

ITOIGAWA-SHIZUOKA TEKTONİK HATTINDA (ISTL) TRENCH

ÇALIŞMALARININ İLK SONUÇLARI

(Preliminary results of trench studies on the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line)

(*) Ramazan DEMİRTAŞ- (**) Koji OKUMURA

(*) Afet İşleri Genel Müdürlüğü, Deprem Araştırma Dairesi Başkanlığı, Sismoloji Bölümü, ANKARA,

(*) Seismological Division, Earthquake Research Department, General Directorate of Disaster Affairs, Ankara, TURKEY

(**) Environmental Geology Department, Geological Survey of Japan 1-1-3 Higashi, Tsukuba, Ibaraki 305, JAPAN

ÖZET

Merkezi Japonya'da KB-GD doğrultusunda uzanan Itoigawa-Shizuoka Tektonik hattı, bindirme ve sol yanallı doğrultu atımlı bir fay olup Geç Pleyistosen-Holosen esnasında oldukça yüksek bir kayma hızına ulaşan aktif bir fay hattını oluşturur. Bazı araştırmacılara göre, son 1.2-1.5 milyon yıldan beri yaklaşık 12 km'lik bir sol yanallı ötelenme meydana getirmiştir. Bu ötelenme esas alınarak ortalama 8-10 mm/yıl gibi oldukça yüksek bir kayma hızı elde edilmiştir.

En son M.S. 841 de büyük bir deprem meydana getiren bu hattın üzerinde oluşan depremlerin ortalama deprem tekrarlanma aralıklarını, kayma hızını, son depremden bu yana geçen zaman miktarını ve her bir depremde meydana gelen kayma miktarlarını saptamak amacıyla, bu fay hattının orta bölümlerinde iki adet trench açılmıştır. Bu trenchlerde, koluviyal kama tortullarına dayanarak üç faylanma olayı ayırt edilmiştir. Bu segmentin ortalama deprem tekrarlanma aralığı 800-1000 yıl tahmin edildi.

Bu çalışmada, C 14 sonuçları henüz analiz aşamasında olduğu için trench duvarlarında gözlenen faylanma olaylarının yaşları verilememiştir.

ABSTRACT

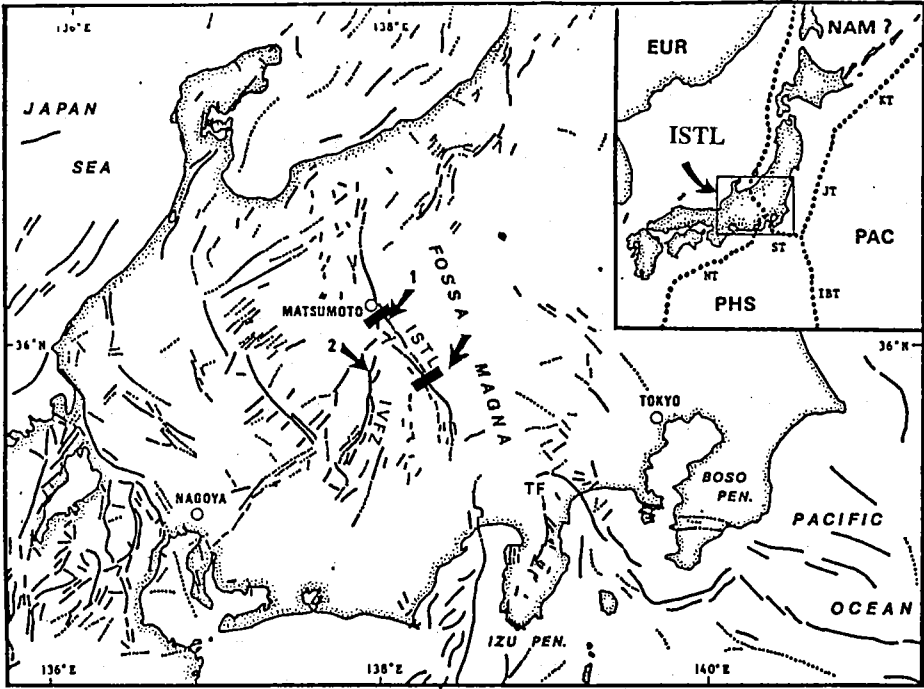
Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line, which has NW-SE trending, is one of the very active reverse and left-lateral strike-slip fault in Central Japan. It has very high slip rate especially during Late Pleistocene-Holocene times. According to some researchers, its left lateral offset has reached 12 km since 1.2-1.5 ma. Based on this amount of offset they have estimated high slip rate of 8-10 mm/yr for ISTL.

