



### Kısa Makale

# BİNALARIN DEPREM RİSK DEĞERLENDİRMESİ İÇİN ANKET ÇALIŞMASI

Osman ÜNAL, Şaban YURTCU

Afyon Kocatepe Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi, Yapı Eğitimi Bölümü, Afyonkarahisar

## ÖZET

Bu çalışmada, Afyonkarahisar şehir merkezindeki binaların deprem risk durumu araştırılmıştır. Bu amaçla, alan araştırma yöntemlerinden birisi olan anket çalışması yapıldı. Araştırmada İstanbul Teknik Üniversitesi Mezunları Derneği Bursa Şubesi tarafından, mimar, inşaat, jeoloji, jeofizik ve harita mühendislerinden oluşan 8 uzman tarafından hazırlanan 12 soruluk grup anketi sorularından yararlanıldı. Çalışma alanı nüfus, altyapı özellikleri ve bina taşıyıcı sistemine göre üç bölgeye ayrıldı. Deprem risk değerlendirmesi birinci bölgede 55, ikinci bölgede 75, üçüncü bölgede 15 bina üzerinde yapıldı.

**Anahtar Kelimeler:** Deprem, risk değerlendirmesi, anket.

## 1. GİRİŞ

Topraklarının %92'sinin, nüfusunun ise %95'inin çeşitli derecelerde deprem etkisi altında olan Türkiye'de, deprem nedeniyle ortaya çıkan toplumsal ve ekonomik kayıplar, ciddi tedbirler alınmasını gerektirmektedir [1]. 1990-2003 yılları arasında 182 hasar yapıcı deprem meydana gelmiş ve yaklaşık 100 bin kişi hayatını kaybetmiştir [2]. 1999'da 17 Ağustos ve ardından 12 Kasım'da meydana gelen, 15000'in üzerinde kayıp ve 30000 kişinin yaralanması ile sonuçlanan depremlerdeki kayıpların tamamına yakınının yıkılan binalar nedeniyle olduğu gözlenmiştir. Bölgedeki mevcut binaların yaklaşık %70'i yıkılmış ya da ağır hasar görmüştür [3]. Ülkemizde geçmişten günümüze kadar neredeyse tüm illerde deprem meydana gelmiş ve bunların bir kısmının büyük can kayıpları ile maddi zarar meydana getirdiği göz önüne alındığında deprem ile ilgili çalışma yapmanın ne kadar gerekli olduğu tartışmasız görülecektir.

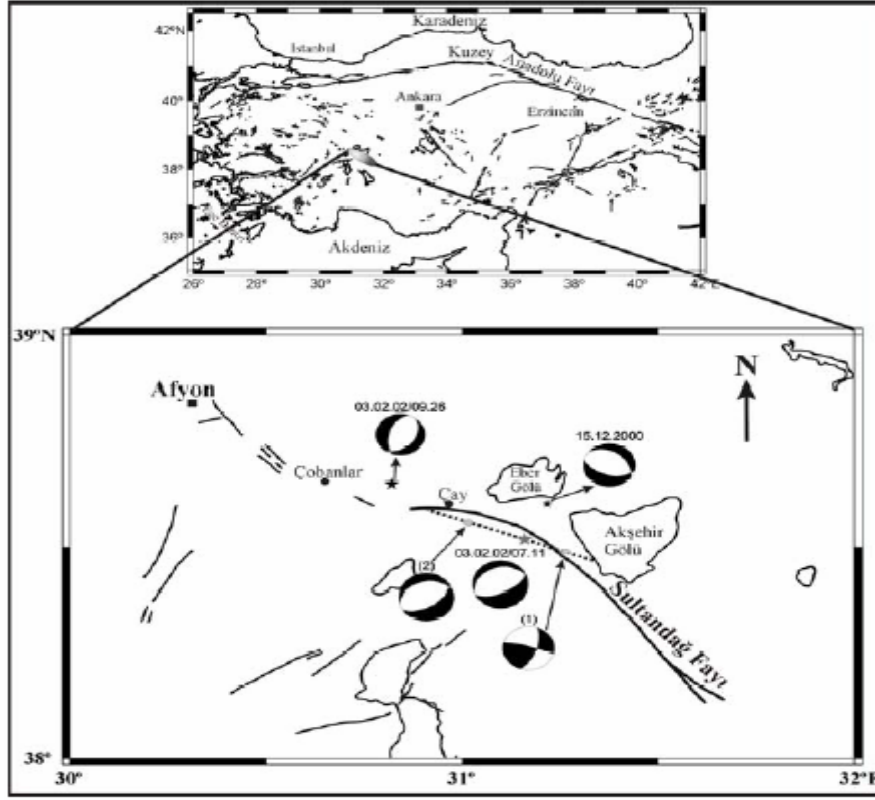
Bu çalışmada İstanbul Teknik Üniversitesi Mezunları Derneği Bursa Şubesi tarafından, mimar, inşaat, jeoloji, jeofizik ve harita mühendislerinden oluşan 8 uzmana hazırlanmış olan deprem anketi [4] Afyonkarahisar il merkezinde mevcut yapıların deprem yapı riskini belirlemek amacıyla seçilen üç bölge içerisindeki konutlara uygulanmıştır. Anketi hazırlayan uzman ekip tarafından, binaların depreme dayanıklılığının bu yöntemle yüzde 60 doğrulukla öğrenilebileceği belirtilmiştir [4].

