

**3 ŞUBAT 2002 AFYON-SULTANDAĞI
DEPREMİNDE
GÖZLENEN YAPISAL HASARLAR
VE
NEDENLERİ**

Güney Özcebe

Şubat 2002

1. Giriş

3 Şubat 2002 Afyon-Sultandağı depreminde etkilenen yöre, Afyon kırsal alanındadır. Bölgede kerpiç, yığma ve betonarme yapılara rastlamak mümkündür. Kerpiç yapılara daha çok köylerde rastlanırken ilçelerde boşluklu tuğla ile imal edilmiş 2-3 katlı yığma yapılara ve 8 kata kadar varan betonarme yapılara rastlamak mümkündür.

Deprem bölgesinde, Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü Yapı Mekaniği Laboratuvarı öğretim üyeleri ve asistanlarından oluşan ekipler 7 – 9 Şubat 2002 tarihlerinde detaylı incelemelerde bulunarak, yöredeki tüm yıkık ve ağır hasarlı betonarme binalara ulaşmaya çalışmışlardır.

Yapılan incelemeler sonucunda yıkılan betonarme binaların Çay ilçesinin Afyon-Konya devlet yolunun kuzeyinde yer alan dar bir alanda yer aldığı gözlenmiştir. Bunun yanında ODTÜ ekipleri Afyon ilinin Bolvadin, Çay, Çobanlar ve Sultandağı ilçeleri ile Yeşilçiftlik köyünde 11 adet ağır hasarlı çok katlı konut türü betonarme bina tespit edilmiştir. Bu yapılardan başka, 2'si Afyon il merkezinde olmak üzere 8 adet hafif ve/veya orta hasarlı betonarme yapı üzerinde de çalışmışlardır. Bu raporda ağırlıklı olarak bu binalar üzerinde durulacak ve hasar görme nedenleri araştırılacaktır.

2. Gözlenen Hasarlar ve Hasar Nedenleri

ODTÜ ekiplerinin üzerinde çalıştığı toplam 26 betonarme binanın yapım tarihlerine göre hasar sınıflandırması yapıldığında ortaya ilginç bir tablo çıkmaktadır. Yıkılan ve/veya ağır hasar gören binaların yüzde 83'ü 1985 senesinden sonra yapılmış olan binalardır, bkz. [Çizelge 1](#). Bu çizelgede göze çarpan diğer bir nokta ise, bu binalardan üçte birinden daha fazlasının yapımına 2000 senesinden daha sonra (yani yeni deprem yönetmeliğinin yürürlükte olduğu dönemde) başlanmış olmasıdır. Bu binalardan bazılarının yapımının halen devam etmekte olması dikkat çeken diğer bir husustur.

Çizelge 1. Yöredeki yıkık ve/veya hasarlı binaların yapım dönemlerine göre sınıflandırılması

Yapım Tarihi	Yıkık-Ağır	Orta-Hafif
2000+	7	1
1995-1999	4	1
1990-1994	1	2
1985-1989	3	1
1980-1984	0	0
1975-1979	2	1
1970-1975	1	2
Toplam	18	8

Ülkemiz genelinde olduğu gibi, Sultandağı depreminin etkili olduğu yörede de çok katlı betonarme inşaat yapımına ağırlıklı olarak 1980'li yılların ikinci yarısından sonra başlanıldığı genellemesini yapmak kanımızca mümkündür. [Çizelge 1](#), bu varsayımın doğruluğu açısından iyi bir fikir vermektedir. Bu gözlemlerde üzerinde durulması gereken çok önemli bir çelişki

vardır. Betonarme yapılaşmanın hızının artmasına paralel olarak kentlerimizdeki betonarme yapıların sayılarının artması, betonarme yapıların depremlerden zarar görme olasılığının da artması anlamına gelmemelidir. Bilindiği gibi betonarme yapı tasarımını ve yapımını denetleyen yönetmelikler, betonarme yapıların olası tasarım yükleri altında güvenli bir şekilde servis verebilmeleri için yapılmış dokümanlardır. Yapı güvenliği ile yapı maliyeti arasında doğrudan bir bağ olduğu bilinmektedir. Yapı güvenliğini artırmak üzere yıkılma olasılığı çok düşük tutulduğunda yapının ilk yatırım maliyeti çok artmakta, bunun aksi bir davranış izlendiğinde ise hasarın doğuracağı ek maliyet artmaktadır. Görüldüğü üzere, yapı güvenliği ile ekonomi bu noktada birbirinin içine girmektedir. Çağdaş yönetmelikler, konut türü yapılarda yıkılma olasılığını genelde 10^{-5} ile 10^{-7} aralığında olmasını öngörürler. Yönetmeliklerde seçilen yük ve malzeme katsayıları ile bu yıkılma olasılığı sağlanmaya çalışılır. Deprem durumunda ise, yapılar tamamen rastlantısal yükler ile karşılaşmaktadırlar. Gerek büyüklükleri gerekse yapıya etdikleri süre bakımından bilinmeyi fazla olan bu durumlarda ise, yapı güvenliği, bilim ve teknikteki son gelişmeleri yapılarında bulundurmaya çalışan “Deprem Yönetmelikleri” ile sağlanmaya çalışılmaktadır. Gerek tasarımda gerekse yapım sürecinde yönetmeliklere uygun olarak üretilen yapıların depremde zarar görme olasılıkları diğer yapılara oranla çok daha az olmaktadır. Ülkemizde betonarme yapı üretimini denetleyen yönetmeliklerin başında TS500 ve 1998 Deprem Yönetmeliği gelmekte olup, her iki yönetmeliğinde benimsediği güvenlik anlayışı yukarıda anlatılan yaklaşımla uyumludur.

