

1999 MARMARA DEPREMİ SONRASI ADAPAZARI YERLEŞİM ALANI İÇİN HASAR TESPİT ANALİZLERİ

ANALYSIS OF THE DAMAGE ASSESSMENTS OF ADAPAZARI CITY AFTER 1999 MARMARA EARTHQUAKE

SÜN BÜL A.B.¹, DAĞDEVİREN U.¹, GÜNDÜZ Z.¹, ÇAKILCIOĞLU İ.¹

Posta Adresi: Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, 54187, Adapazarı, Sakarya

E-posta: bengusunbul@yahoo.com, udagdeviren@sakarya.edu.tr, zgunduz@sakarya.edu.tr, ibrahim79tr@hotmail.com

Anahtar Kelimeler: 1999 Marmara Depremi, yapısal hasarlar, yerel zemin koşulları, hasar durumları.

ÖZ: Ülkemiz dünyanın en aktif fay kuşaklarından birisinin üzerinde yer almaktadır. Adapazarı bölgesinin deprem aktivitelerine bakıldığında son yüzyılda 5 önemli deprem ile şehir büyük zararlar görmüştür. 17 Ağustos 1999 Marmara depremi en yıkıcı olanıdır. Deprem sonucunda meydana gelen maddi ve manevi hasar durumlarına bakıldığında genç alüvyon zemin üzerine kurulmuş bölgede hasar miktarının yüksek olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın amacı, Marmara depremi sonrasında Adapazarı'nda oluşan yapısal hasarlara dikkati çekmek, yerel zemin şartlarının ve yapılardaki kat sayısının dikkat edilmesi gereken önemli bir konu olduğunu göstermektir.

ABSTRACT: Turkey is located on one of the most active fault zones in the world. According to the last century earthquake records, the city of Adapazarı the most seismically active area of the region, has been faced 5 heavy damaged earthquakes, 1999 Marmara Earthquake is the most devastating one. After the earthquake has occurred, when the cases of damage have been investigated, in region which has been set up alluvium soil, quantity of damage has been high degrees. The aim of the study is to attract attention structural damages, number of stories of the structures and local site effects in Adapazarı, during the Marmara earthquake.

GİRİŞ

1900-1999 yılları arasında ülkemizde 149 adet hasar yapan deprem meydana gelmiş ve bu depremler 578.544 binanın yıkılmasına veya ağır hasara uğramasına ve 97.203 insanın ölmesine neden olmuştur. Bu rakamlara göre Türkiye'de ortalama her 7 ayda bir hasar yapan deprem oluşmaktadır. Hasar yapan depremler ortalama olarak her yıl 5844 binanın yıkılmasına ve 982 insanın ölmesine neden olmaktadır.

İnceleme alanı Adapazarı; Kuzey Anadolu Fayı'nın kuzey koluna en yakın noktada 3 km., en uzak noktada 10 km. mesafededir. Ayrıca bölgenin deprem aktivitelerine bakıldığında son yüzyılda bölgeyi etkileyen 5 önemli deprem Tablo 1'de gösterilmiştir.

17 Ağustos 1999 Marmara Depremi sonunda hasarın Adapazarı şehir merkezi içerisinde dağılımı incelendiğinde genç alüvyon üzerinde yer alan bölgedeki hasarın, şehrin yüksek yerlerinde oluşan hasara göre fazla olduğu görülmektedir. Şehir merkezinin genel özelliklerine bakıldığında ise inceleme alanının %90'ının genç alüvyonlarla kaplı olduğu görülür.

Kaya ortamların hakim olduğu yüksek kesimlerdeki yapıların hasar oranlarının, genç alüvyon zemin üzerindeki yapıların hasar oranlarından daha düşük olduğu görülmüştür.

Tablo 1. Son Yüzyılda Adapazarı'nı Etkileyen Büyük Depremler

Deprem	Büyüklik
1943 Hendek	$M_s : 6.6$
1957 Bolu-Abant	$M_s : 7.1$
1967 Adapazarı	$M_s : 7.2$
1999 Marmara	$M_w : 7.4$
1999 Düzce	$M_w : 7.2$

Bu çalışmada Sakarya Valiliği'nin 27 adet merkez mahalleyi kapsayan bina hasar tespitlerini verileri kullanılarak mahalle bazında hasar durumları değerlendirilmiştir.