## 2. BÖLGENİN JEOLOJİK ÖZELLİKLERİ VE MEYDANA GELEN DEPREMLER

### 2.1. Afyonkarahisar Bölgesinin Genel Tektonik Yapısı

Afyon bölgesi içinde tektonik açıdan en önemli olarak bilinen fay sistemi Sultandağ fayıdır[5]. Bu fay yaklaşık 65 km uzunluğunda olup genel doğrultusu K65°D dir [6]. Isparta bölümünün şekillenmesinde önemli rol oynayan Sultandağ fayının neotektonik dönemin başlangıcında geliştiği ve bu dönemde sağ yönlü doğrultu atımlı daha sonra bindirme niteliğinde yüksek açılı ve az atımlı olarak çalıştığı

düşünülmektedir [7]. Şekil 1’de görülen Akşehir fayı olarak da tanımlanan fayın kuzey bloğu düşmekte olup, düşen blok üzerinde Akşehir ve Eber gölleri meydana gelmiştir (8).



Şekil 1. Afyon Bölgesi Tektonik Yapısı ve Sultandağ Fay hattı [8]

## 2.2. Afyonkarahisar ve Çevresinin Jeolojisi

Bölgenin jeolojik yapısı başlıca 5 ögeden oluşmaktadır

1. Paleozoyik yaşlı metamorfik kayalar
2. Mesozoyik yaşlı denizel kayalar
3. Volkanik kayalar
4. Neojen yaşlı göl ve akarsu çökelleri
5. Kuvaterner yaşlı göl ve akarsu çökelleri [9].

## 2.3. Afyonkarahisar Bölgesinde Meydana Gelen Depremler

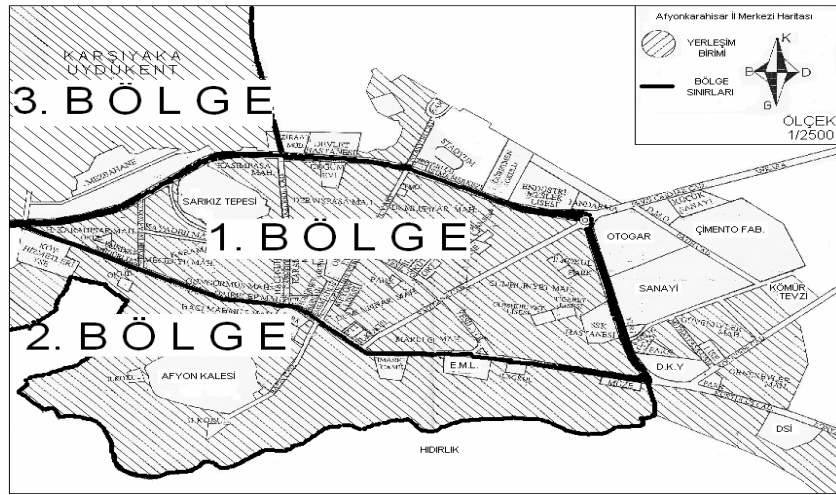
Afyonkarahisar Bölgesinde tarihi dönemlerde yıkıcı depremler meydana gelmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Afyonkarahisar Bölgesinde 1925-2006 yılları arasında olmuş önemli depremler ( $M_s > 5,0$ ) [10].

