

KUZEY ANADOLU FAYI İSMETPAŞA SEGMENTİNDE GERÇEKLEŞTİRİLEN JEODEZİK ÇALIŞMALAR

Hakan Ş. Kutoğlu¹, Hakan Akçın¹, K. Sedar Görmüş¹, Hüseyin Kemalder¹

¹ZKÜ, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Jeodezi ve Fotogrametri Müh. Bölümü, 67100 Zonguldak, kutoglu@hotmail.com

ÖZET

Kuzey Anadolu Fayının İsmetpaşa segmenti dünyada asismik krip hareketinin görüldüğü nadir oluşumlardan biridir. Bu segment, 1944 yılında gerçekleşen ve büyüklüğü 7.2 olan Gerede depremi ile sonrasında 1951 yılında gerçekleşen ve büyüklüğü 6.9 olan Kurşunlu depremi nedeniyle kırıldığı düşünülmektedir ve bundan sonra günümüze kadar da herhangi bir büyük depreme sahne olmamıştır. 1957 yılından başlayarak, krip hareketini belirlemeye yönelik birçok değişik yöntem kullanılmıştır. 2002 yılından önceki tüm çalışmalar segmentteki krip hareketinin yavaşlama eğiliminde olduğuna işaret etmektedir. İsmetpaşa jeodezik ağındaki yeni ölçme kampanyası yavaşlayan trendin yeniden hızlandığına işaret etmektedir. Bu da segmentteki deprem riskinin arttığı şeklinde yorumlanabilir. Bu bildiri segmentte bu zamana kadar yapılmış çalışmaların bir özeti şeklindedir.

Anahtar Sözcükler: Yüzey kripti, Jeodezik Ağ, Kuzey Anadolu Fayı

ABSTRACT

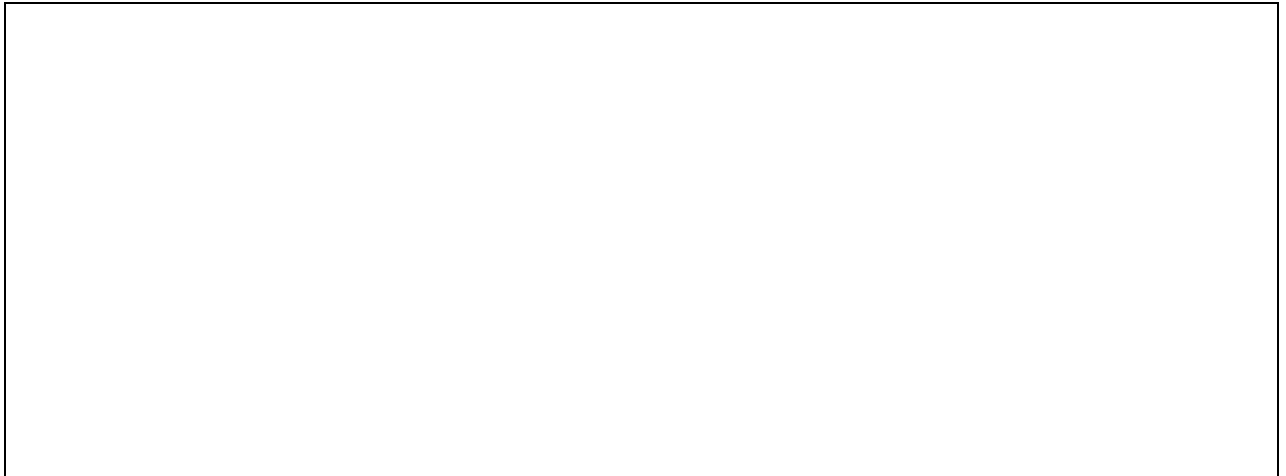
The İsmetpaşa segment of the North Anatolian Fault is one of the rare places in the world where aseismic krip event has been observed. This segment was ruptured during both the 1944, Mw=7.2, Gerede and 1951, Mw=6.9, Kurşunlu earthquakes. After these earthquakes, the segment has not experienced a major earthquake anymore. Starting from 1957, many studies using different technologies have been carried out to determine the krip rate of the segment. All these studies until 2002 revealed that the krip movement of the segment slowed down. The new observation campaign of the İsmetpaşa geodetic network shows that the İsmetpaşa segment has ceased the slowing trend and started to gain speed. This might be interpreted as an increasing earthquake risk for this segment. This paper is the summary of studies which have been carried out in the segment until now.

