



# ANTAKYA'NIN DEPREMSELLİĞİ, TEKTONİK YAPISI VE ZEMİN HAKİM TİTREŞİM PERİYOT HARİTASININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Prof. Dr. Semir ÖVER  
MKÜ-Mühendislik Fakültesi  
Jeofizik Mühendisliği Bölümü

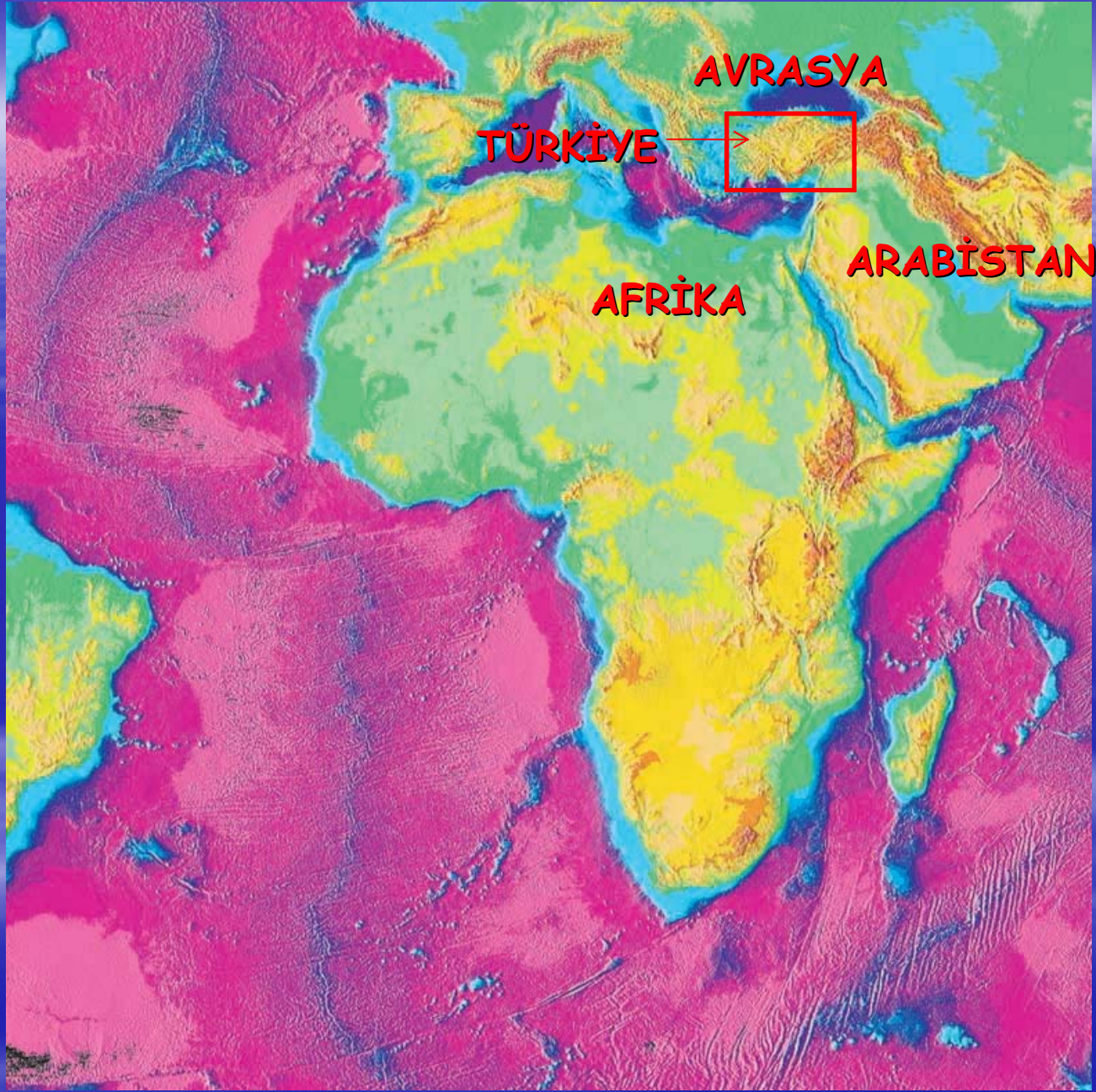
SERAMAR ÇALIŞTAY SUNUMU 30 EYLÜL-2 EKİM 2010

# SUNUMUN AKIŐI

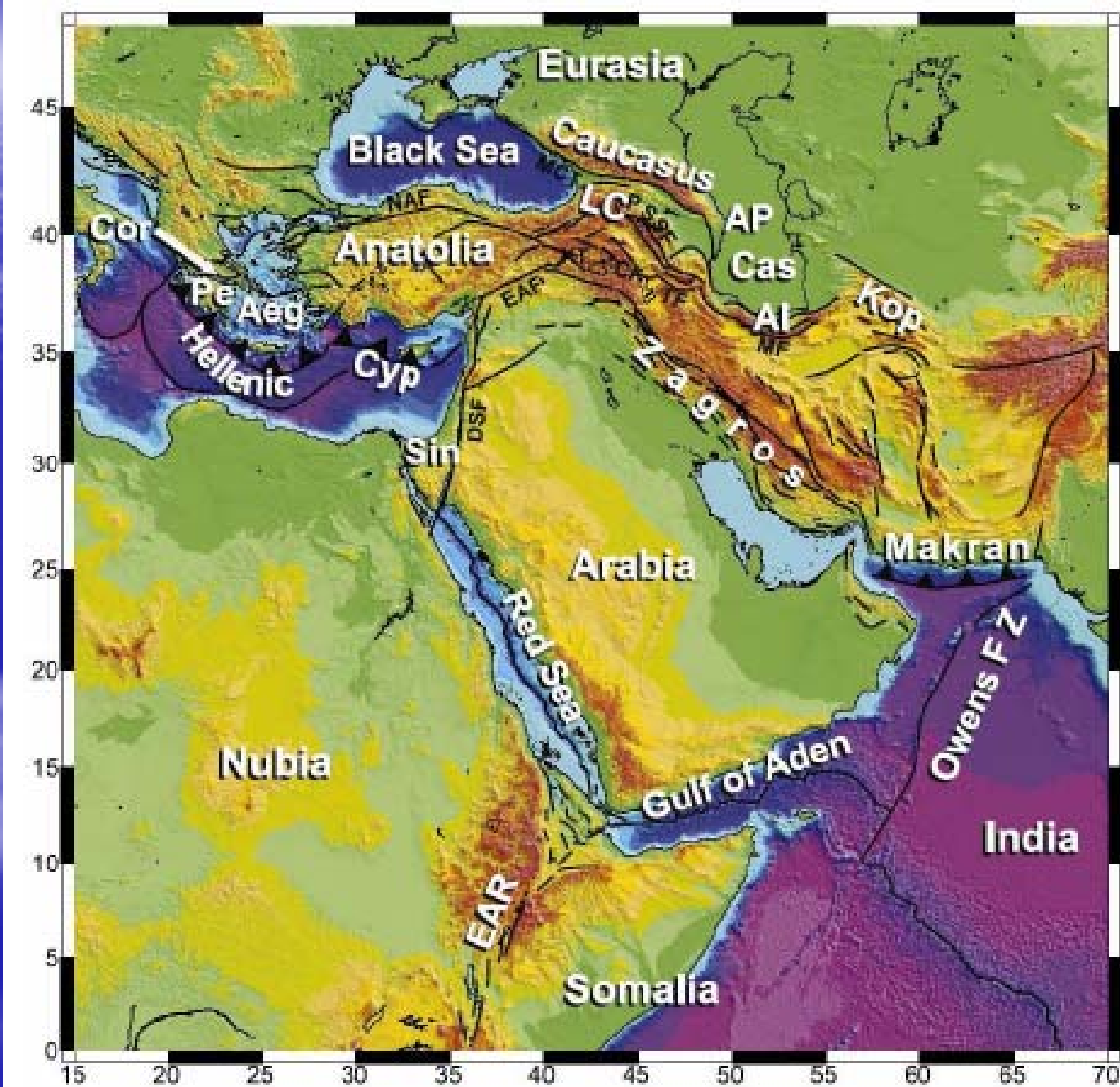
-Tectonik açıdan Türkiye'nin Dünyada ve Hatay'ın Türkiye'deki konumuna kısa bakıő

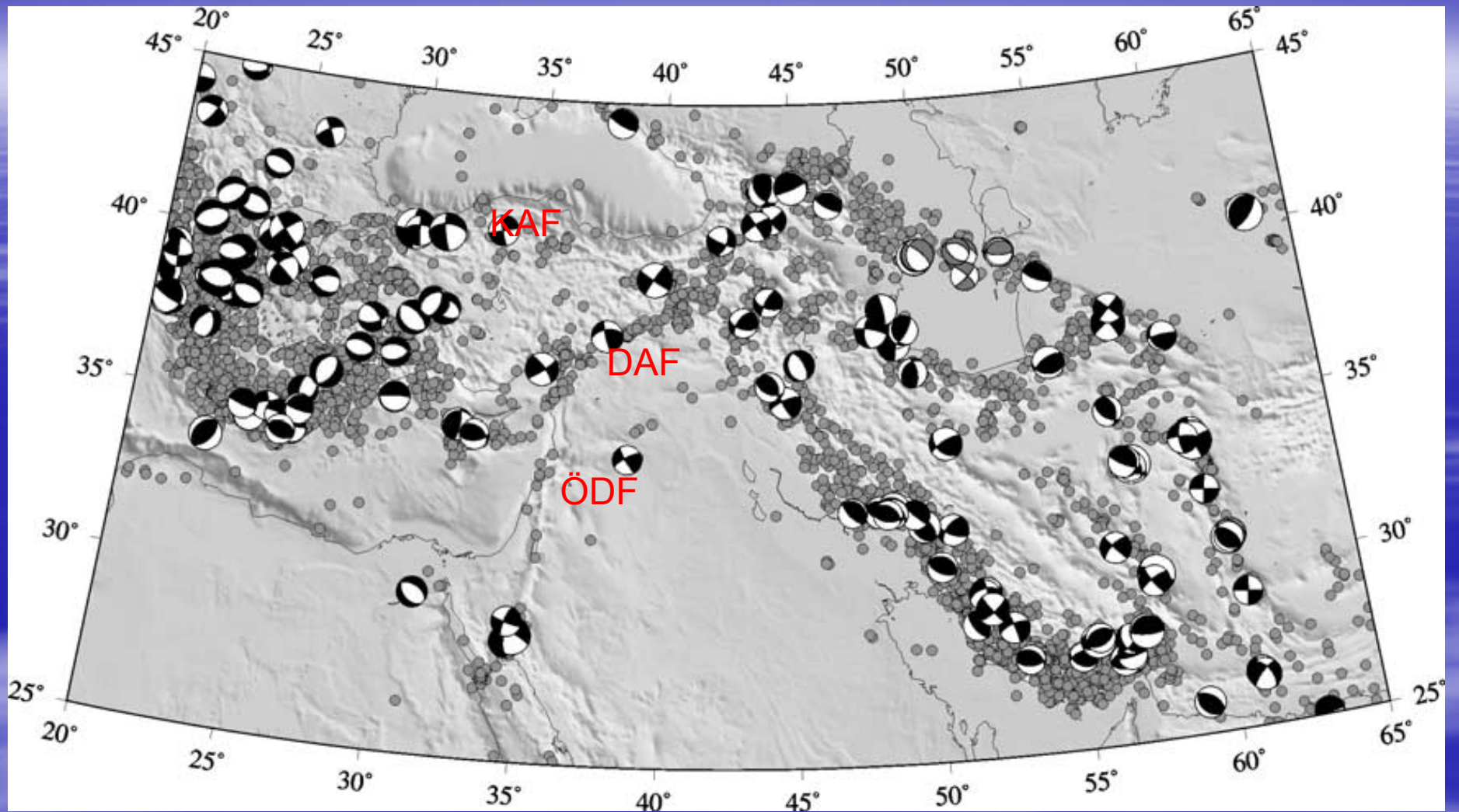
-“Hatay-Adana-Kahramanmaraő Arasında Kalan Bölgenin Miyosen Sonrası Kineamtięi, Depremselliği ve Sismotektonięi” baőlıklı (2001-2003) TÜBİTAK projesinin sonuçları