NO	TARİH	SAAT	YER	ŞİDDET	MAG M <sub>s</sub>	CAN KAYBI	HASARLI BİNA
1	07.08.1925	08:46	Dinar (Afyon)	VIII	5,9	3	2043
2	01.10.1995	17:57	Dinar (Afyon)	VIII	6,1	90	14156
3	15.12.2000	18:44	Sultandağ(Afyon)	VII	5,8	6	547
4	03.02.2002	09:11	Çay-Sultandağı (Afyon)	VII	6,4	44	622

## 3. UYGULAMA

Deprem yapı riskinin anket çalışması ile araştırılması Afyonkarahisar il merkezinde gerçekleştirilmiştir. Çalışmada il merkezi kent içi yoğun yerleşim durumuna, altyapı özelliklerine ve bina taşıyıcı sistemine göre üç bölgeye ayrılmıştır (Şekil 2).



**Şekil 2.** Afyonkarahisar İl Merkezi Planı ve Anket Uygulama Bölgeleri [11].

Birinci bölge nüfusun en yoğun olduğu merkez bir bölgedir. Bu bölgede binaların çoğunluğu betonarme, çok katlı ve bitişik nizamdır. Yeni yapılan bina sayısı oldukça az olup mevcut binaların yaşı 25-40 yıl arasında değişmektedir. İkinci bölge eski Afyonkarahisar kentinin kurulduğu, tarihi binaların çoğunlukta olduğu, yığma 2-3 katlı binalardan oluşmaktadır. Hızlı nüfus artışına karşılık Afyon il merkezinde arsa ve konut ihtiyacının giderilmesi için Afyon Belediyesi tarafından 600 hektarlık bir alanı kapsayan 8 bin konutluk uydu kent projesi gerçekleştirilerek üçüncü bölge oluşturulmuştur [12].

Birinci bölgede 55, ikinci bölgede 75, üçüncü bölgede 15 olmak üzere toplam 145 ankötörle görüşülerek deprem anketi gerçekleştirilmiştir. İstanbul Teknik Üniversitesi Mezunları Derneği Bursa Şubesi tarafından oluşturulan 8 uzmanın hazırladığı anket test soruları değerlendirme kriterleri Çizelge 2'de verilmiştir[4-13].

**Çizelge 2.** Anket Soruları ve Değerlendirme Kriterleri [13].

<p><b>1. Binanızın bulunduğu yer:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kayalık zemin: 0</li> <li>• Yüksek ve tepelik yer: 1</li> <li>• Eğimin yüzde 20'nin üzerinde olduğu yamaçlar: 2</li> <li>• Çevresine göre çukur yerler: 3</li> <li>• Dere yatağı ve dolgu zeminler: 4</li> <li>• Sulu zeminler: 5</li> </ul>	<p><b>7. Bina çıkmaları nasıl?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binada hiç çıkma yok: 0</li> <li>• Yalnızca balkonlar çıkma: 1</li> <li>• Binanın bütününde kapalı çıkma var 80 cm'ye kadar: 3</li> <li>• Açık çıkmalar duvarlarla kapatılmış: 4</li> <li>• Binanın bütününde 80 cm'den fazla çıkma var: 5</li> </ul>
<p><b>2. Binaya yapılan müdahale var mı?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binanın herhangi bir yerinde değişiklik yapılmadı: 0</li> <li>• Binanın iç duvarlarında kaldırılan bölümler var: 1</li> <li>• Binanın iç duvarlarında birden fazla kaldırılan bölümler var: 2</li> <li>• Dış duvarlarda pencere açıldı veya pencereler büyütüldü: 3</li> <li>• Binanın bütününde ilave pencere yapılması ya da duvarların kaldırılması: 4</li> <li>• İç bölme ve duvarların komple kaldırılması (1 kat bile olsa): 5</li> </ul>	<p><b>8. Binanın kullanım amacı değiştirildi mi?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bina yapım amacına göre kullanılıyor: 0</li> <li>• Konut amaçlı yapıp, normal katlar atölye olarak kullanılıyor: 1</li> <li>• Zemin kat konut amaçlı yapıp, dükkan ya da atölye olarak kullanılıyor: 2</li> <li>• Binaya sonradan asansör montajı yapıldı: 3</li> <li>• Sonradan çatı arasına bir tondan fazla kapasiteli su deposu yapıldı: 4</li> <li>• Binaya sonradan asansör ve su deposu yapıldı: 5</li> </ul>
<p><b>3. Binanızın taşıyıcı sistemi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Çelik ya da ahşap bina: 0</li> <li>• Betonarme bina: 1</li> <li>• Tuğla örgü yığma bina: 2</li> <li>• Taş örgü yığma bina: 3</li> <li>• Kerpiç örgülü bina: 4</li> <li>• Kerpiç örgülü toprak damlı bina: 5</li> </ul>	<p><b>9. Binanız betonarme ise yaşı:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1-10 yıl: 0</li> <li>• 10-11 yıl: 1</li> <li>• 11-20 yıl: 3</li> <li>• 21-30 yıl: 4</li> <li>• 31 yıl ve üstü: 5</li> </ul>