We excavated two exploratory trenches across the middle part of Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line near Chino city in Central Japan in order to know slip amount per event, elapsed time, slip rate and recurrence interval of faulting events occurred in this segment of the tectonic line that was ruptured by the last 841 (A.D.) earthquake. We recognized evidence for three distinct faulting events in these trench walls based on colluvial wedges. The recurrence interval of this segment was estimated to be 800-1000 years.

In this study, we have not determined the ages of these three faulting events because C 14 dating results are still under process.

1. GİRİŞ

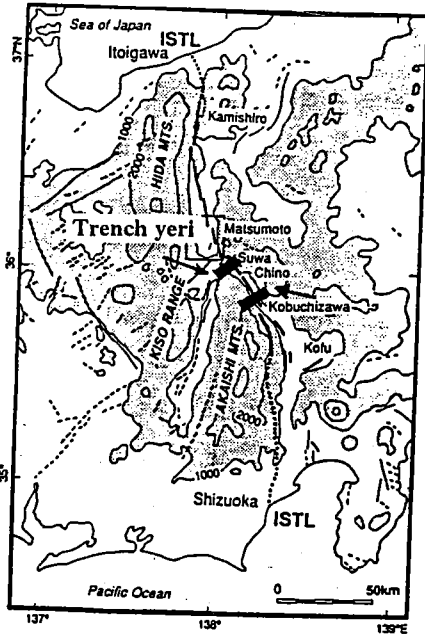
Japonya, dört büyük konverjan plaka hareketinin etkisi altında bulunan dünyanın en aktif deprem kuşağı içerisinde yer almaktadır (Şekil 1). Bu plaka hareketlerinden dolayı hemen hemen her yıl magnitudü 7.0 dan büyük depremlere maruz kalmaktadır. Depremler, hem anakarayı kuşatan okyonuslar içerisinde, dalma-batma zonları boyunca hemde bu plakaların sıkıştırması sonucu anakara içerisinde oluşmaktadır. Dalma-batma zonu boyunca oluşan depremler, aynı zamanda kıyılarda oldukça büyük hasarlara ve can kayıplarına neden olan tsunamiler yaratmaktadır. Diğer yandan dalma-batma sonucu gelişen volkanik yaylar boyunca volkanik sarsıntılar meydana gelmektedir. Yukarıda bahsedilen plaka hareketlerinden dolayı ana kara birçok fay tarafından kesilmiştir. Buradaki faylar oldukça kompleks bir görüntü sunmaktadır. Günümüzdeki aktif olma durumlarına, depremlerin oluşma derecesine ve yıllık kayma hızlarına göre bu faylar, A, B ve C gibi sınıflara ayırılmıştır. A sınıfı, en aktif fay grubunu temsil etmektedir. Tektonik stresler, bu faylar içerisinde oldukça



Şekil 1. Orta Japonya'daki aktif fayların dağılımları ve trench yerleri (Ikeda ve Yonekura, 1986 değiştirilmiş). IVFZ: Ina Valley Fay Zonu, ST: Sagami Çukurluğu, ISTL: Itoigawa-Shizuoka Tektonik Hattı ve IBT: Izu-Bonin Çukurluğu.

Figure 1. Active faults in central Japan (Modified from Ikeda and Yonekura, 1986).

IVFZ: Ina Valley Fault Zone, ST: Sagami Trench, ISTL: Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line and IBT: Izu-Bonin Trench.



