

Afyonkarahisar, Van, Elazığ ve İzmir Depremleri Raporlarının Karşılaştırmalı İrdelenmesi

*¹Hüseyin Bayraktar ve ²Erdem Akalın

*¹Yapı Ressamlığı Programı, Mimarlık ve Şehir Planlama Bölümü, Düzce Üniversitesi, Türkiye

²Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Yüksek Lisans Öğrencisi, Düzce Üniversitesi, Türkiye

Özet

Depremler yer hareketlerine bağlı olarak farklı konum ve zamanlarda meydana gelebilmektedir. Her deprem sonrası insanlar neleri yapmaları ya da yapmamaları konusunda ders çıkarırlar. Bir sonraki depremde aynı hataları yapmamak üzere hazırlıklar yapılır. Deprem olduktan sonra yerinde incelemeler yapılarak zarar boyutları ve nedenleri üzerine çalışmalar bir rapor haline getirilmektedir. Bu raporlar sayesinde depremlerin etkileri daha iyi yorumlanabilmektedir. Bu çalışmada Afyonkarahisar Depremi (2002), Van Depremi (2011), Elazığ Depremi (2020), İzmir Depremi (2020)'ne ait; Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Uludağ Üniversitesi, 9 Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisleri Odası, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı gibi kurum ve kuruluşların, resmi sitelerinde yayınlanan deprem raporlarının incelenmesi sonucunda, bu depremlerin meydana getirdikleri hasarın ortak özellikleri ve nedenleri üzerine çıkarımlarda bulunulmuş, hasar sebepleri; malzemeden kaynaklı, yapı tasarımından kaynaklı, bina performanslarından kaynaklı, uygulamadan kaynaklı etkenler kategorize edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Depremler, deprem raporları, risk analizi

Abstract

Earthquakes can occur at different locations and times depending on ground movements. After every earthquake, people learn a lesson about what to do and what not to do. Preparations are made in order not to make the same mistakes in the next earthquake. After the earthquake, on-site investigations are made and studies on the damage dimensions and causes are compiled into a report. Thanks to these reports, the effects of earthquakes can be better interpreted. In this study, for Afyonkarahisar Earthquake (2002), Van Earthquake (2011), Elazığ Earthquake (2020), İzmir Earthquake (2020); As a result of examining the earthquake reports published on the official websites of institutions and organizations such as Boğaziçi University, Istanbul Technical University, Yıldız Technical University, Middle East Technical University, Uludağ University, 9 Eylül University, Chamber of Geological Engineers, Ministry of Environment and Urbanization, Disaster and Emergency Management Presidency. Inferences were made on the common characteristics and causes of damage caused by these earthquakes, the causes of damage; Factors originating from material, building design, building performances, and application are categorized.

Keywords: Earthquakes, earthquake reports, risk analysis

1. Giriş

Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü'nde (AFAD) deprem [1], Tektonik kuvvetlerin veya volkan faaliyetlerinin etkisiyle yer kabuğunun kırılması sonucunda ortaya çıkan enerjinin sismik dalgalar hâlinde yayılarak geçtikleri ortamları ve yeryüzünü kuvvetle sarsması olayı olarak tanımlanmaktadır. Ülkemizin coğrafi olarak deprem bakımından kritik bir bölgede olması nedeniyle çoğunlukta bu kuvvetli sarsıntı olayına maruz kalmaktayız. Depremler gerekli önlemler alınmadığında yerleşim yerlerini fiziki, sosyal, ekonomik gibi olumsuz yönlerde etkileyebilmektedir. Nüfus sayısının özellikle şehirlerde artması bu olumsuzlukların daha da artmasına neden olmaktadır. Deprem kaynaklı olumsuzlukların tekrar yaşanmaması için depremlerden alınacak dersler ve çıkarımlar önemli konular arasındadır.

Türkiye'de meydana gelen afetler arasında en çok can ve mal kaybı depremler nedeniyledir. Ülkemizde depremler can kayıplarının %60'ını oluşturmaktadır [2]. Depremler sadece can ve mal kaybına neden olmayıp, toplumsal, psikolojik, çevreyle ilgili daha bir çok olumsuz etkilere neden olmaktadır [3]. Deprem kaynaklı kayıpların yoğun olmasının nedeni ülkemizin neredeyse tamamının deprem kuşağı içerisinde yer almasıdır [4].

