



1939 Erzincan Depremi YüzeY Kırığının Ortaköy-Suşehri Segmenti Üzerinde Paleosismolojik Bulgular, Kuzey Anadolu Fay Zonu

*Paleoseismological Findings on the Ortakoy-Suşehri Segment of the 1939 Erzincan
Earthquake Surface Rupture, North Anatolian Fault Zone*

Ali POLAT¹, Orhan TATAR², Halil GÜRSOY²,
Volkan KARABACAK³, Cengiz ZABCI⁴, Taylan SANÇAR⁵

¹İl Afet ve Acil Durum Müdürlüğü, Sivas (polatbey@gmail.com)

²Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Sivas

³Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Eskişehir

⁴İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maslak, İstanbul

⁵Tunceli Üniveristesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Tunceli

ÖZ

İnceleme alanı Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ)'nun doğu kesiminde yer alan Suşehri-Gölova havzaları üzerinde bulunmaktadır. Sismik açıdan son derece aktif olan bu fay zonu üzerinde yakın tarihsel dönem içinde çok şiddetli birçok deprem meydana gelmiştir. 27 Aralık 1939'da çok sayıda can ve mal kaybına neden olan son büyük Erzincan depremi inceleme alanının da içinde bulunduğu bölgede yüzlerce km'lik yüzeY kırığı oluşturmuştur. KAFZ'nun özellikle orta ve batı kesimi üzerinde daha önce yapılan paleosismolojik çalışmalarla, tarihsel depremlere ait yeni verilerin saptanması sonucu sismik etkinliğin zamansal tekrarlanma aralığı ve büyüklüğü hakkında önemli bilgiler elde edilmiştir. KAFZ'nun doğu kesimindeki paleosismolojik amaçlı çalışmalar batı kesimine göre daha az sayıda olup, doğu kesimi bu açıdan daha bakirdir.

Bu çalışmada 1939 Erzincan depremi yüzeY kırığı üzerinde 3 adet hendek açılmıştır. Bu hendekler batıdan doğuya doğru Eskibağ, Aşağıyeniköy ve Aşağıtepecik köyleri içerisinde ilerleyen 1939 depremi yüzeY kırığının üzerinde yer almaktadır. Eskibağ hendeği Sevindik köyü GD'sunda ve Eskibağ köyü KD'sunda yer alan bir belverme gölcüğü üzerinde açılmıştır. Aşağıyeniköy hendeği aynı hat üzerinde, fay morfolojisinin iyi gözlemlendiği Aşağıyeniköy'ün KD'sunda ve Aşağı tepecik hendeği de Süt Gölü'nün yaklaşık 2.5 km GD'sunda açılmıştır. Bu hendek verileri fay zonunun uzanımı üzerinde Holosen boyunca tekrarlanan büyük depremlere ait veriler sunması açısından önemlidir. Açılan bu hendeklerde, 1939 yüzeY kırığının gözlenmesinin yanı sıra, 1939 depremi yüzeY kırığından daha önce oluşan depremlerin

kırıklarının da saptanmış olması, 1939 depremi yüzey kırığının eski kırıkları takip ettiği ve 1939 depremi öncesinde birkaç farklı sismik etkinliğin de varlığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Akıncılar, Gölova, Hendek, Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ), Paleosismoloji, 1939 Erzincan depremi.

ABSTRACT

The study area is located within the Suşehri-Gölova basin on eastern part of the North Anatolian Fault Zone (NAFZ). Great devastating earthquakes have been occurred on this highly active seismic fault zone in near historical period. The last great earthquake causing loss of many life and properties was occurred on 27 December 1939 in Erzincan along the eastern part of the NAFZ. This earthquake has created hundreds of kilometers surface rupture, and can also be traced in the study area. Significant information is obtained by early paleoseismological studies carried out especially on the middle and western parts of the NAFZ proving important data about earthquake return periods and magnitudes of seismic activity in the period. Paleoseismological studies on eastern part of the NAFZ are less than western part of the NAFZ.

In this study, three trenches were excavated on the 1939 Erzincan earthquake surface rupture. These trenches are located from west to east, in Eskibağ, Aşağıyeniköy and Aşağıtepecik villages. Eskibağ trench was excavated on a sag pond to the southeast of Sevindik and northeast of Eskibağ villages. Aşağı Tepecik trench was excavated on the same lineament to the northeast of Aşağıyeniköy where a clear fault morphology is observed. The Aşağı Tepecik was excavated 2.5 km southeast of the Lake Sut. These trench data are significant because of showing data of large earthquakes repeated during Holocene times. Beside the fact that 1939 surface rupture was observed, the earthquake ruptures formed before 1939 were also observed on trench logs. It is showed that 1939 earthquake surface rupture follows older ruptures and reveals the existence of several different seismic activities prior to 1939 earthquake.

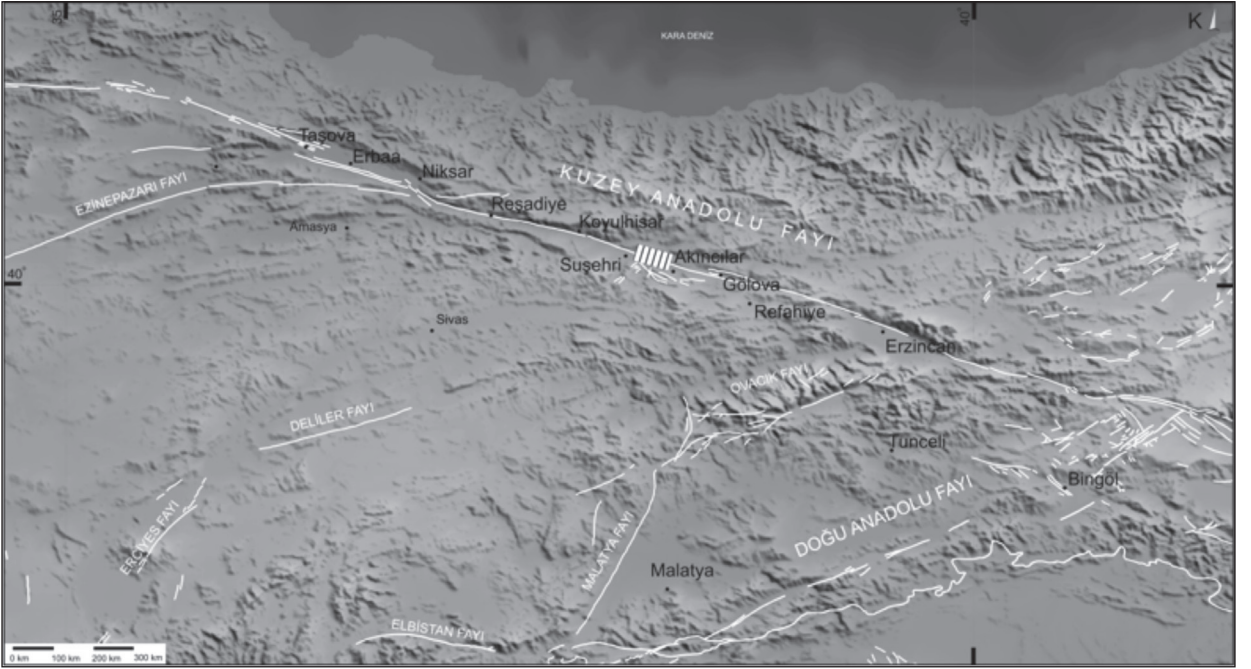
Keywords: Akıncılar, Gölova, North Anatolian Fault Zone, Paleoseismology, Trench, 1939 Erzincan earthquake.

GİRİŞ

İnceleme alanı coğrafik konum olarak Sivas ilinin yaklaşık 130 km kuzey doğusunda, Akıncılar ve Gölova ilçeleri arasında yer almaktadır (Şekil 1).

Türkiye, oldukça zengin deprem kataloglarına sahip olmasına rağmen, eski yüzey kırıklarının hangi fay segmenti üzerinde yer aldığı henüz tam anlamıyla bilinmemektedir. Bu eksikliğin giderilmesi yönünde paleosismoloji amaçlı fay hendek kazılarının Kuzey Anadolu Fay Zonu (KAFZ) üzerinde başlaması 1990'lı yılların

başına rastlar (Okumura vd., 1990; Ikeda vd., 1991; Yoshioka vd., 1991; Okumura vd., 1993; Barka ve Wesnousky, 1994; Okumura ve Yoshioka, 1994; Okumura vd., 1994). KAFZ geneline bakıldığında paleosismoloji çalışmalarının özellikle Bolu batısında yoğunluk kazandığı görülür (Ikeda vd., 1991; Rockwell vd., 2001; Hitchcock vd., 2003; Klinger vd., 2003; Pavlides vd., 2006; Palyvos vd., 2007; Kurçer vd., 2008b; Pantosti vd., 2008). Fayın orta ve özellikle doğu kesimlerinde fay hendek kazısı çalışmaları açısından daha bakirdir.



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

KAFZ'nun doğu kesimlerinde dikkati çeken paleosismolojik çalışma eksığının giderilmesi ve fay uzanımı boyunca karakteristik deprem davranışının ortaya konulması amacıyla, Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun doğu segmentleri üzerinde 2006K 120220 nolu DPT projesi kapsamında belirlenen bazı lokasyonlarda fay hendek kazısı çalışmaları gerçekleştirilmiştir (Tatar vd. 2009). Bu kapsamda, doğuda Gölöva (Sivas) ile batıda Erbaa (Tokat) arasında 9 ayrı lokasyonda toplam 10 adet paleosismolojik araştırma amaçlı hendek açılmıştır. Bu kazılardan üçü 1942 Niksar-Erbaa, diğer altısı ise 1939 Erzincan depremi yüzeY kırığı üzerinde yer alır. 1939 Erzincan Depremi yüzeY kırığının Kelkit vadisi segmenti üzerinde, iki farklı istasyonda, Reşadiye ve Umurca yakınlarında 3 adet hendek açılmıştır (Zabcı vd., 2011). İnceleme alanında yer alan 3 adet fay kazısı da Suşehri ve Gölöva ilçeleri arasında, 1939 Erzincan depremi yüzeY kırığı üzerinde yer almaktadır (Şekil 1 ve 3).

