



SPD Hidropolitik Akademi

2020



## ELAZIĞ, MALATYA DEPREMİNİN KARAKAYA BARAJI VE HES'E ETKİLERİ ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU

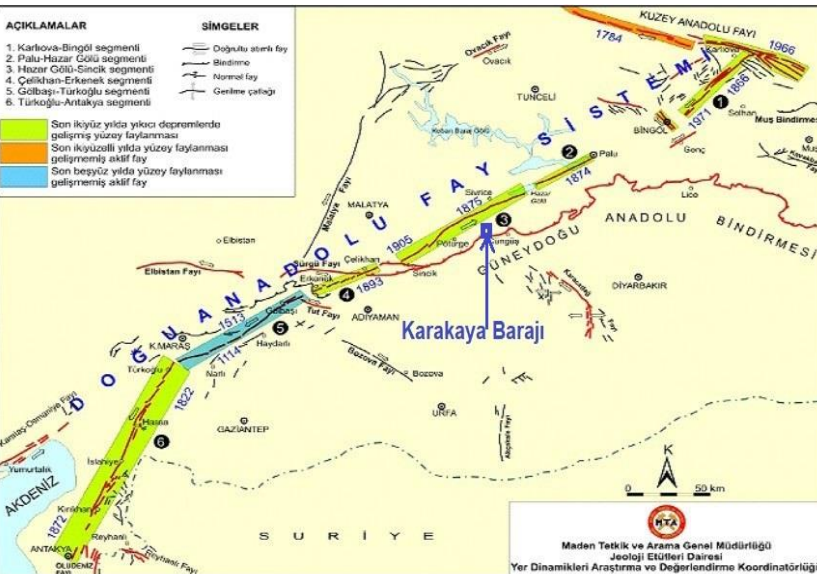
### AÇIKLAMALAR

1. Karlova-Bingöl segmenti
2. Palu-Hazar Çözü segmenti
3. Hazar Çözü-Sinick segmenti
4. Çelikhah-Erkemek segmenti
5. Gölbaşı-Turkoğlu segmenti
6. Turkoğlu-Antakya segmenti

- Son ikizölçümde yıkıcı depremlerde gelişmiş yüzey faylanması
- Son ikizölçümde yüzey faylanması gelişmemiş aktif fay
- Son beşyüz yılda yüzey faylanması gelişmemiş aktif fay

### SİMGELER

- Doğultu atarık fay
- Blondino
- Normal fay
- Gerilme çatlağı



Su Politikaları

Derneği

28.01.2020





**ELAZIĞ, MALATYA DEPREMİNİN KARAKAYA BARAJI VE HES'E  
ETKİLERİ  
ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU**



**RAPOR NO: 2020-2**

Raporun Adı: ELAZIĞ, MALATYA DEPREMİNİN KARAKAYA BARAJI VE HES'E ETKİLERİ ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU

**Raporu Hazırlayanlar** : İnş Müh Dursun YILDIZ<sup>1</sup>, Yusuf Başlamışlı İnş Yük Müh<sup>2</sup>

(1)DSİ Daire Başkan Yrd. (E)  
İnşaat Müh. Su Politikaları Uzmanı  
TEMA Bilim Kurulu Üyesi  
Üniversite Öğretim Görevlisi  
TMMOB Eski Yöneticisi  
SPD Hidropolitik Akademi Merkezi Başkanı

(2) İnş Yük Müh – DSİ Eski Müh.  
Eski SU YAPI Müh Müş A.Ş. Proje Müh. ve Üst Düzey Yöneticisi

**RAPOR HAKKINDA**

Sınıraşan sular üzerindeki büyük barajların depreme dayanıklı olarak inşa edilmesi barajın inşa edildiği ülke kadar barajın akışaşağısındaki ülke için de önem taşımaktadır. Bu nedenle bu barajların depreme diğer afetlere karşı dayanıklılıkları yakın mesafeli depremlerin sonrasında gündeme gelmekte ve ülkelerarasındaki hidropolitik ilişkileri de etkilemektedir. SPD Hidropolitik Akademi, son dönemde Doğu Anadolu Fayında meydana gelen sismik hareketlilik ve son olarak 6,8 büyüklüğündeki Elazığ, Malatya depreminden sonra kırılan bu fay segmentine yaklaşık 9 km uzaklıkta yer alan Karakaya Barajı ve HES'in depreme karşı genel davranışı, elde edilebilen bilgiler üzerinden değerlendirilmiştir. Hazırlanan bu ön rapordaki amaç Karakaya Barajı ve HES'in depremden sonra genel durumu ile ilgili bir ön bilgilendirme yapmaktır.