Depreme duyarlı alanların tespit edilmesi ve bu bölgelerde binaların risk durumları belirlenerek tedbir alınması olası kayıpları azaltacaktır [5]. Depreme duyarlı alanların belirlenmesinde CBS, AHP gibi yöntemler kullanılarak riskli bölgelerin tespiti yapılarak deprem öncesi tedbirlerin alınması sağlanabilmektedir [6]. Kentlerin yönlendirilmesi, planlanması, risk haritalarının elde edilmesi gibi çalışmalar ile deprem kaynaklı zararlar azaltılabilecektir [7]. Yönetmeliklere uymak, yapılaşmada tüm riskleri değerlendirerek planlama yapmak ve mevcut yapılarda riskleri belirlemek depremin etkilerinin azaltılmasında gereklidir [8].

Deprem sonrası hasar tespit çalışmaları başlatılarak etki analizi çıkarılmaktadır. Bu sayede müdahalede öncelikler belirlenebilmektedir. Deprem sonrası üniversiteler, STK'lar, farklı kurum ve kuruluşlar tarafından yerleşim yerinde durum tespiti yapılarak raporlar hazırlanmaktadır. Çalışmamızda Afyonkarahisar Depremi (2002), Van Depremi (2011), Elazığ Depremi (2020), İzmir Depremi (2020) için hazırlanan deprem raporlarının analizleri yapılarak ortak paydada ne tür yapısal hataların olduğu tartışılacaktır.

2. Deprem Raporları İncelenen Afyonkarahisar, Van, Elazığ ve İzmir Depremleri

Yerleşim yerinde deprem sonrası ne tür hasar ve etkenlerin olduğu, etki analizleri gibi çalışmalar yapılarak deprem raporları hazırlanmaktadır. Deprem raporları sayesinde incelenen bölgede depremin etkileri ayrıntıları ile ortaya konularak kamu oyunun bilgilerine sunulmaktadır. Bu sayede depremin olumsuz etkileri hakkında fikir sahibi olunmaktadır. Bundan sonraki olası depremlerde benzer hataların yapılmaması için deprem raporları önemli referanslar içermektedir.

Çalışma kapsamında Boğaziçi Üniversitesi (BÜ), İstanbul Teknik Üniversitesi (İTÜ), Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ), Orta Doğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ), Uludağ Üniversitesi (UÜ), 9 Eylül Üniversitesi, Jeoloji Mühendisleri Odası, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD) raporları incelenerek depremlerin ortak etkileri hakkında

çıkarımlarda bulunulmuştur. Genellikle deprem raporlarında yaşanan depremler sonrası benzer hasar ve tespitlerin olduğu görülmüştür.

2.1. Afyonkarahisar Depremi (3 Şubat 2002 Sultandağı ve Çay Depremleri)

Afyonkarahisar'a bağlı Sultandağı ve Çay ilçelerinde 3 Şubat 2002'de saat 09:11'de ve 11:26'da ard arda biri M:6.5 diğeri ise M: 5.8 büyüklüğünde iki deprem olmuştur [9]. Depremler 1 ve 5 km uzunlukta yüzey kırıkları oluşturmuş ve kırıklar boyunca ortalama 5-10 cm düşey atımlar, 5-10 cm ters atımlar ve 2-3 cm sağa yanal atımlara neden olmuştur [10]. Deprem sonucu 42 kişi hayatını kaybetmiş ve 4400 bina da ağır hasar almıştır [11].

Tablo 1. Afyonkarahisar Depremi hasarlara yönelik çıkarımlar

Hasarlara yönelik çıkarımlar	Uludağ Üniversitesi
Yumuşak katların oluşması	+
Düşük beton kalitesi	+
Yetersiz donatılı kolon kesitleri	+
Kerpiç yapılardaki zayıf bağlantısız temeller, konsol çıkmalar, tekniğinde yapılmayan elemanların birbiri ile yük aktarımı açısından kenetlenmediği yüklü dolgu duvarlar, ağır çatı ile rijitliği sağlanamamış bindirmeli ahşap iskelet düzenekler ve ağır yapı kavramının yarattığı ani çöktüşlerin meydana gelmesi	+

Tablo 1'de Afyonkarahisar depremi ile ilgili Uludağ Üniversitesinin hazırladığı deprem raporunda taşıyıcı sistemde, malzemede ve uygulamalarda hataların olduğu anlaşılmaktadır. Düşük beton kalitesi ve donatısı yetersiz bir şekilde oluşan taşıyıcı elemanlar depremde binaların yıkılmasında büyük etkenlerdir. Üstelik bir de yumuşak katların oluşması bina yıkımlarını artırmaktadır. Ayrıca binaların tekniğine uygun yapılmaması ve deprem faktörünün göz ardı edilmesi kötü sonuçları beraberinde getirmiştir.

