan yoksun davanın reddi gerektiği savunulmaktadır.



EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.
VAN

1. İDARE MAHKEMESİ

ESAS NO : 2019/58

KARAR NO : 2019/620

TÜRK MİLLETİ ADINA

Karar veren Van 1. İdare Mahkemesi'nce, davalı idarelerin usule ilişkin itirazları yerinde görülmemekle işin esası hakkında gereği görüldü:

Davacılar murisi Şemsettin ALTAY tarafından açılan davada, 01/10/2018 tarihinde UYAP üzerinden yapılan sorgulamada davacının 29/07/2017 tarihinde vefat ettiğinin anlaşılması üzerine 02/10/2018 tarih ve E:2018/672, K:2018/1754 sayılı karar ile dosyanın işleminden kaldırılmasına karar verildiği, 14/01/2019 tarihinde Mahkememizin 2019/58 sayılı esas kaydına alınan dilekçe ile mirasçılar tarafından davaya devam etmek istenildiğinin bildirildiği, buna ilişkin mirasçılık belgesi ve vekaletnamelerin dosyaya sunulduğu anlaşıldığından, mirasçılar yönünden davanın görüm ve çözümüne devam edilmiştir.

Dava; Van/İpekyolu ilçesi, Aşağınorşin Mahallesi, 306 ada, 11 parsel sayılı taşınmazda kain Görkem Sitesinde yer alan davacıya ait konutun, 23/10/2011 ve 09/11/2011 tarihlerinde meydana gelen depremde hasar görmesi ve sonrasında yıkılması olayında davalı idarelerin ilgili mevzuat uyarınca kendilerine verilen yer seçimi, plan yapma, denetim, kontrol gibi sorumlulukları ihmal ederek kusurlu davrandıkları iddia edilmek suretiyle oluşturduğu ileri sürülen konut yapı maliyeti zararına karşılık 25.000,00 TL maddi, dairenin yıkılması nedeniyle duyulan elem ve ıstırap sebebiyle 25.000,00 TL manevi olmak üzere toplam 50.000,00 TL tazminatın idareye başvuru tarihinden itibaren işletilecek yasal faiziyle birlikte ödenmesine karar verilmesi istemiyle açılmıştır.

644 sayılı Çevre ve Şehircilik Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanun Hükmünde Karamamenin "Bakanlığın Görevleri" başlıklı 2. maddesinde; yerleşmeye, çevreye ve yapılaşmaya dair imar, çevre, yapı ve yapım mevzuatını hazırlamak, uygulamaları izlemek ve denetlemek, her tür ve ölçekteki fiziki planlara ve bunların uygulanmasına yönelik temel ilke, strateji ve standartları belirlemek ve bunların uygulanmasını sağlamak, mekânsal strateji planlarını ilgili kurum ve kuruluşlarla işbirliği yapmak suretiyle hazırlamak ve mahalli idarelerin plan kararlarının bu stratejilere uygunluğunu denetlemek, yapı denetimi sistemini oluşturarak 29/6/2001 tarihli ve 4708 sayılı Yapı Denetimi Hakkında Kanun ile Bakanlığa verilen görevleri yapmak ve kamu kurum ve kuruluşları tarafından yapılan veya yaptırılanlar da dâhil olmak üzere yapıların can ve mal emniyeti ile mevzuata ve tekniğine uygunluk bakımından denetimini yapmak veya yaptırmak, **depreme karşı dayanıksız yapılar ile imar mevzuatına, plan, proje ve eklerine aykırı yapıların ve bunların bulunduğu alanların dönüşüm projelerini ve uygulamalarını yapmak veya yaptırmak** bakanlığın görevleri arasında sayılmıştır.

7269 sayılı Umumi Hayata Müessir Afetler Dolayısıyla Alınacak Tedbirlerle Yapılacak Yardımlara Dair Kanun'un 2. maddesinde; yer sarsıntısı, yer kayması, kaya düşmesi ve çığ gibi afetlere uğramış veya uğrayabilir bölgelerin İmar ve İskan Bakanlığınca imar planına, imar planı bulunmayan kasaba ve köylerde de belli edildikçe harita veya krokilere işlenmek suretiyle, afete maruz bölge olarak İmar ve İskan Bakanlığının teklifi üzerine Bakanlar Kurulunca kararlaştırılacağı ve ilan olunacağı, 3. maddesinde; ilan edilen afet bölgelerinde yeniden yapılacak, değiştirilecek, büyütülecek veya esaslı tamir görecektir resmi ve özel bütün yapıların tabi olacağı teknik şartların hazırlanacak bir yönetmelikle tespit olunacağı ve Belediye hudutları ve varsa mücavir sahalar dahilinde ilgili belediyelerin, bunun dışında kalan yerlerde valilerin ve kaymakamların bu yönetmelik esaslarının uygulanmasını sağlamakla yükümlü olduğu yönünde hükümlere yer verilmiştir.