Saygılarımla

Dursun Yıldız

Başkan

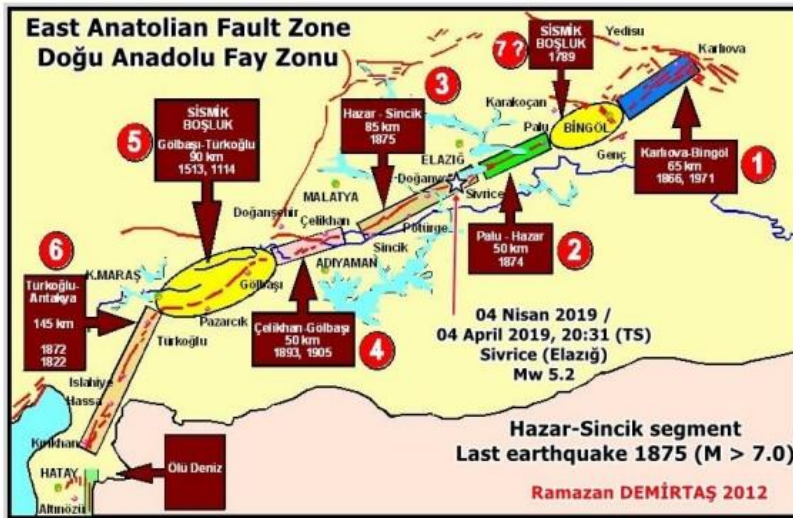
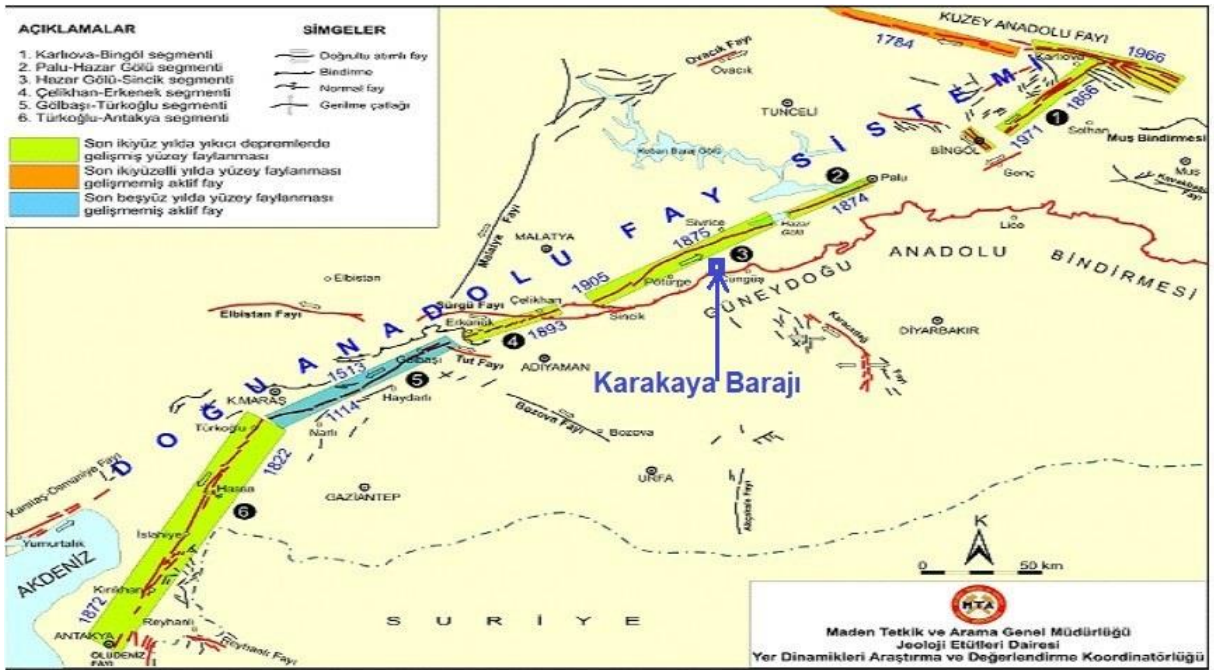
28 Ocak 2020



## 1.DOĞU ANADOLU FAY SİSTEMİ

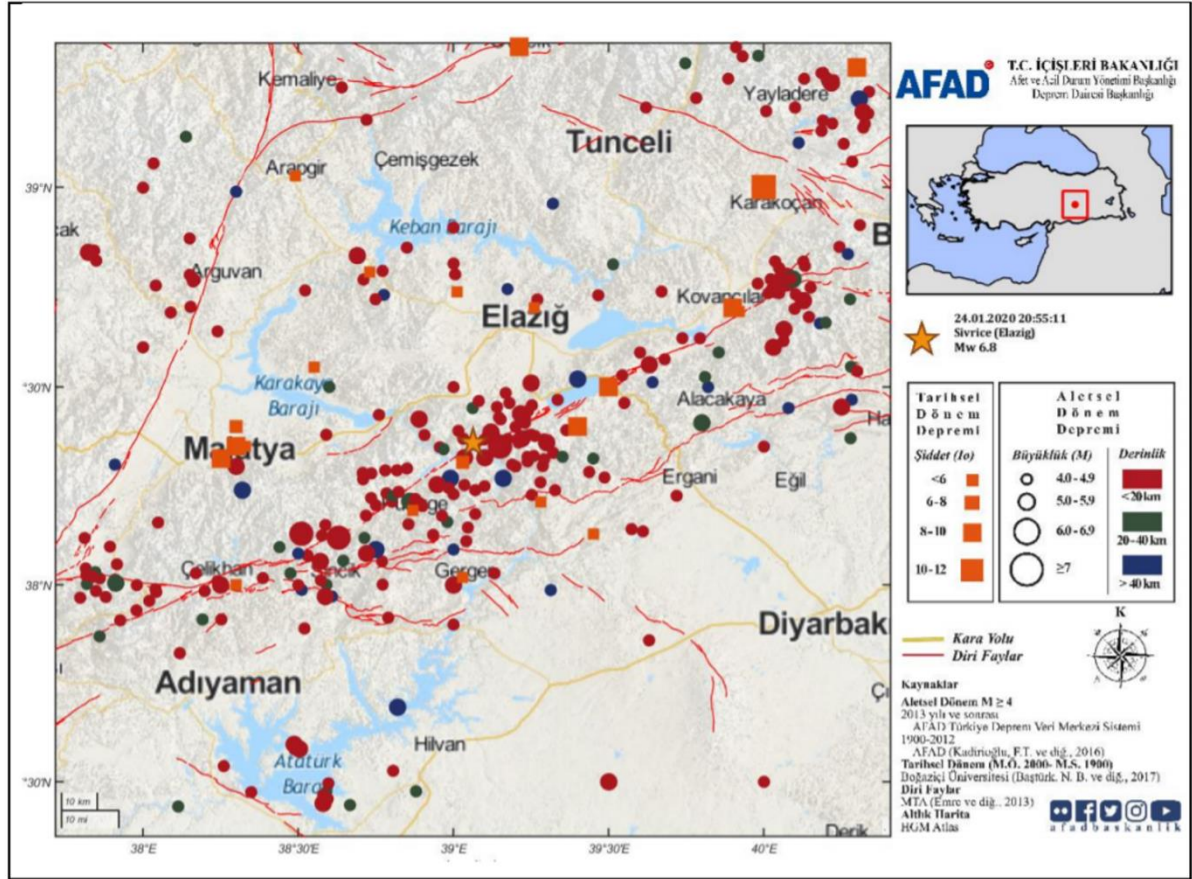
Doğu Anadolu Fay Zonu'nun, Karlıova (Bingöl) ve Türkoğlu (Kahramanmaraş) arasında kuzeydoğu-güneybatı uzanımlı, yaklaşık 430 kilometre boyunca izlenen, sol-yanal atımlı, farklı uzunlukta ve birbirlerini tamamlayan birçok fay parçasından oluşmaktadır. Hem tarihsel hem de aletsel dönem boyunca, Doğu Anadolu Fay Zonu üzerinde yüzey kırığı oluşturmuş hasar yapıcı depremlerin meydana gelmiştir.

