



**3 ŞUBAT 2002 SULTANDAĞI ve 1 EKİM 1995 DİNAR DEPREMLERİNİN YAPI  
MÜHENDİSLİĞİ YÖNÜNDE KİYASLANMASI**

**(COMPARING 3 FEBRUARY 2002 SULTANDAĞI AND 1 OCTOBER 1995 DİNAR  
EARTHQUAKES FROM STRUCTURAL ENGINEERING POINT OF VIEW)**

**Hikmet Hüseyin ÇATAL\***

**ÖZET/ABSTRACT**

Göller Bölgesinde son yedi yıl içerisinde can ve mal kaybına yol açan iki deprem meydana gelmiştir. Bunlardan ilki yaklaşık 3000 binanın yıkıldığı yada hasar gördüğü, 90 kişinin yaşamını yitirdiği 1 Ekim 1995 tarihinde meydana gelen  $M_s=6.1$  büyüklüğündeki Dinar depremi, ikincisi ise 3 Şubat 2002 tarihinde meydana gelen ve 43 kişinin yaşamını kaybettiği  $M_d=6.0$  büyüklüğündeki Sultandağı depremidir.

Bu çalışmada, her iki depremde hasar gören yapıların tipik özellikleri, tepki spektrumları incelenmiş, yapı mühendisliği yönünden çözüm önerileri sunulmuştur.

*Two earthquakes causing life and economical loses has occurred in Lakes Region during the last seven years. First of them is the 1 October 1995 Dinar earthquake having a magnitude of  $M_s=6.1$  in which nearly 3000 buildings collapsed or damaged and 90 people died, and the second is the 3 February 2002 Sultandağı earthquake having a magnitude of  $M_d=6.0$  in which 43 people died.*

*In this study, typical characteristics and response spectra of the structures damaged in the two earthquakes are studied and recommendations for the solutions from structural engineering point of view are presented.*

**ANAHTAR KELİMELELER/KEYWORDS**

Dinar depremi , Sultandağı depremi , kısa kolon ,yumuşak kat  
*Dinar earthquake, Sultandağı earthquake, short column, soft storey*

---

\*DEÜ, Mühendislik Fak., İnşaat Müh. Böl., Buca, İZMİR

## 1.GİRİŞ

Deprem ne zaman meydana geleceği önceden belirlenemeyen bir doğal afettir. Ülkemiz topraklarının nerede ise tamamına yakın kısmı aktif deprem kuşağı üzerinde bulunmaktadır. Güney-batı bölgemizde yer alan Göller Bölgesinin 38 ve 39 N, 30 ve 31.5E koordinatları arasında bulunan bölgede son yedi yıl içerisinde toplam 133 kişinin hayatını kaybettiği, ekonomik kayıpların yaşandığı iki deprem meydana gelmiştir. Bu depremlerden ilki 1.Ekim 1995 tarihinde Dinar ve çevresinde etkili olan Dinar depremi , ikincisi ise 3. Şubat 2002 tarihinde Sultandağı ve çevresinde meydana gelen Sultandağı depremleridir.

## 2.BÖLGENİN DEPREM AKTİVİTESİ

Dinar ve Sultandağı Türkiye deprem bölgeleri haritasında birinci derece deprem bölgesinde yer almaktadır. Dinar ve çevresi Ege ve Kıbrıs fay hatlarının kesim bölgesinde bulunmaktadır. Genç faylar bu bölgede Sultan dağı'nın batısında, Gediz ve Menderes vadilerinin sınırladığı bölgede yer almaktadır.