5902 sayılı Afet ve Acil Durum Yönetim Başkanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkındaki Kanunun 1. maddesinde; Başkanlığın kurulma amacı belirtilip, Kanun'un afet ve acil durumlar ile sivil savunmaya ilişkin hizmetlerin ülke düzeyinde etkin bir şekilde gerçekleştirilmesi için gerekli önlemlerin alınması ve **olayların meydana gelmesinden önce hazırlık ve zarar azaltma**, olay sırasında yapılacak müdahale ve olay sonrasında gerçekleştirilecek iyileştirme çalışmalarını ve koordinasyonu düzenlediği; aynı Kanunun Deprem Dairesi Başkanlığı'nın görevlerinin düzenlendiği, 12. maddesinde ise; **depreme hazırlık**, müdahale, deprem riski yönetimi, **depremde zarara uğraması muhtemel yerler ile zarar** uğramış yerlerin imar, plan ve proje işlemlerinin yürütülmesi,... depremler hakkında halkın bilgilendirilmesi, konularında uygulanacak politikaları belirlemek, takip etmek, değerlendirmek ve depremle ilgili hizmetlerin yürütülmesinde Başkanlığın diğer birimlerine danışmanlık yapmak başkanlığın görevleri arasında sayılmıştır.



EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.
VAN

1. İDARE MAHKEMESİ

ESAS NO : 2019/58

KARAR NO : 2019/620

3194 sayılı İmar Kanunu'nun 3. maddesinde; herhangi bir sahanın, her ölçekteki plan esaslarına, bulunduğu bölgenin şartlarına ve yönetmelik hükümlerine aykırı maksatlar için kullanılmayacağı; 9. maddesinde; Bakanlığın imar planı yapma ve onaylama yetkisi düzenlenmiş bunlardan birinin de gerekli görülen hallerde, umumî hayata müessir afetler dolayısıyla yapılması gereken planlar olduğu; 21. maddesinde; istisnalar dışında yapı ruhsatıyesı alınmasının mecburi olduğu, 28. maddesinde; fennî mesullerin ve yapı müteahhitliğin görev sorumluluklarını; 30. maddesinde; yapı kullanma izin belgesi alınması zorunluluğu ve sorumlulukların neler olduğu; 32. maddesinde; ruhsatsız veya ruhsata aykırı yapıların belediye veya valilikçe durum tespiti yapılarak mühürlenip yıktırılabilceğı yönünde düzenlemelere yer verilmiştir.

Aktarılan düzenlemeler, genel olarak bir alanın, imar ve istikamet planı esaslarına, bulunduğu bölgenin şartlarına ve talimatnamelerin hükümlerine aykırı maksatla kullanılmamasını, bu maksada aykırı yapılmamasını, yapılacak yapılara yönelik olarak da, bakanlık, belediye, mal sahibi (yapıyı yapan ile yaptıran), yapının proje ve eklerini tanzim eden ile belediyeye karşı üstlenen fen adamlarına çeşitli görev ve sorumluluklar yüklemiştir.

Ayrıca, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın yukarıda yasaların verdiği çeşitli görev ve yetkileri nedeniyle deprem hassasiyeti olan bölgeye ilişkin yaşam çevrelerinin oluşturulmasını kaçınılmaz şekilde etkileyecek verilerin başında yer alan deprem afetinden korunma konusunda hukukî sorumluluk taşıdığını göstermektedir.

Türkiye Cumhuriyeti Anayasası'nın 125.maddesinde, idarenin kendi eylem ve işlemlerinden doğan zararı ödemekle yükümlü olduğu hükme bağlanmış bulunmaktadır. İdarenin belirtilen bu sorumluluğu hukuk devleti olma niteliğinin doğal sonucudur.

İdarenin gerek hizmet kusuru gerekse kusursuzluk sorumluluk ilkelerine göre tazmin borcu ile yükümlü olabilmesi için, hukukî sorumluluk nedenlerinin varlığı yanında tazmin borcunun şartlarının da bulunması gerekmektedir. Tazmin borcunun başlıca şartlarından birisi, idari eylem yada işlemde doğan bir zararın bulunması ve bu zararın para ile ölçülebilecek türden gerçekleşmiş veya gerçekleşeceğinin kesinlikle anlaşılabilecek nitelikte olmasıdır.

Buna göre, zarar gören ilgilinin zararının varlığını ve gerçekleşmiş veya gerçekleşeceğinin kesin olduğunu kanıtlaması durumunda, idarenin kendi eylem ve işleminden doğan bu zararı karşılaması gerekmektedir.

Ancak ortada tazmini gereken zararın bulunmaması, zararın zarar gören kişinin veya üçüncü kişinin eyleminden doğması, zararın mücbir sebeplerden kaynaklanması, zararlı idari faaliyet arasında nedensellik bağının kurulamaması, idare hukukuna özgü tazmin nedenlerinin bulunmaması durumlarında idarenin tazmin yükümlülüğünden söz edilemez.

Mücbir sebep, sezilemeyen ve karşı konulamayan bir olayı ifade eder. Bu sebep, zararı idareye yüklenebilir olmaktan çıkaran ve zararlı idari faaliyet arasındaki illiyet bağını kesen dış bir etken olarak doğal, toplumsal veya hukukî bir olaydan kaynaklanabilir. Sezilememezlik, karşı konulamamazlık, kusursuzluk ve gerçeklik halleri mücbir sebebin ayırt edici öğelerini oluşturmaktadır.

Deprem kuşağında yer alan bölgede, deprem gerçeğinin bir veri alınması suretiyle yerleşmelerle ilgili alanların belirlenmesi, bu alanlardaki yapılaşmaya ilişkin kararların alınması, uygulanması ve denetlenmesiyle ilgili idari faaliyetlerin bütünündeki olumsuzluklardan oluşan idarenin "olumsuz eyleminin" bulunması durumunda, depremin mücbir sebep olarak değerlendirilerek zararlı illiyet bağını kestiğini kabule olanak bulunmamaktadır.