Keywords: *Surface* krip, Geodetic network, North Anatolian Fault.

1. GİRİŞ

Türkiye, depremselliği yüksek olan bir bölgede bulunmaktadır. Japonya'dan Amerika Birleşik Devletleri'ne kadar olan hat üzerinde Kuzey Anadolu Fay Kuşağı bulunmaktadır. Bu fay hattı, tektonik bir aktivite alanıdır. Yıllık santimetreler hızında doğrultu atımlı kayma hareketleri olmaktadır.

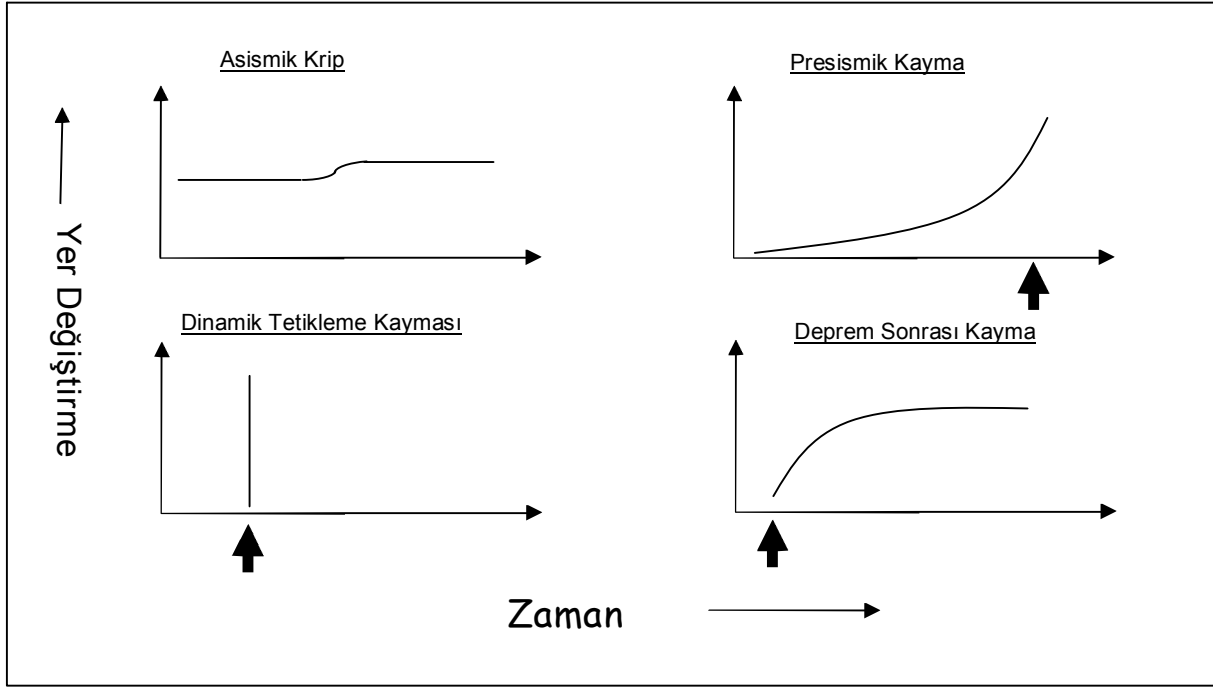
Kuzey Anadolu Fay Kuşağı, Avrupa Asya plakası ile Anadolu Yarımadası arasındaki hareketlerin büyük bir bölümünün birleştiği sağ yönlü bir fay zonudur ve bölgesel bir yarık morfolojisi niteliğindedir. Günümüzde fayın merkez bölgesinde yapılan ölçüler, hareket hızının 1-2 cm büyüklüğünde olduğunu göstermektedir. Yanal hareketlerin yanında kuzey bloğunun da önemli ölçüde yükseldiği ortaya çıkmıştır.