Şekil 2. Merkezi Japonya'da uzanan Itoigawa-Shizuoka tektonik hattının gösteren harita (Okumura vd. 1993, değiştirilmiş)

Figure 2. Map of Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line extending in central Japan (Modified from Okumura vd., 1993).

yaygın bir dağılım gösterdiği için depremlerin önceden bilinmesi çalışmalarında büyük güçlükler yaratmaktadır. Bununla birlikte, Depremlerin öncede bilinmesi çalışmalarına ülke çapında büyük önem verilmektedir. Bu amaçla, kabuktaki her türlü hareket izlenmekte ve bu çalışmalar içerisinde paleosismisite çalışmaları önemli bir yer tutmaktadır.

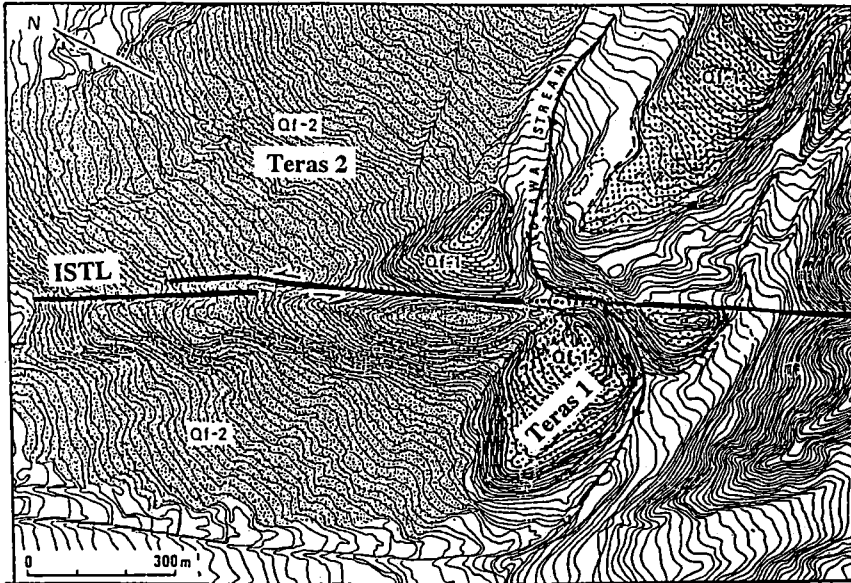
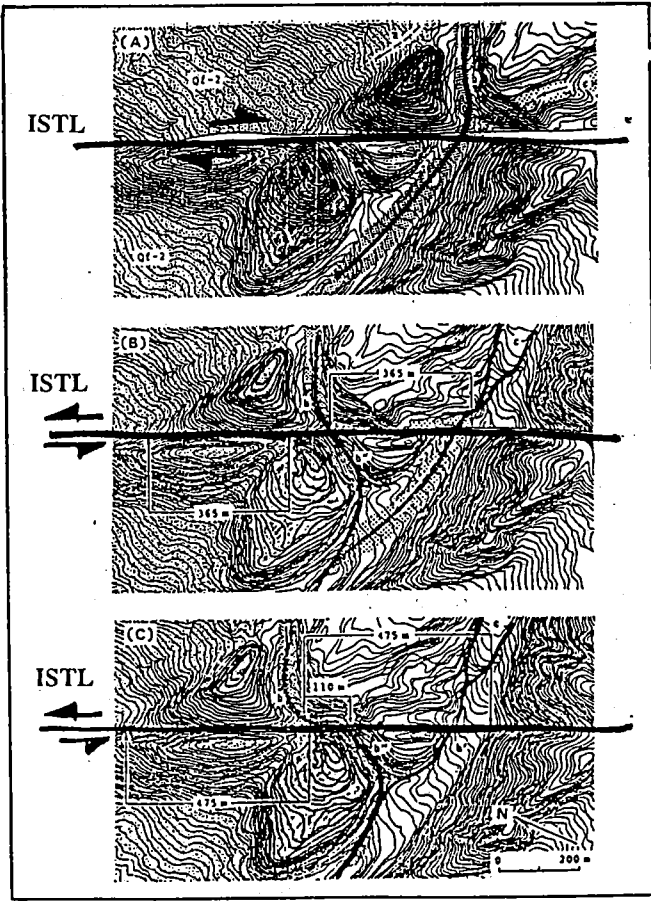
A grubu aktif faylardan bir tanesini de Merkezi Japonya'yı KD-GB doğrultusunda kesen Itoigawa-Shizuoka tektonik hattı oluşturur (Şekil 1 ve 2). Fay, üzerinde tarihsel ve tarihsel-öncesi dönemlerde büyük depremler meydana gelmiştir. Son depremden günümüze kadar geçen zaman, fay üzerinde oluşan depremlerin tekrarlanma aralığına hemen hemen eşit bir zaman aralığı içermektedir. Bu yüzden bu hat yüksek bir deprem potansiyeline sahip bulunmaktadır.