Bilindiği gibi, ülkemiz, jeolojik ve topoğrafik yapısı nedeniyle büyük can ve mal kayıplarına yol açan deprem felaketleriyle sık sık karşılaşan ülkelerin başında gelmektedir. Afetlerin önlenmesi ve zararların azaltılması amacıyla alınması gereken tedbirleri araştırmak, bu konudaki temel hedef ve politikaları belirlemek, ülke içindeki bilimsel, teknik ve idari çalışmaları koordine etmek, ortak sonuçları tüzük, yönetmelik, talimat ve eğitim yoluyla uygulamaya aktarmak ve denetlemek, afet zararlarının azaltılması amacıyla ulusal ve uluslararası işbirliği, proje ve programları oluşturmak, elde edilen sonuçları uygulamaya aktarmak, afete uğramış ve uğrayabilecek bölgeler ile yapı veya ikamet için yasaklanmış afet bölgelerini tespit ve ilan etmek, afet bölgelerinde yapılacak yapılara ilgili kuralları, yapı tekniklerini ve projelendirme esaslarını tespit etmek, depremleri ve etkilerini incelemek, elde edilen sonuçlara göre deprem katalogları ve ülkenin deprem haritalarını hazırlamak ve geliştirmek ve depremlerden dolayı hasar



EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.

VAN

1. İDARE MAHKEMESİ

ESAS NO : 2019/58

KARAR NO : 2019/620

görmüş yapıların takviye ve onarım yöntemleriyle ilgili çalışmalar yapmak devletin görev, yetki ve sorumlulukları arasında bulunmaktadır.

Dava dosyasının incelenmesinden; Van/İpekyolu ilçesi, Aşağınoşin Mahallesi, 306 ada, 11 parsel sayılı taşınmazda kain Gökem Sitesinde yer alan davacıya ait konutun, 23/10/2011 ve 09/11/2011 tarihlerinde meydana gelen depremde hasar görmesi ve sonrasında yıkılması olayında davalı idarelerin ilgili mevzuat uyarınca kendilerine verilen yer seçimi, plan yapma, denetim, kontrol gibi sorumlulukları ihmal ederek kusurlu davrandıkları iddia edilmek suretiyle oluştuğu ileri sürülen konut yapı maliyeti zararına karşılık 25.000,00 TL maddi, dairenin yıkılması nedeniyle duyulan elem ve ıstırap sebebiyle 25.000,00 TL manevi olmak üzere toplam 50.000,00 TL tazminatın idareye başvuru tarihinden itibaren işletilecek yasal faiziyle birlikte ödenmesine karar verilmesi istemiyle bakılan davanın açıldığı anlaşılmıştır.

Uyuşmazlıkta, davacıya ait konutun Van ilinde meydana gelen depremde yıkılması olayında davalı idarelerin kusurlarının olup olmadığı, varsa davalı idarelerin hangi oranda kusurlu olduğunun ve meydana gelen zararın miktarının hesaplanmasının teknik uzmanlık gerektiren bir husus olması ve taşınmazın yıkılmış olduğu da göz önünde bulundurularak aynı yapıya (siteye) ilişkin aynı nitelikteki davada Van 3. İdare Mahkemesi tarafından 2012/1226 esas sayılı dosyada bilirkişi incelemesi yaptırılmasına karar verilmiş olup, Mahkemeye sunulan 15/07/2015 tarihli bilirkişi raporunda özet ve sonuç olarak; "Gökem Sitesinin, Van ilinde meydana gelen depremde yıkılması olayıyla ilgili olarak müteahhitin malzeme kalitesinin iyi olmamasından dolayı % 27, fenni mesulün malzeme kalitesinin iyi olmamasından dolayı %27, statik proje müellifinin binanın iyi projelendirilmemiş olmasından dolayı %14, Van Büyükşehir Belediye Başkanlığının proje ve uygulama konusundaki denetimini yerine getirmediğinden dolayı %26, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın plan ve projelendirme konusundaki denetim görevini tam olarak yerine getirmediğinden dolayı %3, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın afet durumu ile ilgili gerekli çalışmaların ve denetimlerin yapılmamasından dolayı %3 oranında kusurlu olduğu" değerlendirilmelerine yer verilmiştir.

Anılan bilirkişi raporu 22/01/2019 tarihli ara karar ile dosyaya kabul edilerek taraflara tebliğ edilmiş, taraflarca ileri sürülen hususlar raporu kusurlandırıcı nitelikte görülmediğinden, raporda yapılan değerlendirmeler neticesinde tespit edilen kusur oranları davalı idarelerin olaya ilişkin kusurunun tespitinde hükme esas alınabilecek nitelikte görülmüştür.

Öte yandan, anılan bilirkişi raporunda binanın yapım maliyet bedeline ilişkin tespit ve değerlendirmelerde, konutun bulunduğu Gökem Sitesinin yapı ruhsatı dikkate alınarak, sitede toplam 24 adet mesken bulunduğu, ortak kullanım alanları da hesaba katıldığında sitenin toplam yapı alanının 3.792,00 m² olduğu, toplam yapı alanından her bir meskene düşen payın 3.792,00 m²/24=158 m² olduğu, yapının 3/B yapı sınıfı ve grubunda yer aldığı, 2012 yılı Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ'de 3/B sınıfı ve grubundaki bir yapının m² birim maliyetinin 560,00 TL olarak belirlendiği, 2012 yılı maliyet verilerine göre binanın yapım maliyetinin 158,00 m²x560,00 TL=88.480,00 TL olduğu, binanın yaşına göre belirlenen aşınma payının(%20) mahsubu ile (88.480,00 TLX0,20=17.696,00 TL) konutun değerinin (88.480,00 TL-17.696,00 TL)=70.784,00 TL olarak hesaplandığı anlaşılmaktadır.