Şekil 1. Kuzey Anadolu Fay Zonu (Ketin 1976).

Dünyanın en aktif faylarından birisi olan Kuzey Anadolu Fay Zonu, bilim adamları için eşsiz bir laboratuardır. Afrika ve Arap plakalarının kuzey yönünde hareketinden kaynaklanan iteleme, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun batıya doğru ilerlemesine neden olmaktadır. Kuzey Anadolu Fayı (KAF), ürettiği depremlerin sebep olduğu can ve mal kayıpları nedeniyle ülkemizin en önemli faylarından birisidir.

Bazı faylar yüzeyleri boyunca bir kayma hareketi yaparlar. Bu yavaş kayma hareketi "Fay krip'i" ya da "krip" olarak adlandırılır. Krip hareketi; sabit, sürekli veya geçici ve bölgesel olmakla birlikte, krip hareketi görülen fay segmentlerindeki uzun vadeli hız depremlerden önce veya sonra değişken olabilir. Krip hareketi asismik bir fay kaymasıdır (Şekil 2). Sabit ve sürekli ya da geçici olabilir (Sylvester,1986).



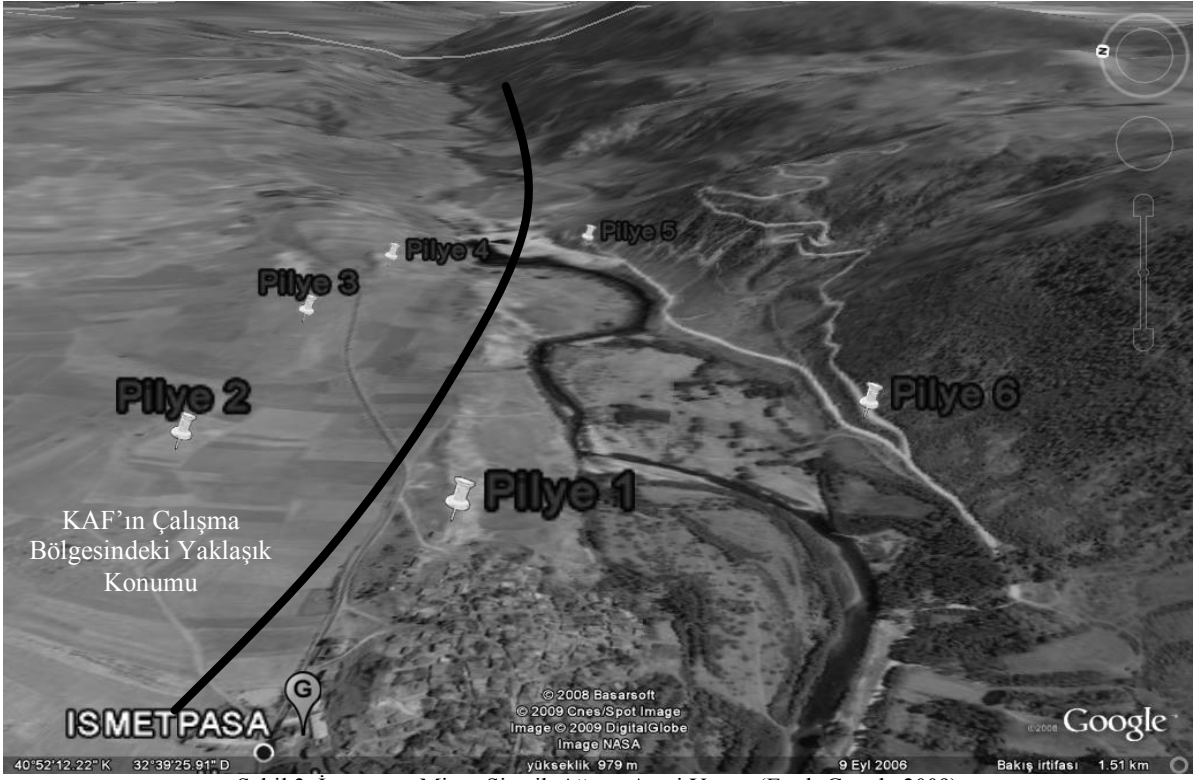
Şekil 2. Tektonik Krip Tipleri

Krip hareketi fay zonlarında iki şekilde davranış gösterir. Birincisi, krip hızının fayı oluşturan plakaların ortalama hızına eşit olması durumunda, enerji birikiminin olmayacağı ve krip oluşumu gösteren segmentlerde büyük deprem oluşumunun engelleneceği şeklindedir. İkincisi ise krip hareketinin sığ bir derinlikte olduğu ve plakaların hızından daha yavaş bir kayma hızına sahip olduğudur. Bu durumda enerji birikimi engellenemez, dolayısıyla da fayda, orta ve büyük ölçekte depremler oluşabilir. Bu bakımdan, bazı araştırmacılara göre krip depremlerin habercisidir.

Bu sebeplerden dolayı, doğrultu ve derinlik boyunca fay kripinin hız ve büyüklüğü, sismik risklerin değerlendirmesi ve deprem döngüsü ile fay davranışlarını anlayabilmemiz için anahtar parametreler olabilir. Sürekli olarak izlenmesi ve belirlenmesinin yararlı olacağı düşüncesi ile bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