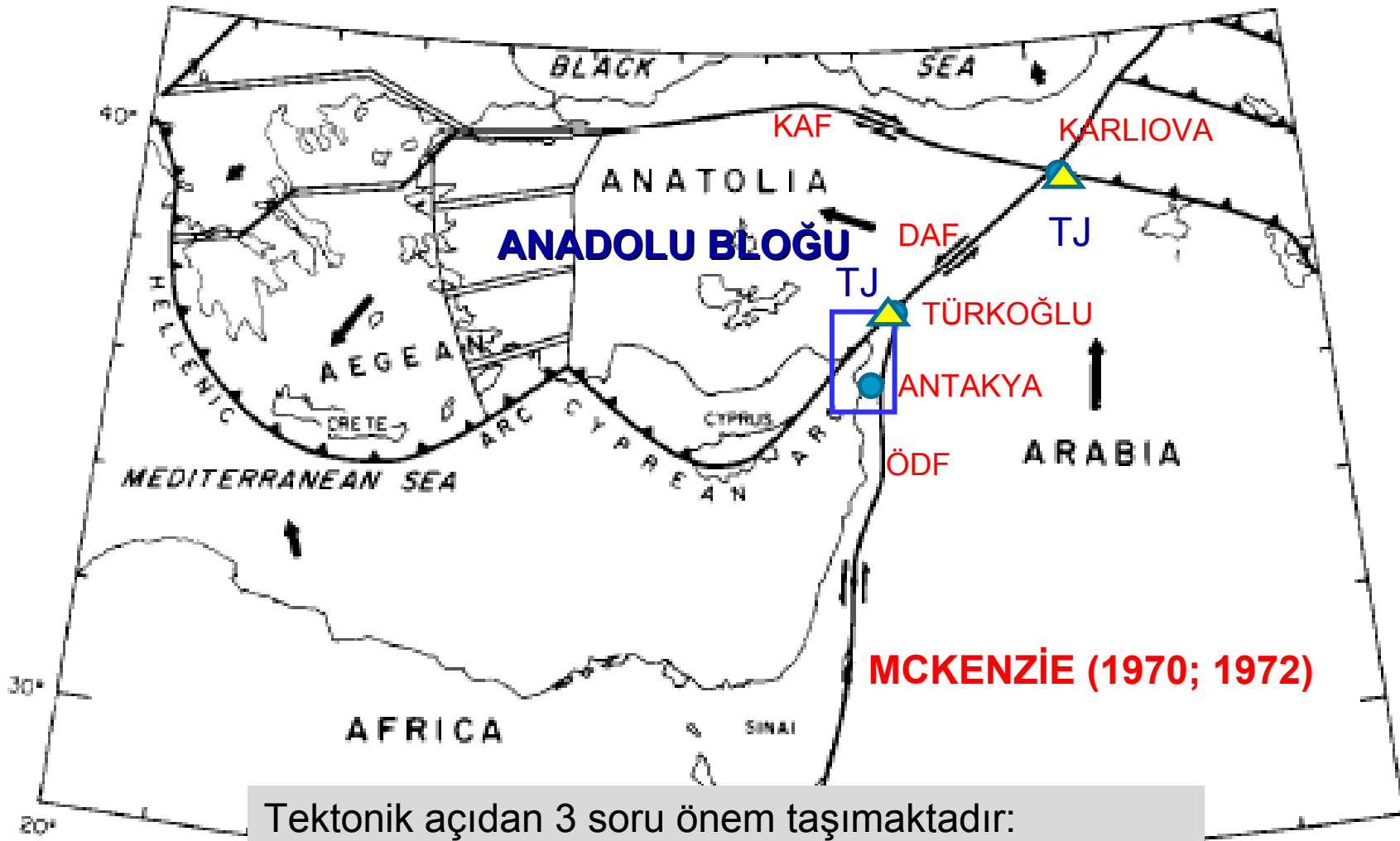
-“Hatay İli Merkezinin (Antakya) Deprem Duyarlılık ve Mikroblgelendirme alıőması” baőlıklı (2005-2007) MK-BAAP projesinin sonuçları



## Bölgede yer alan levhalar ve levha sınır fayları







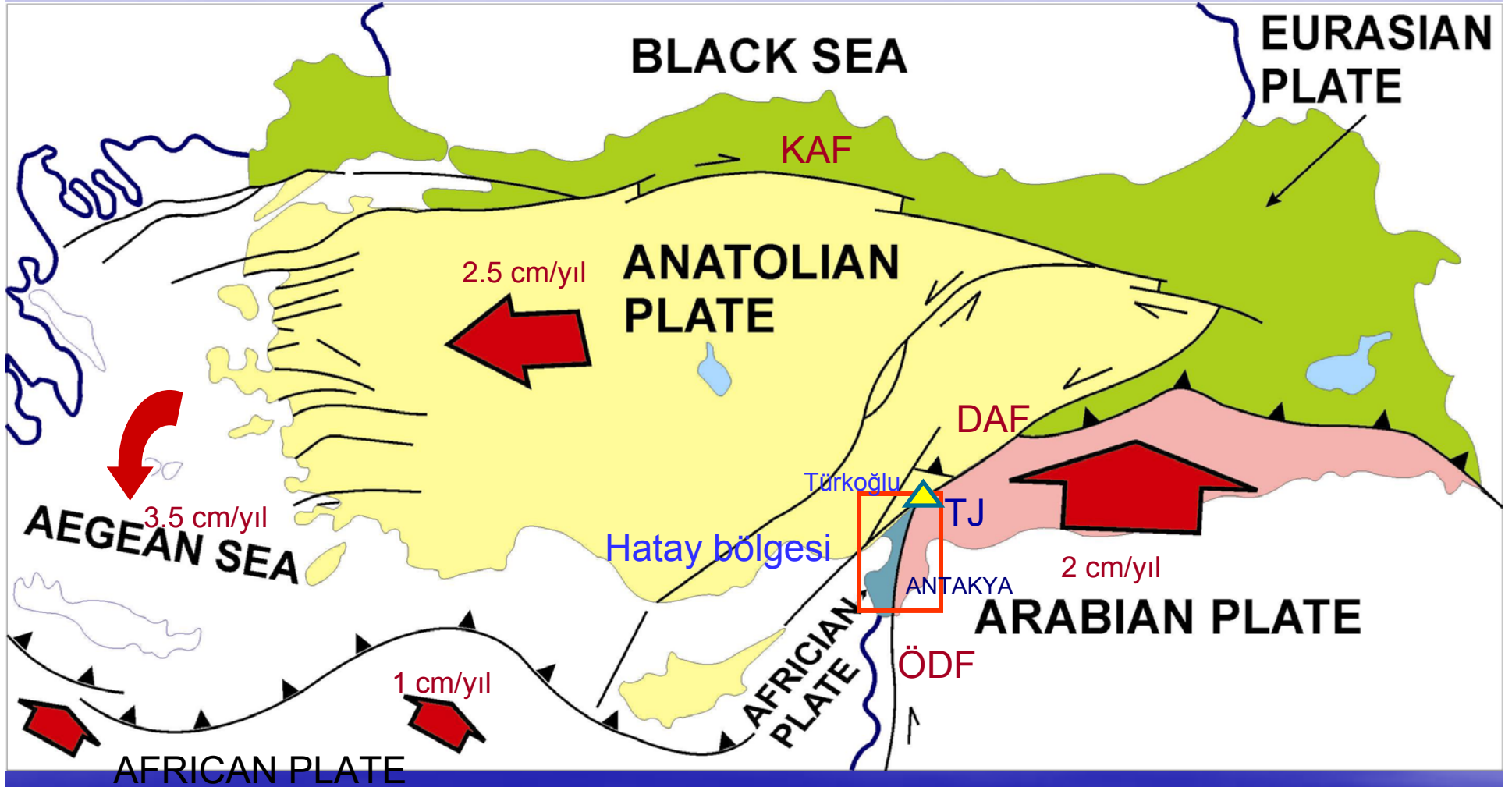
Tektonik açıdan 3 soru önem taşımaktadır:

1. ÖDF Türkoğlu'na kadar uzanıyor mu?
2. Kıbrıs yayının uzantısı şekildeki gibi midir?
3. Üçlü eklem noktası Türkoğlu'nda mıdır?

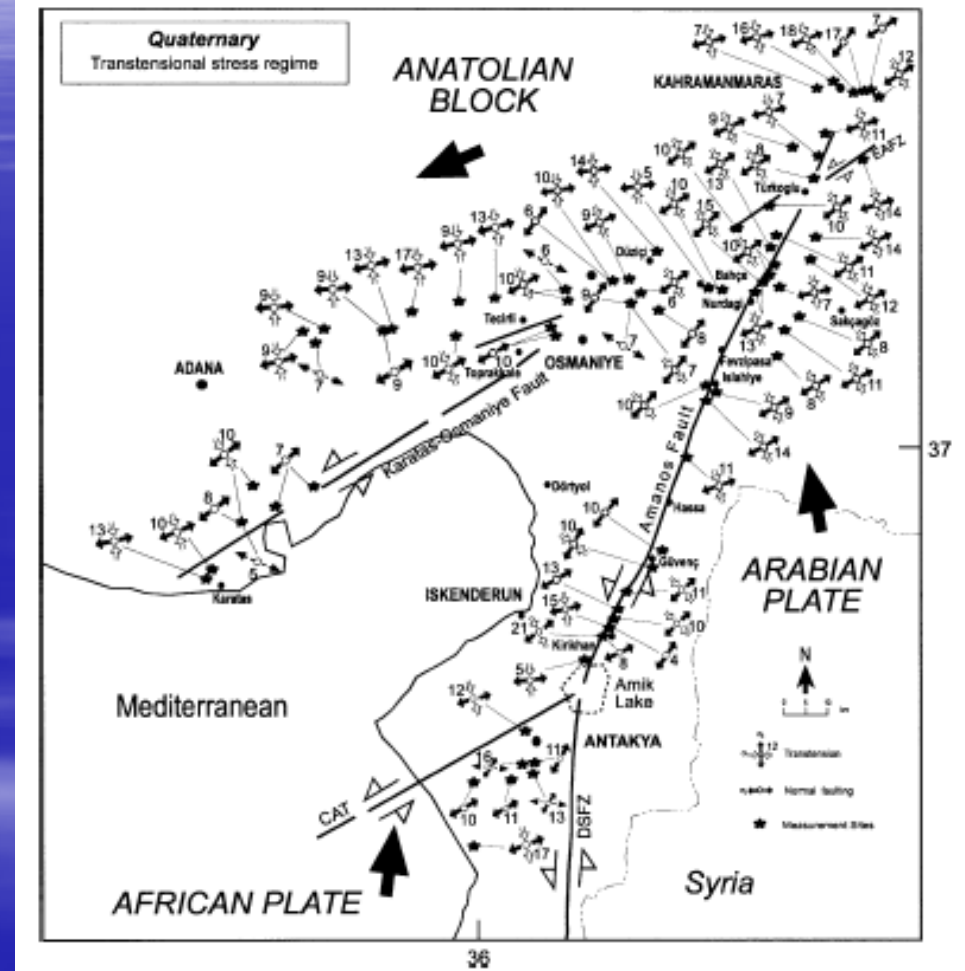
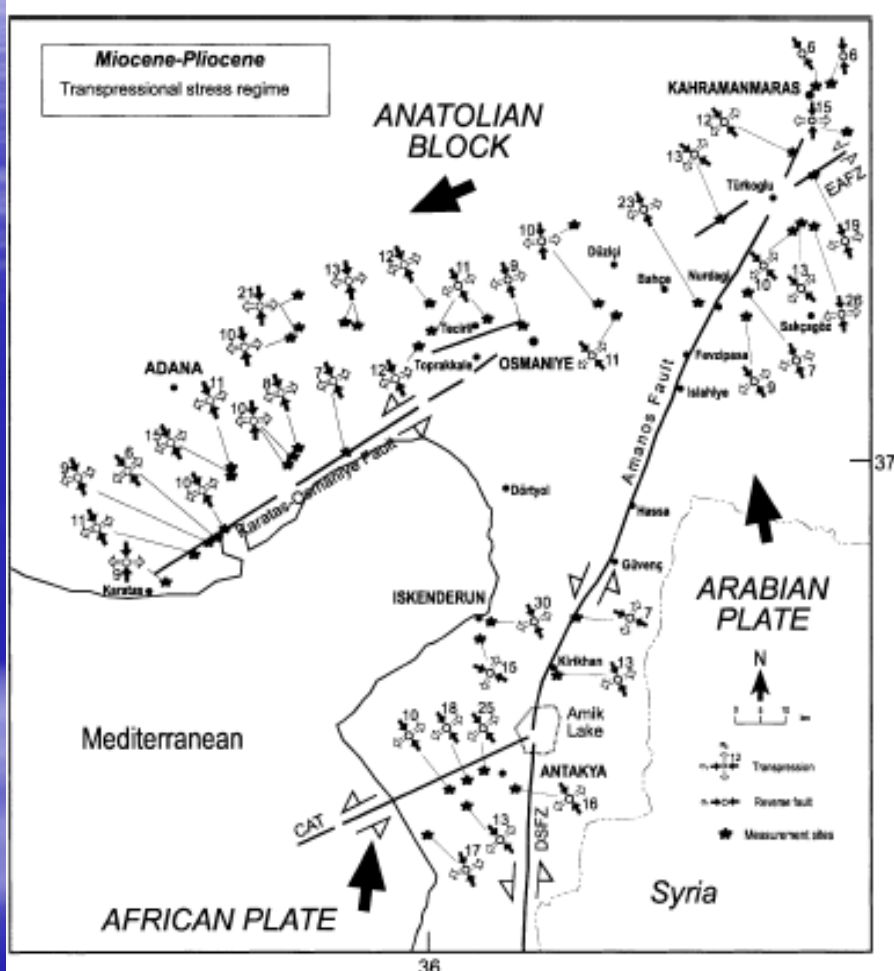


Antakya gerçekten Afrika levhasına mı aittir?