Okumura ve Yoshioka (1994), 1939 Erzincan depremi yüzeY kırığı üzerinde, Suşehri (Sivas) doğusunda gerçekleştirdikleri fay kazısı sonucunda, son depremden iki önceki olayı tespit etmişlerdir. Ancak bu iki eski olay, araştırmacıların çalışmasında yaşlandırılmamıştır. Çukurçimen'de 1939 Erzincan depremine ait yüzeY kırığı üzerinde kazılan toplam 6 hendek sonucuna göre, 2500 yıl öncesinden günümüze deprem tarihçesi hakkında önemli veriler elde edilmiştir (Hartleb vd., 2006). Hendek stratigrafleri incelendiğinde, 5 eski deprem ve bunlardan önce gerçekleşmiş olabilecek olası en az 2 olay tespit edilmiştir. En yeni olay 1939 Erzincan depremi sonucu olan yüzeY faylanması ile ilişkiliyken, bir önceki olay 1254 yılında gerçekleşmiş tarihsel depreme karşılık gelir. Daha eski olaylar ise geçmişe doğru sırasıyla 1045 depremi, 250 ve 540 yılları arasında (büyük olasılıkla 499 depremi) gerçekleşmiş bir faylanma ve MÖ. 770 ve MÖ. 50 yılları arasında olan olaydır (olasılıkla 230 ve MÖ. 50 arasında).

Olası bir önceki olay, MÖ. 1450 ile MÖ. 800 yılları arasında gerçekleşmişken, en az bir yüzey kırığı da MÖ. 2880 ila MÖ. 200 yıllarında oluşmuştur (Hartleb vd., 2000; Hartleb vd., 2006b). Belirlenen eski depremler sonucu yazarların fayın kırılma karakteristiği hakkında vardıkları yorum, “(1) Deprem tekrarlanma aralıklarının göreceli olarak uzun olması sonucu, fay düzensiz aralıklarla göreceli olarak büyük depremler yaratacak şekilde kırılma gösterir (2) Depremler 200 ila 900 yıllık periyotlar arasında zaman zaman düzenli tekrarlanırlar”, şeklinde olmuştur.

Eski büyük olaylara ait kayıtların, eski yerleşim yerlerinin dağılımı, olayı kayıt altına alan tarihçilerin özneliği, zaman içinde kayıtların kaybolması ve benzeri etkiler yüzünden, eski depremlerin KAFZ üzerindeki uzanımsal dağılımları tam olarak belli değildir. Gerek fay geometrisinin tam olarak ortaya konulması, gerekse bu fay segmentleri üzerinde yapılacak paleosismoloji çalışmaları, tarihsel verilerin kontrol edilerek doğrulanması veya eksiklerinin giderilmesi için büyük önem taşır.

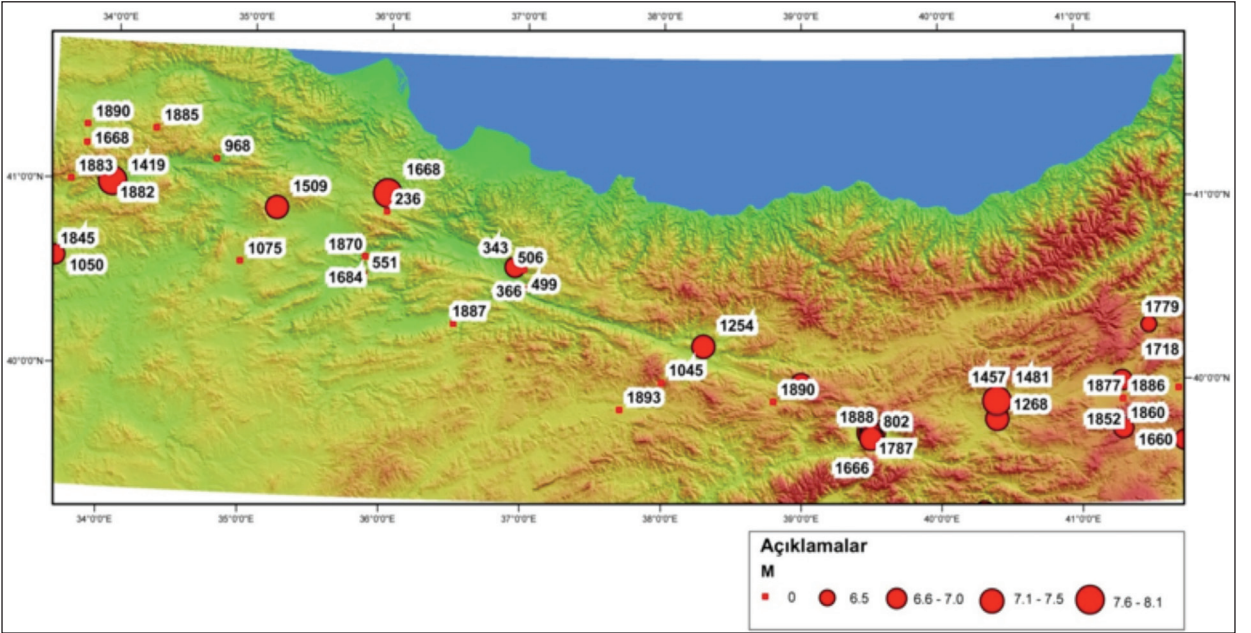
İNCELEME ALANI VE ÇEVRESİNDE MEYDANA GELMİŞ TARİHSEL DEPREMLER

Anadolu'nun tarih boyunca birçok uygarlığa ev sahipliği yapmış olması, gerçekleşen doğal afetlere ait kayıtların geçmişinin oldukça eski zamanlara kadar uzanmasını sağlamıştır. Özellikle afet bölgelerinde faaliyet gösteren yabancı kökenli tüccarların ve din adamlarının yazışmaları ve tuttıkları kayıtlar, önemli tarihsel depremlerin anlaşılmasında kilit rol oynar. KAFZ'nun deprem tekrarlanma aralığı ve olacak depremlerin nitelikleri hakkında önemli ipuçları içeren bu kayıtlar, son yüzyıl içerisinde çeşitli araştırmacılar tarafından derlenmiş ve farklı kataloglar halinde yayınlanmıştır (Pınar ve Lahn, 1952; Ergin vd.,

1967; Soysal vd., 1981; Guidoboni vd., 1994; Ambraseys ve Finkel, 1995; Guidoboni ve Comastri, 2005; Tan vd., 2008).

Yukarıda bir kısmı sayılan deprem katalogları ve daha birçoğunun içerdiği veriler Tan vd., (2008) tarafından yeniden gözden geçirilerek derlenmiştir. Bu deprem katalogu düzenli olarak güncellenmekte ve Türkiye yerbilimleri camiasının kullanımına sunulmaktadır. Tokat ile Erzincan arasında kalan bölge ve çevresindeki aletsel dönem öncesi, $M \geq 6.5$ tarihsel depremleri Şekil 2'de gösterilmiştir. Tarihsel depremlerin dağılımı incelendiği zaman eski yerleşim yerleri civarında daha eksiksiz kayıt tutulduğu görülürken, bazı bölgelerde ise belirgin bir kayıt sıklığı bulunmamaktadır (Çizelge 1). Örneğin eski ve büyük bir yerleşim merkezi olan Erzincan ve civarı, özellikle 10. yüzyıldan itibaren oldukça fazla eski sismik olayla ilişkilendirilirken, Refahiye'nin batısı ile Kargı arasında kalan bölge, bu kadar yoğun kayıt içermemektedir. Kataloglarda yer alan bu eksiklik, KAFZ üzerinde yer alan eski deprem serilerinin anlaşılmasında bir engel teşkil etmiş ve “Paflagonya Sismik Boşluğu” olarak adlandırılmıştır (Şengör vd., 2005).

Yukarıda bahsedildiği üzere, bu tarihsel olaylar belirli eski yerleşim merkezleri ve çevresinde kümelenmektedir. Örneğin, Niksar civarında MÖ. 330, MS. 127, 330, 335, 343, 366, 499 ve 506 yılları arasında hasar kayıtları kataloglara girerken, 6. yüzyıldan sonra uzun bir süre bu kent için bir kayıt bulunmaz. MS. 499 depremi için merkez olarak Niksar ilçesi gösterilirken (Ambraseys ve Jackson, 1998), Guidoboni vd. (1994) Suşehri (Nicomolis) ve çevresinin ağır hasar gördüğünden bahseder. Bu yüzden çalışma bölgesinde, farklı kataloglardaki tarihsel depremlerin denştirilmesi ve en somut bilginin ortaya çıkarılması büyük önem taşır.



Şekil 2. Erbaa (Tokat) ve Erzincan arasında kalan bölge ve çevresi için çeşitli deprem kataloglarından derlenen (Tan vd., 2008) bazı önemli tarihsel depremlerin ve tarihlerinin izdüşümü .