[Çizelge 1](#)'de yer alan hasarlı bina sayıları, yönetmeliklere uygun tasarım ve denetimli yapı üretim konularında ülkemizde önemli zayıflıklar olduğunu bir kere daha gündeme getirmiştir. Zira bu çizelgede yer alan rakamlara bakıldığında, 1975 deprem yönetmeliğinin yürürlükte olduğu dönem içerisinde yapılan binalarda toplam 10, 1998 senesinde yürürlüğe giren yeni deprem yönetmeliğimizin yürürlükte olduğu dönem içerisinde yapılan yapılardan ise 7 adedinin yıkılmış ve/veya ağır hasar gördüğü anlaşılmaktadır. Bu sayılar, Sultandağı depreminin büyüklüğü ve yöredeki betonarme yapı sayısı göz önüne alındığında, kabul edilebilir sınırların dışında çıkmaktadır.

Yöredeki ağır hasarlı binaların kat dağılımına bakıldığında ise ortaya çıkan dağılım [Çizelge 2](#)'de gösterilmektedir. [Çizelge 2](#)'ye ilk bakıldığında, yörede gözlenen betonarme hasarının kat sayısı ile doğrudan ilişkilendirilmesi mümkün olmadığı sonucu çıkarılmaktadır. Bu ilişkilendirmenin sağlıklı bir şekilde yapılabilmesi için yöredeki betonarme bina stokunun kat sayısı bazında gruplandırmasının da bilinmesi gerekmektedir. ODTÜ arazi ekiplerinin yaptıkları yaptıkları saha gözlemleri, yöredeki betonarme yapılaşmanın genelde 3-4 katlı binalardan oluştuğunu göstermektedir. [Çizelge 2](#)'ye bu pencereden bakıldığında 3 ve 4 katlı binalarda daha fazla ağır hasar gözlenmesini istatistiksel bir yaklaşımla açıklamak mümkün olmaktadır. Bu yaklaşım, bu bölümün başında açıklanan nedenlerden dolayı kabul edilebilir bir yaklaşım olmamakla beraber, ülkemiz gerçeklerini vurgulaması açısından göz ardı edilemeyecek unsurları da içermektedir.

Çizelge 2. Yöredeki yıkık ve/veya hasarlı binaların kat sayılarına göre dağılımı

Kat Sayısı	Yıkık-Ağır
8	3
5	1
4	4
3	9
2	1
Total	18

ODTÜ arazi ekiplerinin raporuna göre yörede (Afyon il merkezi hariç) yalnızca 3 adet 8 katlı betonarme binaya rastlanmıştır. Yapım halinde bulunan bu binalardan ikisinin çökmüş birinin ise ağır hasarlı olması dikkat çeken bir gözlemdir. Yüzde 100 hasar görme oranına sahip olan bu yapılar, Anadolu’da çok katlı betonarme bina yapımı ile, 2-3 katlı betonarme bina yapımı arasında teknik olarak pek fazla bir fark olmadığına işaret etmektedir. Bu da, bina yüksekliğinin artmasına rağmen, bu binalara yeterli deprem güvenliği kazandırılmadığı yorumunun doğruluğunu göstermektedir. Bu başarısızlığın gizli nedenlerini ararken çok dikkatli olunması gerekmektedir. Zira 1975 yönetmeliğine göre çok daha tutucu olan ve gerek tasarım yükleri gerekse yapım detayları açısından çok ağır şartlar içeren 1998 deprem yönetmeliği bile Çay’da yapılmakta olan 3 adet 8 katlı binanın depremden hasar görmesini engelleyememiştir. Bu olayın tek teselli veren yanı, bu yapıların deprem günü boş olmaları ve yıkılmalarından dolayı herhangi bir can kaybına yol açmamış olmalarıdır.