# HATAY'IN TEKTONİK KONUMU



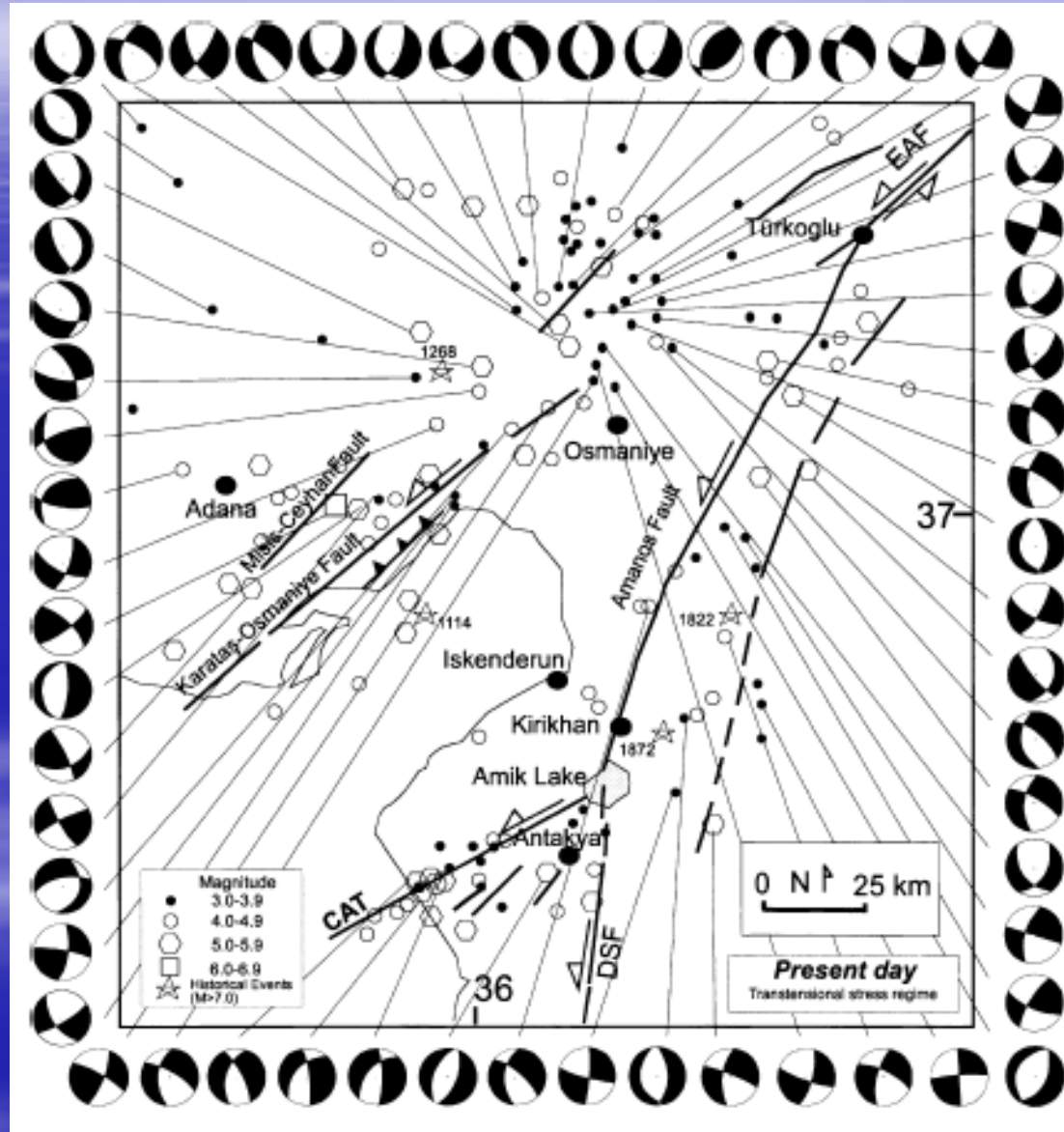
# TÜBİTAK PROJESİNDE; 1-AKTİF FAYLAR ÖLÇÜLEREK (1077 ADET FAY) KİNEMATİK ANALİZLER GERÇEKLEŞTİRİLMİŞTİR



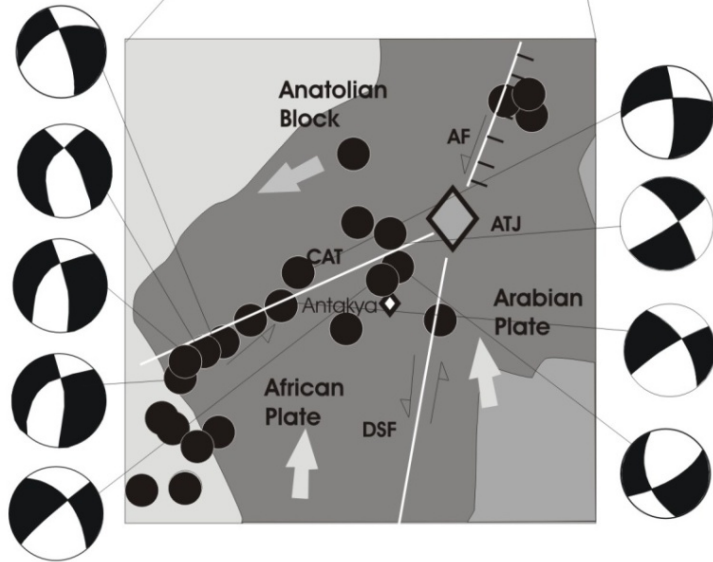
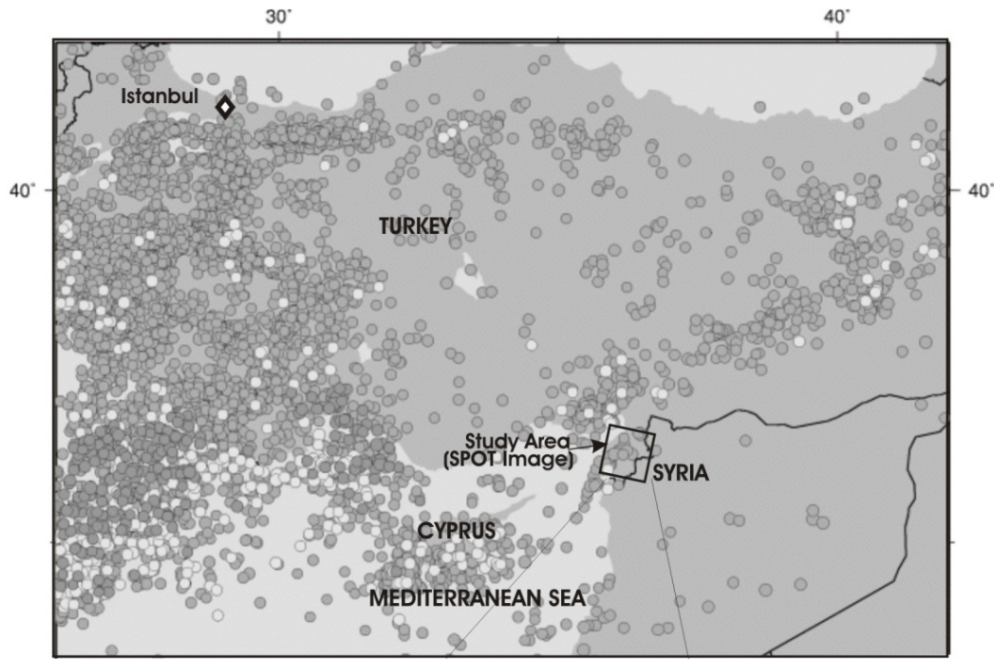
Över vd., 2004a'den alınmıştır.



## 2-BÖLGEDE MEYDANA GELMİŞ DEPREMLERİN (59 ADET DEPREM MEKANİZMASI) ANALİZLERİ YAPILMIŞTIR

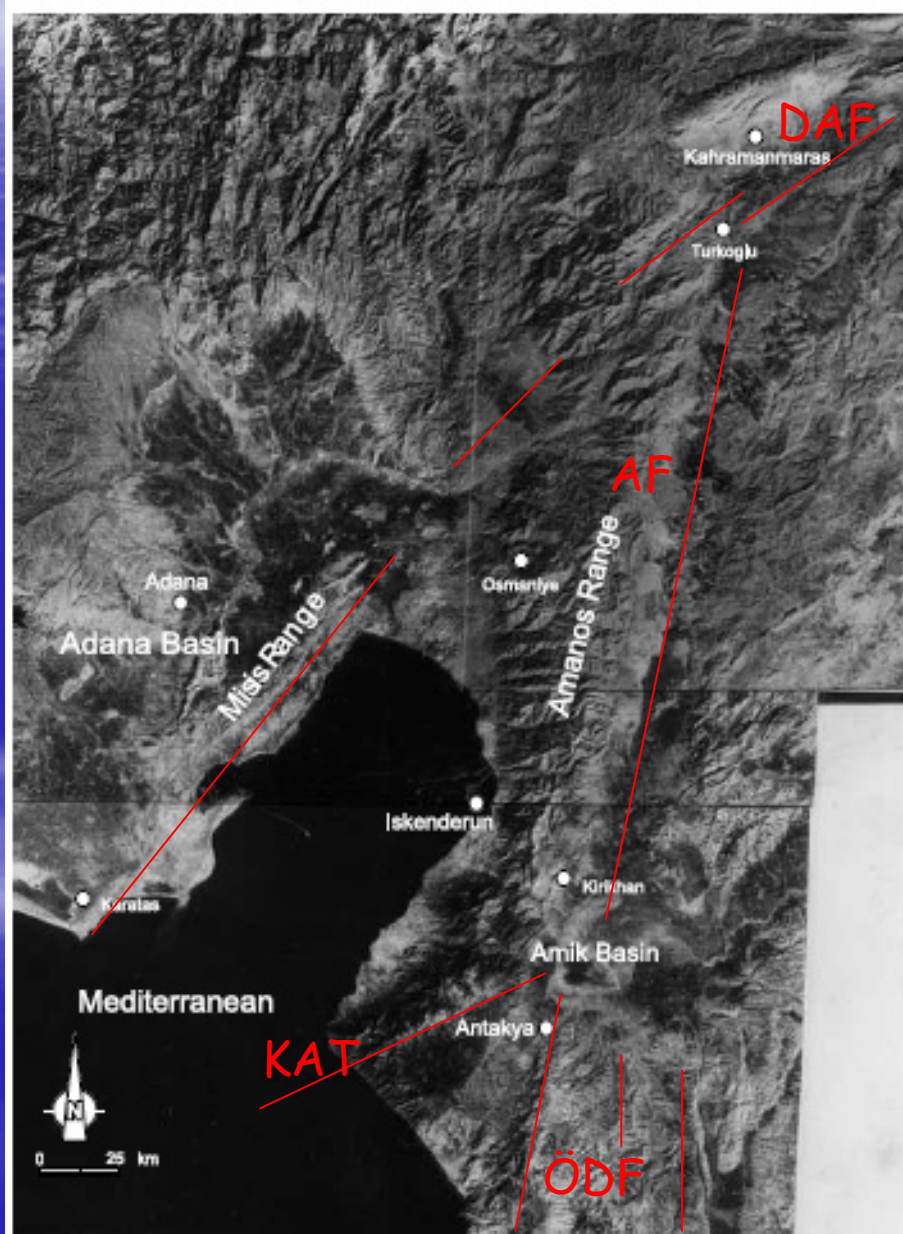


Över vd., 2004a'den alınmıştır.