Figure 2. Projection of some important historical earthquakes locations and dates compiled from various earthquake catalogs (Tan et. al. 2008) in the vicinity of Erbaa (Tokat) and Erzincan.

Çizelge 1’de listelenen eski depremlerden çalışma bölgesi için en önemli ve eski sismik olay MS. 343 Niksar depremidir. MS. 499 yılında gerçekleşen olay için ise bazı kataloglar Niksar ilçesini merkez olarak verirken, bazıları ağır yıkımın Suşehri civarında olduğunu belirtmektedir. 6. yy’dan sonra kataloglar uzun bir süre kayıt içermemiştir. Erzincan, MS. 1045 yılında oldukça yıkıcı bir depremle sarsılmıştır MS.1254 yılında, farklı kataloglar tarafından, biri Suşehri diğeri Erzincan olmak üzere iki farklı

depremin varlığından bahsedilir. 1419 yılında Tosya ve civarı, 1509 yılında ise Gümüşhacıköy ve civarı oldukça şiddetli depremlerle yıkılmıştır. Çorum-Amasya merkezli olduğu düşünülen 1579 depremi için yıkımın Erzincan’a kadar devam ettiği kaydedilmiştir. KAFZ üzerinde kayıtlı en büyük tarihsel depremlerden biri 17 Ağustos 1668 yılında gerçekleşen Büyük Anadolu Depremi’dir. Bu depremde oluşan yüzey kırığının uzunluğunun, yarattığı yıkım göz önünde bulundurularak, 400 km den fazla olabileceği ifade edilmektedir.

Çizelge 1. Tan ve diğerleri, (2008)'ne göre Erbaa – Erzincan arasında kalan bölge ve çevresinde gerçekleşen tarihsel depremler ($M \geq 6.5$ veya büyüklüğü belirlenmemişler). Veri içermeyen bileşenler için “0” değeri kullanılmıştır.

Table 1. *Historical earthquakes in the vicinity of Erbaa and Erzincan (Tan et. al. 2008) (“0” used for unknown data).*

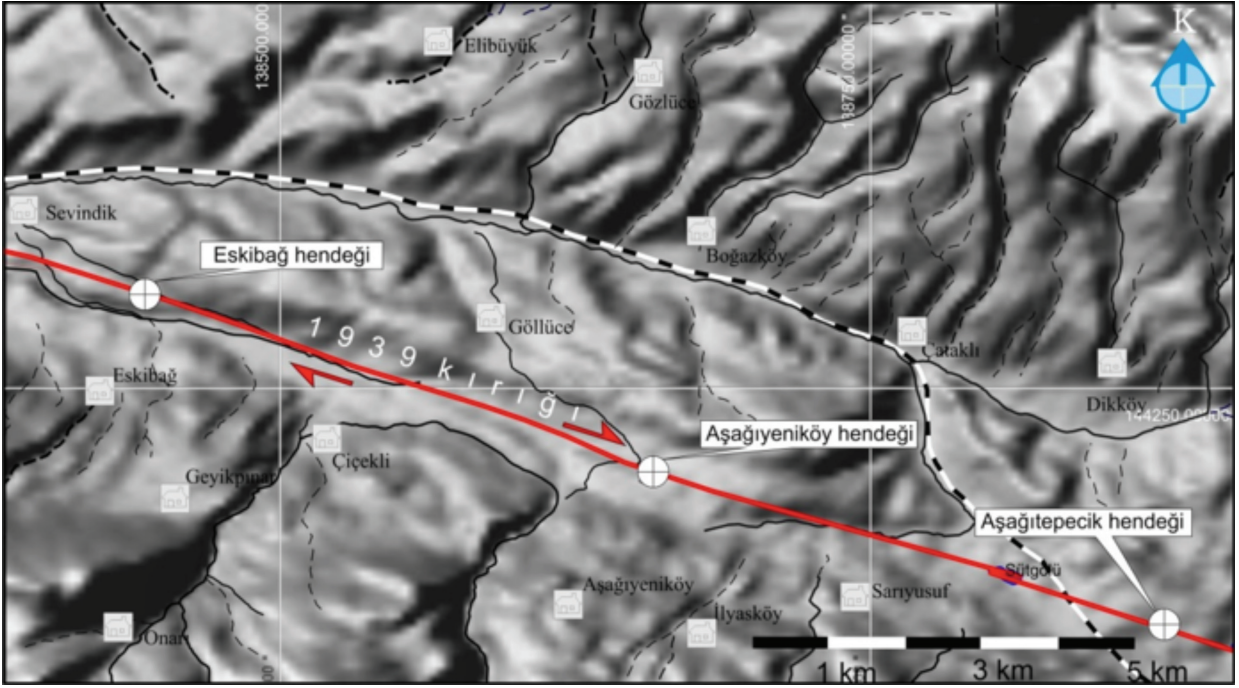
Yıl	Yerleşim	Enlem(K)	Boylam(D)	M	M Türü	h (km)	ay	gün	saat
-330	Niksar	40.6000	37.0000	0.00	0	0	0	0	0
127	Niksar	40.6000	37.0000	0.00	0	0	0	0	0
236	Ladik	40.9000	36.0000	0.00	0	0	0	0	0
330	Niksar	40.6000	37.0000	0.00	0	0	0	0	0
335	Niksar	40.6000	37.0000	0.00	0	0	0	0	0
343	Niksar	40.6149	36.9345	6.90	0	0	0	0	0
366	Niksar	40.6000	37.0000	0.00	0	0	0	0	0
499	Niksar?	40.5000	37.0000	0.00	0	0	9	0	0
506	Niksar	40.6000	36.9000	0.00	0	0	0	0	0
551	Amasya	40.5500	35.8500	0.00	0	0	0	0	0
802	Erzincan	39.7000	39.5000	6.50	0	15	0	0	0
968	Kargı	41.1500	34.7500	0.00	0	0	9	3	2
1011	Erzincan	39.7000	39.5000	6.50	0	15	0	0	0
1045	Erzincan	39.7333	39.5000	8.10	0	0	0	0	0
1045	Suşehri?	40.0000	38.0000	0.00	0	0	4	5	0
1047	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1068	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1075	Çorum	40.6000	34.9500	0.00	0	0	0	0	0
1236	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1254	Suşehri	40.2000	38.3000	7.20	0	15	4	28	0
1254	Erzincan	39.7333	39.5000	7.50	0	0	10	11	0
1268	Otlukbeli?	39.8000	40.4000	7.30	0	25	0	0	0
1281	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1287	Erzincan	39.7333	39.5000	6.90	0	0	5	16	0
1289	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1290	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1345	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1356	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1366	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1415	Amasya	40.6500	35.8500	0.00	0	0	0	0	0
1419	Tosya	41.0000	34.0000	7.60	0	25	3	0	0
1419	Erzincan	39.7333	39.5000	6.60	0	0	3	26	0
1422	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1433	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1456	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	4	13	0
1457	Otlukbeli?	39.9000	40.4000	7.60	0	25	4	0	0
1481	Otlukbeli?	39.9000	40.4000	7.80	0	17	3	0	0

1482	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	12	21	0
1509	Gümüşhacıköy	40.9000	35.2000	7.50	0	40	0	0	0
1513	Amasya	40.6500	35.8500	0.00	0	0	0	0	0
1576	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	11	5	0
1583	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	5	28	0
1584	Refahiye	40.0000	39.0000	6.60	0	15	6	17	0
1585	Amasya	40.6500	35.8500	0.00	0	0	0	0	0
1666	Erzincan	39.7000	39.5000	7.50	0	10	0	13	9
1668	Anadolu	41.0000	36.0000	8.10	0	40	8	17	0
1684	Amasya	40.6500	35.8500	0.00	0	0	9	14	0
1784	Yedisu	39.3000	40.3000	7.00	0	15	7	7	0
1787	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	0	0	0
1870	Amasya	40.6500	35.8500	0.00	0	0	9	1	0
1877	Amasya	40.6000	36.0000	0.00	0	0	0	0	0
1882	Tosya	41.0000	34.0000	0.00	0	0	0	0	0
1885	Kargı?	41.3000	34.3000	0.00	0	0	0	0	0
1887	Tokat	40.3000	36.5000	0.00	0	0	7	0	0
1888	Erzincan	39.7500	39.5000	0.00	0	0	5	0	0
1890	Refahiye	39.9000	38.8000	0.00	0	0	5	20	0
1890	Niksar	40.6000	36.9000	0.00	0	0	0	0	0
1893	Zara?	39.8500	37.7000	0.00	0	0	0	0	0

HENDEK (FAY KAZISI) ÇALIŞMALARI

Bu çalışma kapsamında Suşehri Havzası içerisinde 3 ayrı fay kazısı (hendek) çalışması gerçekleştirilmiştir. 1939 Erzincan Depremi yüzey kırığı üzerindeki bu 3 fay kazısı batıdan doğuya doğru Eskibağ, Aşağıyeniköy ve Aşağıtepecik hendekleri olarak isimlendirilmiştir (Şekil 3).

Eskibağ hendeği Sevindik köyü GD'sunda ve Eskibağ köyü KD'sunda yer alan bir belverme gölcüğü üzerinde açılmıştır. Aşağıyeniköy hendeği aynı hat üzerinde, fay morfolojisinin en iyi gözlemlendiği Aşağıyeniköy'ün KD'sunda ve Aşağıtepecik hendeği ise Süt Gölünün yaklaşık 2.5 km GD'sunda açılmıştır.



Şekil 3. İnceleme alanında 1939 Erzincan depremi yüzey kırığı üzerinde yapılan fay kazılarının yerleri.

Figure 3. Trench locations on 1939 Erzincan earthquake surface rupture in study area.