Ancak, yukarıda yer verilen bilirkişi raporunda, konutun yapım maliyeti belirlenirken tazminata konu depremin yaşandığı ve taşınmazın ağır hasar olarak kullanılamaz hale geldiği 2011 yılı Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri dikkate alınarak hesaplama yapılması gerekirken, 2012 yılına ilişkin birim maliyetlerine göre hesaplama yapıldığı görülmektedir. (Aynı hususa ilişkin Danıştay Ondördüncü Dairesinin 14/06/2017 tarih ve E:2017/264, K:2017/4046 sayılı, 14/06/2017 tarih ve E:2017/177, K:2017/4037 sayılı kararları da bu yöndedir.)

Hal böyle iken, bilirkişi raporunda depremde zarar gören konutun yapı alanı ve niteliğine ilişkin yeterli bilgilere yer verilmiş olması ve yapı maliyetine ilişkin yapılacak hesaplamaların teknik uzmanlığa ihtiyaç duyulmayan basit matematiksel hesaplamalar olması nedeniyle, uyuşmazlığın makul sürede çözüme kavuşturulabilmesi ve usul ekonomisi amacıyla konutun yapı maliyetine ilişkin yeniden bilirkişi incelemesi yaptırılmasına gerek görülmemektedir, mevcut bilirkişi raporunda davacıya ait konuta ilişkin bilgiler dikkate alınarak 2011 yılı Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğ uyarınca konutun yapım maliyeti, aşınma payı ve net yapı maliyet değeri yeniden hesaplanmıştır.



EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.
VAN

1. İDARE MAHKEMESİ

ESAS NO : 2019/58

KARAR NO : 2019/620

Bu durumda, bilirkişi raporunda belirtildiği üzere davacıya ait konutun yapı sınıf ve grubunun 3/B, konut yapı alanının 158,00 m² olduğu, 28.04.2011 tarih ve 27918 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 2011 yılı Mimarlık ve Mühendislik Hizmet Bedellerinin Hesabında Kullanılacak Yapı Yaklaşık Birim Maliyetleri Hakkında Tebliğde 3/B yapı sınıf grubunda yer alan yapıların yaklaşık birim maliyetlerinin 565,00 TL olarak belirlendiği dikkate alındığında, konutun toplam yapı maliyetinin 158,00 m²x565,00 TL=89.270,00 TL olduğu, yapının 1990 yılında ilk ruhsatı aldığı bilindiğinden, 1992 yılında bitirildiği varsayımına göre binanın deprem olayının yaşandığı 2011 yılında 19 yaşında olacağı, 02.12.1982 tarih ve 17886 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Aşınma Paylarına İlişkin Oranları Gösteren Cetvelde 19 yaşındaki betonarme-karkas bir binanın aşınma payının %20 oranında olacağının belirlendiği, dava konusu yapının yapı maliyeti üzerinden hesaplanan aşınma payı tutarının 89.270,00 TLx%20=17.854,00 TL olacağı, aşınma payının mahsubu ile deprem olayının yaşandığı 2011 yılı itibarıyla yapı net maliyet değerinin (89.270,00 TL-17.854,00 TL)=71.416,00 TL olduğu anlaşılmaktadır.

Davacının maddi tazminat istemi değerlendirildiğinde;

Olayda, davacıya ait daire niteliğindeki taşınmazın yıkılmasıyla ilgili olarak hazırlanan bilirkişi raporu uyarınca davalı idarelerden Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı'nın %26, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı'nın %3, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'nın %3 oranında kusurlu olduğu ve kusurları oranında davacının zararını tazminle yükümlü oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Davacının daire niteliğindeki taşınmazının yıkılması sonucu meydana gelen maddi zarar kapsamında yapım bedeli olarak toplam 25.000,00 TL maddi tazminat ödenmesinin istenildiği, yukarıda yapılan hesaplamalar uyarınca dairenin toplam yapım maliyetinin 89.270,00 TL olduğu, yıpranma payının mahsubu ile dairenin net yapı değerinin 71.416,00 TL olarak hesap edildiği görülmektedir.

Tazminat hukukuna göre meydana gelen zararın tespitinde gerçek durumun esas alınması gerektiği, olay bu kapsamda değerlendirildiğinde, taşınmazın kullanım süresine bağlı yıpranma payının mahsubu ile ulaşılan değer gerçek durumu yansıttığı anlaşılmakta olup, bu nedenle tazminata esas alınacak miktar olarak daire niteliğindeki taşınmazın yıpranma payının mahsubu üzerine elde edilen net taşınmaz değeri olan 71.416,00 TL'den dava konusu binanın yıkılmasında davalı idarelerin bilirkişi raporunda belirtilen kusurlarına tekabül eden kısmın davacıya ödenmesi gerekmektedir.

Yukarıda anılan bilirkişi raporunda belirtilen kusur oranları dikkate alındığında, meydana gelen zarardan dolayı davalı Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı %26 oranında kusurlu olduğundan 18.568,16 TL, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı %3 oranında kusurlu olduğundan 2.142,48 TL, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı %2 oranında kusurlu olduğundan 2.142,48 TL olmak üzere toplam 22.853,12 TL'nin davalı idareler tarafından davacıya ödenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Davacının manevi tazminat istemi değerlendirildiğinde;

Davacı tarafından daire niteliğindeki taşınmazının depremde ağır hasar alarak yıkılması nedeniyle duyulan elem ve ıstıraptan dolayı 25.000,00 TL manevi tazminat talep edilmiştir.