2.2. Van Depremi (23 Ekim 2011 Van-Erciş ve 9 Kasım 2011 Van-Edremit Depremleri)

Van merkezde ve ilçesi Erciş'de büyük hasarlara neden olan, 7.1 büyüklüğünde 23 Ekim 2011 günü saat 13:40'da meydana gelen depremin merkez üssü Van merkeze bağlı Tabanlı köyüdür. Depremden 17 gün sonra 9 Kasım 2011 Çarşamba günü saat 21:20 civarlarında Van merkeze bağlı Edremit ilçesinde 5.7 büyüklüğünde bir deprem daha meydana gelmiştir. Doğu Anadolu Fay hattı üzerinde oluşan deprem bölgenin genelinde hissedilmiştir. Bu iki depremde 644 kişi yaşamını yitirmiş, 1966 kişi yaralanmış ve 252 kişi ise bina enkazlarından sağ olarak çıkarılmıştır [12]. Mimarlar Odasının yaptığı çalışmada binaların 12 236'sı (% 27,64), 3 244'ü orta hasarlı (% 7,33), 15 510'u ise az hasarlı (% 35,04) olarak tespit edilmiştir [13].

Tablo 2. Van Depremi malzeme kaynaklı çıkarımlar

Kullanılan taşıyıcı sistem malzemelerinden kaynaklı oluşan hasarlar	İstanbul Teknik Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Yıldız Teknik Üniversitesi	Jeoloji Mühendisleri Odası
Nervüzsüz çelik donatı kullanımı		+	+	+
Değişik kökenli agrega kullanımı (ahşap parçaları, kil toprakları, tuğla kırıkları vb.)	+		+	+
Düşük beton dayanımı	+	+	+	+
Çimento matrisinin zayıf olması (agrega ile çimento aderansının düşük olması)			+	
Yeterli donatı düzeninin sağlanamaması	+	+	+	+

Van depremi ile ilgili İTÜ, ODTÜ, YTÜ ve Jeoloji Mühendisleri Odasının ayrı ayrı hazırladıkları deprem raporlarında hasar alan binalarda özellikle düşük beton dayanımı ve yeterli donatının sağlanamaması tüm kurumların ortak çıkarımları arasındadır (Tablo 2). Aynı zamanda düz donatının kullanımı ve yanlış agrega seçimi de hasar nedenleri arasında sıklıkla yer almıştır.

Tablo 3. Van Depremi taşıyıcı sistem kaynaklı çıkarımlar

Yetersiz taşıyıcı sistemlerden kaynaklı oluşan hasarlar	İstanbul Teknik Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Yıldız Teknik Üniversitesi	Jeoloji Mühendisleri Odası
Perde duvar bulundurmayan yüksek katlı binaların varlığı	+	+	+	+
Yığma duvarlarda yeterli mesafede enine rijitleştirmenin bulunmaması	+			
Binalarda rijit döşemelerin bulunmaması	+		+	
Kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırmalarının yapılmaması	+	+	+	+
Etriyelerin 135 derece değil, 90 derece kancalarla oluşturulması	+	+		+
Bindirme boylarının kısa tutulması	+	+	+	+
Yumuşak katların varlığı ve katlar arasında ciddi rijitlik farklarının oluşması		+	+	
Düşeyde ve yatayda yapısal düzensizliğe sahip taşıyıcı sistemlerin bulunması		+	+	+
Kirişlerin kolonlar kadar güçlü olması ve güçlü kolon zayıf kiriş ilişkisinin göz önünde bulundurulmaması		+	+	
Balkonların kapatılıp içlerine ağır eşyalar yerleştirilmesi nedeniyle bina ağırlığının tasarımda öngürülme bir biçimde değiştirilmesi	+		+	
1. katta konsollarla kat alanında genişleme sağlayabilmek adına kolonların doğrultuları değiştirilerek, konsol ucunda kolon uygulaması yapılması		+		+
Yanal yük taşıma kapasitesi çok az olan kerpiç duvarlar, ağırlığı fazla olan damların depremdeki hareketine dayanamaması		+		
İlave katların ve çıkmaların kesme kuvvetlerini karşılayamaması		+	+	+