Suşehri havzasında 1939 Erzincan depremi yüzey kırığı genelde havzanın orta kesimlerinde ilerlemektedir (Polat, 2011). Bu kesimler Holosen yaşlı çok genç çökellerden oluşmaktadır. Hendeelerde genelde tabanda çakıllı, kumlu siltli killerden oluşan malzemeler bulunur. İstif içerisindeki çakılların boyutları farklılık gösterebilmektedir. Üste doğru ince kumlu, orta çakıllı silt ve kil malzeme gözlenmektedir. Bunlarında üstünde farklı tane boyuna sahip çakıl ve kum içeren silt ve killer bulunmaktadır. En üst seviyeyi ise güncel toprak malzeme oluşturmaktadır.

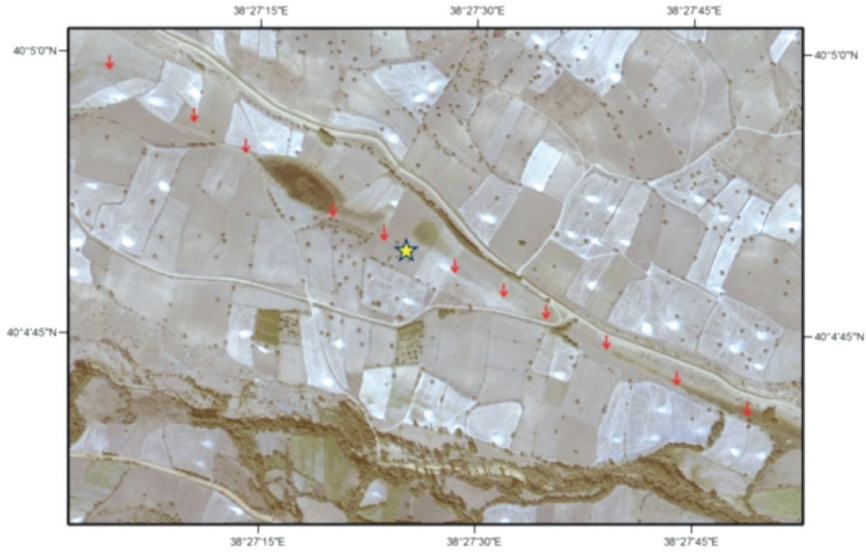
Eskibağ Hendeği

Eskibağ Hendeği, Akıncılar ilçesi doğusunda bir bel verme gölcüğünün doğu devamında açılmış

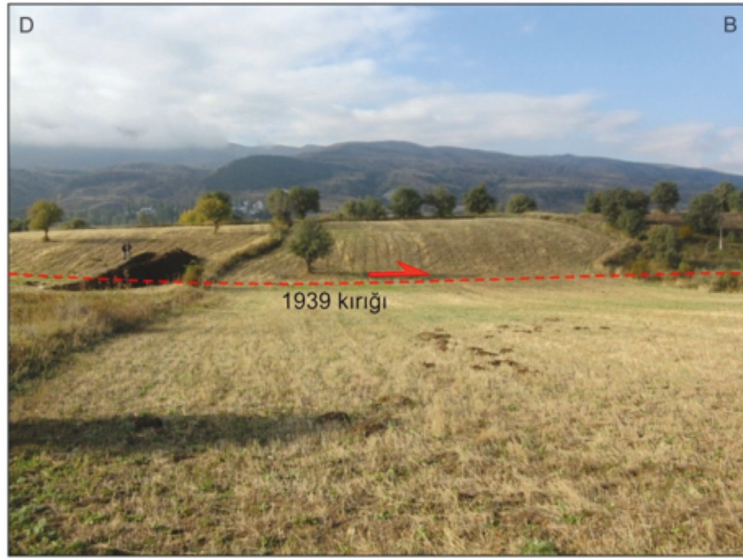
olup, genelde kil boyutlu malzemenin ağırlıkta olduğu bir çökel istifi gösterir.

Henek Yeri ve Morfolojisi

Henek çalışması, KAFZ'nun belirgin bir morfolojik çizgisellik gösterdiği, Ekinciler köyüne ait bir arazi üzerinde gerçekleştirilmiştir. İki yükselti arasında bir oluk oluşturan fayın doğrultusu $K115^\circ$ dir. Ayrıca fayın sıçramasına veya büklümlenmesine bağlı oluşan belverme gölcüğü, bölgenin en belirgin morfolojik yapılarından birisidir (Şekil 4a). Bu belverme gölcüğü çökelleri üzerinde henek kazısı yapılmak istenmiş, ancak çöküntü alanındaki yeraltı su seviyesinin yüzeye çok yakın olması nedeniyle kazı alanı daha doğuya kaydırılmıştır.



(a)



(b)

Şekil 4. (a) Eskibağ hendek yerinin QUICKBIRD uydu görüntüsü üzerindeki konumu. Hendek yeri sarı yıldız ile fay güzergahı kırmızı oklarla işaretlenmiştir. (b) Kazı yeri ve ötelenmiş tarla sınırlarının fotoğrafı.

Figure 4. (a) QuickBird satellite image showing the location of Eskibağ trench. Trench location marked as yellow star and fault location marked as red arrows. (b) Photograph of Excavation location and displacement field.

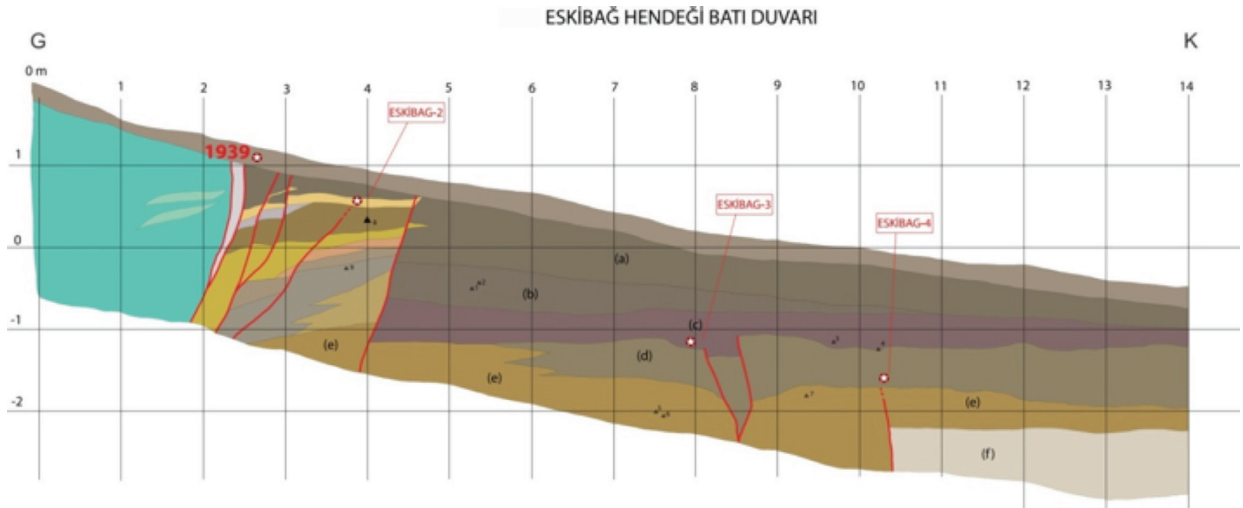
Fay kazısı, 6 ± 0.5 m sağ yanal ötelenmiş bir tarla sınırının hemen yakınında yapılmıştır (Şekil 4b). Bu değer, 1939 Erzincan depreminin bu bölge yakınlarında gözlenen yüzey kırıkları için rapor edilen 5.5-6.4 m'lik ötelenme miktarları ile uyumludur (Barka, 1996).

Hendek Stratigrafisi ve Faylanma Evreleri

Eskibağ hendeki yaklaşık 18 m uzunluğunda, 1.5 m genişliğinde ve azami 2.5 m derinliğindedir. Bir yamaç ve düzlük sınırında açılan hendekin, batı duvarının 14 m'lik kesimi loglanmıştır (Şekil 5). Fay çukurunun güney kenarında yeşil ve mavi tonlarında saf kil bir malzeme bulunurken, daha güneyde bu malzeme bir süreksizlik zonunun diğer tarafında daha kaba taneli bir istif şeklinde gözlenir.

civarında yanal olarak (e) birimine tedrici geçiş yapar. Bu birimlerin üzerine sırası ile kahverengi silt (c), koyu kahverengi içi iri çakıllı killi silt (b) ve koyu kahverengi orta-iri çakıllı killi silt (a) gelir. En üstte ise tarım amaçlı sürülmüş toprak zon bulunur.

Hendekte görülen en belirgin faylanma, 2 ila 5. metreler arasında birbirine paralel kollar halinde uzanmaktadır (Şekil 6). Bu bölgede yüzeye kadar uzanan faylanmalar (ESKIBAG-1) olasılıkla 1939 Erzincan depremi sırasında oluşmuşlardır. Ancak, bu paralel kollardan birisi en üstteki toprak seviyesine ulaşmaz. Bu kırık daha altta sarı kumlu silt matriksli çakıllı bir seviye tarafından örtülür. Bu olayın olasılıkla 1939'dan bir önceki depreme (ESKIBAG-2) ait olduğu yorumlanmıştır. 8 ila 9. metreler arasında yer alan bir başka faylanma



Şekil 5. Eskibağ hendeki batı duvarı logu.

Figure 5. Log of Eskibağ trench's West Wall.