Yüksek deprem potansiyeline sahip bu hat üzerinde oluşan depremlerin kesin kronolojisini ortaya koymak amacıyla, bu hattın merkezi kısmında, Chino şehri yakınında birbirine paralel ve bir metre aralıklarla iki trench açılmıştır (Şekil 1 ve 2). Bu çalışma, 1995 yılı Mart-Nisan ayı içerisinde, bireysel çalışma yaptığım Geological Survey of Japan, Sismotektonik Araştırma grubu ile birlikte gerçekleştirilmiştir.

2. ITOIGAWA-SHIZUOKA TEKTONİK HATTI (ISTL)

Itoigawa-Shizuoka tektonik Line (ISTL), Fossa Magna bölgesinin batı kenarında uzanan yarı-paralel veya kademeli fay izlerinden oluşan bir fay zonudur (Şekil 1). Fossa Magna bölgesi, büyük miktarlarda volkanik birimlerden oluşan Erken Miyosen-Pliyosen yaşlı bir çukurluğu temsil eder. Güney-güneybatıya doğru Japon yayına doğru uzanır. Fossa Magna bölgesi, Miyosende doğu-batı yönlü bir genişleme tektonik rejimi altında gelişmiş ve daha sonra D-B yönlü sıkışmaya maruz kalmıştır. Yatay yöndeki kuvvetli kısalmalar sonucunda kıvrım ve bindirme fayları meydana gelmiştir IKEDA ve YONEKURA (1).

Miyosen ve Pliyosen zamanlarında bu hattın davranışları hakkında birçok tartışmalar olmakla birlikte, Kuvaterner zamanındaki hareketi, hakim olarak bindirme ve sol yanal doğrultu atımlı faylanmalar şeklinde görünmüştür. Bu hattın her iki tarafında yüzeyleyen Miyosen öncesi yapısal birimlerin haritalanması sonucu, Erken



Şekil 3. Itoigawa-Shizuoka Tektonik Hattı tarafından ötelenen bir drenaj sisteminin yeniden inşası (Sawa 1985).

Figure 3. Reconstruction of drainage system affected by slip on the ISTL (Sawa, 1985).

Miyosen'den beri toplam 12 km'lik sol yanal bir atımın meydana geldiği ortaya konmuştur KAWACHI vd. (2) ve KOBAYASHI (3). Bu atımın çoğunun Kuvaterner zamanında oluşmuş olabileceği belirtilmektedir OKADO ve ANDO (4). Bu yüzden fayın yıllık kayma hızının çok yüksek olması gerektiği söylenilmektedir. ISTL, Median Tectonic Line'ı yaklaşık olarak 12 km sol yanal olarak ötelemiştir KAWACHI vd. (2). Araştırmacı, Geç Kuvaterner'deki bin yıllık kayma hızını 8-10 metre kabul ederek bu yanal ötetelenmenin 1.2-1.5 milyon yıl önce başladığını belirtmektedir. Bununla birlikte, şimdiye kadar bu fay hattının Kuvaterner'deki kayma hızı hakkında güvenilir bir bilgi bulunmamaktadır.

Bu hat boyunca, birçok teras meydana getirmiş alüviyal yelpazeler gelişmiştir (Şekil 3). Bu teras tortulları ile bunların üzerine gelen tefra seviyeleri arasındaki ilişkiler incelenerek teras seviyeleri yaşlarına göre sınıflandırılmaya çalışılmıştır.