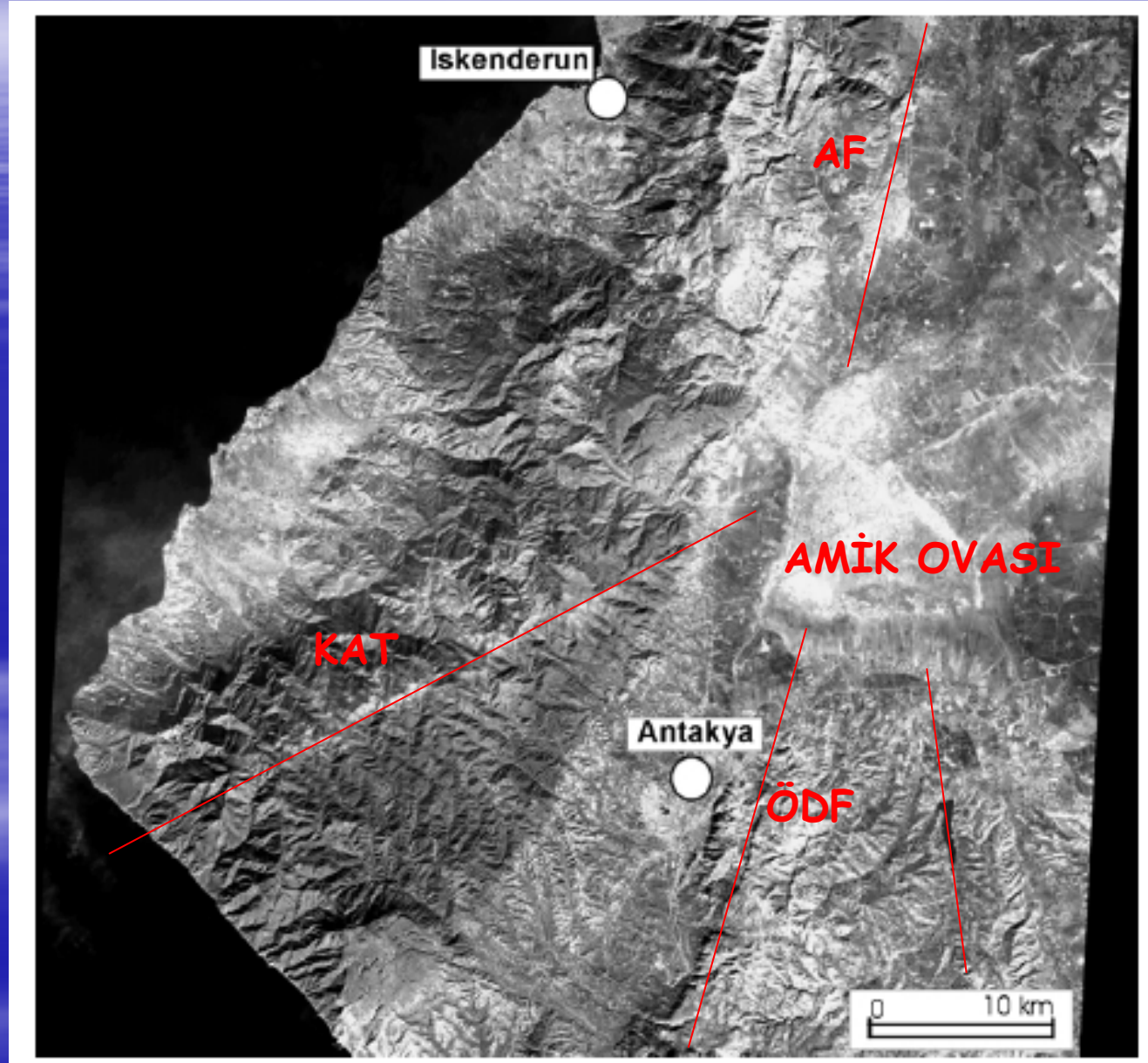


**3- DEPREMLERİN EPİSANTRAL DAĞILIMLARI İNCELENMİŞTİR**

### 3 -BÖLGENİN UYDU GÖRÜNTÜSÜ (LANSAD IMAGE) VE OLASI AKTİF FAYLARIN ÇİZİMİ



#### 4- BÖLGENİN UYDU GÖRÜNTÜSÜNÜN (SPOT IMAGE) SAYISAL ANALİZİ SONUCUNDA ÇİZİLEN OLASI AKTİF FAYLAR



## YUKARIDA SIRALANAN ANALİZLER SONUCUNDA:

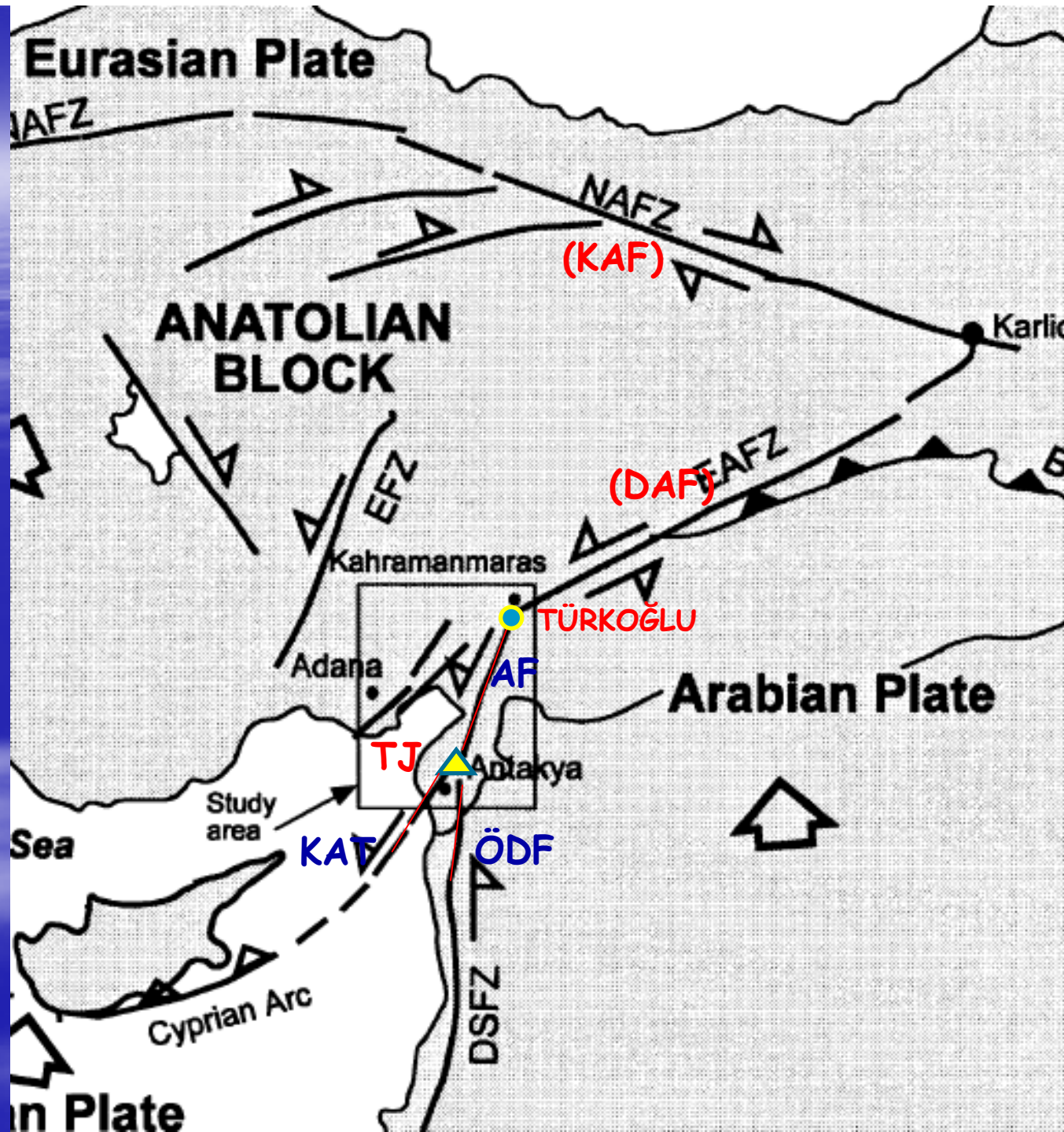
1. ÖDF AMİK OVASINDA SON BULUMAKTADIR (TÜRKOĞLU'NA KADAR UZANMIYOR)
2. KIBRIS YAYININ UZANTISI AMİK OVASINA DOĞRUDUR (CAT - CYPRUS-ANTAKYA TRANSFORM FAULT- OLARAK ADLANDIRILMIŞTIR)
3. DOĞU ANADOLU FAYI GÜNEYE DOĞRU AMİK OVASINA KADAR UZANMIŞTIR (GÜNEY KOLU AMANOS FAYI (AF) YA DA KARASU FAYI OLARAK BİLİNİR)

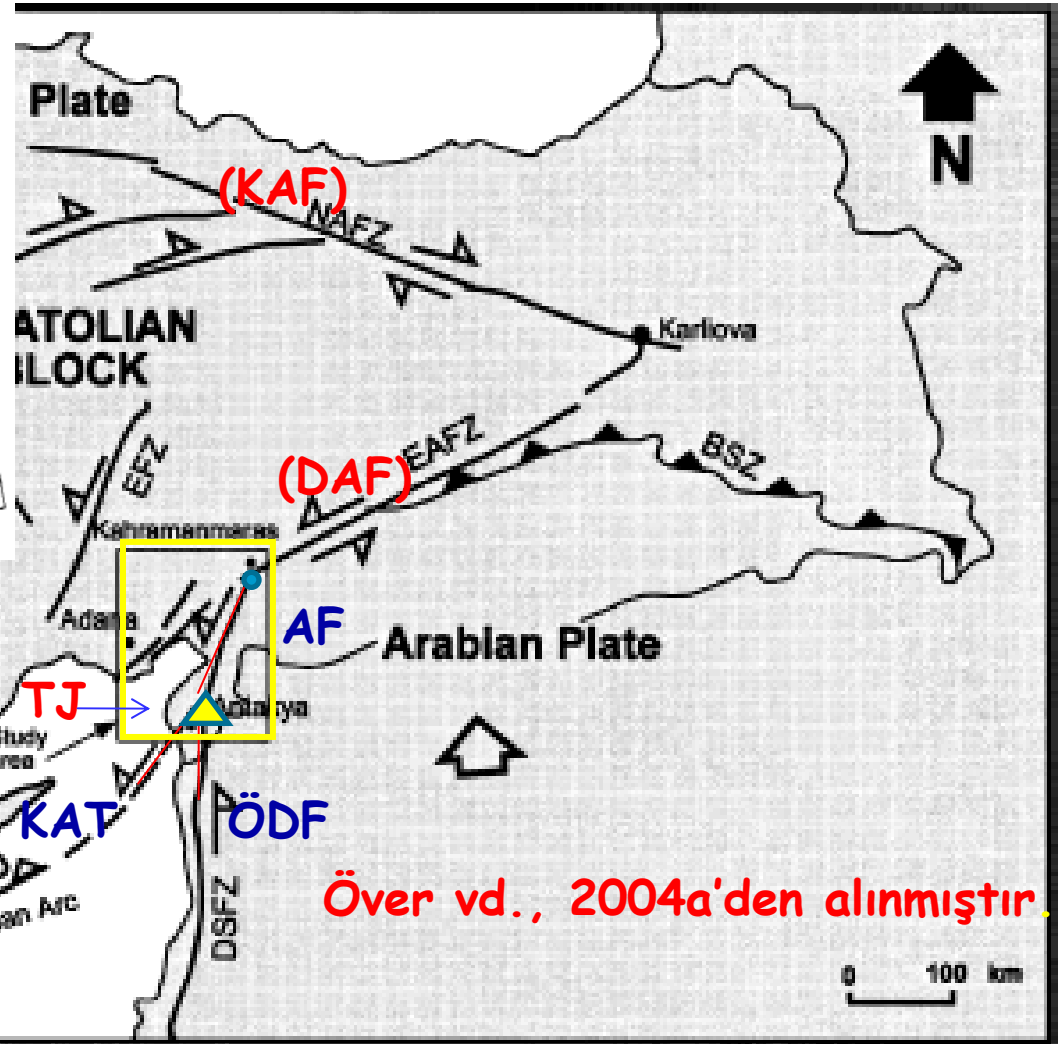
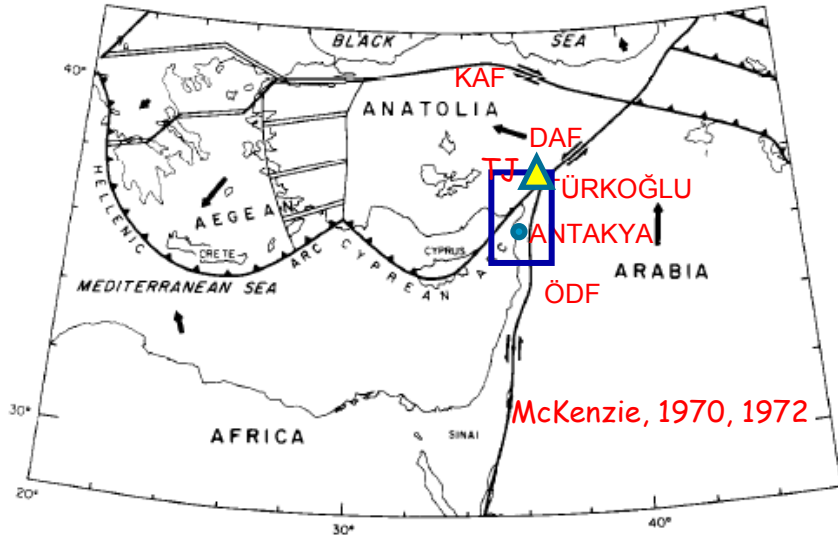


BÖLGEYİ ETKİLEYEN LEVHA SINIR FAYLARININ TÜRKOĞLU'NDA DEĞİL AMİK OVASINDA BİRBİRLERİYLE KESİŞEREK ÜÇLÜ EKLEM NOKTASINI OLUŞTURMAKTADIRLAR.