<p><b>4. Binanızda bodrum kat ve rutubet sorunu var mı?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bodrum kat var, hiç rutubet olmuyor: 0</li> <li>• Bodrum kat var, kış aylarında rutubetli: 1</li> <li>• Bodrum kat yok, rutubet yok: 2</li> <li>• Bodrum kat var, sürekli rutubet var: 3</li> <li>• Bodrum kat var, su birikiyor: 5</li> </ul>	<p><b>10. Binanızda şu ana kadar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Herhangi bir tamirat yapılmadı: 0</li> <li>• Titreşimli bir aletle tamirat yapıldı: 1</li> <li>• Yapının taşıyıcıları titreşimli aletle tamir edildi:2</li> <li>• Kolon ve kirişlere delik ve benzeri müdahale yapıldı: 3</li> <li>• Binada katya da döşeme ilavesi yapıldı: 4</li> <li>• Binada kısmı de olsa yangın oldu: 5</li> </ul>
<p><b>5. Binanızın zemin katı nasıl?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Üst katlarla aynı: 0</li> <li>• Üst katlardan daha içeride, ancak duvarlar kapalı: 1</li> <li>• Kat yüksekliği diğer katlardan daha fazla, ancak duvarlar kapalı: 2</li> <li>• Normal katlarla aynı, ancak duvar yok: 3</li> <li>• Normal katlardan daha içeride, ancak duvar yok:4</li> <li>• Kat yüksekliği normal katlardan daha fazla, ancak duvar yok: 5</li> </ul>	<p><b>11. Binanızdaki daha önceki hasar ya da çatlaklar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Binanızda gözle görülür çatlak yok: 0</li> <li>• Balkon döşemesinde ya da köşelerinde çok ince çatlak var: 1</li> <li>• Çıkmalardaki dış duvarların kolon ve kirişlerin birleştiği yerde çok ince çatlaklar var: 2</li> <li>• Pencere altı ve hizalarında duvarda yatay çatlaklar var: 3</li> <li>• Dış duvarlarda yatay ve düşey bina yüksekliğince çatlama var: 4</li> </ul>
<p><b>6. Bina şekli, plan şeması:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kare ya da çokgen: 0</li> <li>• Dikdörtgen: 1</li> <li>• Yıldız şeklinde: 2</li> <li>• Binada derin boşluklar var: 3</li> <li>• Bitişik bloklar, aynı kat seviyesinde değil: 4</li> <li>• Bitişik bloklar, aynı yükseklikte değil: 5</li> </ul>	<p><b>Binanız zemin kat dahil kaç katlı?</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bir katlı: 0</li> <li>• İki katlı: 1</li> <li>• Üç katlı: 2</li> <li>• Dört-beş katlı: 3</li> <li>• Altı-sekiz katlı: 4</li> <li>• Dokuz kat ve üstü: 5</li> </ul>
<p><b>DEĞERLENDİRME:</b> Her soruya verdiğiniz yanıtların karşılığındaki değerleri topladığınızda;  <b>0-6 arası;</b> Ciddi bir deprem riski bulunmamaktadır. <b>7-12 arası</b> binanızda düşük deprem riski bulunmaktadır.  <b>13-20 arası;</b> Orta deprem riski söz konusudur. <b>21-60 arası</b> deprem etkilerine açık bir yapıya sahipsiniz.</p>	