Manevi tazminat, ilgisinin mamelekinde meydana gelen bir eksilmeyi karşılamaya yönelik bir tazmin aracı olmayıp, manevi tatmin aracı olduğundan zenginleşmeye yol açmayacak miktarda, fakat olayın niteliği ile idarelerin bu olaydaki kusurunun niteliğini, sorumluluğunun özelliğini ve ağırlığını ifade edecek ölçüde saptanması gerektiğinden, olayın niteliği göz önünde bulundurularak davacının taşınmazının yıkılmasında duyulan elem ve ıstırap nedeniyle takdiren 10.000,00 TL manevi tazminatın davalı idareler tarafından davacıya ödenmesi gerekmektedir.

Bu kapsamda, dava konusu taşınmazın yıkılmasında davalı idarelerin kusurları toplamının % 32 olduğu, 10.000,00 TL manevi tazminatın tamamının her bir idarenin kusurunun davalı idarelerin toplam kusurları (%32) içindeki payı dikkate alınmak suretiyle hesaplandığında, [(10.000x26)/32]= 8.125,00 TL'nin Van Büyükşehir Belediye Başkanlığınca, [(10.000x3)/32]=937,50 TL'nin Çevre ve Şehircilik Bakanlığınca, [(10.000x3)/32]=937,50 TL'nin Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığınca olmak üzere, toplam 10.000,00 TL manevi tazminatın davalı idareler tarafından davacıya ödenmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

HÜKÜM:

Açıklanan nedenlerle;

1- Davanın kısmen kabulüne, kısmen reddine,

5/6

UYAP Bilişim Sistemindeki bu dokümana <http://vatandas.uyap.gov.tr> adresinden İyz67zE - t0hpzEl - 8nfrszd - bfqF4k= ile erişebilirsiniz.



EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.
VAN

1. İDARE MAHKEMESİ

ESAS NO : 2019/58

KARAR NO : 2019/620

2- Maddi tazminat isteminin 22.853,12 TL'lik kısmının kabulüne, fazlaya ilişkin kısmının ve bu kısma ilişkin faiz taleplerinin reddine,

3- Manevi tazminat isteminin 10.000,00 TL'lik kısmının kabulüne, fazlaya ilişkin kısmının ve bu kısma ilişkin faiz taleplerinin reddine,

4- Hükmedilen toplam 22.853,12 TL maddi tazminatın 18.568,16 TL'lik kısmının, hükmedilen 10.000,00 TL manevi tazminatın 8.125,00 TL'lik kısmının Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı (%26) tarafından, idareye başvuru tarihi olan 28/09/2015 tarihinden itibaren işletilecek yasal faiziyle birlikte davacıya ödenmesine,

5- 2.142,48 TL maddi ve 937,50 TL manevi tazminatın Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (%3) tarafından, idareye başvuru tarihi olan 28/09/2015 tarihinden itibaren işletilecek yasal faiziyle birlikte davacıya ödenmesine,

6- 2.142,48 TL maddi ve 937,50 TL manevi tazminatın Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (%3) tarafından, davanın açıldığı 28/12/2015 tarihinden itibaren işletilecek yasal faiziyle birlikte davacıya ödenmesine,

7- Hükmedilen miktar üzerinden hesaplanan 2.244,20 TL tutarındaki nispi karar harcının davalı idarelerden kusurları oranında tahsili için ilgili vergi dairelerine müzekkere yazılmasına,

8- Adli yardım isteminin kabulü ile geçici muafiyet sağlanan davacıdan tahsil edilemeyen ve aşağıda dökümü yapılan toplam 561,00 TL yargılama giderinden davadaki haklılık durumuna göre belirlenen 368,00 TL'nin davalı idarelerden kusurları oranında tahsili için, kalan 193,00 TL'nin davacıdan tahsili için ilgili vergi dairesine müzekkere yazılmasına,

9- Karar tarihi itibarıyla yürürlükte bulunan Avukatlık Asgari Ücret Tarifesine göre, hükmedilen maddi tazminat için nispi hesaplanan 2.742,00 TL, aynı Tarifenin 13/1.maddesi uyarınca hükmedilen manevi tazminat için 1.362,00 TL olmak üzere toplamda 4.104,00 TL vekalet ücretinin davalı idarelerden alınarak davacıya verilmesine,

10- Karar tarihi itibarıyla yürürlükte bulunan Avukatlık Asgari Ücret Tarifesinin 13/1.maddesi uyarınca reddedilen maddi tazminat için 1.362,00 TL, aynı Tarifenin 10/2.maddesi uyarınca reddedilen manevi tazminat için 1.362,00 TL olmak üzere toplam 2.724,00 TL vekalet ücretinin davacıdan alınarak davalı idarelere verilmesine,

11- Karar düzeltme aşamasına ilişkin yargılama giderlerinin ilgili idare üzerinde bırakılmasına,

12- Varsa artan posta gider avansının hükmün kesinleşmesi üzerine aidyeti cihetiyle re'sen taraflara iadesine,

-Kararın tebliğ tarihini izleyen günden itibaren 30 gün içerisinde Danıştay'a temyiz kanun yolu açık olmak üzere, 27/03/2019 tarihinde oybirliğiyle karar verildi.