HATAY'IN TEKTONİK AÇIDAN AFRIKA LEVHASINA DEĞİL ANADOLU BLOĞUNA AİTTİR

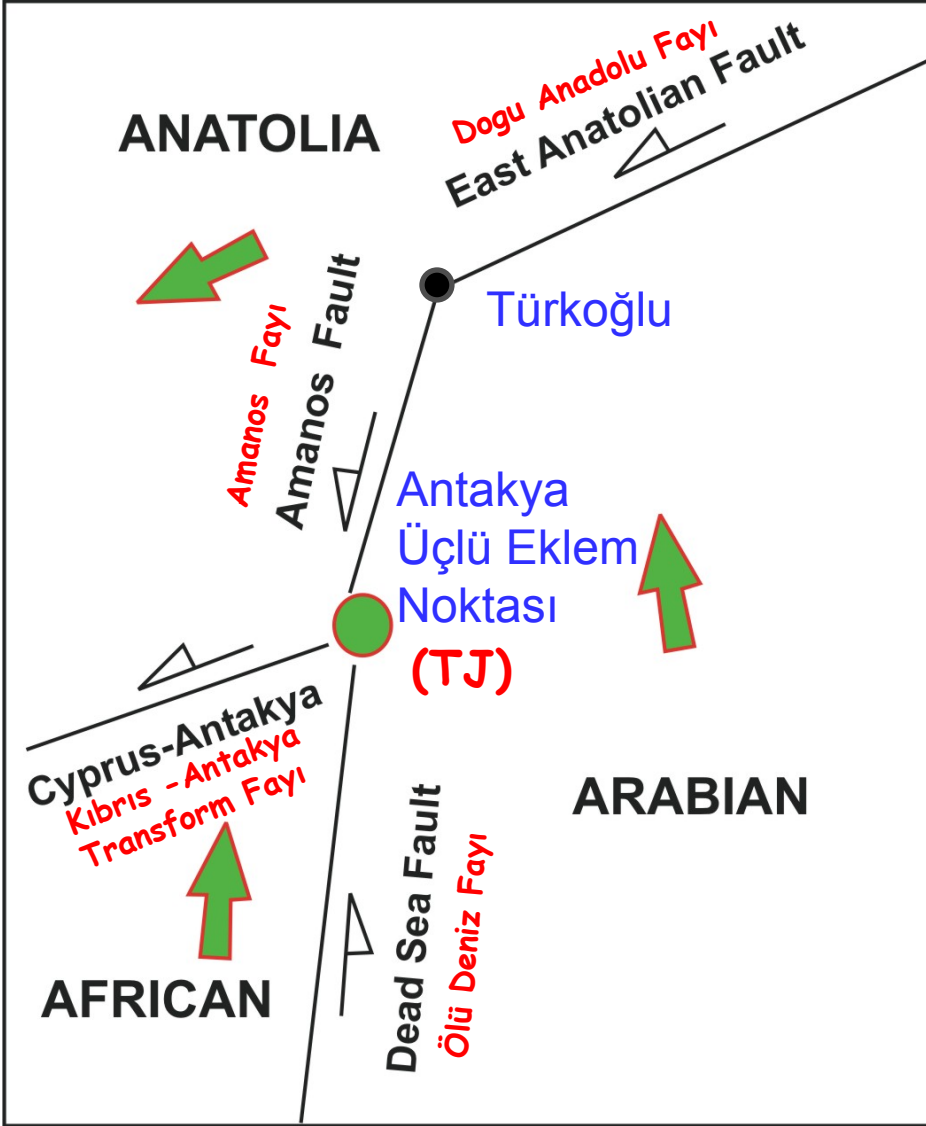




Över vd., 2004a'den alınmıştır.

**KAT (CAT): KIBRIS-ANTAKYA TRANSFORM FAYI (ÖVER vd., 2004) TARAFINDAN TANIMLANMIŞTIR**  
**AF: AMANOS FAYI (DAF'IN DEVAMI OLARAK KABUL EDİLMİŞTİR)**  
**ÖDF: ÖLÜ DENİZ FAYI**  
**DAF: DOĞU ANADOLU FAYI**  
**KAF: KUZEV ANADOLU FAYI**

## DOLAYISIYLA ÜÇLÜ EKLEM NOKTASI (TJ) ANTAKYA'DADIR.



### ÖZET OLARAK:

AF: ARABİSTAN/ANADOLU SINIRIDIR

ÖDF: AFRİKA/ARABİSTAN SINIRIDIR

CAT: ANADOLU/AFRİKA SINIRIDIR

GÜNÜMÜZDE ETKİN TECTONİK REJİM:  
TRANSTANSİYONEL VE AÇILMA  
REJİMLERİDİR.

REJİMLERE NEDEN OLAN JEODİNAMİK  
OLAYLAR:

1- ARABİSTAN'IN KUZEYE DOĞRU  
HAREKETİYLE ANADOLU'YU DOĞUDA  
SIKIŞTIRMASI

2- KIBRIS'IN GÜNEYİNDE ANADOLU'NUN  
ALTINA DALAN AFRİKA'NIN ANADOLU'YU  
KENDİNE DOĞRU ÇEKMESİDİR.

SONUÇ OLARAK:

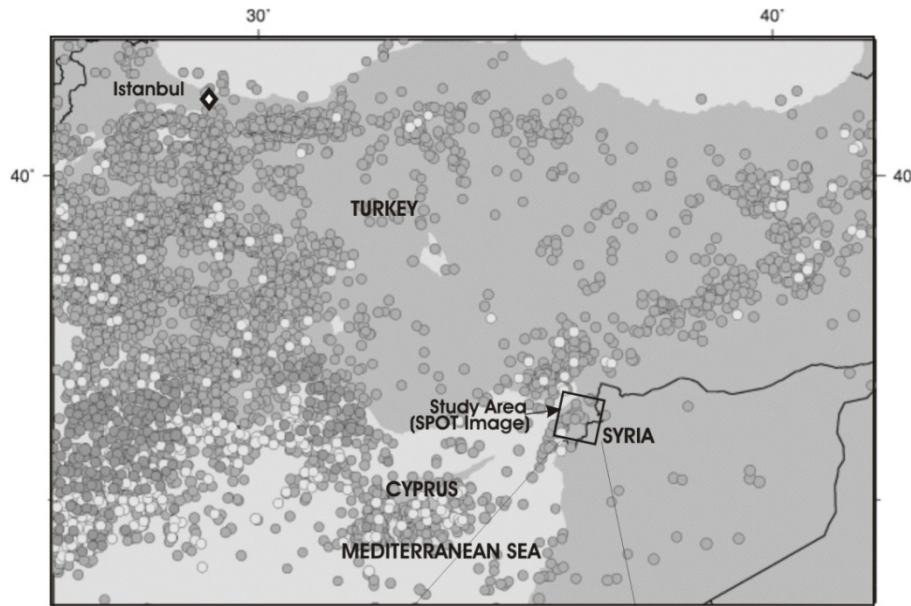
JEODİNAMİK OLAYLAR BÖLGENİN  
DEPREMSELLİĞİNDEN SORUMLUDUR.

Över vd., 2004b'den alınmıştır.



HATAY BÖLGESİNDE  
ALETSEL (GÜNÜMÜZ)  
DÖNEMDEKİ DEPREMLERİ

## LEVHA SINIRLARI OLDUKÇA AKTİFTİR.

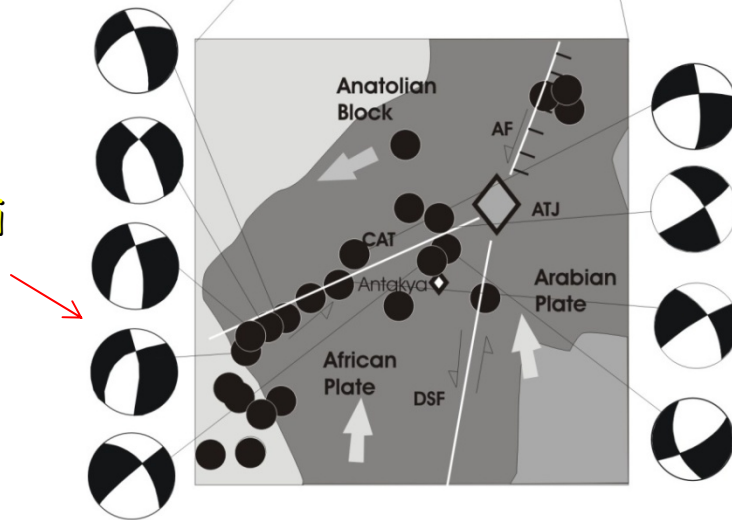


Şekil 1

Son 50 yılda Türkiye'de meydana gelen depremlerin episantral dağılımları görülmektedir (Şekil 1).

Son dönemde Hatay'da meydana gelen deprem dağılımları ve bazı depremlerin analizleri görülmektedir (Şekil 2).

Hatay  
1997  
depremi



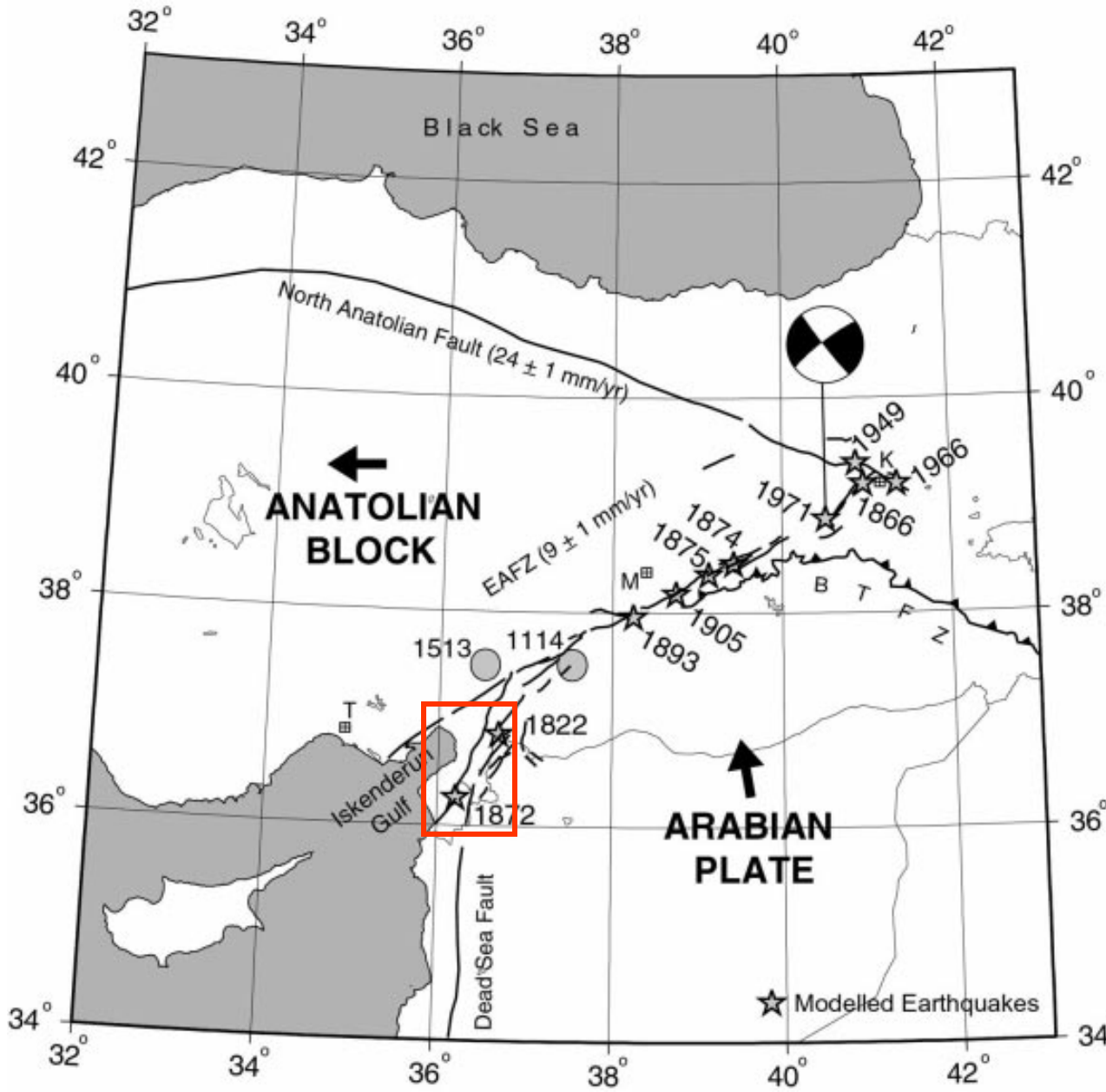
Şekil 2

\*\*Son yüzyılda Hatay'da meydana gelen en büyük deprem **5.7** büyüklüğündeki 22 Ocak 1997 depremdir.

Över vd., 2004b'den alınmıştır.

HATAY BÖLGESİNİN  
TARİHSEL  
DÖNEMDEKİ DEPREMLERİ

## DOĞU ANADOLU FAYI BOYUNCA SAPTANMIŞ ÖNEMLİ TARİHSEL DEPREMLER



\*1822 depremi 140 km lik yüzey kırığı ve 5 m lik atım doğurmuştur.