Tablo 3’de Van depreminde taşıyıcı sistem kaynaklı çıkarımlar verilmektedir. Burada Perde duvar buldurmuyan yüksek katlı binaların varlığı, Kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıkılaştırmalarının yapılmaması, Bindirme boylarının kısa tutulması gibi taşıyıcı sistem kaynaklı sorunları anlatan maddeler tüm kurumların ortak çıkarımları arasındadır. Binalarda yumuşak kat bulunması, etriye problemleri, düşeyde ve yatayda düzensizlikler, ilave katların yapılması gibi problemler de azımsanmayacak çıkarımlar arasındadır.

Tablo 4. Van Depremi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar

Bina performansı, uygulamadaki eksiklikler, denetim sorunları, mimari problemler gibi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar	İstanbul Teknik Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Yıldız Teknik Üniversitesi	Jeoloji Mühendisleri Odası
Zemin katların ticarethane olarak kullanılmasına yönelik duvarların kaldırılması, kolonların kesilmesi gibi durumlar	+	+	+	+
Zaman içerisinde polikliniğe, yurtlara ve hastanelere dönüşen binalar			+	
Kat ilaveleri ve yanlış tadilatlar	+	+		
Yeterli mühendislik hizmetlerinin alınmaması		+	+	
Temel derinliklerinin gerekli seviyede olmaması ve yeraltı su seviyesinin yüksek olması sebebiyle temel taşıma gücünün düşük olması				+
Bitişik nizamın fazla olması ve binaların deprem anında birbirlerine çarparak çekiçleme etkisi oluşturmaları				
Taşıyıcı elemanların yetersiz kalıp işçiliği nedeniyle akslarından kayması ve donatı aralıklarının ayarlanamaması			+	
Malzeme ve işçiliğin yeterli denetime tabii tutulmaması		+		+

Bina performansı, uygulamadaki eksiklikler, denetim sorunları, mimari problemler gibi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar Tablo 4’de verilmektedir. Zemin katların ticarethane olarak kullanılmasına yönelik duvarların kaldırılması, kolonların kesilmesi gibi durumlar kurum ve kuruluşlar tarafından hazırlanan deprem raporlarının ortak çıkarımları arasındadır. Kat ilaveleri ve yanlış tadilatlar, yeterli mühendislik hizmetlerinin alınmaması, malzeme ve işçiliğin yeterli denetime tabii tutulmaması gibi problemler de yine deprem raporlarına yansımıştır.

2.3. Elazığ Depremi (24 Ocak 2020 Elazığ-Sivrice Depremi)

Elazığ’a bağlı Sivrice ilçesinde 24 Ocak 2020 günü saat 20:55’de 6.8 büyüklüğünde bir deprem olmuştur. Deprem Malatya başta olmak üzere Doğu bölgesinin birçok ilinde hissedilmiştir. Bu depremde 4’ü Malatya, 37’si Elazığ’da toplam 41 kişi yaşamını yitirmiş, 1466 kişi de yaralanmıştır. Elazığ’da 50 bina yıkılmış, 308 bina ağır hasarlı, 150 bina da orta hasarlı; Malatya’da ise 155 bina yıkılmış, 1278 bina ağır hasarlı olarak tespit edilmiştir [14].

Tablo 5. Elazığ Depremi malzemedan kaynaklı çıkarımlar

Kullanılan taşıyıcı sistem malzemelerinden kaynaklı oluşan hasarlar	AFAD	Boğaziçi Üniversitesi	Jeoloji Mühendisleri Odası	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Nervüzsüz çelik donatı kullanımı			+	+
Değişik kökenli agrega kullanımı (ahşap parçaları, kil toprakları, tuğla kırıkları vb.)			+	+
Düşük beton dayanımı			+	+
Çimento matrisinin zayıf olması (agrega ile çimento aderansının düşük olması)			+	
Yeterli donatı düzeninin sağlanamaması			+	+

Tablo 5’de Elazığ depreminde malzemedan kaynaklı sorunlarda düz donatı kullanımı, yanlış agrega seçimi, düşük beton dayanımı, donatı düzensizliği gibi problemler bazı raporlarda ortak çıkarımlar arasındadır. Bu tür malzeme hataları binaların taşıyıcı sistemine direkt etki ettiği için depremde hasar oranları artmaktadır.