Hendek tabanında 3 ila 10. metreler arasında bulunan seyrek, ince kumlu, siltli kil (e) 10. metre civarında yanal olarak aniden kesilir. 10. metreden daha kuzeye doğru hendekin en altında yer alan, üst kesimleri çakıl malzeme açısından daha zengin stratigrafik birim (f) gözlenir. ince-orta çakıllı killi siltten oluşan (d) katmanı, 6. metre

ise (e) ve (d) birimlerini keserken, (c) biriminin sadece alt sınırında oynamaya sebep olmuştur (ESKIBAG-3). Hendekin en altında (e) biriminin 10. metre civarında kesin bir hat boyunca (f) seviyesi ile yan yana gelmesinin nedeninin ESKIBAG-4 olarak isimlendirilen olay olması gerektiği yorumlanmıştır.



(a)



(b)

Şekil 6. Eskibağ hendeğinde görülen 1939 Erzincan depremine ait yüzey faylanmasının (a) yorumlanmamış ve (b) fayların işaretlenmiş hali.

Figure 6. (a) Uninterpreted and (b) Marked surface faulting of 1939 Erzincan earthquake on Eskibag trench.

Hendek Genelinde Deprem Tariçesi

Eskibağ fay kazısında, stratigrafik seviyelerin yapısal ilişkileri göz önünde bulundurularak toplam 4 olay tespit edilmiştir. Bunlardan en genci olan ESKIBAG-1 olayı, 1939 Erzincan depremi sonrası yüzeyde toprak seviyesinin altına kadar uzanan faylarla temsil edilir. ESKIBAG-2 bu fay zonu içerisinde yüzeye kadar devam etmeyen bir kol üzerinde tespit edilmiştir. ESKIBAG-3 ve ESKIBAG-4 ise aynı şekilde hendek tabanında stratigrafik birimlerin ötelenme ve süreksizlikleri göz önünde bulundurularak belirlenmiştir.

ESKIBAG-2 depremini yaşlandırmak için alınan örnek (E-08) MÖ. 2444-1877 gibi çok

yaşlı bir sonuç vermiş ve bu yüzden yaşlandırılan materyalin taşınmış olduğu yorumlanmıştır. ESKIBAG-3 ün olay seviyesinden alınan E-04'ten ise MS. 580-670 yaş aralığı alınmıştır (Çizelge 2). ESKIBAG-3 bu tarihten önce olmuş bir deprem olmalıdır. MS.499 Süşehri (Nicopolis) depremi ile bu olay denestirilebilir. ESKIBAG-4 depremini yaşlandıracak E-06 ve E-07 no'lu numunelerin radyokarbon analiz sonuçları, bu olayın en erken MÖ. 840'dan sonra gerçekleşmiş olması gerektiğini işaret etmektedir. Ancak, MS. 5. YY sonu ile MÖ. 8. yüzyıl arasındaki büyük zaman boşluğu düşünülürse, yaşlandırılan bu örneğin de taşınmış olma ihtimalini ortaya koymaktadır.

Çizelge 2. Eskibağ Hendeğine ait radyokarbon analiz sonuçları.

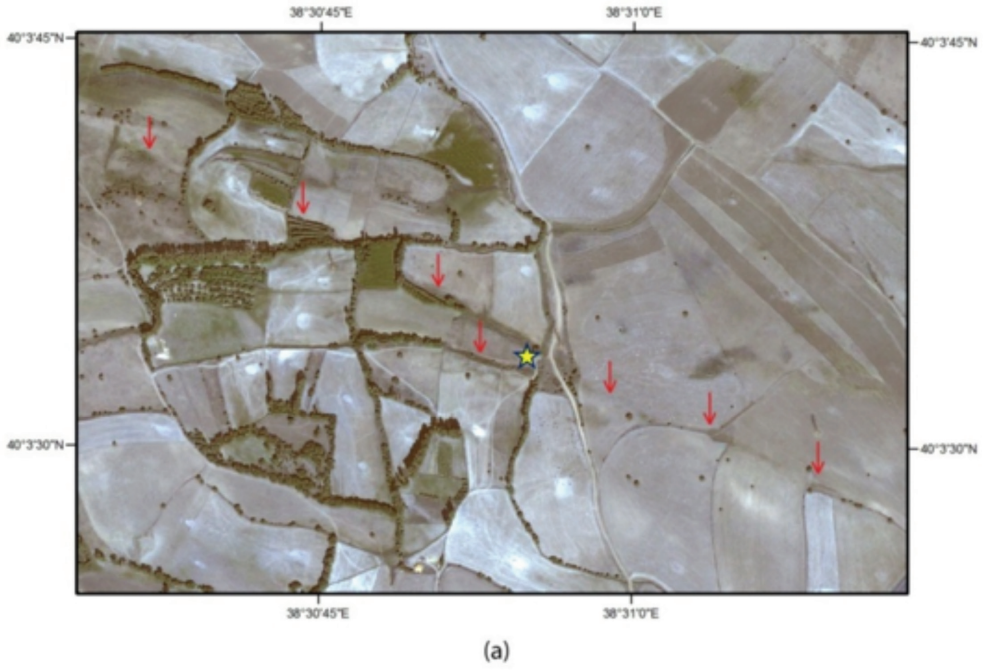
Table 2. *The result of radiocarbon analysis of Eskibag trench.*

Lab No	Örnek Adı	Örnek Tipi	¹³ C(‰)	C-14 BP yaş	2σ (%95.4) Kalibre Yaş
Beta 252675	E-02	Kömür/organik çökel	-23.4	1760±40 BP	MS. 140-390
Beta 252676	E-03	Kömür/organik çökel	-23.3	1770±40 BP	MS. 137-354 (%97.3)
Beta 252677	E-04	Kömür/organik çökel	-23.0	1410±40 BP	MS. 580-670
Beta 252678	E-06	Kömür/organik çökel	-23.4	2790±40 BP	MÖ. 1020-840
Beta 252679	E-07	Kömür/organik çökel	-24.2	3080±40 BP	MÖ. 1434-1260 (%99.3)
Beta 252680	E-08	Kömür/organik çökel	-23.0	3600±40 BP	MÖ. 2444-1877 (%93.9)

Aşağı Yeniköy Hendeği

Bu hendek, Aşağı Yeniköy köyünün 1.7 km KD'sunda açılmıştır (Şekil 7a). Birbirine paralele

yakın uzanan iki şev üzerine birer adet hendek açılmış, şevlerden daha güneyde olanı üzerinde faylanma saptanmıştır (Şekil 7b).



Şekil 7. (a) Hendek yerinin QUICKBIRD uydu görüntüsü üzerinde gösterimi. Yıldız hendek lokasyonunu gösterirken, kırmızı oklar fayın gidişini göstermektedir. (b) Birbirine paralele yakın uzanan iki şevin ve üzerlerine açılmış hendeklerin kuzeyden güneye bakış yönlü fotoğrafı.

Figure 7. (a) QuickBird satellite image showing trench location. Star shows trench location and arrows shows fault extend. (b) Photograph of trench on approximately parallel two slopes.

Hendek Yeri ve Morfolojisi

Çalışma, birbirine paralel iki şev üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bunlardan daha kuzeyde olan, batıdan doğuya doğru uzanan yaklaşık $K118^{\circ}$ doğrultulu bir çizgisellik ile ilişkili iken, güneydeki şev ise doğuya doğru uzanan $K109^{\circ}$ doğrultulu fay üzerinde yer alır. Başka bir ifadeyle batıdan doğuya doğru $K118^{\circ}$ doğrultulu olarak uzanan fay, tam olarak hendek çalışmasının yapıldığı bölgede 35 m kuzeye sıçrayarak doğuya doğru 109° lik doğrultuyla devam etmektedir.

Hendek yerinin hemen yanından geçen patika yol, bir dere yatağı kenarını izler. Fayın gidişine göre bu dere yatağında gerçekleşen ötelenme miktarı 7 ± 0.5 m kadardır. Bu lokasyonda ölçülen atım miktarının, Suşehri-Ortaköy segmenti için elde edilen atım miktarlarına (Barka 1996) yakın olduğu görülmekte ve bu çalışmada saptanan 7 ± 0.5 m lik atımın 1939 Erzincan depreminde oluştuğu kabul edilmektedir.

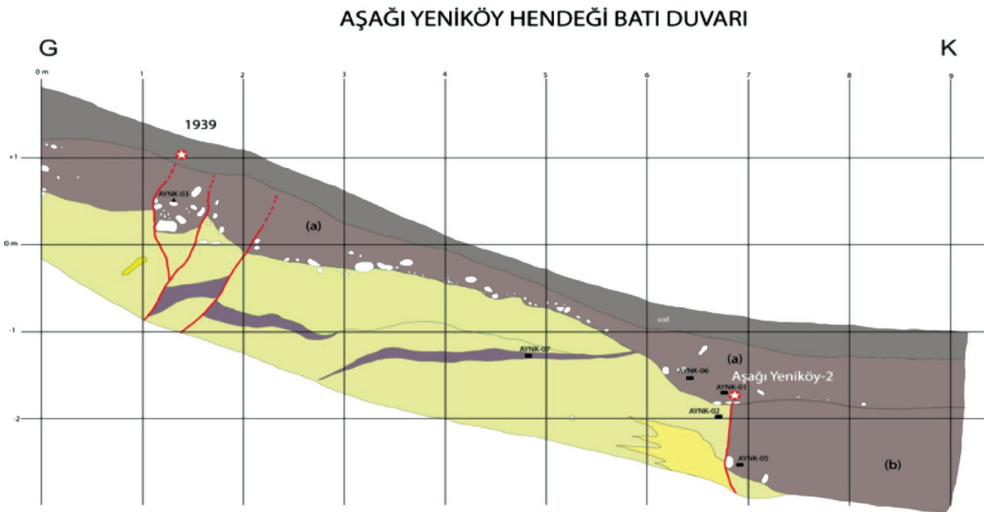
Hendek Stratigrafisi ve Faylanma Evreleri

Fay kazısının boyutları yaklaşık 11 m uzunlukta, 1.5 m eninde ve ortalama 2.5 m derinliktedir. Çökel tipi genelde plastik killerden oluşurken,

yamaç akıntısına bağlı olarak çökelmiş daha iri kırıntılı seviyeler de loglanmıştır (Şekil 8).