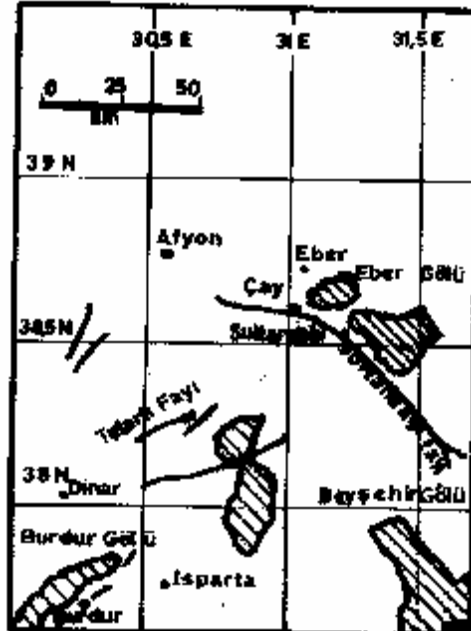
3 Şubat 2002 tarihinde aktif hale geçen Sultandağı fayı ise Eber ve Akşehir gölleri ile Sultan dağları arasında kalan bölgede, kuzeybatı-güneydoğu doğrultulu bir faydır (Şaroğlu vd, 1995).

Göller Bölgesi için genlik-frekans bağıntısı 1900-1993 yılları arasında genliği  $M \geq 4.0$  olan depremler kullanılarak aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Bağcı, 1995).

$$\log N = 6.184 - 0.907M$$

Burada M, genliği, N, genliği M ve daha büyük olan depremlerin kümülatif sayısını göstermektedir.

Bölge Hors-Graben sistemi içerisinde yer almakta olup bu sistem içerisinde Çivril, Acıgöl, Burdur grabenleri kuzeydoğu-güneybatı yönünde; Akşehir, Beyşehir grabenleri ise kuzeybatı-güneydoğu yönündedir. Yörenin tektonik haritası Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Dinar ve Sultandağı yöresinin tektonik haritası

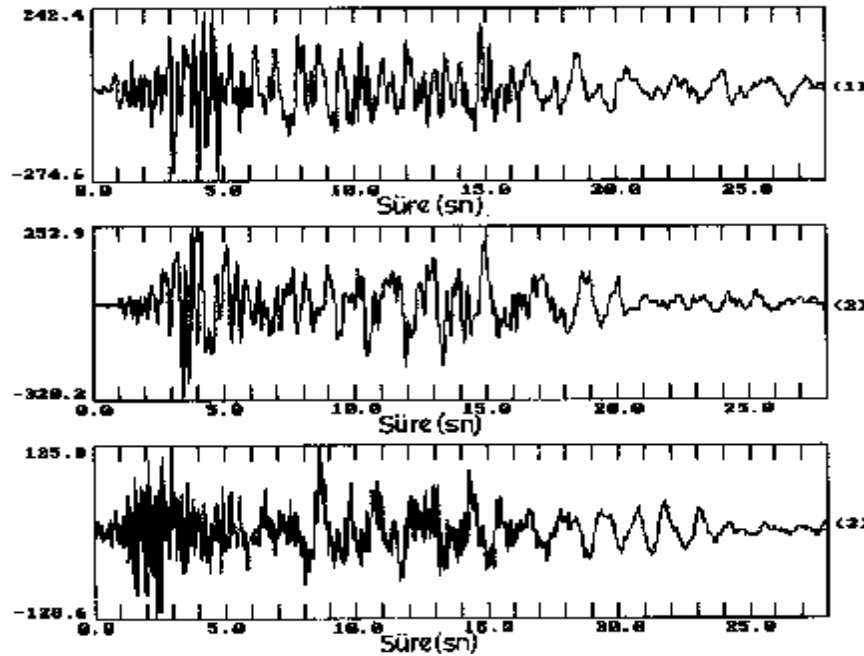
Aletsel dönemde Dinar ve Sultandağı'nda meydana gelen büyüklüğü  $M_s > 5.0$  olan depremler Çizelge 1'de sunulmuştur (Bayındırlık ve İskan Bakanlığı).