Çizelge 3. Afyonkarahisar Deprem Yapı Riski Anket Çalışması Sonuçları

BÖLGE	MAHALLE SOKAK	ANKET SAYISI	PUANLAMA ADEDİ			
			0-6	7-12	13-20	21-60
BİRİNCİ BÖLGE	Yarenler	13	1	10	2	
	Yunus Emre	1		1		
	Kayadibi	1		1		
	Esenteppe	1		1		
	Zafer	8	1	6	1	
	Yeşilyurt	1		1		
	Kubbeli	1	1			
	Olucak	4	1	3		
	Hasan Karaağaç	1		1		
	Hamidiye	7		5	2	
	Mısırlı	5	1	3	1	
	Örenkaya	1		1		
	Battalgazi	1		1		
	Burmali	1		1		
	Doğancı	1		1		
	Sümer	1			1	
	Çavuşoğlu	4		4		
	Selçuklu	3		3		
	<b>Toplam</b>		55	5	43	7
<b>% (Yüzde)</b>			9	78	13	

İKİNCİ BÖLGE	Kayadibi	9	1	7	1	
	Marulcu	5			4	1
	Cumhuriyet	18		8	10	
	Dumlupınar	14		4	7	3
	Dervişpaşa	6		3	3	
	Hacı Nuh	1		1		
	Hacı Cafer	1				1
	Hacı Eyüp	1			1	
	Kurtuluş Cad.	1			1	
	Mecidiye	12		6	6	
	Karaman Mh.	1			1	
	Taç Ahmet	2		2		
	Örnekevler	4		3	1	
	<b>Toplam</b>	75	1	34	35	5
	<b>% (Yüzde)</b>		2	45	47	6
ÜÇÜNCÜ BÖLGE	UyduKent Karşıyaka	15			14	1
	<b>Toplam</b>	15			14	1
	<b>% (Yüzde)</b>				94	6
<b>Genel Toplam</b>		145	6	77	56	6
<b>Genel Yüzde(%)</b>			4,14	53,10	38,62	4,14

#### 4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Afyonkarahisar İl merkezinde deprem yapı riskinin araştırılması amacıyla yapılan çalışmada aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

1. Bölgede; Yapılan 55 anket sonucuna göre binaların %78'i (43 adet) düşük deprem riski taşımaktadır. Bunun nedeni olarak bu bölgede yapılaşmanın çoğunluğu betonarme ve zemin taşıma gücünün yüksek olmasıdır. Aynı zamanda bu bölgedeki yapılarda hazır beton kullanılmasının artması da önemli bir etkidir
2. Bölgede; Yapılan 75 anket sonucuna göre binaların %45'i (34 adet) düşük deprem riski, % 47 (35 adet) orta deprem riski taşımaktadır. Bu bölgede orta deprem riski taşıyan binaların çoğunlukta olmasının nedeni eski tarihi yığma binaların çokluğundandır.
3. Bölgede; Yapılan 15 anket sonucuna göre mevcut binaların % 96 (14 adet)' sı orta deprem riski, % 6 (1 adet)'sı deprem etkilerine açık bir yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Bu bölgedeki mevcut binaların %20' si 4 katlı betonarme, % 80' i müstakil iki, üç katlı yığma binalardır. Yığma binaların çoğunun bahçesinde tulumba mevcut olup, yeraltı suyu çekimi yapılmaktadır. Bu bölgede yeraltı su seviyesi oldukça yüksek olup 3m'ye kadar çıkmaktadır [14]. Yeraltı su seviyesi zemin yüzeyinden itibaren 10m'den yukarıda olduğu durumlarda yığma ve betonarme yapılar risk altındadır [15]. Uzun yıllar yer altı suyu çekimi binalarda farklı oturmalar sebep olmaktadır. Zemin koşulları elverişsiz ve yeraltı su seviyesi çok yüksek olduğu durumlarda, binaların farklı oturmalar yaptığı, devrildiği, yana yattığı veya zemine gömüldüğü tespit edilmiştir. Buna karşılık bu kısımlarda can kayıplarının daha az olduğu gözlenmiştir [16]. Bunlara örnek olarak 13 Mart 1992 tarihinde Erzincan'da meydana gelen 6,3 büyüklüğündeki bir depremde toplamı 8000 olmak

üzere 6120' si tek katlı, 1700' ü çift katlı ve 180' i üç katlı donatısız yığma yapı ya ağır hasar görmüş ya da çökmüştür [17].