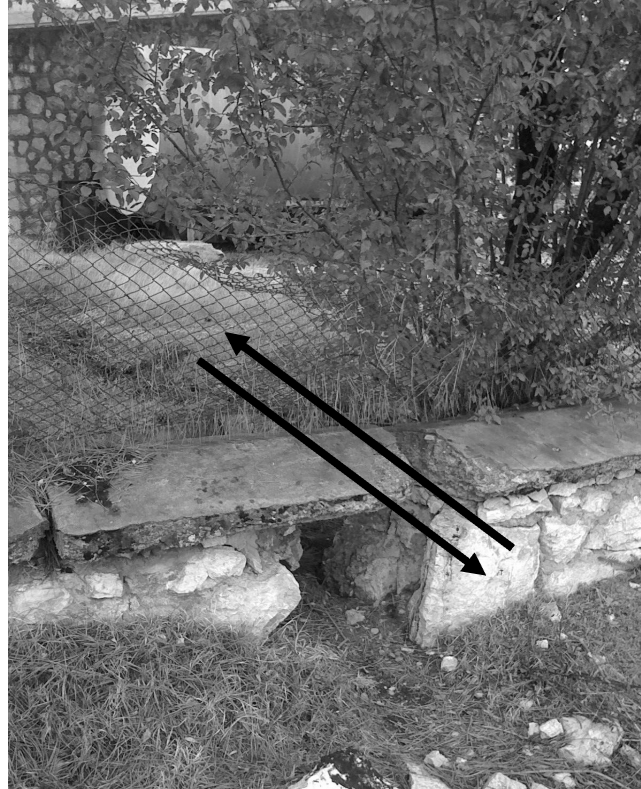
2. İSMETPAŞA JEODEZİK AĞINDAKİ PERİYODİK GÖZLEMLER

Kuzey Anadolu Fayının (KAF), İstanbul'un 350 km doğusunda ve Ankara'nın 100 km kuzeybatısında bulunan İsmetpaşa segmenti, dünyada asismik krip hareketinin gözlemlendiği nadir yerlerden birisidir. İsmetpaşa segmenti, ilk defa batısında 1944 yılında gerçekleşen ve büyüklüğü $M_w = 7.2$ olan Gerede depremi ile sonra da doğusunda 1951 yılında gerçekleşen ve büyüklüğü $M_w = 6.9$ olan Kurşunlu depremi nedeniyle kırılmış ve bundan sonra bugüne kadar da herhangi bir büyük depreme sahne olmamıştır. Kuzey Anadolu fay hattının orta-batı bölümü oluşturan bu bölge 1972 yılından itibaren sürekli jeodezik ölçme yöntemleri ile gözlemlenmiştir (Kutoğlu vd, 2006). Kuzey Anadolu Fay Zonunun bir parçası olan İsmetpaşa jeodezik ağı üç noktası Avrasya plakası, 3 noktası Anadolu bloğu üzerinde olacak şekilde, 6 noktalı bir mikro-jeodezik ağ olarak tasarlanmıştır (Şekil 3).