Hendek tabanında sarımsı, mavimsi ve yeşilimsi gibi canlı renklere sahip killi bir istif yer alır. Eski bataklık çökeli olan bu çok ince kırıntılı malzemenin eski bir bataklık ortamına ait olduğu yorumlanmıştır. Batı duvarı loglanan hendek 7. metresinden 11. metresine doğru, keskin düşey bir sınırla bu renkli killerden farklı olarak kırmızımsı kahve çakıllı, kumlu siltlerden oluşan bir istif (b) yer alır. Bunların üzerine uyumlu olarak kırmızımsı kahverengi silt (a) malzemeden oluşan bir birim gelir. Bu katmanın diğer bir özelliği alt sınırına yakın seviyelerinin çok sayıda çakıl içermesidir. Stratigrafi en üstte güncel toprak seviyesi ile sonlanır.

Hendek 1 ila 3. metreleri arasında yer alan birbirine paralel iki adet fay kolu, (a) birimini keserek hendek tabanından toprak seviyesinin altına kadar uzanır (A. YENİKOY-1). Bu kollardan daha güneyde olanı yukarı doğru çatallanmaktadır. Hendek güneyinde, 7. metrede diğer bir fay kolu ise, (b) birimi ile renkli killeri düşey, keskin bir sınırla ayırırken, (a) tarafından örtülür (Şekil 9). A. YENİKOY-2 depremi için olay seviyesi (a)'dır.



Şekil 8. Aşağıyeniköy hendeki batı duvarı loğu.
Figure 8. Log of Aşağıyeniköy trench's West Wall.



(a)



(b)

Şekil 9. A. YENIKOY-2 depremi ile ilgili yüzey faylanması (a) yorumlanmamış (b) seviyeleri ve fayı çizilmiş fotoğrafı.

Figure 9. (a) Uninterpreted (b) sketched levels and fault of surface faulting related to A. YENIKOY-2 earthquake.

Hendek Genelinin Deprem Tarihçesi

A.YENIKOY-1 yüzey faylanması en üstteki toprak seviyesi altına kadar çıkmaktadır. Dolayısıyla 1939 Erzincan depremi ile eşleştirilmiştir. Hendek'in 7. metresinde (b) ile renkli killeri keskin bir sınırla ayıran A. YENIKOY-2 depremi için olay seviyesi olan (a)'dan örnekleme yapılmıştır. Stratigrafik birimlerde organik maddece zengin kesimler bulunmadığından çökel numunesi alınmıştır. Yaşlandırılan örnekler MÖ. 5000 ve öncesi yaş aralığına sahiptir (Çizelge 3).

Aşağı Tepecik Hendeği

Aşağı Tepecik hendeği, Gölova (Sivas) ilçesine bağlı Aşağı Tepecik köyü arazisinde açılmıştır.

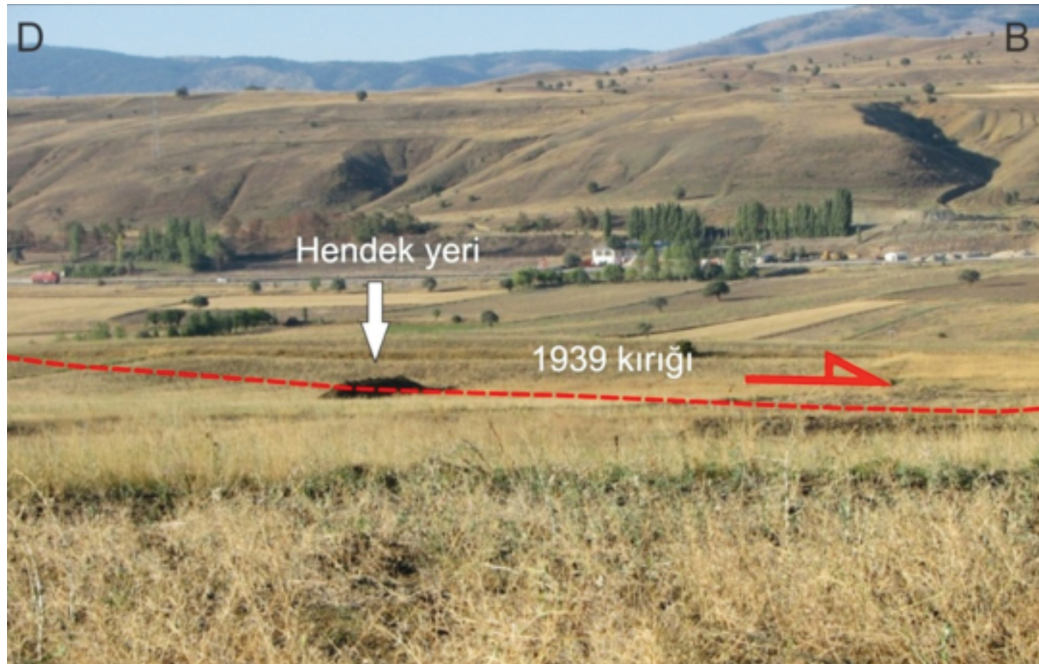
Hendek Yeri ve Morfolojisi

Fay kazısı, Aşağı Tepecik ve Süt gölleri arasında kalan fay kolu üzerinde yapılmıştır. Aşağı Tepecik gölünün güney kıyısını sınırlayan fay, K110°'lik bir doğrultuyla Süt gölüne doğru uzanır. İki göl arasında fayın yerel geometrisi yaklaşık 75 m uzunluğunda 20 m eninde depolanmaya müsait bir çukur alan oluşturmuştur (Şekil 10). Hendek, bu çukurluğun üzerinde açılmıştır.

Çizelge 3. Aşağı Yeniköy Hendeğine ait radyokarbon analiz sonuçları.

Table 3. The result of radiocarbon analysis of Aşağı Yeniköy trench.

Lab No	Örnek Adı	Örnek Tipi	¹³ C(‰)	C-14 BP yaş	2σ(%95.4) Kalibre Yaş
AA78148	A-02	Organik çökel	-11	6056±47 BP	MÖ. 5072-4829 (%96.3)
AA78151	A-06	Organik çökel	-24.2	7145±46 BP	MÖ. 6092-5971



Şekil 10. Aşağı Tepecik hendeğinin açıldığı alanın görünümü (40° 2'27.96"K-38°34'33.53"D).

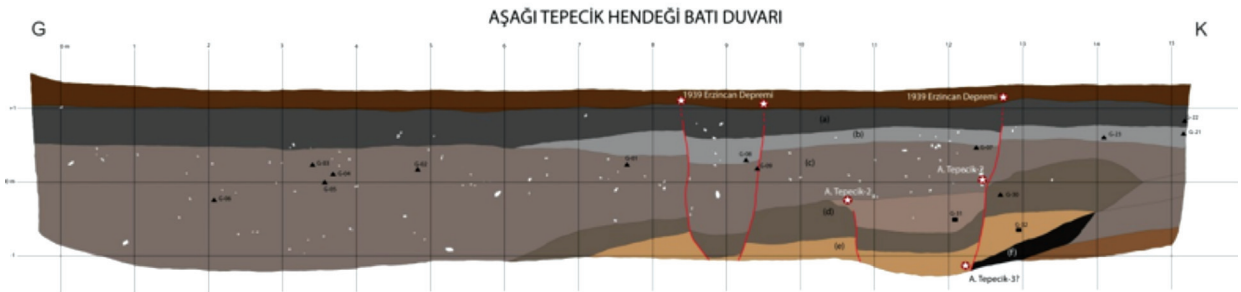
Figure 10. The view of Asagi Tepecik trench location (40° 2'27.96"N-38°34'33.53"E).

Hendek Stratigrafisi ve Faylanma Evreleri

Hendek çalışmasının gerçekleştirildiği çukurluk, çevrede bulunan daha yüksek kotlu yerlerden taşınan malzemenin biriktiği bir ortam özelliğine sahiptir. 15 m uzunluğundaki çukur, 1.5 m eninde ve azami 2.5 m derinliğindedir. Genelde kil içeren seviyelerden oluşur. Duvarları oldukça duraysız olan çukurun güvenliği hidrolik payanda kullanılarak sağlanmış ve sadece batı duvarı loglanabilmiştir (Şekil 11).

orta çakıllı kahverengi silt (a) gözlenir. Stratigrafi yüzeyde toprak seviye ile sonlanır.

Hendek genelinde üç fay kolu dikkati çeker (Şekil 12). 8.5 ve 12.5. metrelerde bulunan kollar yüzeye yakın, toprak seviyesinin altına kadar çıkarlar (A. TEPECİK-1). 10.5 metrede yer alan üçüncü kol ise aşağıdan yukarıya doğru (d) ve (e) birimlerini kestikten sonra (c) tarafından örtülür. Bu faylanmanın ise A. TEPECİK-2 olayı sonrası gerçekleşmiş olması gerektiği



Şekil 11. Aşağı Tepecik hendeki batı duvarı loğu.
Figure 11. Log of Asagi Tepecik trench's West Wall.