ODTÜ ekiplerinin arazide derledikleri veriler rapor ekinde detaylı olarak sunulmaktadır. Bu verilere ve fotoğraflara bakıldığında yörede gözlenen yapısal hasarın, gerek tür gerekse nedenleri açısından günümüz deprem mühendisliği bilgi birikimine herhangi bir katkıda bulunacak içerikte olmadıkları görülmektedir. Dolayısı ile hem hasarı hemde hasar nedenlerini, daha önce de yapmış olduğumuz gibi, üç ana başlık altında toplamak mümkün olabilmektedir. Bu ana başlıklar şunlardır:

- Mimari ve yapısal sistem kusurları ve yetersizliklerinden kaynaklanan hasarlar,
- Betonarme elemanların donatı detaylarında yapılan hatalardan kaynaklanan hasarlar,
- Yapım sürecinde yapılan hatalardan kaynaklanan hasarlar.

Yukarıda belirtilen ana gruplara ait çeşitli örnekleri rapor ekinde verilen binalara ait dosyalarda bulmak mümkün olacağından, burada aynı konulara tekrar tekrar değinilmeyecektir. Dikkatli gözler, rapor ekinde verilen dosyalarda ülkemizde bugüne kadar yaşadığımız deprem sonrası manzaralardan farklı bir manzara olmadığını kolaylıkla görecektir. Bu raporda amacımız bilinen şeyleri tekrarlamaktan öte, ülkemizdeki yapı stokunun deprem güvenliğinin hızlı ve güvenilir yöntemlerle değerlendirilmesine yönelik bir girişimde bulunmaktır. Bu amaçla iki ayrı yaklaşımda bulunulacaktır.

3. Hasarın Yapısal Parametrelerle Açıklanması

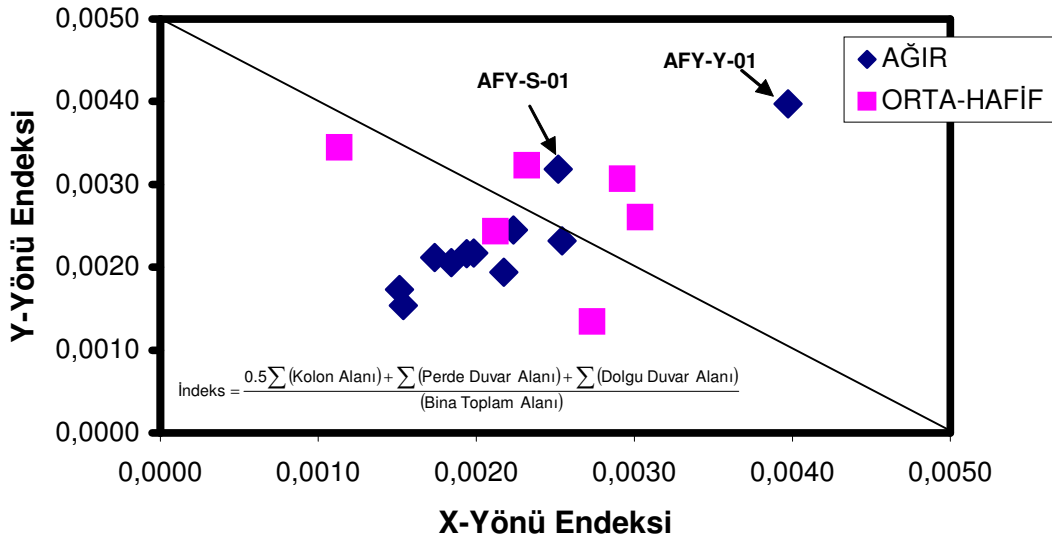
3.1 Birinci Yaklaşım

Bu yaklaşımda binanın yanal dayanım ve rijitliğini sağlayan elemanların alanlarından hareketle geliştirilen bir endeksten yararlanılmaktadır. Gülkan⁽¹⁾ tarafından önerilen bu endeks, [Bağntı 1](#) kullanılarak binanın her iki yönü için ayrı ayrı tanımlanmaktadır.

$$\text{Endeks} = \frac{0.5 \sum (\text{Kolon Alanı}) + \sum (\text{Perde Duvar Alanı}) + \sum (\text{Dolgu Duvar Alanı})}{(\text{Bina Toplam Alanı})} \quad (1)$$