Deprem sol yanal doğrultu atımlı bir fay olan Doğu Anadolu Fayının Hazar Gölü-Sincik Segmenti üzerinde meydana gelmiştir (Şekil 1). Yapılan odak mekanizması çözümü söz konusu segmentle uyumlu sonuçlar vermiştir. Bu segment üzerindeki son hasar yapıcı deprem, 144 yıl önce 1875 yılında meydana gelen  $M=7.0$  büyüklüğündeki deprem olarak bilinmektedir. Segmentin yıllık kayma hızı 810 mm/yıl olup, 3 metrelik atma karşılık gelen  $> M 7.0$  büyüklüğünde bir depremin yinelenme aralığı 300-375 yıldır.



Şekil 1 .Doğu Anadolu Fay Sistemi ve Hazar Gölü Sincik Segmenti

## 2. BÖLGENİN GEÇMİŞ DÖNEM DEPREM AKTİVİTESİ



Şekil 2. Bölgenin tarihsel ve aletsel dönem deprem aktivitesi (2).

Bölgede 1900 yılından günümüze kadar en büyüğü 6.8 olmak üzere 282 adet  $M \geq 4.0$  deprem meydana gelmiştir. Ayrıca bahsi geçen bölgeye ait, 1900 yılı öncesi için, 41 adet tarihsel dönem depremi kaydı mevcuttur.

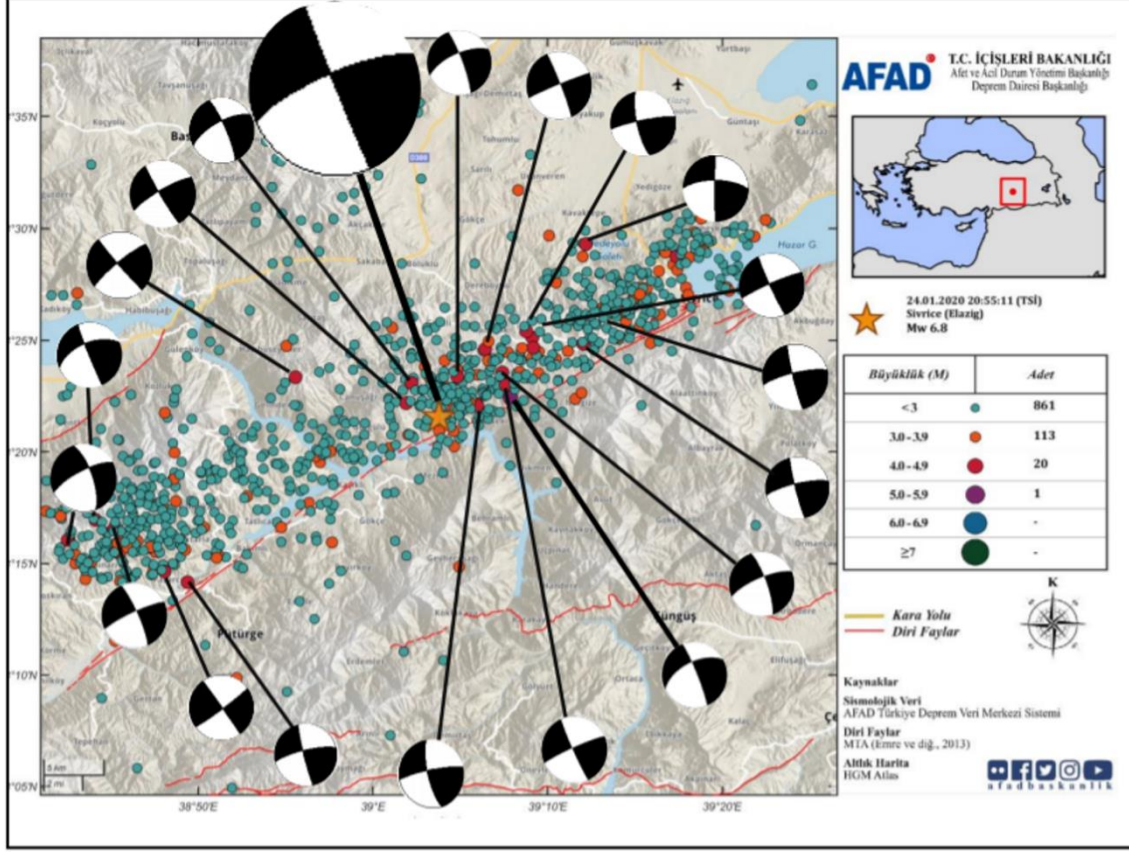
Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre bölgenin deprem tehlikesi Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre bölgenin tehlikesi Şekil 4.1' de gösterilmiştir. Depremin meydana geldiği noktanın Türkiye Deprem Tehlike Haritasındaki PGA 475 değeri 0.665 g'dir.

## 3. DEPREMİN BÜYÜKLÜĞÜ VE ÖLÇÜLEN İVME DEĞERLERİ

24.01.2020 günü, Türkiye saati ile 20:55'te merkez üssü Sivrice (Elazığ) olan Mw 6.8 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Yerin 8.06 km derininde meydana gelen bu depremin en yakın yerleşim birimi olan Elazığ ilinin Sivrice ilçesine bağlı Çevrimtaş köyüne uzaklığı 0.81 km'dir (Tablo 1.1). Ana şoktan, 27.01.2020 12:25' e kadar geçen zamanda, büyüklükleri 0.8 ile 5.1 arasında değişen 995 artçı deprem kaydedilmiştir (Şekil 2). Depremin belirgin süresi ise ilk belirlemelere göre 20.4 sn olarak hesaplanmıştır (2).