Hendek tabanının güneyinde mercek şeklinde başlayan, kuzeye doğru eğimli bir şekilde devam edip hendek tabanında kaybolan istif sırasıyla koyu gri az siltli kil (f), ince çakıllı kahverengi kil (e) ve yoğun kılıklı kahverengi kil (d) seviyelerinden oluşur. Bu paketin üzerinde ek olarak 10.5 ila 12.5. metreler arasında oldukça gevşek grimsi kahverengi az tutturulmuş kahverengi silt malzeme vardır. Kalınlığı azami yarım metreyi bulan bu paket oldukça yerseldir. Bu birimler üzerine yer yer orta çakıllı kahverengi kumlu kilden (c) oluşan oldukça kalın bir seviye gelir. Bu seviye, malzeme içeriği açısından oldukça türdeş bir özelliğe sahip olduğu için alt tabakaları ayırt edilememiştir. 6. m civarında ince bir kama şeklinde başlayıp kalınlaşarak hendek kuzeyine kadar devam eden ince çakıllı koyu kahverengi kılıklı silt (b) birimi ve bu birimin üzerinde de

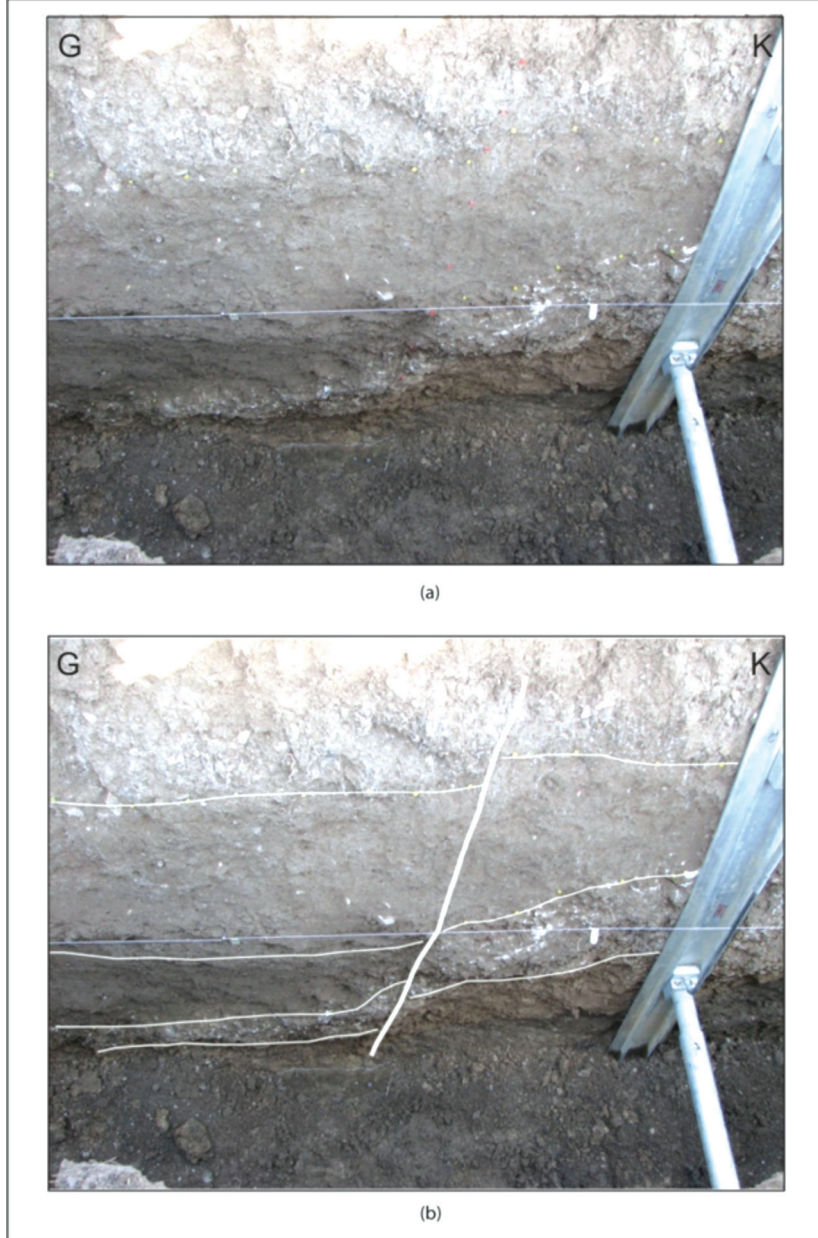
şeklinde yorumlanmıştır. Faylanma ile ilgili diğer önemli bir yapı ise, 1939 Erzincan Depremi yüzey kırıkları üzerinde ötelenme miktarlarının farklı olması ile ilgilidir. Hendek stratigrafisinin üst seviyelerinde ötelenme miktarı 10 cm civarındayken, hendek tabanına doğru seviyelerin yer değiştirme miktarları 30 cm'nin üzerine çıkar. Hareket karakterinin aynı olması ve ötelenme miktarlarının aşağıya doğru artış göstermesinden yola çıkılarak bu kolların birden fazla çalıştığı şeklinde yorumlanmıştır. Bu yüzden en alttaki (e) biriminin A. TEPECİK-3 olayından en son etkilenen seviye olduğu söylenebilir.

Hendek Genelinde Deprem Tarihçesi

A. TEPECİK-1, ait olduğu fayların en üstteki toprak seviyesinin altına kadar çıkmasıyla,

1939 Erzincan depremi ile deneştirilmiştir. Bir önceki olay olan A-TEPECİK-2 için olay seviye olan (c) ve son etkilenen birim (d) den G-09 ve G-30 karbon örnekleri alınmış, ancak bunların miktarları yaşlandırma işlemini sonuçlandırarak kadar yeterli olmamıştır. Olaydan sonra oluşan

çukurluğa çökelen dolgu malzemesinden alınan sediman örneği (G-31) oldukça eski bir yaş vermiştir (Çizelge 4). Diğer bir eski yaş ise A.TEPECİK-3 olayından etkilenen (e) birimine ait G-32 den elde edilmiştir (Çizelge 4).



Şekil 12. 1939 Erzincan Depremi yüzey kırılmasına ait faylanma ve onun üzerinde meydana gelen ötelenmeler.
Figure 12. Faulting related to 1939 Erzincan earthquake surface rupture and displacements on it.

Hendek genelinde neredeyse hiç karbon örneğinin olmaması ve alınan çökel örneklerinin çok eski yaş aralıklarını göstermesi nedeniyle, bu hendekteki 1939 öncesi olaylar herhangi bir tarihsel depremle deneştirilememiştir.

desteklenmiştir. Bu makaleye yapıcı eleştirileri ile katkıda bulunan hakemler Hasan Sözbilir (Dokuz Eylül Üniversitesi) ve T. Fikret Sezen'e (Cumhuriyet Üniversitesi) teşekkür ederiz.

Çizelge 4. Aşağı Tepecik hendeğine ait radyokarbon analiz sonuçları.

Table 4. *The result of radiocarbon analysis of Aşağı Tepecik trench.*

Lab No	Örnek Adı	Örnek Tipi	¹³ C(‰)	C-14 BP yaş	2σ(%95.4)Kalibre Yaş
AA78153	G-31	Organik çökel	-11.3	4640±52 BP	MÖ.3533-3334 (%91.1)
AA78154	G-32	Organik çökel	-25.1	7028±70 BP	MÖ. 6019-5750

TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Bu çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular ışığında, fay zonu içerisinde 1939 Erzincan Depreminin aktivitesinin sürdüğü ve ana kırığın uzanımının doğru olarak saptandığı gözlenmektedir. 1939 Erzincan depremi dışında kalan sismik olaylara ait yaş sonuçları, çok net olmamakla birlikte bu fay zonunun uzanımı üzerinde Holosen boyunca tekrarlanan büyük depremlere ait veriler sunması açısından önemlidir. Aşağı Tepecik, Aşağı Yeniköy ve Eskibağ'da açılan hendeklerde saptanan kırıkların havza içerisinde tarihsel dönemlerde meydana gelen depremlerden sorumlu olan kırıklar olduğu anlaşılmaktadır. Açılan bu hendeklerde 1939 depremi yüzey kırığının gözlenmesinin yanı sıra, bu yüzey kırığından daha önce oluşan depremlerin kırıklarının da saptanmış olması, 1939 depremi yüzey kırığının eski kırıkları takip ettiği ve öncesinde birkaç farklı sismik etkinliğin de varlığını ortaya koymaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma 2006K-120220 No'lu DPT ve M-356 No'lu CÜBAP projeleri kapsamında

EXTENDED SUMMARY

The study area is located between Akıncılar and Gölova County and 130 km northeast of Sivas City. Three trenches were excavated at Ortaköy-Suşehri segment of North Anatolian Fault Zone (NAFZ) in order to discuss the characteristic earthquake behavior on fault extend and overcome lack of paleoseismological studies on the eastern part of the NAFZ.

Eskibağ trench is located east of the Akıncılar County. It shows a sedimentary section formed generally clay size material. This trench was excavated near the 6±0.5 m right lateral displaced field boundary. This value is compatible with 5.5-6.4 m slip amount of 1939 Erzincan Earthquake ruptures reported for this area and vicinity.

Aşağı Yeniköy trench is located 1.7 km northeast of Aşağı Yeniköy village. Path road going near the trench location follows a stream bed. According to fault trace, displacement on this stream is 7±0.5 m. Slip amount measured at this location is close to that of Suşehri-Ortaköy segment (Barka 1996). It is approved that 7±0.5 m slip obtained from this study formed with 1939 Erzincan Earthquake.