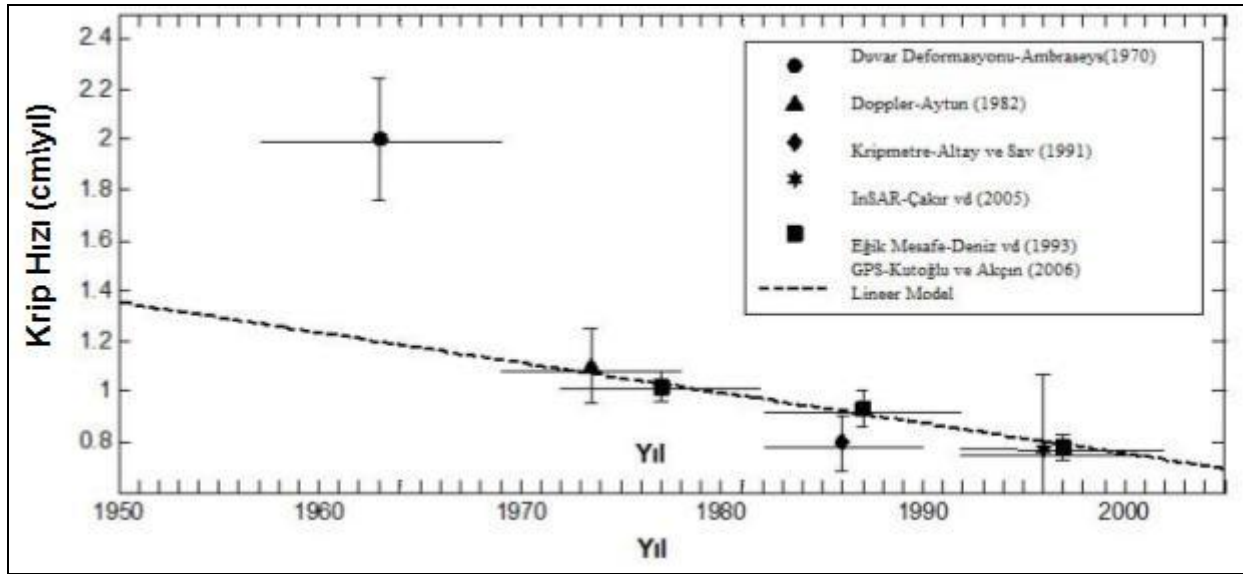


şekil 3. İsmetpaşa Micro-Sismik Ağı ve Arazi Yapısı (Earth-Google,2009)

Bölgedeki krip hareketi ilk olarak segmente adımı veren İsmetpaşa kasabasındaki tren istasyonunun duvarında fark edilmiştir (şekil 4). Bunun üzerine yoğunlaştırılan çalışmalarda İsmetpaşa segmentinde 1957-1969 yılları arasında 2 cm/yıl, 1969-78 yılları arasında 1.1cm/yıl büyüklüğünde hareketler tespit edilmiştir (Ambraseys, 1970; Aytun, 1982). Bu sonuçlar, segmentin krip hızının bu dönemde KAF'ın yıllık rijit plaka hızı olan 2.2 cm hareketiyle eşdeğer olduğunu göstermiştir. İsmetpaşa segmentindeki krip hareketinin keşfinden sonra bu bölge ilgi odağı olmuş ve krip değerinin hesaplanması için farklı periyotlarda bir çok çalışma farklı lme teknikleriyle gerçekleştirilmiştir. şekil 5'de farklı çalışmalardan elde edilen krip hızları verilmiştir.