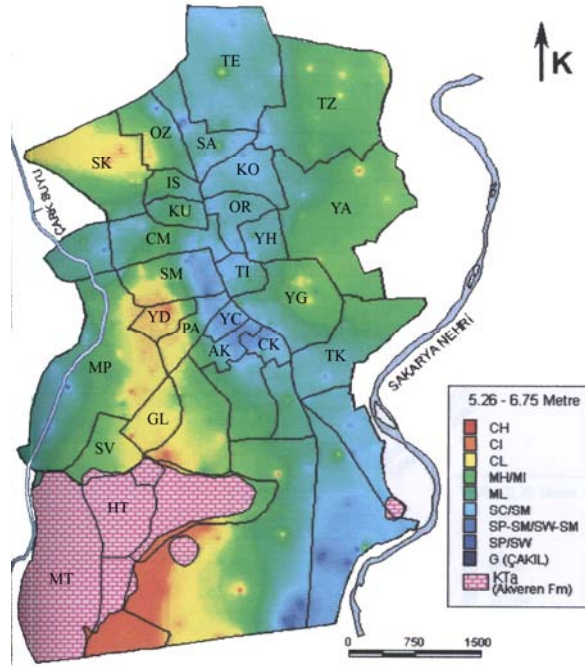
BÖLGENİN JEOLJİK VE GEOTEKNİK ÖZELİKLERİ

İnceleme alanı Adapazarı şehri Türkiye'nin kuzey batısında yer alır. Karadeniz'den 50 km. güneyde ve çok yüksek rakıma sahip olmayan bir şehirdir. Ülkenin önemli bir nehri olan Sakarya nehri güneyden gelip şehrin ortasından geçerek Karadeniz'e dökülür. Ayrıca Sapanca gölünün fazla sularını deşarj eden şehrin merkezinden geçen Çark Deresi Sakarya nehrinin bir kolunu oluşturur. Adapazarı %90'ı genç alüvyon üzerine, geri kalan bölümü ise biraz daha yüksek kesimlerde yer alan bir bölge üzerinde kurulmuştur. Nehrin taşıdığı çökeller ve genç oluşumlardan meydana gelen Adapazarı zeminlerinin güney batı kesimlerindeki kaya ortamın, alüvyon dolgusu altından çıkarak yüzeylendiği bölge inceleme alanının güneybatı kesimlerindeki yüksek kesimlerdir (Şekil 1).

Alçak kesimdeki zeminlerde kil, silt ve kum tabakalarına rastlanmaktadır. Yeraltı su seviyesi çoğu zaman yüzeye yakındır, Çark Deresi ve Sakarya Nehri'ne doğru akım göstermektedir. Bu yükseklik mevsimsel olarak 0.60–3.95 m arasında değişmektedir. Adapazarı alçak kesimlerindeki zemin yapısı derinlikle büyük değişkenlik göstermektedir. Bu değişkenliğin mahalleler bazında en çok belirginlik gösterdiği derinlik olan 5.26–6.75 m arası zemin haritası Şekil 1'de gösterilmiştir [6].

Bölgede yapılan jeofiziksel çalışma sonuçlarına göre şehrin merkezinde alüvyon kalınlığı 1000–1500 metre olarak tahmin edilmektedir [2].

Bölge doğudan batıya uzanan KAF'dan dolayı deprem açısından aktif konumdadır. Geçmişteki deprem kayıtları incelendiğinde bölge oldukça yüksek sismisiteye sahiptir. Jeoloji ve yerel zemin koşulları incelendiğinde bölge deprem esnasında sıvılaşma ve zemin büyütmesi açısından büyük potansiyele sahiptir. Bölge, zemin özellikleri nedeniyle muhtelif zamanlarda meydana gelen depremlerde büyük hasar görmüştür.



Şekil 1. 5.26-6.75 m arası zemin haritası (Bol, 2003)

Depremi hemen ardından arazide yapılan çalışmalar sonucunda yapı hasarları ve bölgenin yerel zemin koşulları arasındaki ilişki incelenmiştir. Adapazarı merkezinde yapısal hasarın en yoğun olarak gözlemlendiği bölgede, temel zeminin düşük plastisiteli veya plastik olmayan siltli zemin tabakalarından oluştuğu görülmektedir. Bu tabakaların bazı kesimlerinde kum içeriği %50'ye kadar ulaşmaktadır [3].

DEPREM HASAR DURUMLARI VE ÖZELİKLERİ

1999 Marmara Depremi Kocaeli, Sakarya ve Yalova başta olmak üzere, İstanbul, Bolu, Bursa, Eskişehir ve Zonguldak'ta etkili olarak hissedilmiştir. Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından çizilen eş şiddet haritasına göre 17 Ağustos 1999 depreminden 11.807.738 kişi VI şiddetinde, 1.521.558 kişi VII şiddetinde, 666.936 kişi VIII şiddetinde, 676.122 kişi IX şiddetinde ve 419.699 kişi X şiddetinde etkilenmiştir.