Tablo 6. Elazığ Depremi taşıyıcı sistem kaynaklı çıkarımlar

Yetersiz taşıyıcı sistemlerden kaynaklı oluşan hasarlar	AFAD	Boğaziçi Üniversitesi	Jeoloji Mühendisleri Odası	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Perde duvar bulundurmayan yüksek katlı binaların varlığı			+	+
Yığma duvarlarda yeterli mesafede enine rijitleştirmenin bulunmaması			+	+
Binalarda rijit döşemelerin bulunmaması				
Kolon giriş birleşim bölgelerinde etriye sıkılaştırmalarının yapılmaması			+	+
Etriyelerin 135 derece değil, 90 derece kancalarla oluşturulması			+	+
Bindirme boylarının kısa tutulması			+	+
Yumuşak katların varlığı ve katlar arasında ciddi rijitlik farklarının oluşması			+	+
Düşeyde ve yatayda yapısal düzensizliğe sahip taşıyıcı sistemlerin bulunması			+	

Kirişlerin kolonlar kadar güçlü olması ve güçlü kolon zayıf giriş ilişkisinin göz önünde bulundurulmaması	+	+
Balkonların kapatılıp içlerine ağır eşyalar yerleştirilmesi nedeniyle bina ağırlığının tasarımda öngürülmeyen bir biçimde değiştirilmesi		
1. katta konsollarla kat alanında genişleme sağlayabilmek adına kolonların doğrultuları değiştirilerek, konsol ucunda kolon uygulaması yapılması		+
Yanal yük taşıma kapasitesi çok az olan kerpiç duvarlar, ağırlığı fazla olan damların depremdeki hareketine dayanamaması	+	+
İlave katların ve çıkımların kesme kuvvetlerini karşılayamaması	+	+

Tablo 6’da taşıyıcı sistemden kaynaklı sorunlar verilmektedir. Perde duvarların özellikle yüksek katlı yapılarda bulunmaması, betonarme ve yığma binalarda rijitlik problemleri, ilave katların sonradan yapılması gibi sorunlar raporlarda yer almıştır. Binaların ağır hasar alarak yıkılmalarının nedenleri arasında taşıyıcı sistemden kaynaklı problemler genellikle karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 7. Elazığ Depremi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar

Bina performansı, uygulamadaki eksiklikler, denetim sorunları, mimari problemler gibi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar	İstanbul Teknik Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi	Yıldız Teknik Üniversitesi	Jeoloji Mühendisleri Odası
Zemin katların ticarethane olarak kullanılmasına yönelik duvarların kaldırılması, kolonların kesilmesi gibi durumlar			+	+
Zaman içerisinde polikliniğe, yurtlara ve hastanelere dönüşen binalar				+
Kat ilaveleri ve yanlış tadilatlar			+	+
Yeterli mühendislik hizmetlerinin alınmaması			+	+
Temel derinliklerinin gerekli seviyede olmaması ve yeraltı su seviyesinin yüksek olması sebebiyle temel taşıma gücünün düşük olması				
Bitişik nizamın fazla olması ve binaların deprem anında birbirlerine çarparak çekiçleme etkisi oluşturmaları				

Taşıyıcı elemanların yetersiz kalıp işçiliği nedeniyle akslarından kayması ve donatı aralıklarının ayarlanamaması	+
Malzeme ve işçiliğin yeterli denetime tabii tutulmaması	+

Bina performansı, uygulamadaki eksiklikler, denetim sorunları, mimari problemler gibi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar Tablo 7’de verilmektedir. Zemin katların ticari amaçla kullanılması sonucu duvarların kaldırılması, bazı kolonların kaldırılması, ilave katlar, yeterli mühendislik hizmetlerinin alınmaması, malzeme ve uygulamalarda denetim yetersizliği gibi problemler deprem raporlarına yansımıştır.