Çizelge 1. Dinar ve Sultandağı civarında aletsel dönemde meydana gelen depremler ( $M_s > 5.0$ )

Tarihi	Saati (Yerel)	Yer	Büyüklük ( $M_s$ ve $M_d$ )	Can Kaybı
7.8.1925	8:46	Dinar	$M_s=5.9$	3
1.10.1995	17:57	Dinar	$M_s=6.1$	90
15.12.2000	18:94	Sultandağı	$M_s=5.8$	6
3.2.2002	9:11	Sultandağı	$M_d=6.0$	43

### 3. GÜÇLÜ YER İVMELERİ

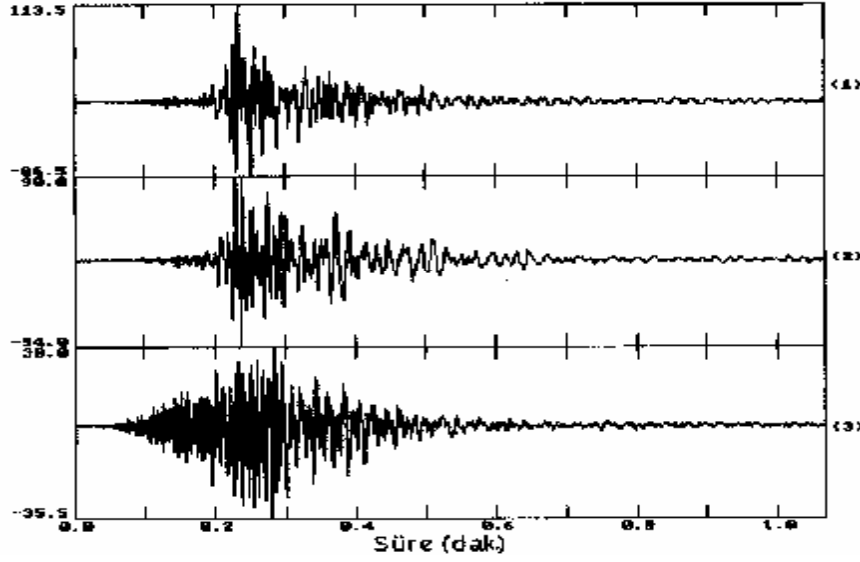
1 Ekim 1995 tarihinde yerel saate göre 17:57 de meydana gelen büyüklüğü  $M_s=6.1$  ve merkez üssü 38.18 Kuzey-30.02 Batı koordinatlarında olan Dinar depreminin ana şokuna ait düzeltilmiş güçlü yer ivme kayıtlarının üç yönlü bileşenleri, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından işletilen alüvyonlu zemin üzerine tek katlı olarak inşa edilmiş Dinar Meteoroloji istasyonunda kurulu olan SMA-1 tipi sismogramdan elde edilmiştir. Bu veriler göre Dinar depreminin ana şokunun kuzey-güney, doğu-batı ve düşey bileşenleri güç yer ivmelerinin en büyük değerleri sırası ile 274.6 cm/sn<sup>2</sup>, 320.2 cm/sn<sup>2</sup> ve 128.6 cm/sn<sup>2</sup> olup, ivme değerlerinin zamana göre değişimleri (Şekil 2. 1, 2, 3) de sunulmuştur.



Şekil 2. Dinar depreminin güçlü yer ivmelerinin zamana göre değişimi  
kuzey-güney bileşeni 2) doğu-batı bileşeni 3) düşey bileşen

3 Şubat 2002 tarihinde yerel saate göre 9:11'de meydana gelen büyüklüğü  $M_d=6.0$  ve merkez üssü 38.5733 Kuzey-31.2715 Batı koordinatlarında olan Sultandağı depreminin güçlü yer ivme kayıtları, Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Afet İşleri Genel Müdürlüğü tarafından işletilen, Afyon Bayındırlık ve İskan İl Müdürlüğü binasında kurulu olan SM-2 tipi sismogramdan elde edilmiştir. Bu veriler göre Sultandağı depreminin ana şokunun kuzey-