şekil 4. İsmetpaşa Tren İstasyonu Duvarı



Şekil 5. İsmetpaşa Segmentinde yapılan farklı çalışmalarla elde edilen krip hızları (Kutoğlu vd, 2008)

Bu ağın ilk periyot gözlemleri, 1972 yılında eğik mesafeler ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Eğik mesafeler daha sonra Gauss projeksiyon düzlemine indirgenmiş ve ağın dengeleme hesabı bu düzlemde gerçekleştirilmiştir. Dengeleme hesabı sırasında Avrasya plakası üzerinde bulunan noktalar referans noktası olarak seçilmişlerdir. 1982 yılında ağ doppler tekniği ile birkez daha gözlemlenmiştir ve sonuçları aynı yöntemle dengelenmişlerdir (Uğur, 1974; Eren, 1984). 1992 yılında gerçekleştirilen üçüncü periyot ölçmelerine kadar geçen süre içerisinde ağın 5 numaralı noktası tahrip edildiğinden, 1992 yılındaki ölçme ve dengeleme işlemleri bu nokta olmaksızın yürütülmek zorunda kalmıştır. Ancak geriye kalan ölçmeler ve dengeleme işlemlerindeki süreç aynen korunmuştur (Deniz ve diğ., 1993).

1999'da İsmetpaşa'nın yakınlarında, Gölcük ve Düzce'deki iki büyük deprem meydana gelmiştir. Bu depremler segmentteki krip hareketi seyrini değiştirebilecek büyüklüktedir. Bu sebepten dolayı İsmetpaşa segmentine kurulan jeodezik ağın mevcut 5 noktasına ait eğik mesafeler son kez 2002 yılında GPS tekniğiyle tarafımızdan gözlenmiş ve bu gözlemler yine daha önceki periyotlarda izlenen yolla dengelenmişlerdir. GPS tekniğinin diğer periyotlarda uygulanan yöntemlerle ölçek farkını gidermek amacıyla elde edilen sonuçlara Avrasya plakasında yer alan üç noktaya göre Helmert dönüşümü uygulanmıştır.

Kampanya gözlemlerinden 1992-2002 yılları arası segmentteki krip oranı 0.7 cm/yıl olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç bölgede INSAR tekniği ile yapılan başka bir çalışmanın sonuçları ile de uyumludur (Çakır vd., 2005). Bu iki çalışmanın da sonuçlarından, segmentteki krip hareketini, Gölcük (M:7.4) ve Düzce (M:7.2) depremlerinin tetiklemediği sonucu çıkmıştır. Buna göre segmentteki krip hareketi üç senaryo ile açıklanabilir. İlk senaryoya göre; faydaki krip hareketi 1944 yada 1951 depremlerinden sonra veya arasında oluşmuş olabilir. İkinci senaryo; fayda krip hareketi zaten var olduğu, bu depremlerden dolayı hızının arttığı ve şimdilerde ise depremlerden önceki hızına döndüğüdür. (Silvester,1986). Üçüncü senaryo ise segmentteki krip hareketinin depremlerden önce ve sonra da uzun dönemli olarak var olduğudur (Kutoğlu ve Akçın,2006). Bu sonuçları yorumlayabilmek amacıyla periyodik gözlemlere devam edilmesi kararlaştırılmış ve 2007 yılında GPS tekniği ile jeodezik ağda gözlemler yapılmıştır.

Jeodezik ağın baz uzunluklarının kısa olmasından dolayı bir saatlik gözlemlerle ağ için yeterli duyarlılığa ulaşılmıştır. Değerlendirme sonuçlarına göre, 2002-2007 arasındaki periyotta 1 ve 6 noktalarında 6 cm'lik yer değiştirme 0.4 cm doğrulukla elde edilmiştir. Burdan segmentin yıllık değişim hızı her noktasında yaklaşık 1.2 cm/yıl olarak elde edilmiştir. Bu hız bir önceki periyotta ölçülen hızın iki katına denk gelmektedir.