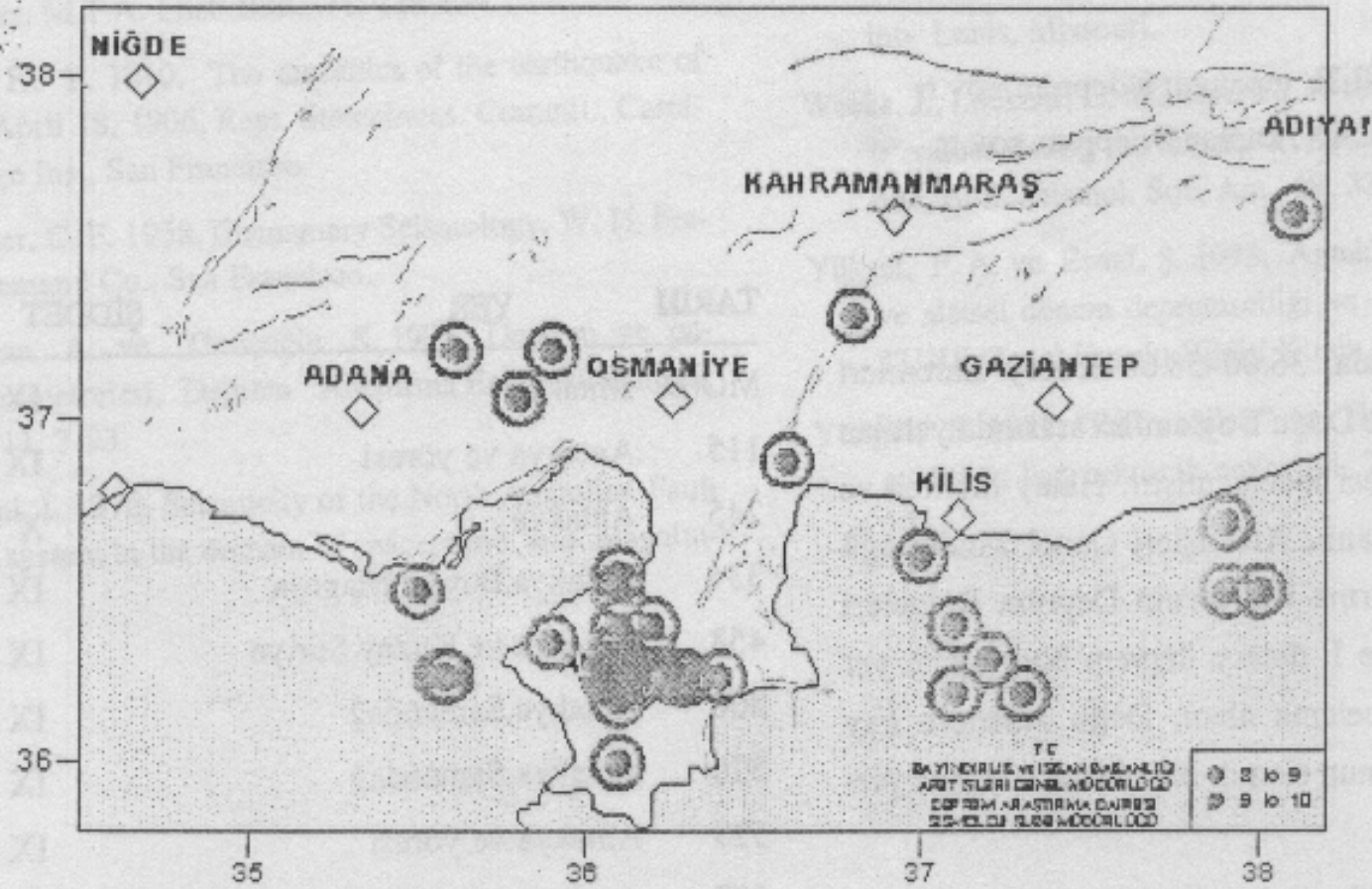
\*1872 depremi 34 km lik yüzey kırığı ve 3 m lik atım doğurmuştur.

Nalbant vd., 2002'den alınmıştır.

**Toplam  
(M≥7.0)  
16 adet,  
ve  
(M<7.0)  
36 adet  
yıkıcı deprem  
tarihsel  
kayıtlarda yer  
almaktadır.**

## Antakya Tarihsel Depremleri

	Man	Enlem	Boylam	Şiddet	Yer
BC 69	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya, Suriye
13 12 115	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya
245	>7.0	36.25	36.10	X	Antakya
334	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya, Beyrut, Kıbrıs
367	7.0	36.00	36.00	IX	Antakya, Filistin
14 09 458	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya ve Kuzey Suriye
10 09 506	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya, Samandağ
29 05 526	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya, Samandağ
29 11 529	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya
30 09 587	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya-(60.000 ölü)
08 04 859	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya, Lazkiye
867	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya
10 08 1114	7.0	36.50	35.50	IX	Ceyhan, Antakya, Maraş-(Tsunami)
1170	7.0	36.00	36.00	IX	Antakya Halep (Binlerce ölü)
13 08 1822	>7.2-7.5	36.40	36.20	X	Antakya, Iskenderun (20000 ölü, Tsunami)
02 04 1872	7.0	36.25	36.10	IX	Antakya, Samandağ-(1800 ölü)



Şekil 1. M.Ö. 148-M.S. 1896 tarihleri arasında Hatay ve çevresinde meydana gelen tarihsel depremler ( $I_o \geq 8$ ).

## Tarihsel episantral depremlerin dağılımları



18.08.1822 Depreminin Eş şiddet Haritası (Ambraseys, 198

\*13 Ağustos 1822 tarihli yaklaşık 7.2 büyüklüğündeki deprem Açığa çıkardığı enerji bakımından 22 Ocak 1997 tarihinde meydana gelen 5.7 büyüklüğündeki depremin yaklaşık 90 katıdır!!!

\*\*HATAY BÖLGESİNDE BEKLENEN DEPREM BU BÜYÜKLÜKTE OLABİLİR!!!

\*\*\*MARMARA (KOCAELİ) DEPREMİNE ESDEÇERDİR!!!



17 AĞUSTOS 1999  
MARMARA ve 12  
KASIM 1999  
DÜZCE  
DEPREMLERİ  
SONRASINDAN  
BİRKAÇ GÖRÜNTÜ



17 Ağustos 1999 Marmara depreminden bir görüntü



12 Kasım 1999 Düzce depreminden bir görüntü



Dağdibi Köyü'nde (Düzce Güneyi) 12 Kasım 1999 Düzce Depremi Kırığı

boru hatları ve iletişim kabloları parçalanır ve kırılır.



17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depreminde sivilaşma sonucu devrilmiş bir bina.

17 Ağustos 1999 Marmara depreminden sonra Adapazarı'nda yumuşak, kum zemin üzerinde inşa edilmiş olan 5 katlı bina'nın yan yatmış halini görüyorsunuz.



*17 Ağustos 1999 İzmit Körfezi depreminde sivilaşma sonucu zemine gömülmüş bir yapı.*

SON 30 YILDA DÜNYADA  
DOĞAL AFETLERDEN  
YAKLAŞIK 3 MİLYON İNSAN  
HAYATINI KAYBETMİŞ  
VE  
EKONOMİK KAYIPLAR  
1 TRİLYON DOLARA  
ULAŞMIŞTIR.

# ÜLKEMİZDE

## SON 55 DEPREMDE



70 000 KİŞİ HAYATINI KAYBETMİŞ,

122 000 KİŞİ YARALANMIŞ

VE

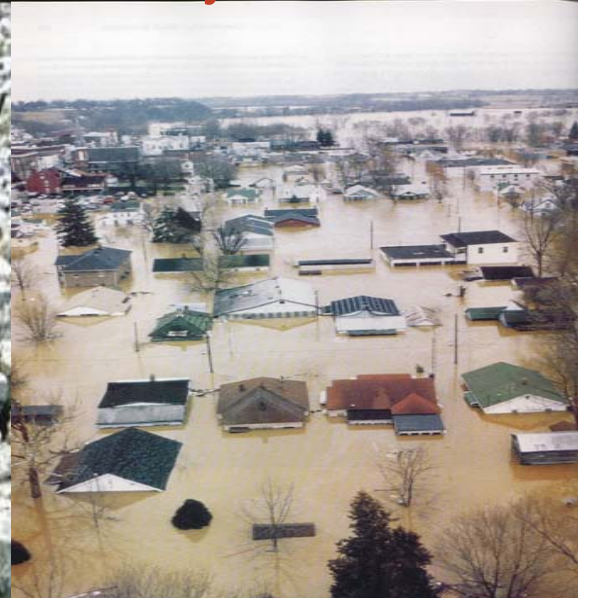
420 000 BİNA CİDDİ ŞEKİLDE HASAR GÖRMÜŞTÜR

*KAYNAK; Özerdem, 1999, 17 Ağustos Koceli Depremi Simpozyumu'ndan*



# DOĞAL AFETLER BİR YAZGI DEĞİLDİR

Japonya ve Amerika gibi gelişmiş ülkeler de başlangıçta deprem vb. afetlerden çok olumsuz olarak etkilenmişler ve onlardan ders almasını bilmişlerdir.

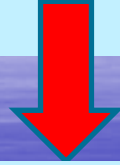


# AFET UNUTULDUĐU AN



MEYDANA GELİR

AFETİ UNUTMAMAK İÇİN



DEPREMİN AFETE DÖNÜŞMEMESİ İÇİN



DEPREM ZARARLARININ AZALTILMASI İÇİN

PROJE/PROJELER ÜRETMEK GEREKİR.

BU AMAÇLA **SERAMAR** PROJESİNE PARALEL OLARAK  
ANTAKYA KENT MERKEZİNDE ÖRNEK BİR MİKROTREMÖR  
ÇALIŞMASI GERÇEKLEŞTİRDİK

## MİKROTREMÖR NEDİR?

-Periyotları çok kısadır(0.05-2 sn).

-Genlikleri 0.01 – 1 mikron mertebesindedir.

-Kaynak türleri nedeniyle gündüzleri geceden daha etkin olup, dalga biçimleri düzensiz

TİTREŞİMLERDİR

## TİTREŞİMLERİN KAYNAĞI:

endüstri makineleri,

rüzgar,

trafik,

küçük depremler vb. gibi

## HANGİ AMAÇLA KULLANILIR?

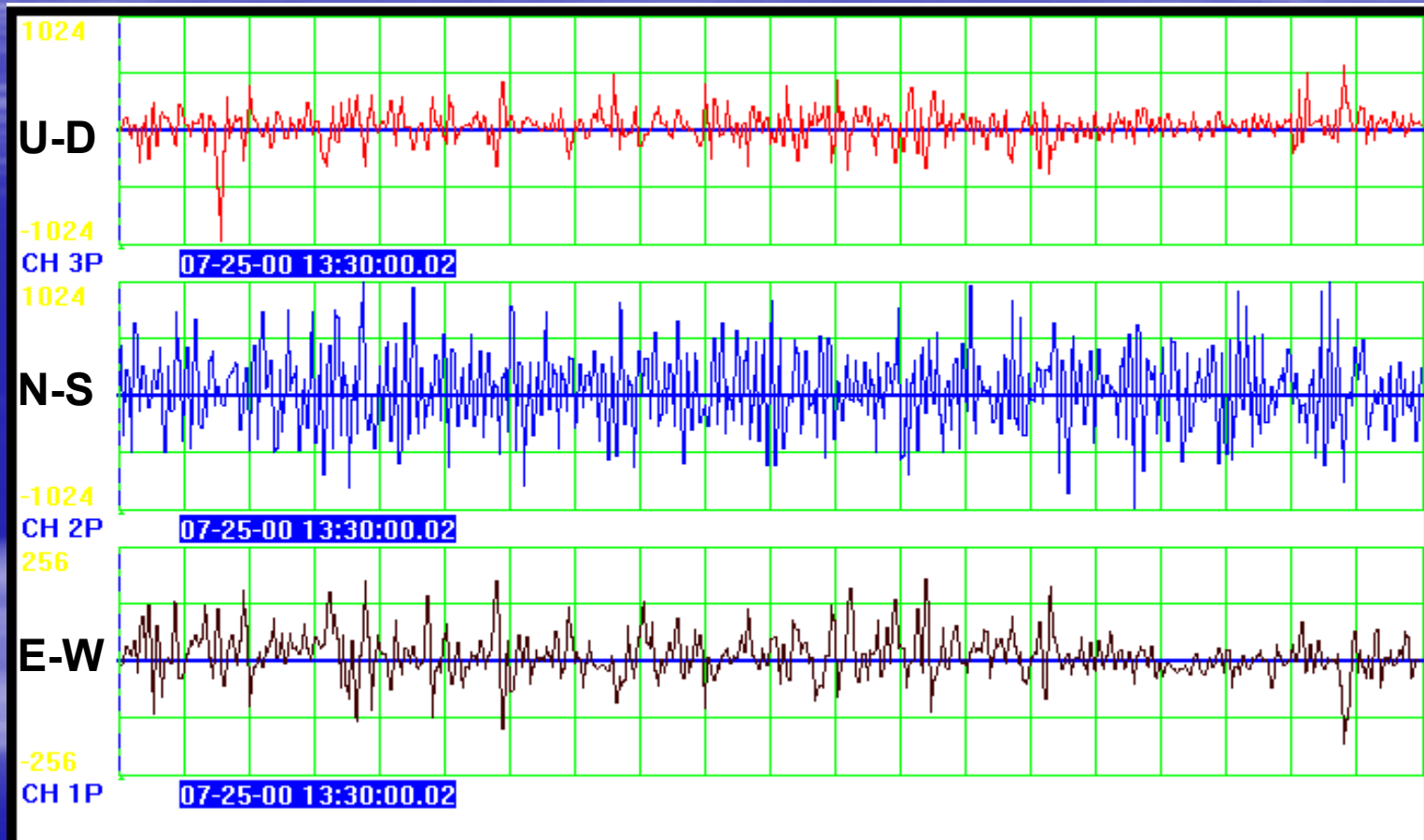
ilk kez 1908 yılında keşfedilen bu titreşimler, 1950 ve 1960'lı yıllarda Japonya'da deprem mühendsiliğinde kullanılmaya başlanmıştır. ülkemizde 1999 marmara depreminden sonra uygulanmaya başlanmıştır. 2005-2007 yılları arasında da Antakya'da uyguladık.