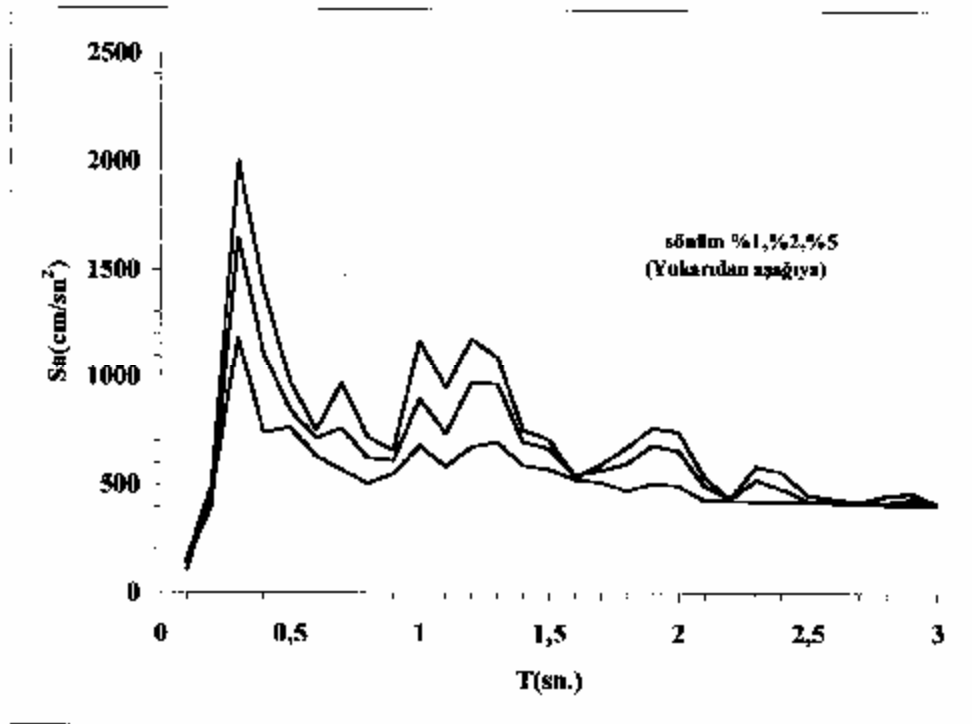
güney, doğu-batı ve düşey bileşenleri güç yer ivmelerinin en büyük değerleri sırası ile 113.3  $\text{cm/sn}^2$ , 94.2  $\text{cm/sn}^2$  ve 35.3  $\text{cm/sn}^2$  olup, ivme değerlerinin zamana göre değişimleri Şekil 3. 1, 2, 3'de sunulmuştur.



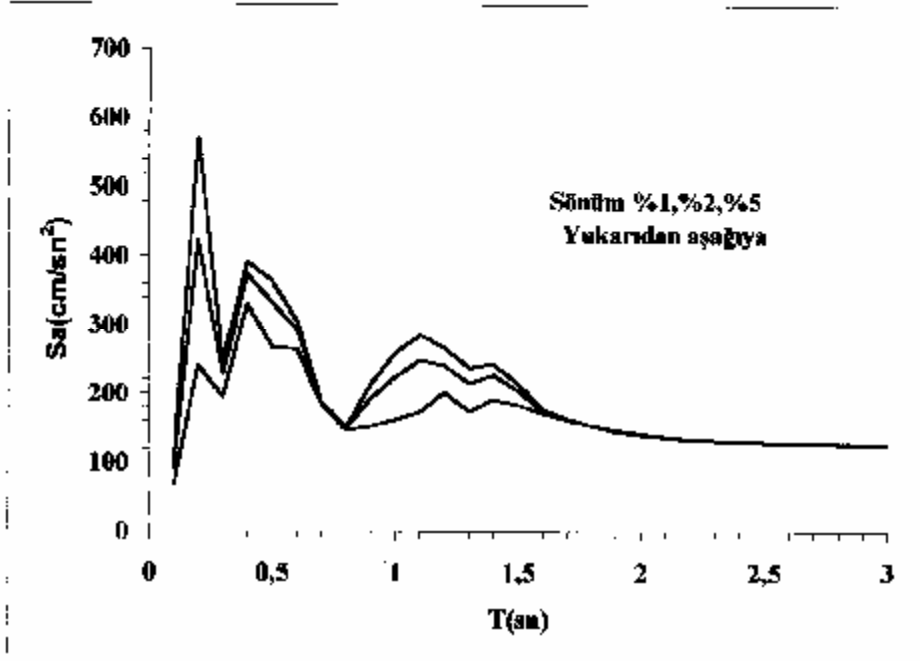
Şekil 3. Sultandağı depreminin güçlü yer ivmelerinin zamana göre değişimi  
1) kuzey-güney bileşeni 2) doğu-batı bileşeni 3) düşey bileşen