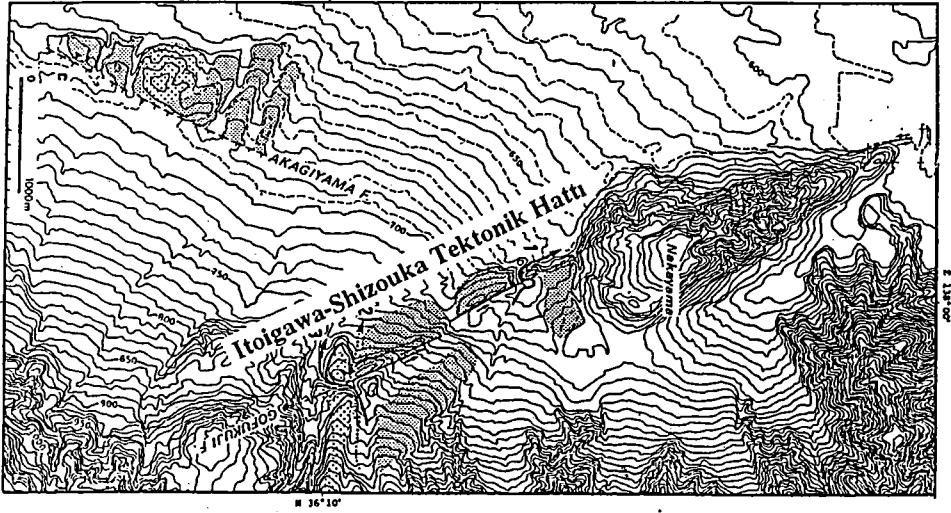
Itoigawa-Shizuoka tektonik hattı, bindirme bileşenli sol yanal doğrultu atımlı bir faydır. Fayın toplam uzunluğu 300 km civarındadır. Bu fayın 100 km lik bir bölümü günümüzde aktif olarak görünmektedir (Şekil 2).

3. ITOIGAWA-SHIZUOKA TEKTONİK HATTININ SİSMİSİTESİ

ISTL, güncel aktivitesinden dolayı Orta Japonya'nın güncel tektoniğinde önemli bir yer tutar. Ayrıca, bu hat depremlerin önceden bilinmesi çalışmaları açısından dikkatleri üzerine toplamıştır. MATSUDA (5), (6) bu hattın üzerinde tarihsel dönemlerde faylanma olaylarının olmayışından ve Kuvaterner'deki yüksek aktivitesinden dolayı, yakın gelecekte yıkıcı bir deprem üretme olasılığı yüksek olan önlem alınması gereken faylardan (precaution faults) bir tanesi olarak tanımlamıştır.

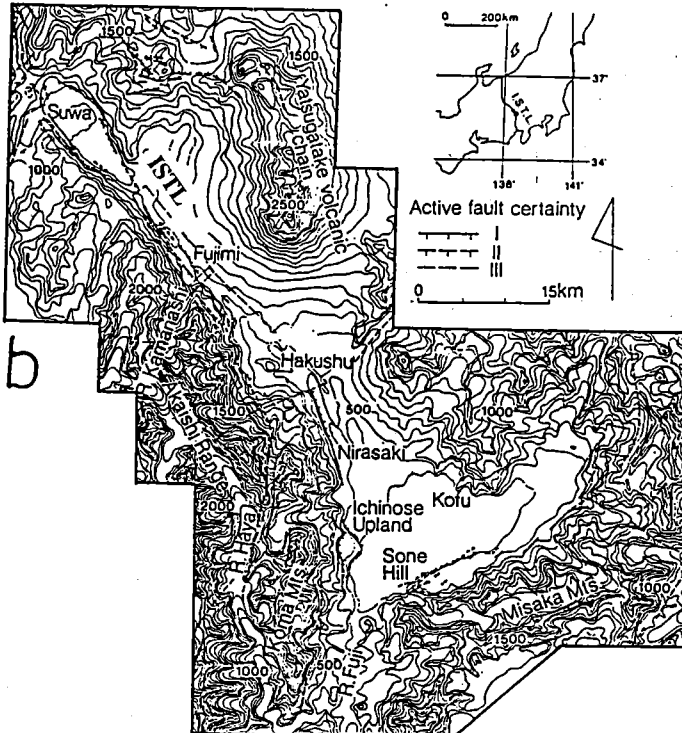
Matsumoto ile Kobuchizawa (Merkezi Japonya) arasında KB-GD doğrultusunda uzanan 50 km'lik bölüm, Itoigawa-Shizuoka tektonik hattının aktif bir kısmını oluşturur (Şekil 2). Bu bölüm, Geç Pleyistosen ve Holosen dönemleride ortalama yılda 8 ile 10 mm gibi yüksek bir kayma hızına erişmiştir. Bu değer, Japonya ankarasında yer alan en yüksek kayma hızına sahip aktif faylardan birini temsil eder. Kayma hızı ile depremlerin tekrarlanma aralıkları arasındaki sayısal ilişki, ISTL'nin orta kısmının bin yılda bir kere kırıldığını işaret etmiştir. Bazı araştırmacıların ilk