Yukarıdaki bağıntıda kolon, perde duvar ve dolgu duvar alan hesapları binanın zemin (giriş) katı için yapılmaktadır. Bağıntıda, $\Sigma(\text{Kolon Alanı})$ zemin kattaki toplam kolon alanını, $\Sigma(\text{Perde Duvar Alanı})$ her bir yön için ayrı ayrı toplam perde duvar alanını, benzer şekilde $\Sigma(\text{Dolgu Duvar Alanı})$ ise her bir yön için ayrı ayrı toplam dolgu duvar alanını ifade etmektedir. Bina toplam alanı ise bodrum kat hariç binanın tüm katlarının toplam alanıdır. Esas olarak [Bağntı 1](#) aracılığı ile binalar için bir çeşit yanal dayanım ve/veya yanal rijitlik endeksi tanımlanmaktadır.

Deprem bölgesinde yapılan çalışmaya ait özet bilgiler [Çizelge 3](#)'de özetlenmektedir. Bu çizelgedeki değerler kullanılarak binaların x ve y yönleri için ayrı ayrı hesaplanan endekslerinin yardımıyla çizilen hasar dağılımı [Çizim 1](#)'de gösterilmektedir.



Çizim 1. Betonarme hasarın dayanım/rijitlik endekslerine göre dağılımı

Bu çizimden görüleceği gibi her iki yönde % 0.5 endeks değerlerini birleştiren çizgi ağır hasarlı binaları grafiğin sol alt bölgesinde toplayabilmektedir. Bu durum iki bina için mümkün olamamıştır. Bu binalar AFY-S-01 olarak adlandırılan Sultandağı Belediyesi sınırları içindeki 3 katlı bina ile Yeşilçiftlik köyündeki 3 katlı binadır. Bu binalara ait dosyalar incelendiğinde,

AFY-S-01 adlı yapının giriş katının yüksekliğinin normal katlara göre 1.31 kat daha fazla olduğu, AFY-Y-01 adlı yapıda ise bütün kolonların kuvvetli akslarının binanın x-yönünde olduğu görülmektedir. Her iki yapıda [Bağıntı 1](#)'in göz önüne almadığı türden yapısal yetersizlikler (düzensizlikler) içerdiğinden önerilen bu basit modelin adı geçen yapılar için işlememesi normal karşılanmalıdır.

3.1 İkinci Yaklaşım

Bu yaklaşımda ise 12 Kasım 1999 depreminden sonra Düzce'de yapılan bir çalışma⁽²⁾ sonucunda geliştirilen hasar tahmin yöntemi kullanılmıştır. Düzce yöresinde toplanan hasarlı bina verilerinden hareketle yapılan istatistiksel bir çalışma, Düzce'de görülen yapısal hasarın binanın toplam kat sayısı (bodrum hariç), zemin katındaki kolon, perde duvar ve dolgu duvar rijitlikleri toplamı ve sistemdeki x ve y yönlerindeki sürekli çerçeve sayılarından hareketle hesaplanan bir endekse dayanmaktadır. Bu endeksin tanımı [Bağıntı 2](#) ile verilmektedir.

$$\text{Hasar Skoru} = 0.609 \times \text{Kat Sayısı} - 0,007 \times \text{SRSS} - 0,487 \times \text{PDP} - 0,863 \quad (2)$$

[Bağıntı 2](#)'de kullanılan parametreler şöyle hesaplanmaktadır:

$$\Sigma I_x = \left[\sum (I_x)^2 \right]_{\text{kolon}} + \left[\sum (I_x)^2 \right]_{\text{perde duvar}} + \sum \text{Dolgu Duvar Katkısı} \quad (3)$$

$$\Sigma I_y = \left[\sum (I_y)^2 \right]_{\text{kolon}} + \left[\sum (I_y)^2 \right]_{\text{perde duvar}} + \sum \text{Dolgu Duvar Katkısı} \quad (4)$$

$$\text{SRSS} = \sqrt{(\Sigma I_x)^2 + (\Sigma I_y)^2} \quad (5)$$

[Bağıntı 3](#) ve [Bağıntı 4](#)'de yeralan *Dolgu Duvar Katkıları*, boyutları özdeş perde duvarın 1/12'si oranında bir rijitlik göz önüne alınarak hesaplanmaktadır. Dolgu duvarların çerçevenin dayanım ve rijitliğine yalnızca kendi düzlemindeki yönde katkıda bulunduğu varsayılmaktadır. Bu varsayımın geçerliliği ODTÜ'de yapılan deneysel bir çalışmayla kanıtlanmış bulunmaktadır⁽³⁾.