#### 4. ELASTİK İVME TEPKİ SPEKTRUMLARI

Dinar depreminin güçlü yer ivmelerinin doğu-batı bileşeni; Sultandağı depreminin güçlü yer ivmelerinin kuzey-güney bileşeni sayısal değerleri kullanılarak, sönüm oranı %1, %2, %5 olan yapıların elastik ivme tepki spektrumları sırası ile Şekil 4 ve Şekil 5'de sunulmuştur.



Şekil 4. Dinar depremi elastik ivme tepki spektrumu



Şekil 5. Sultandağı depremi elastik ivme tepki spektrumu

Sultandağı depreminde sönümü %5 olan yapılarda en büyük tepki ivme değeri 0.4 sn periyot değerinde meydana gelmiş olup  $320 \text{ cm/sn}^2$  civarındadır (Şekil-5). Dinar depreminde ise %5 sönüme sahip yapılarda en büyük ivme değeri 0.3 sn periyotunda meydana gelmiş olup  $1200 \text{ cm/sn}^2$  civarındadır (Şekil-4). Bu değer Sultandağı depreminde %5 sönümlü yapılarda oluşan ivme değerinden yaklaşık 3.5 kat daha fazladır.

## 5.YAPISAL HASARLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ

Dinar depreminde, merkezde yaygın olarak tuğla yığma ve betonarme binalar hasar görmüştür. Betonarme binaların kat adedi bir ile altı arasında değişmektedir. Yerleşim merkezinde betonarme resmi binalardan, beş katlı postahane binası ve Dinar Lisesi ağır hasar görmüş, üç katlı polis karakolu tamamen yıkılmış, dört katlı adliye binasının üçüncü katı yıkılmıştır.

Sultandağı depreminde ise Sultandağı ilçesinde tuğla veya taş yığma binalar ile kerpiç yapılar hasar görmüş, Çay ilçesinde üç bloktan oluşan toplam dokuz katlı, kaba inşaatı tamamlanmış betonarme kooperatif binalarından bir bloğu toptan göçmüş, diğer iki blokta ise ağır hasar meydana gelmiştir. Ayrıca Çay küçük sanayi sitesinde tek katlı betonarme binalar yıkılmış veya ağır hasar görmüştür. Ayrıca Sultandağı depreminde, yöredeki süneklik oranları düşük, kırsal, kerpiç yığma yapılar büyük ölçüde hasar görmüş yada yıkılmıştır.

Sultandağı yöresindeki hakim yapı tipi bir yada iki katlı kerpiç, taş yada tuğla yığma binadır. Bu tür binaların deprem dayanımları oldukça düşüktür(Bayülke, 1978). Kerpiç yığma yapıların üzerlerinde ağır toprak damlar bulunmaktadır. Bu tür yapıların pek çoğunda duvarlar arasına, deprem etkilerine karşı güvenliği arttıracak ahşap dikme ve diyagonaller konulmamıştır. Taş yada tuğla yığma binaların pek çoğunda duvarlarının üzerine, deprem esnasında duvarların ayrışmasını önleyecek betonarme hatıllar yapılmamıştır.