Depremden sonra yapılan odak mekanizması çözümleri bir arada değerlendirildiğinde Mw 6.8 büyüklüğündeki depremin sol yanal doğrultu atımlı bir fay olan Doğu Anadolu Fayının Sivrice Pötürge segmenti üzerinde geliştiği ve yırtılmanın 50-55 km lik bir alanda geliştiği düşünülmektedir.



Şekil 2. 24.01.2020 20:55:11 (TSİ), Sivrice (Elazığ) Mw 6.8 depremi ve artçı şok aktivitesi (2).

Tablo 1. Bölgedeki ivmeölçer istasyonlar ve ölçülen ivme değerleri (2).

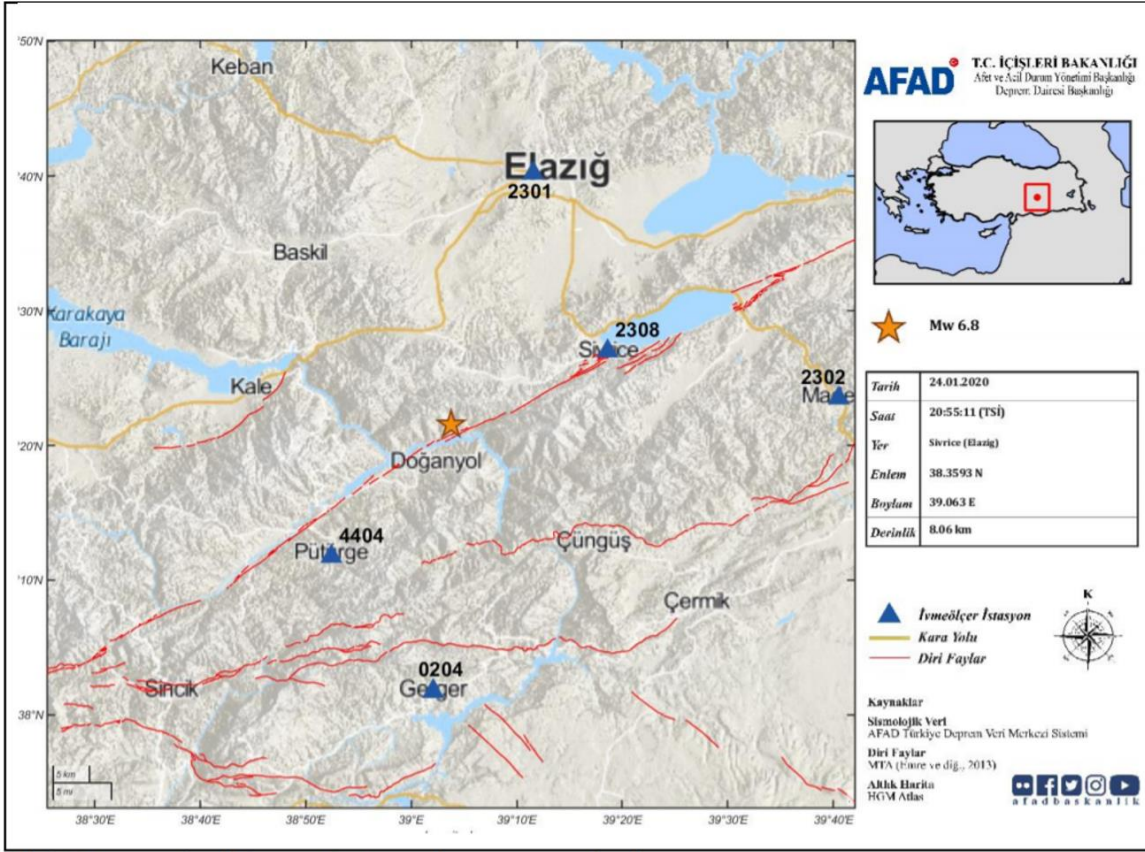
Kodu	İl	İlçe	Enlem	Boylam	Ölçülen İvme Değerleri (gal)			Uzaklık $R_{epi}$ (km)
					K-G	D-B	Düşey	
2308	Elazığ	Sivrice	38.4506	39.3102	237.99	292.77	190.09	24
4404	Malatya	Pötürge	38.1959	38.8738	206.91	239.24	153.87	25
0204	Adıyaman	Gerger	38.0290	39.0347	94.03	110.11	60.75	37
2301	Elazığ	Merkez	38.6704	39.1927	119.28	140.73	66.31	36
2302	Elazığ	Maden	38.3923	39.6754	26.29	33.97	22.78	53

66 adet ivmeölçer ile yapılan ön değerlendirme sonuçlarına göre en büyük ivme 2308 kodlu ivmeölçer istasyonunun Doğu-Batı bileşeninde 292.77 gal<sup>1</sup> olarak ölçülmüştür. Depremin merkez üssüne en yakın 5 ivmeölçer istasyonunun yerleri Şekil 3 'te ,ölçtüğü ivme değerleri ile istasyonlara ait bilgiler ise Tablo.1' de verilmiştir.

Depremin merkez üssüne en yakın 5 ivmeölçer istasyonunun ölçtüğü ivme değerleri arasında yapılan ön değerlendirme sonuçlarına göre en büyük ivme depremin merkez üssüne 24 km

<sup>1</sup> 1g= 9,81 kg/cm<sup>2</sup> =981 gal

uzaklıkta olan 2308 kodlu Sivrice ivmeölçer istasyonunda Doğu Batı bileşeninde 292.77 gal (0,29 g) ,depremin merkez üssüne 25 km uzaklıkta olan 4404 kodlu Pötürge istasyonda ise 239,24 gal<sup>2</sup> (0,24 g) olarak ölçülmüştür.