1957-2007 yılları arasında İsmetpaşa segmentinde elde edilen krip hızları Şekil 6'da 4. dereceden polinomal olarak ifade edilmiştir. Ağda gerçekleştirilen 2007 yılı gözlemlerinden segmentin azalan trend hareketi, 2002-2007 arasındaki 5 yıllık periyotta tekrar hızlandığı anlaşılmaktadır ve yıllık 1.2 cm/yıl olan hız, 1992-2002 yılları arasındaki hızın iki katıdır. Bu da segmentin 1970'lerdeki karakterine döndüğü anlamına gelmektedir.

Ayrıca ağı koordinatlarını ITRF referans koordinat sisteminde tanımlamak amacı ile deformasyon bölgelerinde uzakta rijit plaka üzerinde bulunan ve hızları yine rijit olan IGS(International GPS Service) noktaları hesaplamalara dahil edilmesi planlanmaktadır. Bu kapsamda; Ağın 5 numaralı noktası devam eden çalışmalar doğrultusunda yeniden tesis edilmiştir ve ağ 21-24 Ekim 2008 tarihlerinde günde 8 saat sürecek şekilde GPS tekniği ile gözlemlenmiştir. 2009 yılı içerisinde ağda aynı şekilde bir periyot gözlem daha yapılması amaçlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Ambraseys, N. N., 1970, *Some characteristic features of the Anatolian Fault Zone*, Tectonophysics, 9, 143–165.
- Aytun, A., 1982, *Creep measurements in the İsmetpaşa region of the North Anatolian Fault Zone*, in: *Multidisciplinary approach to earthquake prediction 2*, edited by: Isikara, A. M., Vogel, A., Friedr. Vieweg & Sohn, Braunschweig, 279–292.
- Çakır, Z., Akoglu, A. M., Belabbes, S., Ergintav, S., and Meghraoui, M.2005, *Creeping along the İsmetpaşa section of the North Anatolian Fault (Western Turkey): Rate and extent from InSAR*, Earth Planet. Sc. Lett., 238, 225–234, 2005.
- Deniz, R., Aksoy, A., Yalın, D., Seeger, H., Hirsch, O., 1993. *Determination of crustal movement in Turkey by terrestrial geodetic methods*, Journal of Geodynamics, 18, 13-22.
- Eren, K., 1984. *Strain analysis along the North Anatolian Fault by using geodetic surveys*, Bulletin Geodesique, 137-149 pp.
- Ketin İ., 1976., San Andreas ve Kuzey Anadolu Fayları arasında bir karşılaştırma, Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, e. 19, 149-154.
- Kutoğlu Ş.H., Akçın H., Azar A., 2005. 1972'den 2002'ye İsmetpaşa Jeodezik Ağı'nın Deformasyon Gözlemleri, Deprem Sempozyumu Kocaeli, 23-25 Mart 2005, Kocaeli.
- Kutoglu, H. S. and Akcin, H., 2006, Determination of 30-Year Creep on The İsmetpaşa Segment of the North Anatolian Fault Using an *Old Geodetic Network*, Earth Planets Space, 58, 937–942.
- Kutoğlu Ş.H., Akçın H., Kemaldere H., Görmüş K.,S., 2008., *Triggered creep rate on the İsmetpaşa segment of the North Anatolian Fault*. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 8, 1369–1373.
- Uğur, E., 1974. *Kuzey Anadolu Fay Kuşağı üzerinde yer kabuğu hareketlerinin jeodezik yöntemlerle etüdü*, Doktora tezi, İTÜ, İstanbul.
- Sylvester, A. G., 1986. *Near-Field Tectonic Geodesy*, in: *Active Tectonics Junction*, Chap.11, edited by: Wallace, R. E., National Academy Press, Washington DC, 266 pp.

<http://earth.google.com/>