[Bağıntı 2](#)'deki PDP, Planda Düzensizlik Puanı anlamına gelmektedir ve [Bağıntı 6](#) yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\text{PDPİ} = [25 \times (d_x - 1) \times (d_y - 1)] / (\text{Zemin Kat Alanı}) \quad (6)$$

Burada d_x ve d_y ile binanın x ve y yönlerindeki sürekli çerçeve sayıları ifade edilmektedir. Denklem 6 ile hesaplanan PDPİ eğer 1 veya 1'den büyük bir değer ise PDP 3 değerine, PDPİ 1 ile 0.5 arasında bir değer ise PDP 2 değerini almakta aksi halde ise 1 olmaktadır.

Bu yöntemle hesaplanan "Hasar Skoru" değerleri 0.414 değerini aşacak olursa binanın ağır hasar görmesi ve/veya yıkılması ihtimali kuvvetli olmakta aksi durumlarda ise yapı orta hasarlı, hafif hasarlı ve/veya hasarsız olabilmektedir. Bu yöntemde büyük bir zayıflık göstergesi olan "Yumuşak Kat" olgusu değerlendirmeye katılamamıştır. Bunun temel nedeni çalışmanın yapıldığı tarihte, 12 Kasım 1999 Düzce depremi sonrası oluşan hasarda "Yumuşak Kat" etkisinin henüz belirlenememiş olmasıdır.

Çizelge 3. Binalara ait özet yapısal bilgiler

Bina Adı	Kat Sayısı	Yapım Tarihi	Kat Alanları			Toplam Kat Alanı	Kolon Alanları	Kolon Atalet Mom.		X Yönü PD		Y Yönü PD		Dolgu Duvar		Hz/H1	Az/A1	HASAR DURUMU
			Bodrum	Zemin	Normal			I _x	I _y	Alan	I	Alan	I	x	y			
AFY-Ç-01	8	2002	Girilemedi	416,00	416,00	3328,00										1,000	1,000	YIKIK
AFY-ÇO-03	5	1997	386,37	386,37	479,32	2303,65	7,65	0,18	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	1,79	10,59	1,172	0,806	AĞIR
AFY-ÇO-02	4	2002	217,43	217,43	270,53	1029,02	3,79	0,05	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,20	1,220	0,804	AĞIR
AFY-Ç-04	4	1985	Girilemedi	100,00	121,00	463,00										1,000	0,826	AĞIR
AFY-Ç-05	4	1985	Girilemedi	140,36	140,36	561,44	1,60	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	1,71	1,000	1,000	ORTA-AĞIR
AFY-Ç-07	4	1975	Girilemedi	117,85	142,10	544,15	2,16	0,03	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,01	1,204	0,829	AĞIR
AFY-ÇO-01	3	2002	226,38	248,46	248,46	745,38	3,30	0,07	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	2,45	0,79	1,000	1,000	YIKIK
AFY-ÇO-05	3	2002	105,00	105,00	124,15	353,30	1,58	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,76	1,127	0,846	AĞIR
AFY-Ç-02	3	2000	Girilemedi	121,92	132,09	386,10	1,50	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,90	0,00	1,417	0,923	AĞIR
AFY-Ç-08	3	1998		147,00	147,00	441,00											1,000	YIKIK
AFY-Ç-09	3	1998		99,00	117,00	333,00										1,179	0,846	YIKIK
AFY-Ç-03	3	1991		111,13	123,36	357,85	1,10	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,214	0,901	AĞIR
AFY-S-01	3	1985	157,94	157,94	182,06	522,06	2,63	0,05	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,46	1,305	0,868	AĞIR
AFY-Ç-13	3	1976	109,89	130,71	109,89	350,49	1,36	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78	1,071	1,089	AĞIR
AFY-Y-01	3	1970		245,78	280,12	806,02	6,40	0,09	0,13	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,509	0,877	AĞIR
AFY-Ç-10	2	1998		90,00	100,00	190,00										1,000	0,900	YIKIK
AFY-M-01	7	1995														1,000		HAFİF
AFY-Ç-11	4	2002	Girilemedi	333,87	333,87	1335,48	7,81	1,03	1,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,58	1,552	1,000	HAFİF
AFY-ÇO-04	4	1994		224,54	246,34	963,56	5,28	0,13	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	2,87	3,17	1,103	0,912	HAFİF
AFY-Ç-12	4	1985		154,50	164,75	648,75	2,75	0,01	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,15	1,000	0,938	ORTA
AFY-B-01	4	1974		463,31	463,31	1853,24	7,74	0,18	0,38	1,05	1,07	0,00	0,00	1,47	6,35	1,300	1,000	ORTA
AFY-M-02	4	1970		580,61	656,93	2551,40	5,79	0,06	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,36	1,000	0,884	HAFİF
AFY-Ç-06	3	1990		115,50	121,76	359,02	1,60	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	4,37	1,151	0,945	ORTA
AFY-B-02	3	1976	341,13	341,13	350,40	1041,93	6,37	0,08	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	1,05	1,81	1,000	0,974	HAFİF

Renkli zemin üzerindeki yapım tarihleri kesin olmayıp komşu binaların yapım tarihlerinden hareketle belirlenmiş tarihlerdir.