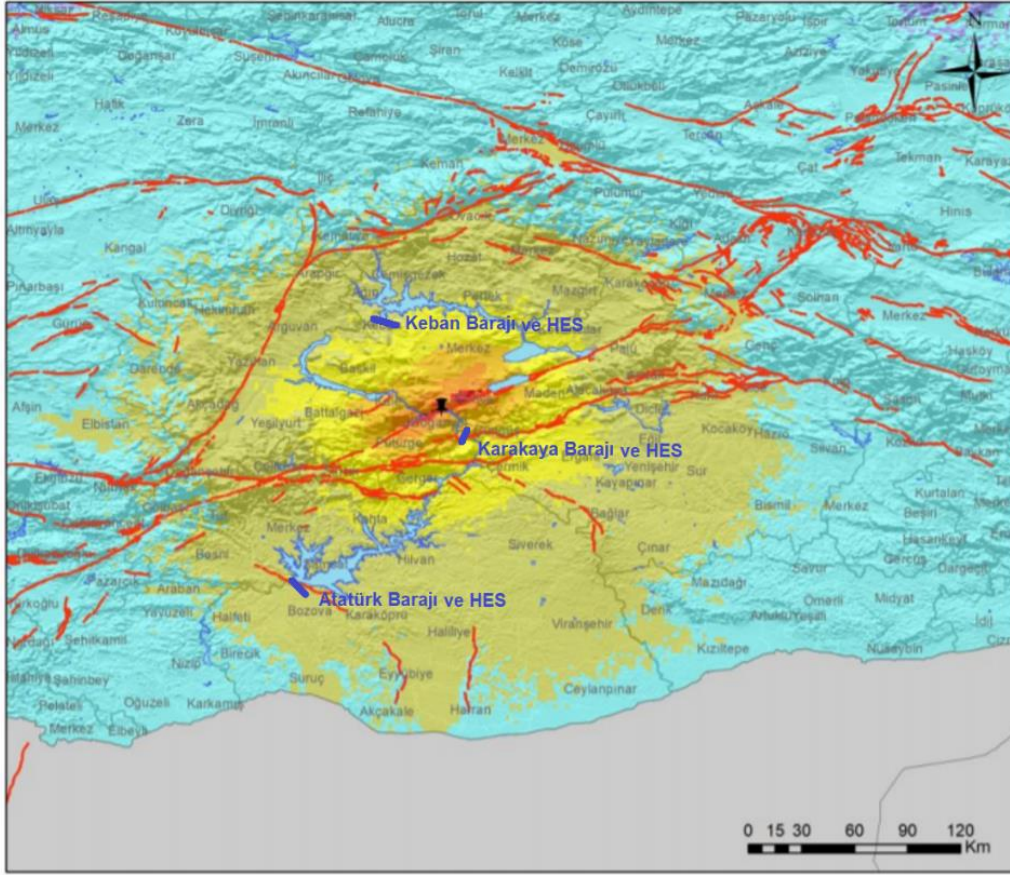


Şekil 3. Depremi kaydeden en yakın 5 ivmeölçer istasyonunun yerleri (2).



Şekil 4. Kırılan Hazar Sincik Fay Segmenti ve Ölçülen Deprem İvmeleri





**AFAD**

T.C. İçişleri Bakanlığı  
Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı  
Deprem Dairesi Başkanlığı

AFAD-RED



**Büyükük (Mw): 6.8**  
**Mak. Şiddet: IX**

**Açıklamalar**

- ★ Merkez Üssü
- MTA Diri Faylar (Emre ve diğ., 2013)