Dinar ve Sultandağı depremlerinde, hasarlı veya yıkılmış betonarme binaların tipik özellikleri aşağıda sunulmuştur:

1. Kullanılan betonun dayanımı düşüktür. Yapılarda beton dökümü sırasında vibratör kullanımı yaygın değildir.
2. Kolon ve perdelerin uzun kenarları yapı planında aynı doğrultularda dizayn edilmiş, böylece diğer doğrultudaki yatay rijitlik azaltılmıştır.
3. Özellikle zemin katlarda ticari amaca yönelik olarak bölme duvarlar kaldırılmış ve yumuşak kat oluşumuna müsaade edilmiştir.
4. Kolon-kiriş birleşim bölgelerinde etriye sıklaştırılması yapılmamıştır. Hasarlı pek çok yapının kolonlarında etriyeler arası mesafe yeterli olmayıp, bazı kolonlarda hiç etriye kullanılmadığı gözlemlenmiştir.
5. Betonarme taşıyıcı elemanlarda kullanılan donatıların kenetlenme boyları yetersizdir. Donatı ile betonun aderansı yeterince sağlanamamıştır.
6. Etriyelerin kancaları 90<sup>0</sup> bükülmüş olup, deprem etkisi altında etriye uçları kolaylıkla açılacak şekilde imal edilmiştir.
7. Bodrum yada zemin katlarda ışıklandırma sağlamak amacı ile duvar üstlerinde oluşturulan camekanlı çerçeveler, kolonların üst bölgesinde kısa kolon davranışına yol açmıştır.

Dinar ve Sultandağı yöresinden hareketle betonarme yapılarda yukarıda sözü edilen tipik hatalar diğer yörelerde de yaygın olarak tekrar edilmektedir.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Göller Bölgesi'nde son yedi yıl içerisinde meydana gelen iki depremde toplam 133 kişi yaşamını yitirmiş, ekonomik kayıplar olmuştur. Ülkemizde 1975 ve 1998 yıllarında yürürlüğe giren son iki Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar Hakkındaki Yönetmeliklerde depreme dayanıklı yapı tasarımına ilişkin asgari koşullar verilmiş olsa da yörede bu kurallara uyulmadığı gözlemlenmiştir. Yörede depreme dayanıklı bina yapımı için aşağıda belirtilen temel ilkeler önerilebilir:

1. Yüksek dayanımlı beton ve donatı kullanımı özendirilmelidir.
2. Yöre halkının, depreme dayanıklı bina yapımı konusunda bilgi ve becerisi artırılmalıdır.
3. Yöredeki betonarme yapıların güçlendirilmesi, kırsal kerpiç, tuğla ve taş yığma yapıların ise güçlendirilmesi veya yenilenmesi bir program dahilinde yapılmalıdır.
4. Yapı denetimi ülke çapında yaygınlaştırılmalıdır.
5. Yörede yeni açılacak yerleşim bölgelerinin, sosyal koşulların yanı sıra zemin koşullarının da dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Şaroğlu F., Emre Ö., Kuşçu İ. (1995): "Türkiye Aktif Fay Haritası", Maden Tetkik ve Araştırma Enstitüsü, Ankara.
- Bağcı G. (1993): "An Investigation of Earthquake Occurrences in Lakes Region of Southwest Anatolia", Deprem Araştırma Bülteni, sayı:71, sayfa 97-115.
- Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Bayülke N. (1978): "Tuğla Yığma Yapıların Depremdeki Davranışları", Deprem Araştırma Bülteni, sayı:22, sayfa 26-41.