Mikrotremor çalışmalarından elde edilecek sonuçlar, mikrobölgelendirme çalışmalarında, yapı dizaynında ve inşaa edilmesinde, şehir planlama, yer seçimi, şehircilik çalışmalarında, deprem senaryoları çalışmalarında, sismik risk analizi gibi birçok çalışmada kullanılabilir.



Mikrotremor ölçüm düzeneği ve kullanılan donanımlar: Üstte **pusula** ve **sismometre**, altta güç kaynağı (**akü**) ve portatif veri depolama ünitesi (**dizüstü bilgisayar**) görülmektedir.

# 3 bileşenli kayıt



## DEĞERLENDİRME

Mikrotremor ölçümlerinde iki yatay ve bir düşey bileşen ölçülür.

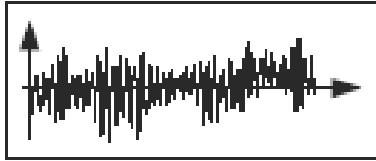
Zaman ortanında alınan her bir bileşenin verisi fourier dönüşümü ile frekans ortamına aktarılır.

Yatay bileşenlerin bileşkesi alınır

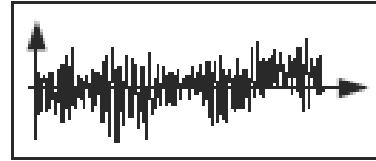
$$B = X^2 + Y^2$$

Yatay bileşkenin düşey bileşene oranı hesaplanır ve H/V grafiği elde edilir. Grafiğin doruk noktasının düşey değeri büyütme oranı yatay değeri zemin hakim periyodu olarak kullanılır.

Horizontal microtremor reading

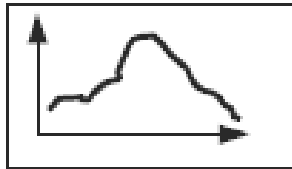


Vertical microtremor reading

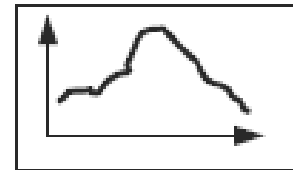


Fast Fourier Transform

Fourier Spectrum ( $H_s$ )

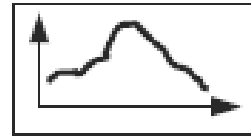


Fourier Spectrum ( $H_v$ )

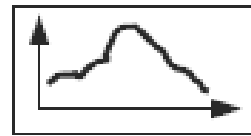


Zaman ortamında alınan verilerin frekans ortamına taşınıp, (H/V) oran büyütme spektrumu belirlenir

Horizontal spectra ( $H_s$ )



Vertical spectra ( $H_v$ )



Zemin büyütme değeri

H/V

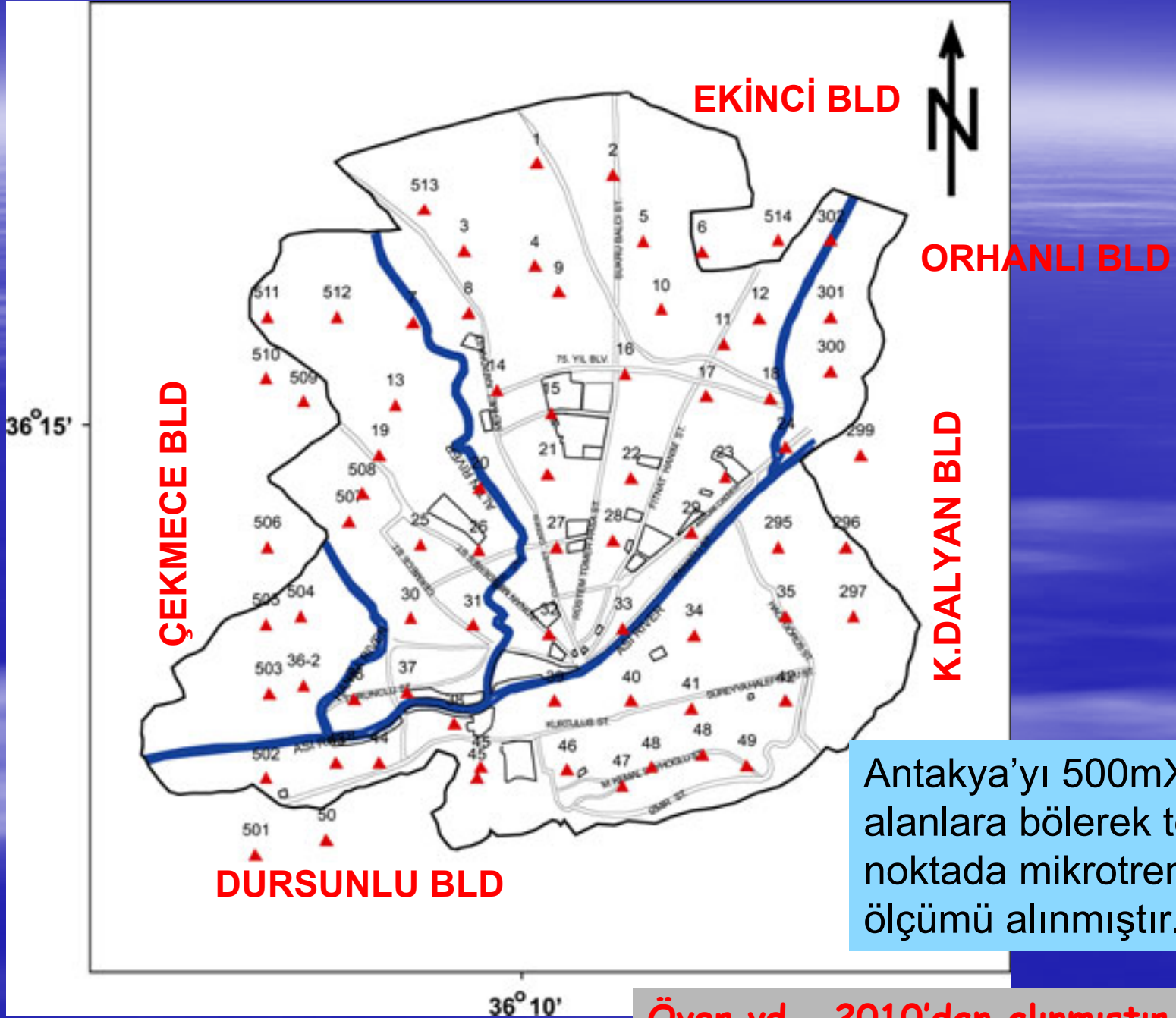
Zemin hakim titreşim periyodu

periyod

H/V ratio vs. Period







Antakya'ya 500mX500m lik alanlara bölerek toplam 69 noktada mikrotremör ölçümü alınmıştır.

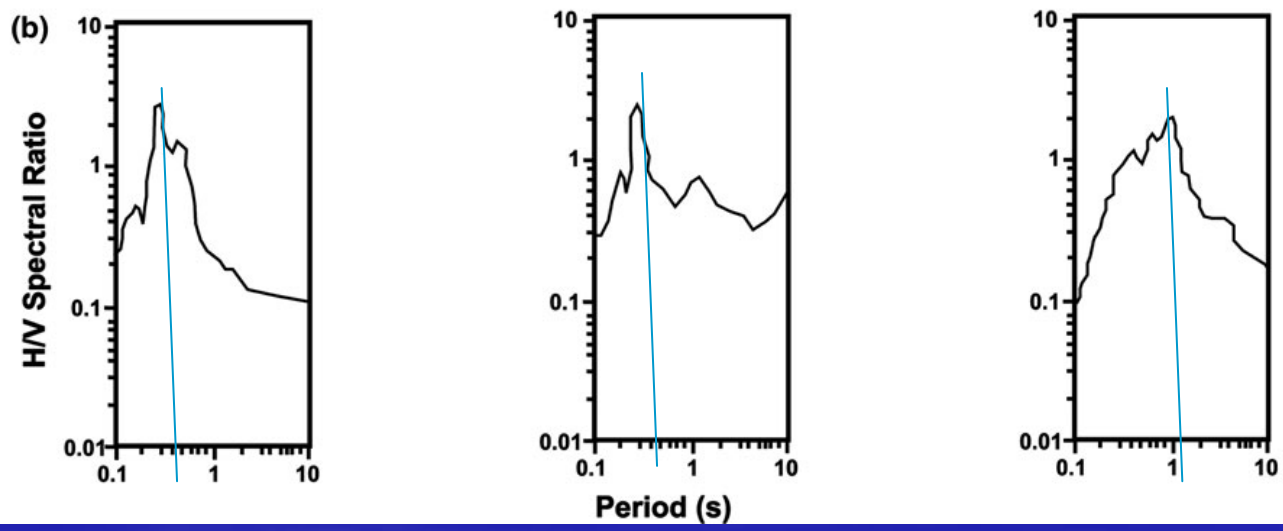
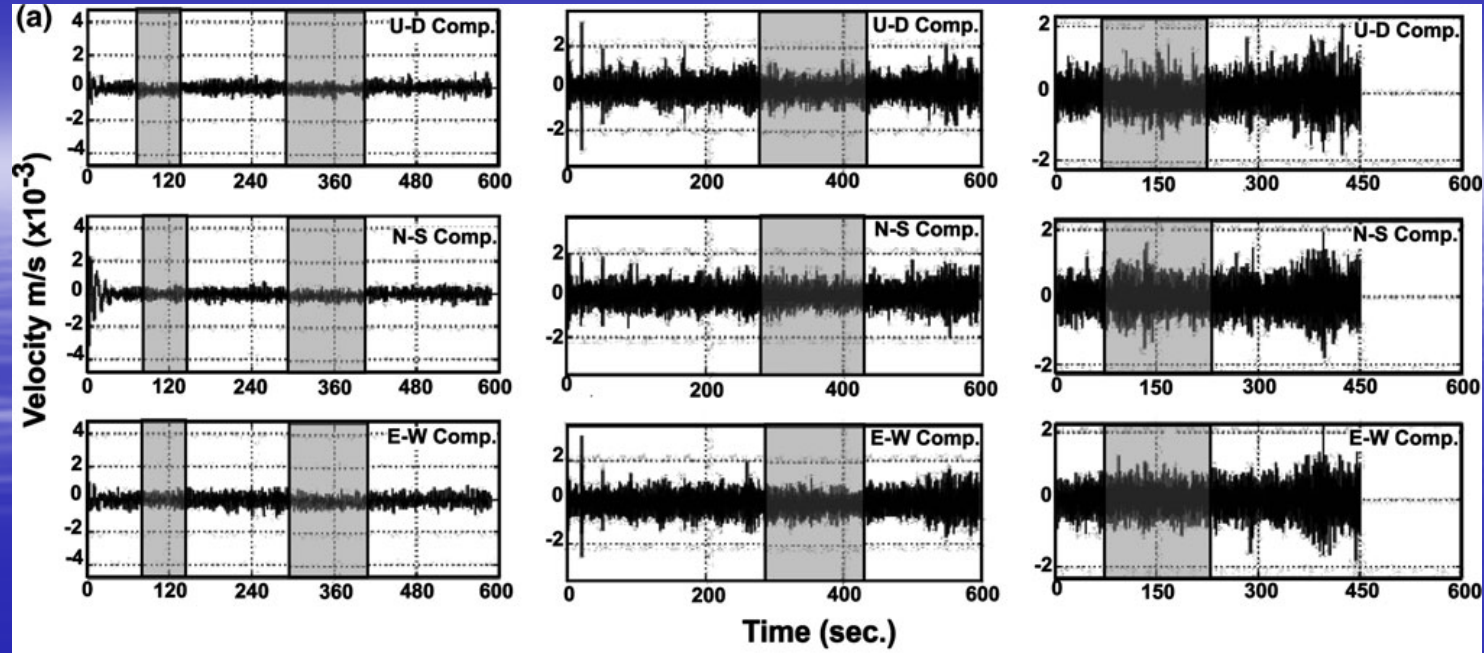
Över vd., 2010'dan alınmıştır