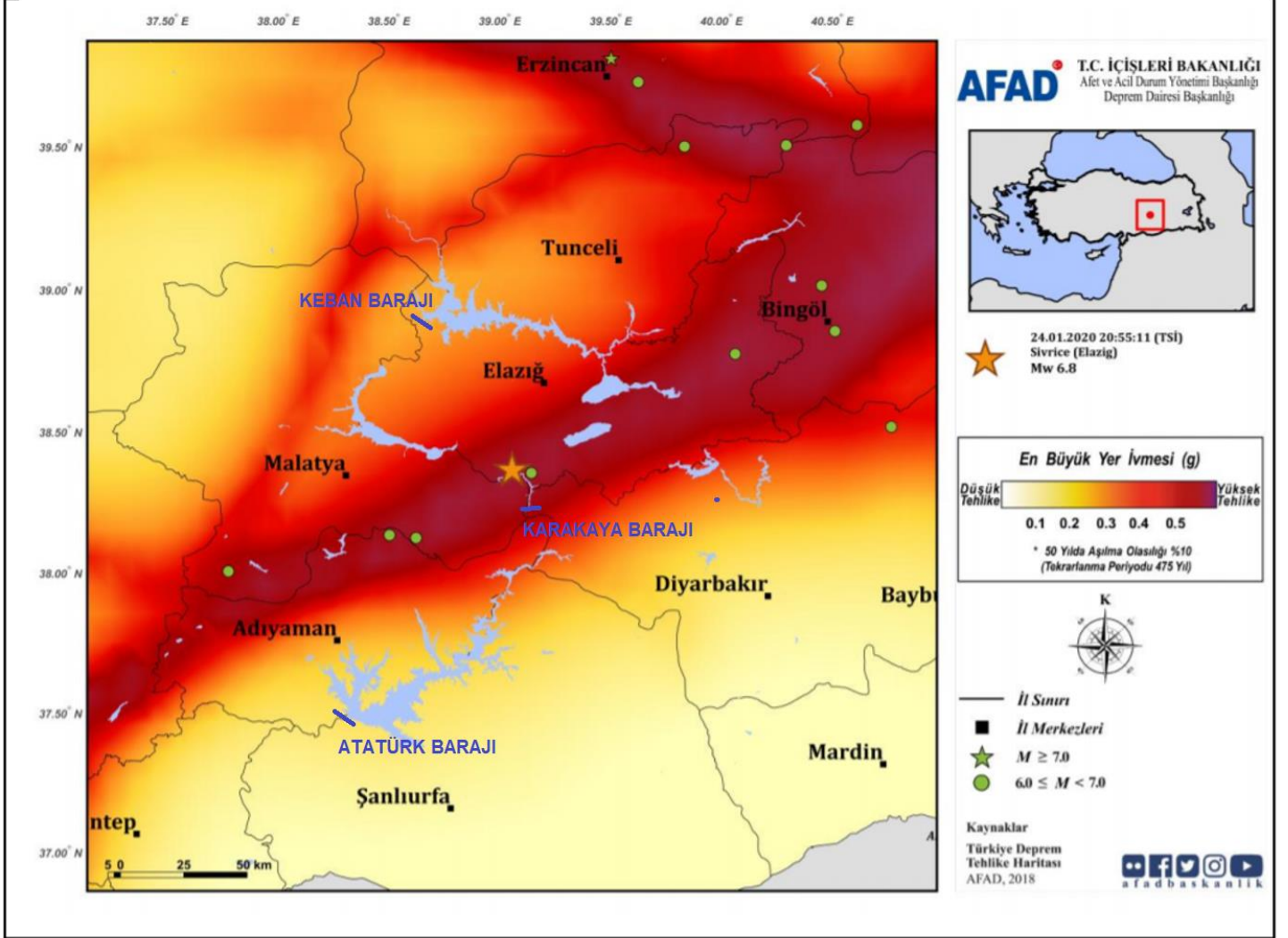
**Tahmini Şiddet**

- I Hissedilmez
- II Zayıf
- III Hafif
- IV Orta
- V Oldukça Güçlü
- VI Güçlü
- VII Çok Güçlü
- VIII Yıkıcı
- IX Şiddetli
- X Yoğun
- XI Aşırı
- XII Tam Yıkım

Şekil 5. AFAD-RED tahmini şiddet haritası(2).

Deprem Ön Hasar Tahmin Sistemi (AFAD-RED) kullanılarak üretilen şiddet haritasına göre depremin merkez üssüne en yakın, Türkiye sınırları içerisindeki, yerleşim yerinde depremin şiddeti MMI IX olarak hesaplanmıştır (Şekil 5). Sismik şiddet ve ön hasar kestirimleri, ampirik bağıntılar kullanılarak otomatik olarak hesaplanmış olup saha gözlemlerine dayanmamaktadır (2).





Şekil 6. Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre bölgenin deprem tehlikesi (2).

Türkiye Deprem Tehlike Haritasına göre bölgenin tehlikesi Şekil 6' da gösterilmiştir. Deprem meydana geldiği noktanın Türkiye Deprem Tehlike Haritasındaki PGA 475 değeri 0.665 g'dir (2).

### KARAKAYA BARAJI VE HES

Karakaya Barajı ve Hidroelektrik Santrali (HES) Diyarbakır'ın Çüngüş ilçesinde Fırat Nehri üzerindedir. DSİ tarafından inşa edilen Karakaya Barajı 1987 yılında işletmeye açılmıştır. Her biri 300 MW gücündeki 6 adet türbin bulunan barajın toplam kurulu gücü 1800 MW'tır.

Barajın Yüksekliği : 173 m.

Göl hacmi: 9.580 hm<sup>3</sup>

Göl alanı: 268 km<sup>2</sup>

Fırat Nehri üzerindeki Atatürk Barajı'ndan sonra kurulu güç olarak en büyük ikinci baraj olan Karakaya'nın işletmeye uygun maksimum su kotu 693 metre, minimum su kotu 670 metredir. Karakaya Barajı ve HES yıllık ortalama 6.668.315.442 kilovatsaat elektrik üretimi ile ülkenin elektrik üretiminde önemli bir paya sahip bulunmaktadır.



### Karakaya Barajı ve HES

Karakaya Barajı ve HES'e 9 km uzaklıkta olan Doğu Anadolu Fay Sisteminin Hazar-Sincik Fay Segmenti üzerindeki sismik hareketlilik son dönemde artmıştır. Bu fay üzerinde yürütülen çalışmalar sonucunda bilim insanları tarafından Hazar-Sincik fay segmentinde Sivrice bölgesinde Mw 6,5-7 büyüklüğünde bir enerji boşalması beklendiği açıklamaları yapılmıştır. Sivrice merkezli bu sismik aktivitenin ilki 2019 yılında gerçekleşmiştir. 04.04.2019 tarihinde, Türkiye saati ile 20:31'de merkez üssü Sivrice (Elazığ) olan Mw 5.2 büyüklüğünde bir deprem meydana gelmiştir. Yerin 9.40 km derininde meydana gelen bu depremin en yakın yerleşim birimi olan Elazığ ilinin Sivrice ilçesine bağlı Kılıçkaya köyüne uzaklığı 3.12 km olarak ölçülmüştür.

Bu depremde en büyük ivme ,depremin merkez üssüne 17 km uzaklıkta olan 2308 kodlu Sivrice ivmeölçer istasyonunda Kuzey-Güney bileşeninde 38.41 gal (0,038 g) olarak ölçülmüştür. Doğu Batı bileşenindeki değer ise 29,3 gal (0,029g) olarak tespit edilmiştir. İkinci büyük ivme ise depremin merkez üssüne 30 km uzaklıktaki Pütürge ivme ölçer istasyonunda kuzey güney bileşeninde 13,6 gal (0,013 g) olarak ölçülmüştür.

Karakaya Barajı ve HES Fizibilite raporunda (3) *“Fırat'ın Karakaya ve Keban arasındaki bölge nispeten aktif bir sismik bölgededir. Bu bölgede her yüzyılda bir 7 Mw ölçeğinde depremler kaydedilmiştir. Karakaya Barajı ve HES'in projesi uygun deprem kuvvetlerine dayanacak şekilde tasarlanabilir”* ifadesi yer almıştır.

Karakaya Barajı'nın projelendirilmesinde barajın depreme dayanıklılığı için temelde deprem ivmesi olarak 0,20g gövde için ise 0,37g değerleri alınarak deprem tahkiki yapılmıştır. Barajın zemin etüdlerinde çok detaylı çalışmalar yapılmış ve gövde betonu kalitesi çok sıkı şekilde denetlenmiştir.

Karakaya Barajı'nın proje, inşaat ve işletme safhaları için yapılan çok detaylı çalışmalar ve denetimler



son depremin ardından barajın güvenliği konusunda hiçbir problem yaşanmamasını sağlamıştır. Bu kriterlerin o dönemde DSİ Genel Müdürlüğü tarafından Dicle ve Fırat Nehri üzerinde inşa edilen tüm barajlar için titizlikle sağlanmaya çalışıldığı bilinmektedir.