a

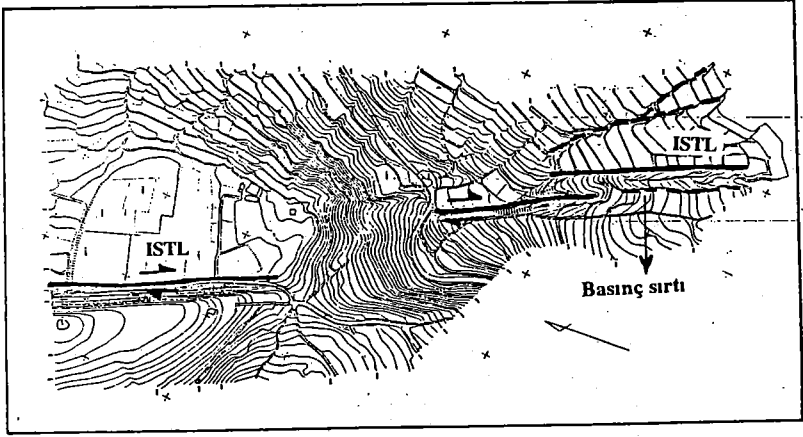


Şekil 4. a, b, c, d, e ve f: Itoigawa-Shizuoka Tektonik Hattındaki ötelenmeler sonucu gelişmiş topografik yapıları gösteren haritalar (GSJ).

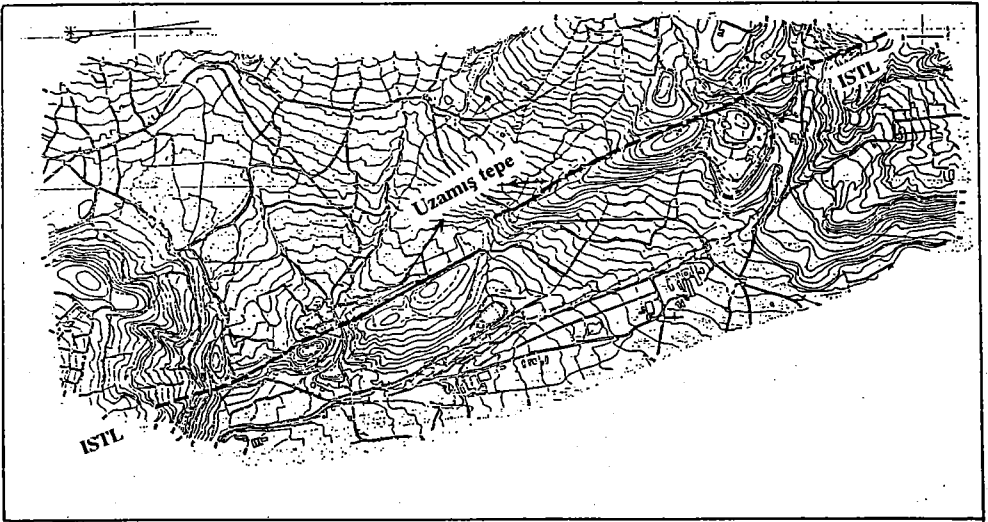
Figure 4. a,b,c,d,e ve f: Maps showing topography affected by slip on the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line (GSJ).