Başkan
SABRİ BURÇİN ARSEVEN
118455

Üye
YASİN AYNA
178470

Üye
CAHİT FARUK SARIBIYIK
216775

YARGILAMA GİDERLERİ :

Başvuru Harcı :	27,70 TL
T.Başvuru Harcı :	143,50 TL
T.Karar Harcı :	60,80 TL
Posta Gideri :	329,00 TL

TOPLAM : 561,00 TL

Nispi Karar Harcı : 2.244,20 TL



6/6

UYAP Bilgi Sistemindeki bu dokümana <http://vatandas.uyap.gov.tr> adresinden [iyz67zE](#) - [t0hpzEI](#) - [8nfrszd](#) - [bfqF4k=](#) ile erişebilirsiniz.

EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.
ERZURUM
BÖLGE İDARE MAHKEMESİ
2. İDARİ DAVA DAİRESİ
ESAS NO : 2018/2348
KARAR NO : 2019/360

İSTİNAF YOLUNA

BAŞVURAN (DAVALILAR) : 1- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı
VEKİLİ : Huk.Müş. Gizem GENÇ - (Aynı Adreste)
2-Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı
VEKİLİ : Av. Begüm ALAÇAM UYAV - (Aynı Adreste)
3-Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı
VEKİLİ : Av. Semih İHTİYATOĞLU - (Aynı Adreste)

İSTİNAF YOLUNA BAŞVURAN

VE KARŞI TARAF (DAVACI) : Karani ŞAHİNBAŞ
VEKİLİ : Av. Cevat AKTAŞ
Alipaşa Mah. İpekyolu Cad. Van Adalet Sarayı
Karşısı Adalet İş Merk. K:3 No:6 - İpekyolu/VAN

İSTEMİN ÖZETİ : Van 3. İdare Mahkemesinin 27/04/2018 tarih ve E:2016/1682, K:2018/946 sayılı kararının, aleyhlerine olan kısımlarının taraflarca, hukuka aykırı olduğu öne sürülerek 2577 sayılı İdari Yargılama Usulü Kanununun 45. maddesi uyarınca incelenerek kaldırılması istenilmektedir.

SAVUNMANIN ÖZETİ : Davalı Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından davacının istinaf isteminin reddi gerektiği savunulurken, diğer davalılar ve davacı tarafından ise savunma verilmemiştir.

TÜRK MİLLETİ ADINA

Karar veren Erzurum Bölge İdare Mahkemesi 2. İdari Dava Dairesi'nce işin gereği görüldü:

Dava; Van ili, Merkez Bahçivan Mahallesi, 2148 ada, 1 sayılı parselde bulunan binada yer alan davacıya ait konutun, 23/10/2011 ve 09/11/2011 tarihlerinde meydana gelen depremlerde yıkılması olayında, davalı idarelerin hizmet kusuru bulunduğundan bahisle, uğranıldığı ileri sürülen maddi ve manevi zararın giderilmesi istemiyle yapılan başvuruların zımnen reddine ilişkin işlemin iptali ile 1.000,00-TL maddi, 10.000,00-TL manevi tazminatın yasal faiziyle birlikte ödenmesine karar verilmesi istemiyle açılmıştır.

İdare Mahkemesince: işlem yönünden davanın incelenmeksizin reddine, tazminat yönünden ise: Van 1.İdare Mahkemesi'nin E:2017/151 sayılı dosyasında yaptırılan bilirkişi incelemesi sonucu düzenlenen rapor esas alınarak ve taleple bağlı kalınarak, 1.000,00.-TL maddi tazminat ile 5.000,00.-TL manevi tazminat isteminin kabulü ile söz konusu tazminatların idarelerin kusurları oranında davacıya ödenmesine, fazlaya ilişkin manevi tazminat istemlerinin ise reddine karar verilmiştir.

Davalı idareler tarafından; istinafa konu kararın aleyhlerine olan kısımlarının usule ve hukuka aykırı olduğu iddia edilerek kaldırılması, davacı tarafından ise anılan kararın maddi tazminat yönünden taraflarına dava değerini artırma imkanı verilmeden karar verildiği, manevi tazminatın düşük tayin edildiği ileri sürülerek kaldırılması ve lehlerinde karar verilmesi istenilmektedir.

İdare Mahkemesi kararının maddi tazminata ilişkin kısmının kaldırılmasını gerektiren bir neden bulunmadığından kararın bu kısmı yönünden, istinaf başvurularının reddedilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Davacı vekili tarafından, Mahkemece taraflarına dava değerini artırma imkanı verilmeden karar verildiği ileri sürülmüş ise de: 2577 sayılı İdari Yargılama Usulü Kanunu'nun 16/4 maddesinde; nihai karar verilinceye kadar ıslah talebinde bulunulabileceği hükmüne bağlanmış olup, İdare Mahkemesince, bilirkişi raporu davacı vekiline tebliğ edilmek suretiyle dava değerini artırma olanağının tanındığı, buna karşın

EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.
ERZURUM

BÖLGE İDARE MAHKEMESİ

2. İDARİ DAVA DAİRESİ

ESAS NO : 2018/2348

KARAR NO : 2019/360

davacı vekili tarafından nihai karar verilmeye kadar talepte bulunulmadığı hususları dikkate alındığında, davacı vekilinin iddiasına itibar edilmemiştir.