Karakaya Barajı ve HES'in 9 km mesafede bulunduğu Doğu Anadolu Fay Sisteminin Hazar-Sincik Fay Segmenti 5 Nisan 2019 da Mw 5,2 , 24 Ocak 2020 tarihinde ise Mw 6,8 büyüklüğündeki depremler yaratmıştır. 6,8 büyüklüğünde olan son deprem ile Karakaya Barajı ve HES bu bölgede tarihsel ve aletsel olarak ölçülen ve bilim insanları tarafından yakın zamanda oluşacağı tahmin edilen maksimum deprem büyüklüğüne maruz kalmıştır. Karakaya Barajı ve HES depremin merkez üssüne R= 28 km. mesafededir.

Konuyla ilgili bilim insanlarının yaptığı açıklamalar 24 Ocak 2020'de Hazar-Sincik fay segmentinin kırıldığı ve güney batı doğrultusunda Çelikhan Gölbaşı fay segmentine gerilme aktarmış olabileceği yönündedir. Bu durumda bilim insanlarının kırılmaya aday olarak belirttikleri fay segmenti Karakaya Barajı HES'in bulunduğu bölgenin daha uzağında yer almaktadır.

Karakaya Barajı ve HES'de son deprem sonrasında sadece şalt sahasında iletim hattı çıkışında ve trafo merkezinde kısmi hasar oluşmuş, baraj gövdesi ve barajın diğer kısımları depremden etkilenmemiştir. Bu hasarlar elektrik iletimi yapılamadığı için santralin 36 saat civarında üretim yapamaması sonucunu doğurmuştur Ancak onarımın hızla tamamlanması ile santral tekrar işletmeye alınmış ve normal işletmeye dönmüştür.

Bu konuda depremden sonra Tarım ve Orman Bakanı Sn Dr. Bekir Pakdemirli tarafından şu açıklama yapılmıştır:

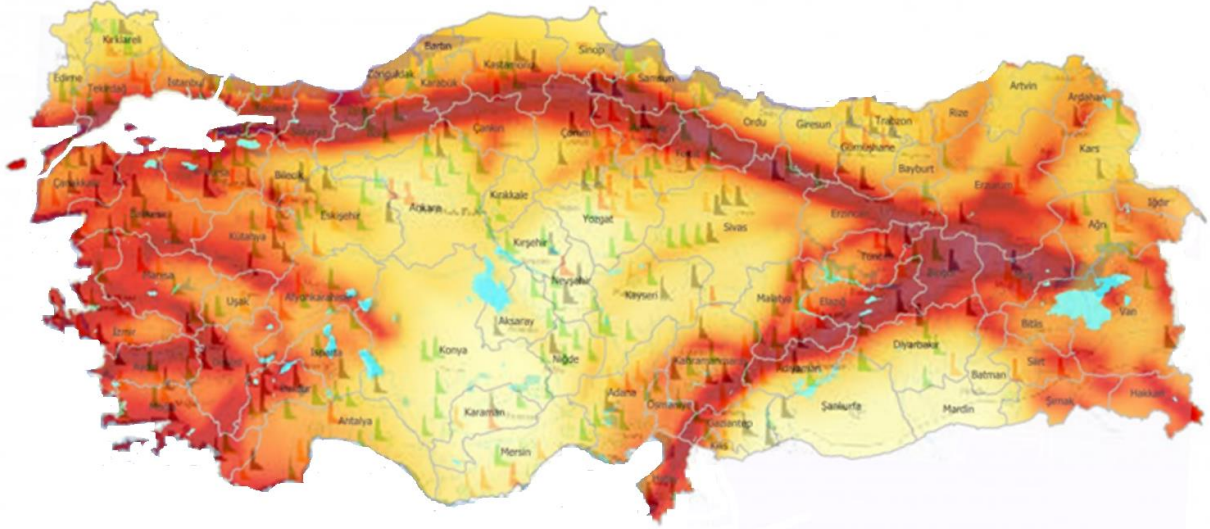
*“Malatya, Elazığ, Bingöl ve Tunceli'deki 47 baraj ve gölet, Diyarbakır, Batman, Mardin, Şırnak ve Siirt'te 30 baraj ve gölet, Şanlıurfa ve Kahramanmaraş Bölge Müdürlüklerimizde yer alan tüm baraj ve göletler teknik personelimizce incelenmiş, herhangi bir hasar tespit edilmemiştir.*

*Dr. Bekir Pakdemirli*

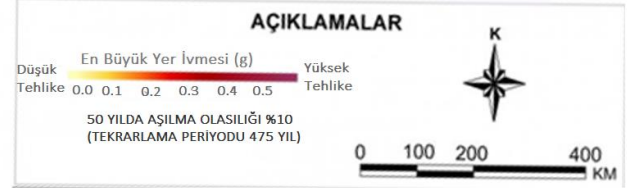
*@bekirpakdemirli”*

# DEPREM TEHLİKE HARİTASI VE BARAJLAR

AFAD  
2018



Kaynak: AFAD 2018 Türkiye Deprem Tehlike Haritası'ndan yararlanılarak hazırlanmıştır. HPA. Hidropolitik Akademi



Şekil 7. Türkiye Deprem Tehlike Haritası ve Barajlar

## Kısa Değerlendirme

Şekil 7 de de görüldüğü gibi Türkiye bir deprem ülkesi olup barajlarımızın önemli bir bölümü fay hatlarına yakın bölgelerde inşa edilmek zorunda kalmıştır. Karakaya Barajı ve HES de bu barajlardan biridir.