Another trench was excavated on fault strand between Aşağı Tepecik Lake and Süt Lake. The fault bounding south border of Aşağı Tepecik Lake extends to Süt Lake with a N110° strike. Fault local geometry between two lakes formed an excavation area suitable for sedimentation about 75m long and 20 m width. The trench was excavated on this area.

The findings obtained from these studies show that the activity of 1939 Erzincan Earthquake continues in the fault zone. Dating results related to seismic events out of this activity is not clear but it is important for stating the data belong to great earthquakes through Holocene age. These data presents that 1939 Erzincan Earthquake rupture follow old ruptures and before there are some different seismic activity.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ambraseys, N.N. and Finkel C.F. 1995. Türkiye’de ve komşu bölgelerde sismik etkinlikler; Bir Tarihsel İnceleme 1500-1800. TÜBİTAK Yayınları Akademik Dizi-4.
- Ambraseys and Jackson, 1998 N.N. Ambraseys and J.A. Jackson, Faulting associated with historical and recent earthquakes in the Eastern Mediterranean region, Geophysical Journal International 133 (1998), pp. 390–406. Guidoboni ve Comastri, 2005.
- Barka, A. ve Wesnousky, S. G., 1994. Potential of a large earthquake in the Erzincan region following the 1992 Erzincan earthquake, M=6.9; preliminary trench study results. Open-File Report - U. S. Geological Survey 14-15.
- Ergin, K., Güçlü U. and Uz Z., 1967. A catalog of earthquake for Turkey and surrounding area (11 A.D. to 1964 A.D.) İTÜ Faculty of Mining Engineering, İstanbul, Turkey.
- Guidoboni, E., Comastri, A. ve Traina, G., 1994. Catalogue of Ancient Earthquakes in the Mediterranean Area up to the 10th Century. INGV, Roma.
- Guidoboni, E., and A. Comastri (2005). Catalogue of Earthquakes and Tsunamis in the Mediterranean area from the 11th to the 15th century, vol. 2, INGV-SGA, Bologna 2005, 1037 pp.
- Hartleb, R. D., Dolan, J. F., Akyüz, H. S. ve Barka, A. A., 2000. Paleoseismologic results from the North Anatolian Fault, Cukurcimen and Ulaslar, north-central Turkey. Eos, Transactions, American Geophysical Union, United States, Özler, 818.
- Hartleb, R. D., Dolan, J. F., Kozacı, Ö., Akyüz, H. S. ve Seitz, G. G., 2006a. A 2500-yr-long paleoseismologic record of large, infrequent earthquakes on the North Anatolian fault at Çukurçimen, Turkey. Geological Society of America Bulletin 118, 823-840.
- Hartleb, R. D., Dolan, J. F., Kozacı, O., Akyuz, H. S. ve Seitz, G. G., 2006b. A 2500-yr-long paleoseismologic record of large, infrequent earthquakes on the North Anatolian fault at Cukurcimen, Turkey. GSA Bulletin 118, 823-840.
- Hitchcock, C., Altunel, E., Barka, A. A., Bachhuber, J., Lettis, W., Kozacı, O., Helms, J. ve Lindvall, S., 2003. Timing of late Holocene earthquakes on the eastern Duzce Fault and implications for slip transfer between the southern and northern strands of the North Anatolian fault system, Bolu, Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences 12, 119-136.
- Ikeda, Y., Suzuki, Y., Herece, E., Saroglu, F., Isikara, A. M. ve Honkura, Y., 1991. Geological evidence for the last two faulting events on the North Anatolian fault zone in the Mudurnu Valley, western Turkey. Tectonophysics 193, 335-345.
- Klinger, Y., Sieh, K., Altunel, E., Akoglu, A., Barka, A. A., Dawson, T. E., Gonzalez, T., Meltzner, A. J. ve Rockwell, T. K., 2003. Paleoseismic evidence of characteristic slip on the western segment of the North Anatolian Fault, Turkey. Bulletin of the Seismological Society of America 93, 2317-2332.
- Kürçer, A., Chatzipetros, A., Tutkun, S. Z., Pavlides, S., Ates, O. ve Valkaniotis, S., 2008b. The Yenice-Gonen active fault (NW Turkey): Active tectonics and palaeoseismology. Tectonophysics 453, 263-275.
- Okumura, K. ve Yoshioka, T., 1994. Surface faulting on the North Anatolian Fault in these two millennia. Proceedings on Workshop on Paleoseismology, Marshall, California, Özler, 143-144.
- Okumura, K., Yoshioka, T., Kusu, I., Kayanne, H. ve Suzuki, Y., 1990. Activity of the North Anatolian Fault during these two millennia on the surface faults of 1944 earthquake based on trenching and microtopographic studies. Eos, Transactions, American Geophysical Union 71, 1560.
- Okumura, K., Yoshioka, T., Kusu, I., Nakamura, T. ve Suzuki, Y., 1993. Recent surface faulting along the North Anatolian Fault, east of the Erzincan Basin, Turkey; a trenching survey. Eos, Transactions, American Geophysical Union 74, 545.
- Okumura, K., Yoshioka, T., Kusu, I., Nakamura, T. ve Suzuki, Y., 1994. Recent Surface Faulting on the North Anatolian Fault East of Erzincan Basin, Turkey -- a Trenching Survey. Summaries of researchs using AMS at Nagoya University 5, 32-48.
- Palyvos, N., Pantosti, D., Zabcı, C. ve D’Addezio, G., 2007. Paleoseismological Evidence of Recent Earthquakes on the 1967 Mudurnu Valley Earthquake Segment of the North Anatolian Fault Zone. Bulletin of the Seismological Society of America 97, 1646-1661.
- Pantosti, D., Pucci, S., Palyvos, N., Martini, P. M. D., D’Addezio, G., Collins, P. E. F. ve Zabcı, C., 2008. Paleoeearthquakes of the Düzce fault (North Anatolian Fault Zone): Insights for large surface faulting earthquake recurrence. Journal of Geophysical Research 113, B01309-B01309.

- Pavlidis, S. B., Chatzipetros, A., Tutkun, Z. S., Ozaksoy, V. ve Doğan, B., 2006. Evidence for late Holocene activity along the seismogenic fault of the 1999 Izmit earthquake, NW Turkey. Geological Society Special Publications 260, 635-647.
- Pınar, N. ve Lahn, E., 1952. Türkiye Depremleri İzahlı Kataloğu. TC Bayındırlık Bakanlığı Yapı ve İmar İşleri Reisliği Yayınları, Ankara.
- Polat, A. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nun Suşehri Havzası'ndaki Bölümünün Neotektonik ve Paleosismolojik Özellikleri. Doktora Tezi (Yayınlanmamış), Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 256 s., Sivas.
- Rockwell, T., Barka, A., Dawson, T., Akyuz, S. ve Thorup, K., 2001. Paleoseismology of the Gazikoy-Saros segment of the North Anatolia fault, northwestern Turkey: Comparison of the historical and paleoseismic records, implications of regional seismic hazard, and models of earthquake recurrence. Journal of Seismology 5, 433-448.
- Soysal, H., Sipahioğlu, S., Kolçak, D. ve Altınok, Y., 1981. Türkiye ve çevresinin tarihsel deprem kataloğu, MÖ. 2100 - MS. 1900. TÜBİTAK Proje No TBAG-341, İstanbul.
- Şengör, A. M. C., Tüysüz O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, N., Le Pichon, X., Rangin, C., 2005. The North Anatolian Fault: A New Look. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, doi:10.1146/annurev.earth.32.101802.120415.
- Tan, O., Tapırdamaz, C. and Yörük A., 2008. The Earthquake Catalogues for Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences (Turkish J. Earth Sci.), Vol. 17, 2008, pp. 405-418.
- Tatar, O., Gürsoy, H., Altunel, E., Akyüz, S., Topal, T., Şahin, M., Kavak, K.Ş., Çakır, Z., Koçbulut, F., Sezen, T.F., Mesci, B.L., Dikmen, Ü., Türk, T., Poyraz, F., Hastaoğlu, K.Ö., Zabcı, C., Karabacak, V., Akın, M., Akpınar, Z., Polat, A., Gürsoy, Ö., Demir, G., Ayazlı, İ.E., Yalçın, Ç., Yavaşoğlu, H., Karaman, H. ve Erden, T. 2009. Aktif Fay Zonları ve Doğal Afetler : Kuzey Anadolu Fay Zonu Üzerinde Kelkit Vadisi Boyunca Yeralan Yerleşim Alanlarının Doğal Afet Risk Analizi ve Afet Bilgi Sisteminin Oluşturulması, DPT İleri Araştırma Projesi, No 2006K-120220, 3 Cilt, S.
- Yoshioka, T., Okumura, K. ve Kuşçu, I., 1991. Trench excavation of the North Anatolian Fault, Turkey. Chishitsu News 1991, 60-66.
- Zabcı, C., Akyüz, H. S., Karabacak, V., Sançar, T., Altunel, E., Gürsoy, H., Tatar, O., 2011. «Palaeoearthquakes on the Kelkit Valley segment of the North Anatolian Fault, Turkey: Implications for the surface rupture of the historical 17 August 1668 Anatolian Earthquake», Turkish Journal of Earth Sciences, Vol. 20, No. 4, s. 411-427.

Makale Geliş Tarihi : 16 Kasım 2012

Kabul Tarihi : 25 Mart 2013

Received : 16 November 2012

Accepted : 25 March 2013