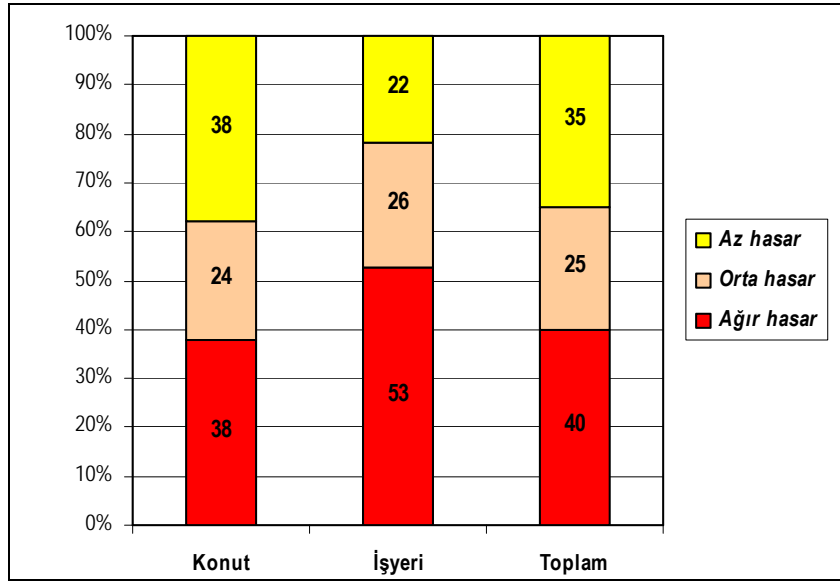
Bu veriler ışığında 49061 km²'lik alanda 15.090.056 kişi ve 3.530.304 konut depremi hissetmiştir. Bu da ülke nüfusunun dörtte biri demektir. Resmi kayıtlara göre, depremde 17.480 kişi ölmüş, 43.953 kişi yaralanmış, 505 kişi de sakat kalmıştır. Ayrıca, 213.843 konut ve 30.540 işyeri de hasar görmüştür [4].

Deprem sonrasında hasar gören iller incelendiğinde, 244.383 tane hasarın 72313 tanesi (%29,6) Kocaeli'nde, 57661 tanesi (%23,6) Sakarya'da oluşmuştur.

Sakarya ili için hasar durumları Tablo 2 verilmiştir. Sakarya ilindeki hasar durumları incelendiğinde, konutların %65,8'inin depremi hasarsız olarak atlattığı, %34,2'sinin de depremden farklı derecelerde hasar gördüğü belirlenmiştir. Hasarlı konut ve işyerlerinin hasar türlerine göre dağılımları Şekil 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Sakarya ili için hasar durumları [Türkiye Deprem Vakfı] [5]

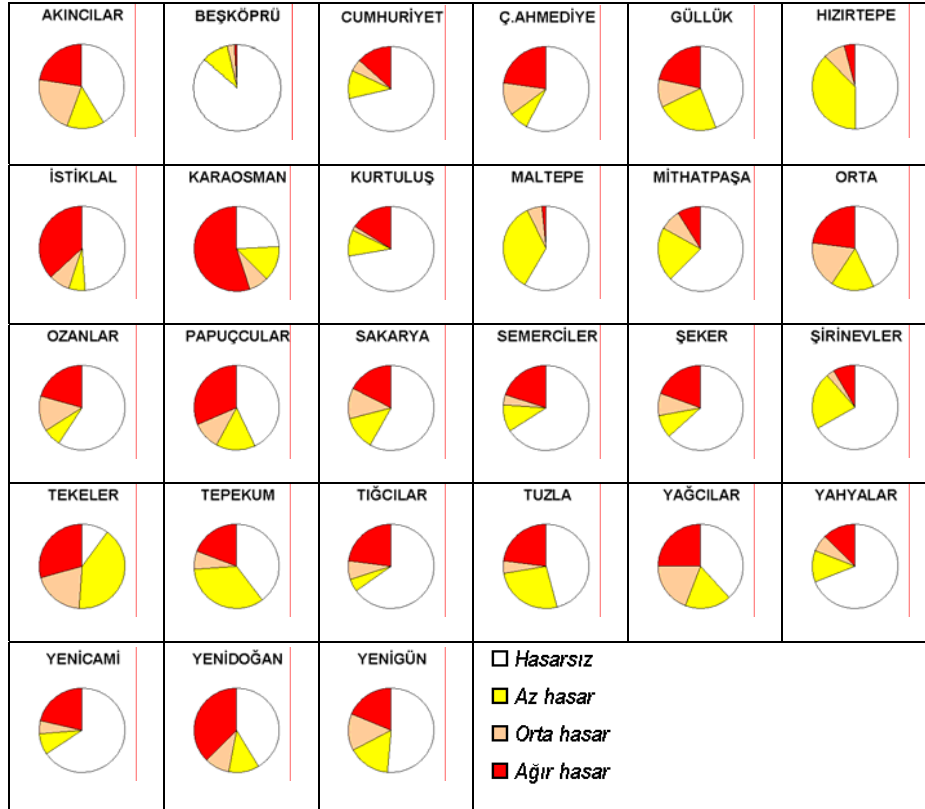
	Ağır hasar	Orta hasar	Az hasar	Hasarsız	Toplam
Konut	19043	12200	18712	96262	146217
İşyeri	4068	1963	1675	-	-
Toplam	23111	14163	20387	-	-