2.4. İzmir Depremi (30 Ekim 2020 İzmir-Seferihisar Depremi)

İzmir iline bağlı Seferihisar ilçesi açıklarında (17.26 km), 30 Ekim 2020 tarihi saat 14:51’de 6.6 büyüklüğünde deprem olmuştur. Deprem Ege bölgesinin birçok yerinde hissedilmiştir [15]. İzmir’in ilçesi Bayraklı’da Betonarme binalarda yıkımlar, Karşıyaka ve Bornova ilçelerinde ise yapısal hasarlar oluşmuştur. Depremden etkilenen binalardan 12 adedi tamamen ya da kısmen göçmeler oluşmuştur [16]. İzmir Depreminde T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yapılan hasar tespit çalışmaları sonucunda 17 bina yıkıldı, 506 bina ağır hasarlı, 511 bina orta hasarlı, 5119 bina ise az hasarlı olarak tespit edilmiş ve depremde 116 kişi yaşamını yitirmiş, 1034 kişi de yaralanmıştır [17].

Tablo 8. İzmir Depremi malzemedan kaynaklı çıkarımlar

Kullanılan taşıyıcı sistem malzemelerinden kaynaklı oluşan hasarlar	9 Eylül Üniversitesi	İnşaat Mühendisleri Odası	İstanbul Teknik Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Nervüzsüz çelik donatı kullanımı	+	+	+	+
Değişik kökenli agrega kullanımı (ahşap parçaları, kil toprakları, tuğla kırıkları vb.)	+	+		+
Düşük beton dayanımı	+	+	+	+
Çimento matrisinin zayıf olması (agrega ile çimento aderansının düşük olması)	+			+
Yeterli donatı düzeninin sağlanamaması	+	+	+	+

Tablo 8’de İzmir depremine ait 9 Eylül Üniversitesi, İnşaat Mühendisleri Odası, İTÜ ve ODTÜ deprem raporlarında yer alan malzeme kaynaklı problemler verilmektedir. Nervüzsüz çelik donatı kullanımı, düşük beton dayanımı, yeterli donatı düzeninin sağlanamaması gibi sorunlar deprem

raporlarının ortak çıkarımları arasındadır. Agrega seçiminin yanlışlığı ve donatı düzensizliği de yoğun karşılaşılan sorunlar arasındadır.

Tablo 9. İzmir Depremi taşıyıcı sistem kaynaklı çıkarımlar

Yetersiz taşıyıcı sistemlerden kaynaklı oluşan hasarlar	9 Eylül Üniversitesi	İnşaat Mühendisleri Odası	İstanbul Teknik Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Perde duvar bulundurmayan yüksek katlı binaların varlığı	+		+	
Yığma duvarlarda yeterli mesafede enine rijitleştirmenin bulunmaması			+	
Binalarda rijit döşemelerin bulunmaması		+	+	+
Kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırmalarının yapılmaması	+	+	+	+
Etriyelerin 135 derece değil, 90 derece kancalarla oluşturulması				
Bindirme boylarının kısa tutulması				+
Yumuşak katların varlığı ve katlar arasında ciddi rijitlik farklarının oluşması	+	+		+
Düşeyde ve yatayda yapısal düzensizliğe sahip taşıyıcı sistemlerin bulunması	+			
Kirişlerin kolonlar kadar güçlü olması ve güçlü kolon zayıf kiriş ilişkisinin göz önünde bulundurulmaması	+	+	+	
Balkonların kapatılıp içlerine ağır eşyalar yerleştirilmesi nedeniyle bina ağırlığının tasarımda öngörülmeyen bir biçimde değiştirilmesi				+
1. katta konsollarla kat alanında genişleme sağlayabilmek adına kolonların doğrultuları değiştirilerek, konsol ucunda kolon uygulaması yapılması				
Yanal yük taşıma kapasitesi çok az olan kerpiç duvarlar, ağırlığı fazla olan damların depremdeki hareketine dayanamaması		+		
İlave katların ve çıkmaların kesme kuvvetlerini karşılayamaması	+	+	+	
Kısa kolon ve kısa kirişlerin varlığı		+		