BİRİMLER

Alan: m²

Atalet Momenti: m⁴

[Çizelge 3](#)'de verilen değerler ve Bağıtı kullanılarak hesaplanan *Hasar Skorları*'nın limit değerlerle karşılaştırılması sonucu yapılan hasar tahminleri [Çizelge 4](#)'de gösterilmektedir.

Çizelge 4. Betonarme hasarın hasar skoruna göre dağılımı

Bina Adı	H _z /H ₁	Kat Sayısı	SRSS			SRSS	PDP	Hasar Skoru	Gözlenen Hasar	Tahmin Edilen Hasar	Notlar
			Kolon	PD	DD						
AFY-B-01	1,300	4	0,5112	1,0719	1,5055	3,60	3	0,087	ORTA	DİĞER	
AFY-B-02	1,000	3	0,2509	0,0000	0,2881	1,52	3	-0,508	HAFİF	DİĞER	
AFY-Ç-02	1,417	3	0,0316	0,0000	0,1414	3,68	2	-0,036	AĞIR	DİĞER	x
AFY-Ç-03	1,214	3	0,0232	0,0000	0,0000	0,58	1	0,473	AĞIR	AĞIR	
AFY-Ç-05	1,000	4	0,0338	0,0000	0,9622	12,64	2	0,511	AĞIR	AĞIR	
AFY-Ç-06	1,151	3	0,0338	0,0000	0,3348	8,89	2	-0,072	ORTA	DİĞER	
AFY-Ç-07	1,204	4	0,0668	0,0000	0,1964	4,10	2	0,570	AĞIR	AĞIR	
AFY-Ç-11	1,552	4	1,7554	0,0000	0,4540	4,96	2	0,564	HAFİF	AĞIR	+
AFY-Ç-12	1,000	4	0,0708	0,0000	0,2811	3,51	3	0,087	ORTA	DİĞER	
AFY-Ç-13	1,071	3	0,0259	0,0000	0,0909	2,55	3	-0,515	AĞIR	DİĞER	x
AFY-ÇÖ-01	1,000	3	0,1005	0,0000	0,2006	1,63	1	0,466	AĞIR/YIKIK	AĞIR	
AFY-ÇÖ-02	1,220	4	0,1118	0,0000	0,1306	1,08	2	0,591	AĞIR	AĞIR	
AFY-ÇÖ-03	1,172	5	0,2556	0,0000	11,4655	13,17	2	1,116	AĞIR	AĞIR	
AFY-ÇÖ-04	1,103	4	0,2844	0,0000	0,5949	4,06	1	1,058	HAFİF	AĞIR	+
AFY-ÇÖ-05	1,127	3	0,0276	0,0000	0,0243	1,40	1	0,467	AĞIR	AĞIR	
AFY-M-02	1,000	4	0,1331	0,0000	0,8219	0,64	2	0,594	HAFİF	AĞIR	+
AFY-S-01	1,305	3	0,1050	0,0000	0,2635	4,47	2	-0,041	AĞIR	DİĞER	x
AFY-Y-01	1,509	3	0,1583	0,0000	0,0000	0,80	1	0,471	AĞIR	AĞIR	

[Çizelge 4](#)'den görüleceği gibi, *Hasar Skoru*'na dayandırılan değerlendirme yöntemi, her ne kadar Düzce depreminden sonra yapılmış olan bir çalışma ile gerçekleştirilmiş olsa da, Sultandağı depreminden sonra gözlenen hasarın açıklanmasında da başarılı olmuştur. Bu yöntem kullanılarak elde edilmiş olan başarı oranı yüzde 70 dolayındadır. [Çizelge 4](#)'de "x" işareti ile işaretlenmiş binalarda yöntem başarısız olmuştur. [Çizelge 4](#)'dün ikinci kolonunda verilen değerler yapıların zemin kat yüksekliklerinin normal kat yüksekliklerine oranını göstermektedir. Bu oranlara bakıldığında AFY-Ç-02 ve AFY-S-01 adlı yapıların oldukça yumuşak zemin katlara sahip oldukları görülmektedir. Bu yöntemde "Yumuşak Kat" parametresi henüz değerlendirmeye katılmadığından, bu yapıları normal karşılanmak gerekir. Diğer taraftan, [Çizelge 4](#)'ün notlar kısmında "+" işareti ile işaretlenen yapıların davranışları ise "Hafif" ve/veya "Orta" hasarlı olmalarına rağmen "Ağır" hasarlı olarak tahmin edilebilmiştir. [Bağıntı 2](#)'den de görüleceği üzere bu yöntem mevcut hali ile 3 adet yapısal parametreye bağlı olarak hasar tahmini yapmaktadır. Dolayısı ile bu tür yapıların olmasını doğal karşılamak gerekir. Burada göz önünde tutulması gereken önemli nokta, tartışma konusu olan hataların ölümcül sonuçlara yol açmayacak türden hatalar oluşu ve bundan dolayı emniyetli yönde olduklarıdır. Ayrıca hatırdaki tutulması gereken diğer bir husus ise, her tahmin yönteminin bir yanığı payının mutlaka olacağıdır.