Şekil 2. Sakarya ilinin konut ve işyerleri için hasar türü dağılımı

Sakarya ilinde ağır hasar gören konutların 16647 (%87)'si, orta hasarlı konutların 8932 (%73)'ü ve az hasarlı konutların 14194 (%76)'sı Sakarya ilinin merkez ilçesi olan Adapazarı'nda gözlenmiştir. Bu nedenle, Adapazarı'ndaki yıkımlar ayrı bir önem taşımaktadır. İl bazında verilen değerlere göre, yüzde olarak en fazla can ve mal kaybı merkeze bağlı mahallelerde gözlenmiştir [5]. Sakarya Valiliğinin deprem sonrası yaptığı çalışma sonucunda, Adapazarı Büyükşehir Belediyesi sınırları içerisindeki 27 adet merkez mahalleyi kapsayan bina tespit ve hasar değerlendirme çalışmaları sonuçlarına göre, Şekil 3'de gösterilen mahalle bazında hasar durumları hazırlanmıştır.

Merkeze bağlı mahallelerde, ağır ve orta hasar oranlarının toplamları dikkate alındığında, hasar yüzdelerinin %40'ın üzerinde olduğu mahalleler sırasıyla Karaosman (KO), Tekeler (TE), Yenidoğan (YD), İstiklal (IS), Akıncılar (AK), Yağcılar (YG), Papuçcular (PA), Orta (OR) mahalleleridir. Hasar miktarını çok olduğu bu mahallerin jeolojik kesitleri incelendiğinde ilk 5 m'deki zemin türünün diğer mahalledeki zemin türünden çok da farklı olmadığı görülmektedir. Hasar oranının yüksek olduğu bu mahallerle de 5 m'den daha derinlerde zemin profilinin farklılık gösterdiği göze çarpmaktadır.



Şekil 3. Adapazarı şehir merkezindeki 27 adet mahalle için hasar durumları

Bu durum Şekil 1'deki 5.26-6.75 m derinlik haritası üzerinde belirgin bir akarsu yatağının varlığına dikkat çekmektedir. Bu derinlikte kanal malzemesini teşkil eden kum ve iri kum boyutundaki malzemeler gözlenmiştir [6]. Hasar oranlarının yüksek olduğu bu mahallelerden Karaosman, Tekeler, İstiklal, Akıncılar ve Orta'nın bu akarsu yatağı üzerine kurulu olduğu görülmektedir.

Hasar oranının en az olduğu mahalleler ise Beşköprü, Maltepe (MT), Şirinevler (SV), Hızırtepe (HT) ve Mithatpaşa (MP) mahalleleridir. Bu mahallelerden Beşköprü, Maltepe ve Hızırtepe kaya ortam üzerine kurulu olan mahallelerdir ve hasar oranlarının düşük seviyelerde oluşu da olağan karşılanmaktadır. Mithatpaşa ve Şirinevler'de yüzeyden 5 m derine kadar olan bölümde CH türünde zeminle karşılaşmıştır. Bu zemin türünün, muhtemelen yüzey suları sonrasında Adapazarı'nın güneyindeki tepelik kısımları içeren killi kireçtaşı, marn, kiltası, siltaşı gibi kayaların ayrışması sonucu oluştuğu düşünülmektedir [6]. Daha derinlere inildikçe bu mahallelerdeki kil hâkimiyetinin devam ettiği görülmektedir.