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ü bölge birlikte değerlendirildiğinde; Yapılan 145 anket sonucuna göre binaların %53,10 (77 adet)' u düşük deprem riski, % 38,62 (56 adet)'u orta deprem riski taşımakta, %4,14 (6 adet)' ünde ciddi bir deprem riski bulunmamakta, %4,14 (6 adet)'inde deprem etkilerine açık bir yapılaşma gözlenmiştir.

## KAYNAKLAR

- [1]. Kibici, Y., “Deprem”, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Yayın No:59, 1. Basım, s.1, ss.221, Nisan 2005, Afyonkarahisar.
- [2]. T.C. Bayındırlık ve İskan Bakanlığı-kurumsal web sitesi ([www.bayindirlik.gov.tr](http://www.bayindirlik.gov.tr)).
- [3]. etiner, A. G., “İmar İle İlgili Yasal Düzenlemelerin Deprem Açısından İncelenmesi”, Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, 23-25 Mart 2005.
- [4]. <http://www.arkitera.com/v1/haberler/2002/01/10/depremtest.htm>
- [5]. Sengör, A., Gorur, N. And Saroglu, F., 1985, Strike-Slip Faulting and Related Basin Formation In Zones of Tectonic Escape: Turkey as case study, in Bittle, K.T. and Christie-Blick, N. (eds.), strike slip formation and sedimation, Soc. Economic Paleontologist and Mineralogists, Special Publucation, 37, 227-265.
- [6]. Boray, A., F. Saroęlu ve O. Emre, 1985, Isparta bükümünün Kesiminde D-B daralma için bazı veriler, Jeoloji Müh. Dergisi. 23, 9-20.
- [7]. Koçyigit, A., Bozkurt, E., Kaymakci, N., Saroglu, F., 2002 Şubat 2002 ay (Afyon)Depremini kaynağı ve ağır hasarın nedenleri: Akşehir Fay Zonu Orta Doęu Teknik Üniversitesi Tektonik Araştırma Birimi Jeolojik Ön Rapor.
- [8]. Özçelik, S., Kalafat, D., Sezgin, N., Pınar, A., “2000-2002 Afyon Bölgesindeki Büyük Depremlerin Kaynak-Kırılma Mekanizmaları ve Birbirleri arasındaki etkileşim”, Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, 23-25 Mart 2005.
- [9]. Tezcan, L., Meriç, T., Doędu, N., Akan, B., Atilla, Ö., Kurttaş, T., Akarçay Havzası Hidrojeolojisi ve Yeraltı suyu Akım Modeli Final Raporu, Hacettepe Üniversitesi UKAM, Ankara, 2002.
- [10] Boęaziçi Üniversitesi Kandilli Rasathanesi ve Deprem Araştırma Enstitüsü Ulusal Deprem İzleme Merkezi Raporu.
- [11]. Başkır, H., “Türkiye’de Jeotermal Enerjinin Isıtma Amaçlı Kullanım Potansiyeli ve Afyon Şehrinin Hava Kirlilięinin Azaltılmasında Jeotermal Enerjiden Yararlanma İmkanları”, Yıldız Teknik Üniversitesi FBE, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul 1993.
- [12]. Afyon İl Raporu, Bölgesel Gelişme ve Yapısal Uyum Genel Müdürlüęü, Kasım, 1996.
- [13]. <http://www.yapirehberi.net/Testdeprem.htm>
- [14]. Uygunoęlu, T., Yücel, K. T., Yurtcu, Ş., “ Betonun Zararlı Ortamlardaki Durumu: Yer altı Suyu Etkisi”, Yapı Teknolojileri Elektronik Dergisi (YTED), 2006 (1) 29-35.
- [15]. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Ağustos, 1998.
- [16]. Elmas, M., Karabörk, T., Mercan, D. “ Deprem Etkisindeki Yapı Davranışına Zemin Taşıma Gücünün Etkisi”, Deprem Sempozyumu Kocaeli 2005, 23-25 Mart 2005.
- [17]. Sucuoglu, H., Erberik, A., (1997). Performance Evaluation of a Three-Storey Unreinforced Masonry Building During the 1992 Erzincan Earthquake, Earthquake Eng. Struct. Dyn. 26, 319-336.