Tablo 9’da taşıyıcı sistemden kaynaklı problemler yer almaktadır. Kolon kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırmalarının yapılmaması hazırlanan deprem raporlarının ortak çıkarımları arasındadır. Kolon kiriş bölgelerinde etriye sıklaştırılmasının yapılmaması özellikle binanın deprem anında kesme kuvvetlerine karşı koyması mümkün olmamaktadır. Kesme kuvvetine karşı koyamayan bazı binalar ağır hasar ya da yıkıma uğrayabilmektedir. Binalarda rijit döşemelerin bulunmaması, yumuşak katların varlığı ve katlar arasında ciddi rijitlik farklarının oluşması, kirişlerin kolonlar kadar güçlü olması ve güçlü kolon zayıf kiriş ilişkisinin göz önünde

bulundurulmaması, ilave katların ve çıkımların kesme kuvvetlerini karşılayamaması gibi problemler de yine deprem raporlarında yoğun olarak karşımıza çıkmaktadır.

Tablo 10. İzmir Depremi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar

Bina performansı, uygulamadaki eksiklikler, denetim sorunları, mimari problemler gibi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar	9 Eylül Üniversitesi	İnşaat Mühendisleri Odası	İstanbul Teknik Üniversitesi	Orta Doğu Teknik Üniversitesi
Zemin katların ticarethane olarak kullanılmasına yönelik duvarların kaldırılması, kolonların kesilmesi gibi durumlar	+	+	+	+
Zaman içerisinde polikliniğe, yurtlara ve hastanelere dönüşen binalar			+	
Kat ilaveleri ve yanlış tadilatlar	+	+		
Yeterli mühendislik hizmetlerinin alınmaması	+	+	+	
Temel derinliklerinin gerekli seviyede olmaması ve yeraltı su seviyesinin yüksek olması sebebiyle temel taşıma gücünün düşük olması	+			+
Bitişik nizamın fazla olması ve binaların deprem anında birbirlerine çarparak çekiçleme etkisi oluşturmaları	+			
Taşıyıcı elemanların yetersiz kalıp işçiliği nedeniyle akslarından kayması ve donatı aralıklarının ayarlanamaması			+	
Malzeme ve işçiliğin yeterli denetime tabii tutulmaması	+	+		+

Tablo 10’da İzmir depremi ile ilgili deprem raporlarında bina performansı, uygulamadaki eksiklikler, denetim sorunları, mimari problemler gibi diğer nedenlerden kaynaklı çıkarımlar yer almaktadır. Zemin katların ticarethane olarak kullanılmasına yönelik duvarların kaldırılması, kolonların kesilmesi gibi durumlar tüm raporların ortak çıkarımları arasındadır. Bunun yanında yeterli mühendislik hizmetlerinin alınmaması, malzeme ve işçiliğin yeterli denetime tabii tutulmaması gibi sorunlar da raporlarda yoğun olarak görülmektedir. Temel derinliklerinin yetersiz olması ve yer altı su seviyesinin yüksek olması gibi problemler raporlarda yer almıştır.

3. Tartışma ve Sonuçlar

Afyonkarahisar Depremi (2002), Van Depremi (2011), Elazığ Depremi (2020), İzmir Depremi (2020)’ne ait farklı kurum ve kuruluşların deprem raporları incelenerek malzeme, taşıyıcı sistem ve diğer etkenler üzerine çıkarımlar tablolar halinde sunulmuştur. Depremler farklı yer ve zamanlarda gerçekleşmiş olsa da binalarda oluşan hasarların kaynaklarında benzerlikler tespit edilmiştir.

Yapısal karakterler ve malzemeye dayalı ortak çıkarımlarda;

- Düşük beton dayanımı.

- Nervürsüz çelik donatı kullanımı.
- Donatı detaylandırmasının yönetmelik şartlarına uygun şekilde teşkil edilmemesine bağlı gevrek davranışın tetiklenmesi.
- Değişik kökenli agrega kullanımı. (ahşap parçaları, kil toprakları, tuğla kırıkları vb.)
- Bölme duvarların orijinal kullanım amacının dışında kullanılmasına bağlı değiştirilmesi.
- Çimento matrisinin zayıf olması, iri agrega ile çimento matrisi aderansının düşük olması.