Çalışmada ayrıca, merkeze bağlı 27 adet mahallede, depremde hasar gören binalar kat adetlerine göre de değerlendirmeye tabi tutulmuştur. 3 ve daha az katlı yapılarda hasar oranı %40 civarındayken, 4 kat ve üzerine çıktığında bu oran %60-90'a ulaşmaktadır [7]. Tablo 3'de görüldüğü üzere 4, 5 ve 6 katlı yapılarda beklenen hasar oranı daha yüksektir. Buradan kat adedinin artması ile depremde hasar görme oranının da arttığı görülmektedir.

Tablo 3. Kat adedinin hasara etkisi

	Ağır Hasar	Orta Hasar	Az Hasar	Hasarsız
1 kat	% 4	% 13	% 25	% 58
2 kat	% 3	% 13	% 28	% 56
3 kat	% 2	% 10	% 29	% 59
4 kat	% 5	% 21	% 34	% 40
5 kat	% 8	% 40	% 33	% 19
6 kat	% 17	% 51	% 23	% 9

SONUÇLAR

Dünyanın bilinen aktif faylarından biri olan Kuzey Anadolu fay hattı üzerinde yer alan Sakarya ilinde, deprem üzerinde durulması gereken en önemli afet türüdür. Deprem bölgeleri haritasına göre; 1999 depremlerinden en fazla etkilenen Kocaeli, Sakarya ve Yalova il sınırları içindeki bölgenin hemen hepsi I. Derece deprem bölgesindedir.

Depremden etkilenen bölgede meydana gelen ağır hasarın %29'u, orta hasarın %18'i ve hafif hasarın %23'ü Sakarya ilinde meydana gelmiştir. Ülke genelinde bu depremde hayatını kaybedenlerin %22'si Sakarya ilinde bulunmaktadır. İl bazında en fazla can ve mal kaybı şehir merkezi Adapazarı'nda olmuştur.

Marmara depremi sonrasında Adapazarı'nda oluşan yapısal hasarların incelenmesinden, bölgede yerel zemin şartlarının dikkat edilmesi gereken önemli bir konu olduğunu vurgulanması açısından önemlidir. Yerel zemin şartlarına göre, yerleşime açık mahalleler arasında hasar bazında yapılan sıralama sonucuna göre şehrin yüksek kesimlerindeki hasar oranları ile alçak kesimlerde yeraltı suyu yüksek alüvyon üzerinde yer alan bölgedeki oranları arasında büyük farklar görülmektedir. Şehrin alçak kesimlerinin de kendi arasında bir değerlendirmesinin yapılması durumunda, ilk 5 m'lik derinlikte benzer zemin özellikleri görülmesine rağmen 5-7 m arasındaki tabakanın deprem esnasında etkin rol oynadığı görülmektedir. Derinlere kadar devam eden kil tabakalarında ise hasar oranlarını daha düşük oluşu da dikkat çekmektedir.

Hasar durumlarının incelenmesinden deprem bölgelerinde yapılan yapılarda, ileri inşaat teknolojilerinin kullanılmadığı durumlarda Adapazarı'nda alüvyonlar üzerindeki yerleşim bölgelerinde yani yapılacak yapılarda yapı kat sayısının 3 ile sınırlandırılması ile olası depremlerde oluşacak hasarın kontrol altında tutulması beklenmektedir.

KAYNAKLAR

[1] Sakarya Valiliği,(2000) "Sakarya ve Deprem", Deprem Serisi:1.

[2] Komazawa et.all, (2002), "Bedrock Structure in Adapazarı Turkey-a Possible cause of severe damage by the 1999 Kocaeli Earthquake" Journal of SDDE, Philadelphia, USA.

[3] Erken ve diğ., (2003)"17 Ağustos Kocaeli Depreminde Adapazarı'nda oluşan Hasar üzerinde Yerel Zemin Koşularının Etkisi", Türk Deprem Vakfı Araştırma Projesi, Proje No: 00-A-11.

[4] T.C. Başbakanlık Kriz Yönetim Merkezi, (2002) "Depremler 1999".

[5] Özmen, B.,(2000)"17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi Depreminin Hasar Durumu (Rakamsal Verilerle)", TDV/DR 010-53, Türkiye Deprem Vakfı.

[6] Bol, E., "Adapazarı Zeminlerinin Geoteknik Özellikleri",(2003), Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi.

[7] Sünbül, A.B.,(2004)"Adapazarı Zeminlerinde Sıvılaşma Unsurlarının Belirlenmesine ve Sıvılaşmanın Önlenmesi için Çözümler geliştirilmesi", Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya Üniversitesi.