4. Sonuçlar

Bu raporda 3 Şubat 2002 Afyon-Sultandağı depreminin yapılar üzerindeki etkileri üzerinde durulmuş ve iki bağımsız yöntem kullanılarak bu depremde oluşan hasar tahmin edilmeye çalışmıştır. Kullanılan yöntemler ODTÜ'de daha evvel olan depremlerden sonra yapılmış olan çalışmaların ürünleri olup, Sulatdağı depremi hasarının belirlenmesi çalışmasında üzerlerinde her hangi bir değişiklik yapılmadan kullanılmışlardır. Gerek arazide yapılan gözlemler gerekse hasar tahminleri Sultandağı depremi'nin bizlere yeni birşeyler öğretmediği, aksine bilinen şeylerin doğruluğunu bir kez daha ispat ettiğini göstermektedir.

Burada üzerinde durulması gereken en önemli şey ileriye dönük olarak geç kalınmadan neler yapılması gerektiğini bir kez daha vurgulamaktır. Ülkemiz depremselliği yüksek olan bir coğrafya üzerinde yer almaktadır. Doğal olarak, ülkemizde geçmişte olduğu gibi gelecekte de hafif, orta ve büyük şiddetli depremler olacaktır. Bu güne kadar yapılan gözlemler, yapı stokumuzun büyük bir kısmının orta ve büyük şiddetli depremlere karşı yeterli güvenliğe sahip olmadığını göstermektedir. Bu durum son olarak Afyon-Sultandağı depreminden sonra bir kez daha gün yüzüne kmıştır. Geçmişte olan depremlerdeki gözlemlere dayanarak hasarlı yapıların türleri incelendiğinde, en fazla hasarın konut türü yapılar da gözlemlendiği söylenebilir. Bunun yanı sıra, ilk yardım ve afet planlama tesisleri (hastaneler, itfaiye tesisleri, vilayet, kaymakamlık binaları vs.), PTT ve diğer haberleşme tesisleri, enerji üretim ve dağıtım tesisleri gibi deprem sonrasında hemen kullanılması gereken türde yapı ve tesislerde de ağır hasar gözlemlenmiştir. Bu tesislerin deprem sonrasında kısa süreli de olsa devre dışı kalmaları depremden kaynaklanacak olası kayıpların katlanarak artmasına neden olabilmektedir. Bu yüzden bu tür yapıların olası büyük depremler sonrasında bile işlevselliklerini kaybetmemeleri gerekmektedir.

Bu gözlemler ışığında, ülkemizde hali hazırda kullanımda olan ve yukarıda belirtildiği gibi, deprem sonrası işlevselliğini kaybetmesi kabul edilemeyecek türdeki yapıların mevcut deprem güvenliklerinin hızla belirlenmesi gerekmektedir. Bu belirlemeler sonucunda deprem güvenliklerinin yetersiz olduğu anlaşılan yapıların, bir master plan dahilinde, fazla vakit kaybedilmeden ele alınarak depreme karşı güçlendirilmeleri gerekmektedir. Zira bundan sonraki depremlerin nerelerde olabileceğini tahmin etmek mümkün olabilmekle birlikte nezaman olacağını bilebilmek imkansızdır. Bu belirsizlik konu ile ilgili yetkili kurum ve kuruluşların en kısa zamanda bir çalışma içerisine girmesini gerektirmektedir. Elimizdeki bilgi birikimi, mevcut betonarme yapı stokumuzu değerlendirip, yetersiz güvenliğe sahip olanların güçlendirilmelerine yetebilecek niteliktedir. Bu anlamda:

1. Değerlendirme ve güçlendirme çalışmalarında birinci öncelik deprem sonrasında kesintisiz hizmet vermesi gereken mühendislik yapılarına verilmelidir. Ayrıca afet yönetimi açısından önem arz eden otoyollar, karayolları ve demiryolları üzerinde yer alan sanat yapılarıyla, enerji üretim tesisleri ve enerji nakil hatlarının da bu gruba dahil edilmesi önerilmiştir. İkinci öncelikte ise, insanların yoğun biçimde uzun süreli olarak yer aldıkları mühendislik yapıları gelmektedir (okullar, kışlalar gibi). Birinci ve ikinci öncelik sıralı kamu yapıları üzerinde yapılacak olan çalışmaların devlet tarafından yaptırılıp finanse edilmesi gerekmektedir.
2. Özel mülkiyetli yapılar üzerinde yapılacak olan çalışmalar için ise değişik modeller geliştirilmelidir. Bu gruba giren binalar üzerinde yapılacak olan çalışmalar için düşük faizli uzun vadeli devlet kredisi kullanılması bir yöntem olarak düşünülebilir. Bir diğer yöntem ise, bu binaların finansmanları mal sahiplerince karşılanmak üzere

zorunlu olarak incelettirilip, gerekli durumlarda güçlendirilmelerine yönelik kanuni düzenlemelerin yapılması olabilir.

3. Depremlerde tümüyle göçmüş veya hasar görmüş binalar kadar, güçlendirme gereksinimi olan binaların da yönetmelikler uymayan tasarım ve denetimsiz üretim sonucu yapıldıkları unutulmayarak, zorunlu denetim mekanizmalarının zaman kaybedilmeden oluşturulması gerekmekte, mevcut mekanizmalarda işlerlik kazandırılmalıdır.
4. Seçim dönemlerinde sık sık gündeme gelen imar aflarının da kontrolsüz yapılaşmaya yol açarak güvensiz yapı üretimine neden olduğu akılda tutulmalıdır. Bu kapsamda, yürürlükteki imar mevzuatının da günün gereklerini sağlayabilecek duruma getirilmesinde büyük fayda olduğu ve buna yönelik olarak “3194 Sayılı İmar Kanununun Afet Zararlarının Azaltılması Amacıyla Revizyonu” başlığı altında ODTÜ tarafından hazırlanan taslağın reform niteliği taşıyan öncü bir çalışma olarak değerlendirmeye alınması gerekmektedir.
5. Depreme dayanıklı yapı üretimi ancak deprem mühendisliğindeki gelişmeleri yakından takip edebilen bilinçli ve bilgili mimar ve mühendisler ile sağlanabilir. Bu anlamda meslek içi eğitim konusuna ağırlık verilmelidir. Üniversitelerin ve meslek odalarının meslek içi eğitim programlarına ağırlık vermeleri sağlanmalıdır.

Yukarıda özetlenen görüşlerden açıkça görüleceği gibi, ülkemizin depremler sonrası yaşadığı acıların büyük bir kısmı önlenemez niteliktedir. Problemin çözümünün iyi eğitim ve iyi denetim ile bulunabileceği bir gerçektir. Bu amaca yönelik olarak devlet politikalarının oluşturulması ve derhal yürürlüğe konulması gerekmektedir. Daha fazla geç kalınmadan yürürlükteki mevzuatın güvenli yapı üretimini zorunlu kılacak şekilde yeniden düzenlenmesine yönelik denetim ve yaptırım mekanizmalarının oluşturularak devreye sokulması gerekmektedir.

Referanslar

1. Gülkan, P., “
2. Pay, A. C., “

5. Ek 1: Hasarlı Bina Raporları

1. [AFY-B-01.XLS](#)
2. [AFY-B-02.XLS](#)
3. [AFY-Ç-01.XLS](#)
4. [AFY-Ç-02.XLS](#)
5. [AFY-Ç-03.XLS](#)
6. [AFY-Ç-04.XLS](#)
7. [AFY-Ç-05.XLS](#)
8. [AFY-Ç-06.XLS](#)
9. [AFY-Ç-07.XLS](#)
10. [AFY-Ç-08.XLS](#)
11. [AFY-Ç-09.XLS](#)
12. [AFY-Ç-11.XLS](#)
13. [AFY-Ç-12.XLS](#)
14. [AFY-Ç-13.XLS](#)
15. [AFY-ÇO-01.XLS](#)
16. [AFY-ÇO-02.XLS](#)
17. [AFY-ÇO-03.XLS](#)
18. [AFY-ÇO-04.XLS](#)
19. [AFY-ÇO-05.XLS](#)
20. [AFY-M-01.XLS](#)
21. [AFY-M-02.XLS](#)
22. [AFY-S-01.XLS](#)
23. [AFY-Y-02.XLS](#)