İstinafa konu kararın, manevi tazminata yönelik davacının istinaf istemine gelince;

Davacı tarafından, konutunun yıkılması nedeniyle duyulan elem ve ızdıraptan dolayı manevi tazminat talep edildiği görülmüş olup, manevi tazminat, ilgisinin mamelekinde meydana gelen bir eksilmeyi karşılamaya yönelik bir tazmin aracı olmayıp, manevi tatmin aracı olduğundan zenginleşmeye yol açmayacak miktarda fakat olayın niteliği ile idarelerin bu olaydaki kusurunun niteliğini, sorumluluğun özelliğini ve ağırlığını ifade edecek ölçüde saptanması gerekmektedir. Davalı idarelerin meydana gelen olayda kast niteliğinde bir kusurunun bulunmaması, dava konusu olaydaki sorumluluklarının, yukarıda yer verilen bilirkişi raporunda belirtildiği üzere denetim görevinin yerine getirilmemesinden kaynaklanması, bunun da kusurun bir türü olan ihmal düzeyinde bir kusur olması ve olayın meydana gelmesinde dava dışı üçüncü kişilerin de kusurunun bulunması nedeniyle, davalı idarelerin davacıların manevi zararlarını tazmin yükümlülüğü belirlenirken, meydana gelen olayda davalı idarelere atfedilen kusur oranları ile kusurlarının türü (ihmal) ve aynı olay sebebiyle açılan ve kesinleşmiş olan yargı kararlarında verilen manevi tazminatlar göz önünde bulundurularak karar verilmesi gerektiği sonucuna varıldığından, davacının konutunun yıkılmasında duyulan elem ve ızdırap nedeniyle davacıya takdiren 10.000,00-TL manevi tazminatın davalı idareler tarafından ödenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Yukarıda anılan bilirkişi raporunda belirtilen kusur oranları dikkate alındığında meydana gelen manevi zarardan dolayı, davalı Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı %20 oranında kusurlu olduğundan 8.000,00-TL, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı %3 oranında kusurlu olduğundan 1.200,00-TL, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı %2 oranında kusurlu olduğundan 800,00-TL olmak üzere toplam 10.000,00-TL manevi tazminatın davalı idareler tarafından davacıya ödenmesi gerekmektedir.

İstinafa konu kararın yargılama giderlerinin Genel Bütçe içerisinde yer alan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı'na yükletilmemesine yönelik kısmına gelince;

492 Sayılı Harçlar Kanunu'nun 2588 sayılı Kanun ile eklenen 13/j maddesinde, Genel Bütçeye dahil idarelerin yargı harçlarından muaf olduğu belirtilmiştir.

2577 sayılı Kanunun atıfta bulunduğu 6100 sayılı Hukuk Muhakemeleri Kanunun 323. maddesinde, mahkeme yargılama giderlerinin neler olduğu belirtilmiş ve yargılama harçları da bunlar arasında sayılmış; 326. maddesinde ise, yargılama giderlerinin haksız çıkan tarafa yükletileceği kuralına yer verilmiştir.

Yukarıda yer alan mevzuat hükümlerinin birlikte değerlendirilmesinden, Harçlar Kanunu uyarınca dava açarken Genel Bütçeye dahi olan idareler harçtan muaf tutulmuşlar ise de bunların taraf oldukları davaların aleyhlerine sonuçlanması halinde yargılama giderlerinin bu idareler üzerinde bırakılmasına engel bir durum bulunmamaktadır.

Bu durumda, yargılama sonucunda haksız çıkan ve Genel Bütçe içerisinde yer alan Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı aleyhine yargılama giderine hükmedilmemesinde hukuki isabet bulunmamaktadır.

Açıklanan nedenlerle:

- 1-) Tarafların maddi tazminata yönelik istinaf istemlerinin reddine,
- 2-) Anılan kararın manevi tazminata yönelik davacının istinaf başvurusunun kabulüne, kararın bu kısmının kaldırılmasına,
- 3-) 10.000,00.-TL Manevi tazminat isteminin tamamının kabulüne,
- 4-) Kabul edilen 10.000,00.-TL'nin 8.000,00.-TL'lik kısmının Van Büyükşehir Belediye Başkanlığı tarafından idareye başvuru tarihi olan 29.08.2016 tarihinden itibaren, 1.200,00.-TL'lik kısmının Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından idareye başvuru tarihi olan 05.09.2016 tarihinden itibaren, 800,00.-TL'lik

EK 3 Mahrum Kalınan Gelirlere İlişkin Mahkeme Kararları (devamı)

T.C.
ERZURUM
BÖLGE İDARE MAHKEMESİ
2. İDARİ DAVA DAİRESİ
ESAS NO : 2018/2348

KARAR NO : 2019/360

kısımının Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı tarafından idareye başvuru tarihi olan 29.08.2016 tarihinden itibaren işleyecek yasal faiziyle birlikte davacıya ödenmesine,

5-)İş bu karar İlk Derece Mahkemesi yargılaması sonucunda yargılama giderlerine ilişkin Kurulan hükümde değişiklik yarattığından ve kararın davalılar Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ile Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı aleyhine yargılama giderlerine hükmedilmemesine ilişkin kısım kaldırıldığından, bu yeni duruma göre;

a-) İstinaf Mahkemesince hükmedilen 10.000,00.-TL manevi ve İlk Derece Mahkemesince hükmedilen 1.000,00.-TL maddi tazminat miktarı üzerinden hesaplanan 751,41.-TL nispi karar harcının davalı idarelerden kusurları oranında tahsili için ilgili tahsil dairesine müzekkere yazılmasına,

b-) İlk derece ve istinaf aşamalarında davacının adli yardım talebinin kabulü üzerine alınmayan toplam 469,30.-TL yargılama giderinin davalı idarelerden kusurları oranında tahsili için Mahkemesince müzekkere yazılmasına,

- Davalı idarelerin istinaf başvurusu reddedildiğinden, idarelerce istinaf aşamasında yapılan yargılama giderlerinin idareler üzerinde bırakılmasına,

c-)Avukatlık Asgari Ücret Tarifesi hükümlerine göre, hükmedilen 10.000,00.-TL manevi tazminat için 1.362,00.-TL maktu vekalet ücretinin davalı idarelerden alınarak davacı tarafa verilmesine, artan posta ücretlerinin Mahkemesince re'sen müsteniflere iadesine, 2577 sayılı Yasanın 45/6. maddesi uyarınca **kesin olarak**, 15/02/2019 tarihinde oybirliğiyle karar verildi.