**Çizelge 2. Çalışma alanının baskın titreşim periyodu ve zemin büyütme değerleri**

<b>Ölçü No</b>	<b>Koordinat (Y)</b>	<b>Koordinat (X)</b>	<b>Baskın Periyot (s)</b>	<b>Baskın Frekans (Hz)</b>	<b>Büyütme</b>
2	36 <sup>0</sup> 14'35"	36 <sup>0</sup> 09'09"	0,312	3,204	1,268
3	36 <sup>0</sup> 14'05"	36 <sup>0</sup> 07'53"	0,444	2,25	1,805
4	36 <sup>0</sup> 13'57"	36 <sup>0</sup> 08'28"	0,449	2,225	1,825
5	36 <sup>0</sup> 14'02"	36 <sup>0</sup> 09'17"	0,173	5,85	0,703
6	36 <sup>0</sup> 14'01"	36 <sup>0</sup> 09'37"	0,293	3,418	1,191
7	36 <sup>0</sup> 13'31,6"	36 <sup>0</sup> 07'35,4"	0,321	3,108	1,305
8	36 <sup>0</sup> 13'34"	36 <sup>0</sup> 08'01"	0,37	2,7	1,504
9	36 <sup>0</sup> 13'44,1"	36 <sup>0</sup> 08'38,9"	0,267	3,752	1,085
10	36 <sup>0</sup> 13'33,9"	36 <sup>0</sup> 09'22,7"	0,295	3,39	1,199
11	36 <sup>0</sup> 13'20,7"	36 <sup>0</sup> 09'49,8"	0,339	2,95	1,378
12	36 <sup>0</sup> 13'28,4"	36 <sup>0</sup> 10'02,5"	0,248	4,028	1,008
13	36 <sup>0</sup> 12'53,4"	36 <sup>0</sup> 07'27,5"	0,351	2,85	1,427
14	36 <sup>0</sup> 13'01,1"	36 <sup>0</sup> 08'09,6"	0,427	2,344	1,736
15	36 <sup>0</sup> 12'46,6"	36 <sup>0</sup> 08'31,5"	0,238	4,202	0,967
16	36 <sup>0</sup> 13'05"	36 <sup>0</sup> 09'06,4"	0,402	2,49	1,634
17	36 <sup>0</sup> 12'56"	36 <sup>0</sup> 09'40,7"	0,22	4,541	0,894
18	36 <sup>0</sup> 12'51,3"	36 <sup>0</sup> 10'12,9"	0,476	2,108	1,935
20	36 <sup>0</sup> 12'20,8"	36 <sup>0</sup> 08'03,2"	0,126	7,959	0,512
21	36 <sup>0</sup> 12'27,4"	36 <sup>0</sup> 08'35,7"	0,183	5,469	0,744
22	36 <sup>0</sup> 12'21,2"	36 <sup>0</sup> 09'11,1"	0,313	3,2	1,272
23	36 <sup>0</sup> 12'23,8"	36 <sup>0</sup> 09'52,1"	0,235	4,25	0,955
25	36 <sup>0</sup> 11'52,3"	36 <sup>0</sup> 07'38,6"	0,181	5,5	0,736
26	36 <sup>0</sup> 11'50,4"	36 <sup>0</sup> 08'03,6"	0,325	3,076	1,321
27	36 <sup>0</sup> 11'51,1"	36 <sup>0</sup> 08'39,9"	0,29	3,45	1,179
28	36 <sup>0</sup> 11'54,7"	36 <sup>0</sup> 09'02,1"	0,356	2,808	1,447
29	36 <sup>0</sup> 11'54,4"	36 <sup>0</sup> 09'38,4"	0,33	3,027	1,341
30	36 <sup>0</sup> 11'22,7"	36 <sup>0</sup> 07'31,2"	0,263	3,8	1,069
31	36 <sup>0</sup> 11'19,5"	36 <sup>0</sup> 08'04,7"	0,435	2,3	1,768
32	36 <sup>0</sup> 11'17,7"	36 <sup>0</sup> 08'34,4"	0,286	3,5	1,163
33	36 <sup>0</sup> 11'23,4"	36 <sup>0</sup> 09'08,3"	0,29	2,2	1,179
34	36 <sup>0</sup> 11'14,9"	36 <sup>0</sup> 09'42,9"	0,284	3,52	1,154
36	36 <sup>0</sup> 10'47,5"	36 <sup>0</sup> 07'08,1"	0,357	2,8	1,451

37	36°10'53,8"	36°07'31,6"	0,235	4,25	0,955
38	36°10'30,7"	36°07'52,7"	0,426	2,344	1,732
39	36°10'35,5"	36°08'36,2"	0,36	2,778	1,463
40	36°10'37,5"	36°09'11,7"	0,238	4,139	0,967
41	36°10'33,7"	36°09'39,5"	0,328	3,052	1,333
43	36°10'14,4"	36°07'02,8"	0,343	2,92	1,394
44	36°10'20,7"	36°07'23,5"	0,414	3,049	1,683
45	36°10'09,4"	36°08'02,7"	0,488	2,05	1,984
46	36°10'14,4"	36°08'45,8"	0,518	2,051	2,106
47	36°10'01,3"	36°09'08,7"	0,518	1,929	2,106
48	36°10'21,1"	36°09'41,3"	0,436	2,294	1,772
49	36°10'13,7"	36°10'04,8"	0,464	2,152	1,886
295	36°11'45,9"	36°10'14,7"	0,148	6,76	0,620
296	36°11'48,7"	36°10'43,6"	0,8	1,25	3,210
297	36°11'15,8"	36°10'48,3"	0,59	1,69	2,640
298	36°09'11,1"	36°09'11,1"	0,8	1,25	3,210
299	36°12'31,8"	36°10'51,2"	0,287	3,48	1,096
300	36°13'11,6"	36°10'36,6"	0,588	1,7	2,630
301	36°13'33,4"	36°10'34,7"	0,526	1,9	2,114
302	36°14'08,3"	36°10'36,2"	0,625	1,6	2,710
501	36°09'21,1"	36°06'27,6"	0,377	2,65	1,485
502	36°10'10,6"	36°06'31,2"	0,18	5,56	0,742
503	36°10'46,4"	36°06'31,9"	0,364	2,75	1,463
504	36°11'21,5"	36°06'47,6"	0,714	1,40	2,910
505	36°11'18,7"	36°06'29,4"	0,178	5,62	0,696
506	36°11'51,4"	36°06'33,6"	0,33	3,03	0,784
507	36°12'04,2"	36°07'06,7"	0,425	2,35	1,657
508	36°12'18,1"	36°07'15,3"	0,658	1,52	2,840
509	36°12'58,9"	36°06'52,8"	0,714	1,40	2,910
510	36°13'07,7"	36°06'28,5"	0,16	6,25	0,622
511	36°13'31,3	36°06'28,4"	0,66	1,52	2,760
512	36°13'37,2"	36°07'01,1"	0,66	1,52	2,760
514	36°14'08,4"	36°10'13,7"	0,91	1,09	3,980





**Yatay hareket bileşenlerinin düşey hareket bileşenine göre spektral oranlarının (H/V) belirlenmesi (Nakamura) Yöntemi kullanılmıştır.**

Antakya kent merkezinde ölçülen 69 noktadan alınan mikrotremör ölçümlerinden elde edilen **titreşim hakim periyodları** 5 grupta toplanmıştır.

**Z5** (0.2 sn ve daha küçük)

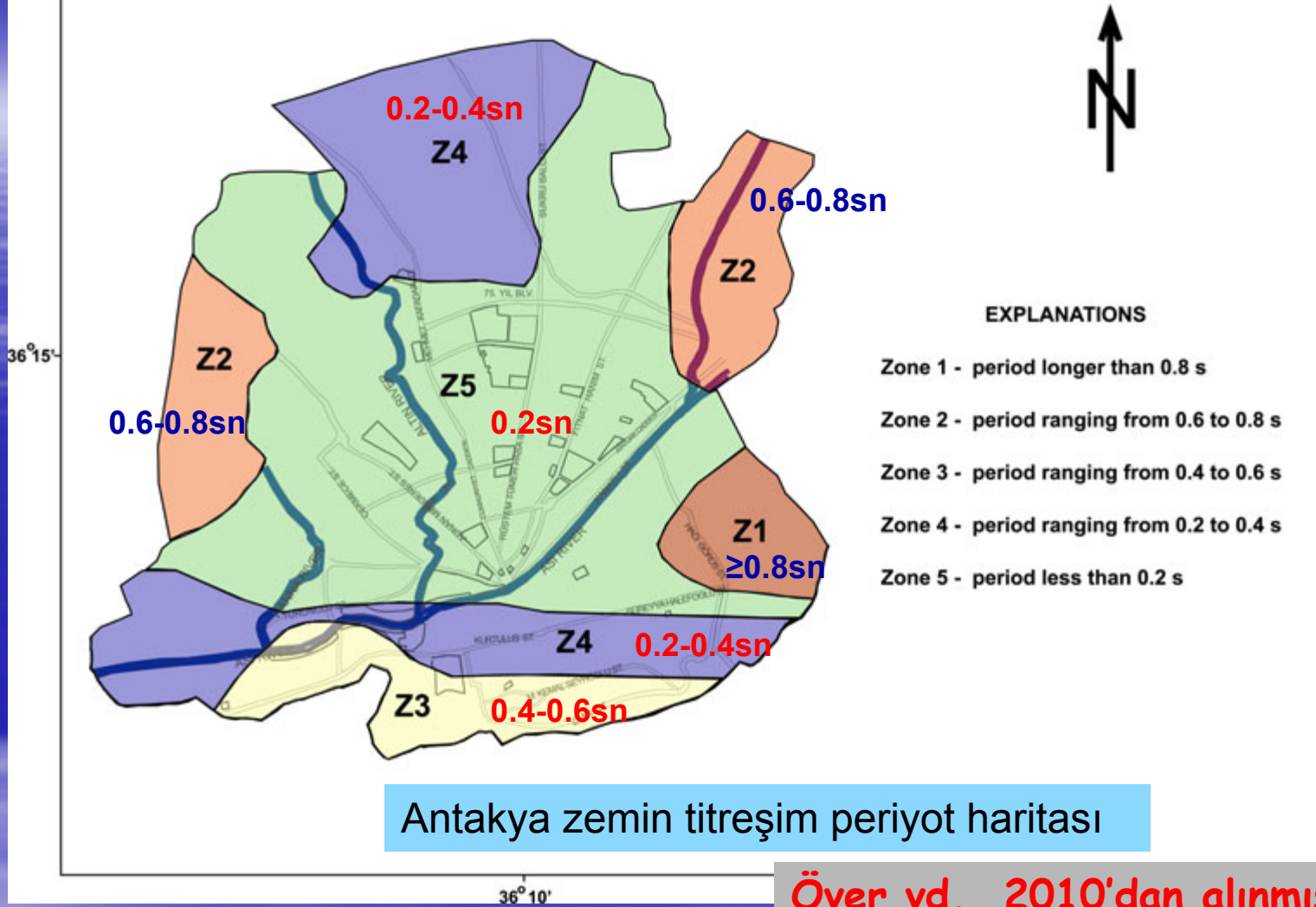
**Z4** (0.2 - 0.4 sn)

**Z3** (0.4 - 0.6 sn)

**Z2** (0.6-0.8 sn)

**Z1** (0.8 sn ve daha büyük)

Pratik olarak yapıda 0.1sn 1 kata karşılık gelir!!!



Mühendislik yapısının periyodu ve üstüne inşaa edildiği ortamdaki yer baskın periyodun birbirine yakın olması durumunda girişim (rezonans) oluşur. Girişim sonucunda Mühendislik yapısının salınım genliği sonsuza doğru büyür ve hasar görür.

## PROJELERDEN ELDE EDİLEN MAKALELER

1. Över S. vd., 2002. Quaternary stress regime change in the Hatay region (SE Turkey). *Geophys. J.Int.*, 148, 649-662.
2. Över S. vd., 2004a. A synthesis: Late Cenozoic stress field distribution at northeastern corner of the Eastern Mediterranean, SE Turkey, *C.R. Geoscience (Geodynamics)*, 336, 93-103.
3. Över S. vd., 2004b. Is the Amik Basin (SE Turkey) a triple-junction area? Analyses of SPOT XS imagery and seismicity. *INT. J. REMOTE SENSING*, VOL. 25, NO. 00, 1-17.
4. Över S., vd., 2004c. Late Cenozoic stress evolution along the Karasu Valley, SE Turkey. *Tectonophysics* 380 (2004) 43- 68
5. Över S., 2004d. Late Cenozoic stress distribution along the Misis Range in the Anatolian, Arabian, and African plate intersection region, SE Turkey. *Tectonics*, VOL. 23, TC3008, doi:10.1029/2002TC001455, 2004
6. Över S. vd., 2010. Assessment of potential seismic hazard and site effect in Antakya (Hatay Province), SE Turkey. *Environ Earth Sci* DOI 10.1007/s12665-010-0525-3



**SABIRLA DİNLEDİYİNİZ  
TEŞEKKÜR EDERİM**