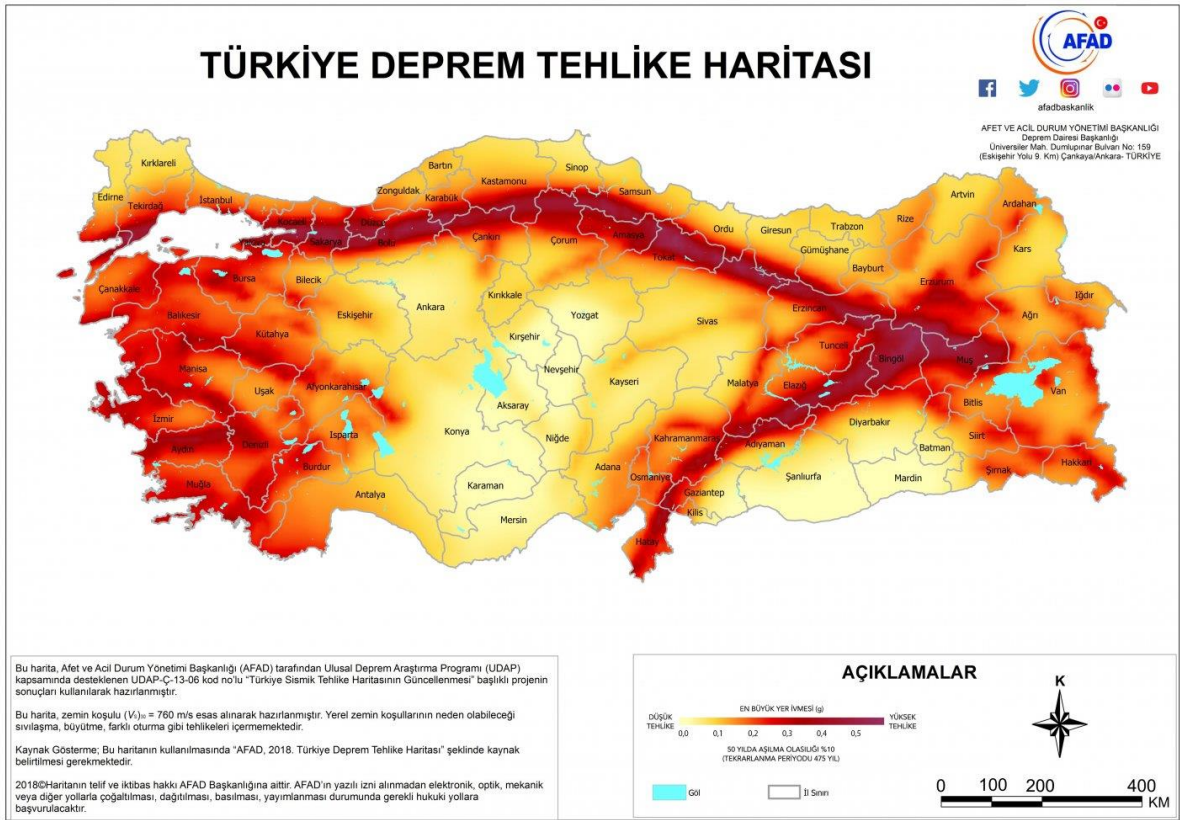
Karakaya Barajı ve HES bölgedeki barajlar içinde 24 Ocak 2020 tarihindeki depremi oluşturan fay segmentine ve depremin merkez üssüne en yakın barajdır. Bu nedenle bu baraj karşılaşabileceği en büyük yer ivmesine maruz kalmıştır. Yapılan incelemelerde barajda ve yardımcı yapılarında baraj güvenliğini etkileyebilecek hiçbir hasarın oluşmadığı, şalt sahası ve trafo merkezinde kısmi ve hızla onarılabilen hasarların mevcut olduğu tespit edilmiştir.

Böylece Karakaya Barajı ve HES işletmeye girdiğinden bu yana projelendirme ve inşaat kalitesi açısından ilk kez yüksek düzeyli bir depreme dayanıklılık testine girmiş ve bu testten sağlam bir şekilde çıkmıştır.

DSİ Genel Müdürlüğü tarafından o bölgede geçmişte inşa edilen diğer büyük barajlarımızın da aynı proje inşaat ve denetim kalitesi ile inşa edildiği bilinmektedir. DSİ Genel Müdürlüğü Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi tarafından hazırlanan raporda (4) deprem sonrası barajların kontrolü konusunda bilgilerle birlikte DSİ tarafından inşa edilen barajların hiçbirinde o güne kadar gerçekleşen depremlerden dolayı kayda değer bir hasara rastlanmadığı da yer almaktadır.



Ülkemizde deprem etkilerinden dolayı hasara uğrayan baraj sayısının düşük olması bu konunun önemini azaltmamaktadır. Bunun tersine depremin hemen sonrasında görünür bir şekilde ortaya çıkmayan deprem etkileri, barajda mevcut olan diğer küçük problemlerin aktif hale gelmesinde etkili olabilir ve bu süreç içerisinde baraj güvenliğini tehdit edebilir. Bu nedenle ülkemizdeki olumlu durum bu alanda yapılması gereken çalışmaların önemini azaltmamalıdır.



## **Kaynaklar**

[1] 04 Nisan 2019 SİVRİCE (ELAZIĞ) Mw 5.2 DEPREMİNE İLİŞKİN ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU DEPREM DAİRESİ BAŞKANLIĞI Nisan 2019  
T.C. İÇİŞLERİ BAKANLIĞI Afet ve Acil Durum Yönetimi Başkanlığı

[2] 24 Ocak 2020 SİVRİCE (ELAZIĞ) Mw 6.8 DEPREMİNE İLİŞKİN ÖN DEĞERLENDİRME RAPORU DEPREM DAİRESİ BAŞKANLIĞI Ocak 2020

[3] KARAKAYA DAM AND HYDROELECTRIC PROJECT FEASIBILITY REPORT  
June 1970 ELECTRO-WATT ENGINEERING SERVICES LTD. TIPTON AND  
KALMBACH INC. SOCIETE GENERALE POUR L'INDUSTRIE GIZBILI CONSULTING  
ENGINEERS DOLUCA ENGINEERS CONSULTANTS S: 7-7

[4] Yıldız D, Uğurlu A. 2001 “ Deprem ve Baraj Güvenliği .Deprem Sonrası Barajların Kontrolü”. DSİ Teknik Araştırma ve Kalite Kontrol Dairesi Başkanlığı Raporu. ANKARA





*Think Forward . Lead Forward*

**SPD**

---

**HİDROPOLİTİK AKADEMİ MERKEZİ**

Kavaklıdere Mah. Güfte Cad. No: 8 D:9 06680 Çankaya  
ANKARA

Tel: +90 312 4170041 [www.hpacenter.org](http://www.hpacenter.org)