Bina performansı ve tasarıma dayalı çıkarımlarda;

- Zemin katlarda binanın kullanım durumuna bağlı değişiklikler. (Dükkan veya muayenehane amaçlı ticari kullanım nedeniyle duvarların kaldırılması, kolonların kesilmesine maruz kalma durumu)
- Kat ilavelerinin yapılması ile beraber binaların süneklik şartını sağlamaması ve güçlü kolon – zayıf giriş prensibini ihlal etmesi.
- Zaman içerisinde; polikliniğe, yurtlara, hastanelere dönüşen binaların bulunması. (Bina önem katsayısının değişmesi)

gibi sorunlar yoğun olarak bahsi geçen depremlerde tespit edildiği görülmüştür.

Bu tür sorunlar yaşanmaması için önceki depremlerden ders çıkarılması önemlidir. Hazırlanan deprem raporları bizlere deprem sonucu ne tür olumsuzluklar oluştuğu konusunda detaylı bilgiler vermektedir. Bu sayede deprem raporlarında tespit edilen problemlerin bir daha yaşanmaması için hem kamu tarafında hem de özel teşebbüsler tarafında gerekli tedbirlerin ve adımların atılması ile hasarların azaltılması sağlanabilecektir.

Referanslar

- [1] T.C. Başbakanlık Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Açıklamalı Afet Yönetimi Terimleri Sözlüğü, Kasım – 2014, ISBN : 978 - 975 - 19 - 6271 – 3.
- [2] Türkiye’de Afet Yönetimi ve Doğa Kaynaklı Afet İstatistikleri, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), 2018.
- [3] Özgölet, MB, Utkucu M. Depremin yıkıcı etkisiyle başa çıkmada etkili olan etkenler. 5th International Symposium on Natural Hazards and Disaster Management (ISHAD2021) 5-7 November 2021, Sakarya, Türkiye.
- [4] Birinci, F. Türkiye’nin depremselliği ve yapı stoğu yönünden mevzuat ve mali politikaların kentsel dönüşümü zorlaştıran unsurları. 2. Türkiye Deprem Mühendisliği ve Sismoloji Konferansı, Mustafa Kemal Üniversitesi (MKÜ), 25-27 Eylül 2013, Hatay.
- [5] Özşahin, E, Eroğlu, İ. Erzincan kentinde yerel zemin özelliklerinin deprem duyarlılığına etkisi. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, Artvin Çoruh Üniversitesi. 2019; 5(1): 41-57.
- [6] Karaagac D., Karaman H., Aktug B., 2019. Investigation of Disasters in Kahramanmaraş and Adiyaman Provinces and Determination of Suitable Settlement Locations with Spatial Analysis Techniques, Turk. J. Earthq. Res. 1 (2), 123-133
- [7] Bahadır, H, Uçku, R. Uluslararası acil durum veri tabanına göre Türkiye Cumhuriyeti tarihindeki afetler. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi. Artvin Çoruh Üniversitesi. 2018;

- 4(1):28-33.
- [8] T.C. Başbakanlık, Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı (AFAD), Ulusal Deprem Stratejisi ve Eylem Planı, Ankara, 2012-2023, s. 1-84.
- [9] <https://deprem.afad.gov.tr/tarihteBuAy?id=74>
- [10] Demirtaş, R. Türkiye Diri Fayları ve Deprem Etkinlikleri Paleosismolojik Çalışmalar ve Gelecek Deprem Potansiyelleri. Ankara; 2019.
- [11] <https://deprem.aku.edu.tr/3-subat-2002-sultandagi-ve-cay-depremleri/>
- [12] <https://deprem.afad.gov.tr/tarihteBuAy?id=41>
- [13] Van Depremi Hasar TEspit Raporu, TMMOB Mimarlar Odası, Ankara, 20 Ocak 2012.
- [14] <https://deprem.afad.gov.tr/tarihteBuAy?id=79>
- [15] 30 Ekim 2020 Ege Denizi, Seferihisar (İzmir) Açıkları (17,26 km) Mw 6.6 Depremine İlişkin Ön Değerlendirme Raporu, Deprem Dairesi Başkanlığı, AFAD, Ekim 2020.
- [16] 30 Ekim 2020 Tarihinde Meydana gelen İzmir Depremi Raporu, TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası İzmir Şubesi, 2020.
- [17] <https://www.thbb.org/teknik-bilgiler/deprem-inceleme-raporlari/izmir-depremi/>