BAŞKAN
OSMAN DİNLER
38031

ÜYE
DUYGU ÖZERKAN
107156

ÜYE
AHMET KÜRKÇÜ
107200

YARGILAMA GİDERLERİ

1-A-İlk Derece Aşamasına Ait (Davacı)	
Başvuru Harcı	29,20.-TL
Posta Gideri	342,00.-TL
Toplam	371,20.-TL
1-B- İstinaf Aşamasına Ait (Davacı)	
Başvuru Harcı	98,10.-TL
Toplam	98,10.-TL
Nispi Karar Harcı	751,41.-TL

08/04/2019/SD

ASLI GİBİDİR

EK 4 1. Alternatifin Keşif ve Metraj ile Yaklaşık Güçlendirme Maliyeti

GÜÇLENDİRME İŞLERİ					
KEŞİF CETVELİ					
POZ NO.	İŞİN ADI	BİRİM	MİKTAR	BİRİM FİYATI (TL)	TOPLAM FİYATI (TL)
14.012/1	EL İLE YUMUŞAK - SERT TOPRAK KAZILMASI	m ³	6,32	53,93	340,99
15.140/4	DOLGU YAPILMASI	m ³	4,56	19,18	87,37
16.003/MK	250 DOZ DEMİRSİZ BETON	m ³	2,66	97,64	259,48
18.183	PAT. MAD. KULLANMADAN KAR. İNŞ. YIK.(DUVAR)	m ³	29,90	35,63	1.065,39
18.185	PAT. MAD. KULLANMADAN BET. İNŞ. YIK.	m ³	5,32	73,63	391,35
21.017/1	DÜZ YÜZEYLİ BETON VE BETONARME KALIBI	m ²	460,62	54,95	25.310,81
21.054 A-TAK	EN YÜKSEK NOKTASI 4 m OLAN KALIP İSKELESİ	m ³	162,16	7,89	1.279,48
23.014-TAK	Ø8 - Ø12 NERVÜRLÜ İNŞAAT DEMİRİ	ton	6,02	4.029,78	24.244,56
23.015-TAK	Ø14 - Ø28 NERVÜRLÜ İNŞAAT DEMİRİ	ton	7,42	3.965,28	29.427,73
MSB 153	BOZUK BETONARME YÜZEYLERİN TEMİZLENMESİ	m ²	156,54	11,88	1.859,71
MSB 154	DONATILARI KOROZYONA KARŞI KORUMA	mt	521,80	16,59	8.656,74
MSB 155	POLİMER ASTAR	m ²	156,54	19,95	3.123,00
MSB 157	EPOXY ENJEKSİYON İLE ÇATLAK TAMİRİ	mt	12,03	967,71	11.636,71
MSB 158	PASPAYININ KIRILARAK DONATININ AÇIĞA ÇIKARILMASI	m ²	156,54	86,25	13.501,70
MSB 324	KENDİLİĞİNDEN YERLEŞEN BETON	m ³	61,01	410,71	25.055,46
MSB 678/A1	Ø12 DÜZ VEYA NERVÜRLÜ DEMİRLE EPOKSİ İLE FİLİZ EKİMİ	Adet	356,90	10,01	3.572,59
MSB 678/C	Ø16 DÜZ VEYA NERVÜRLÜ DEMİRLE EPOKSİ İLE FİLİZ EKİMİ	Adet	440,12	11,51	5.065,72
MSB 678/D	Ø18 DÜZ VEYA NERVÜRLÜ DEMİRLE EPOKSİ İLE FİLİZ EKİMİ	Adet	160,17	13,29	2.128,70
MSB 678/F	Ø22 DÜZ VEYA NERVÜRLÜ DEMİRLE EPOKSİ İLE FİLİZ EKİMİ	Adet	208,27	14,89	3.101,18
	TOPLAM				160.108,66
				Dolar Türü	26.684,78

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Sinan GÜNEŞ
Doğum Yeri : Altındağ
Doğum Tarihi : 30.05.1989
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Halide Edip Adıvar Lisesi (2006)
Lisans : Erciyes Üniversitesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü (2013)
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Anabilim Dalı (Ekim 2014 - Halen)

Çalıştığı Kurum ve Yıl

Bayburt Grup, İnşaat Mühendisi (2013)
Kök-Ay Yapı Denetim (2014)
Ankür Eğitim Hizmetleri Ar-Ge ve Yüksek Tekn. Faal. Maden. Sağlık San. ve Tic. A.Ş. (2014 – 2016)
Ankara Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Gayrimenkul Geliştirme ve Yönetimi Bölümü Gayrimenkul ve Varlık Ekonomisi ve Değerleme Anabilim Dalı – Öğretim Görevlisi (2016 -)

Uluslararası Kongre Sunum

WMCAUS, 2017