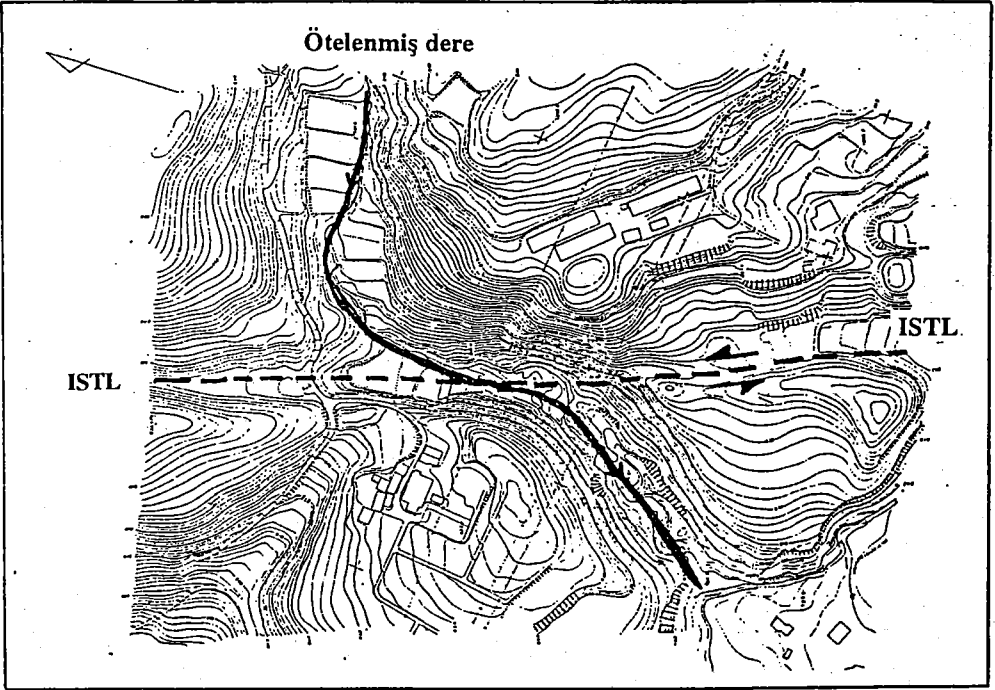
C



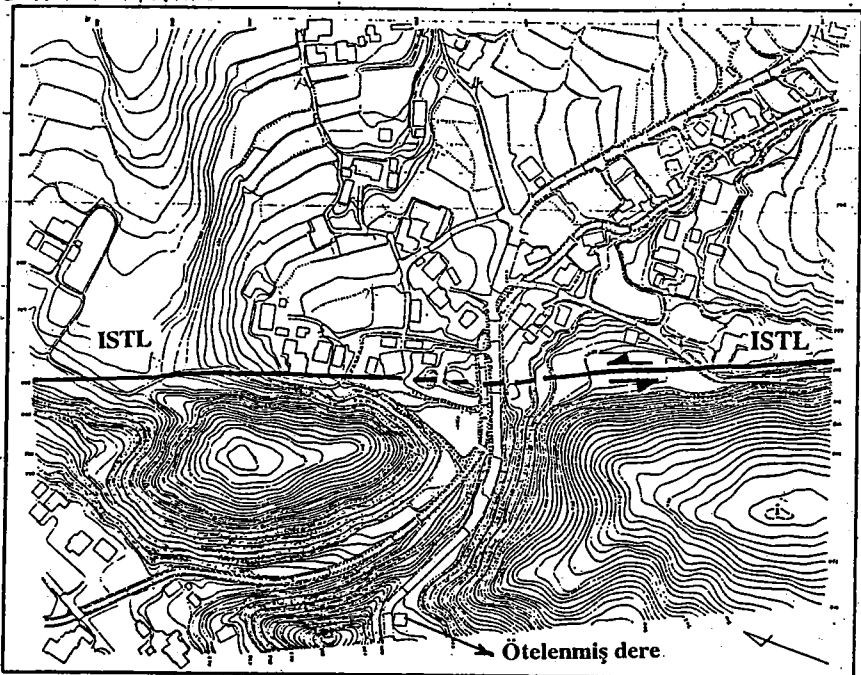
d



e



f



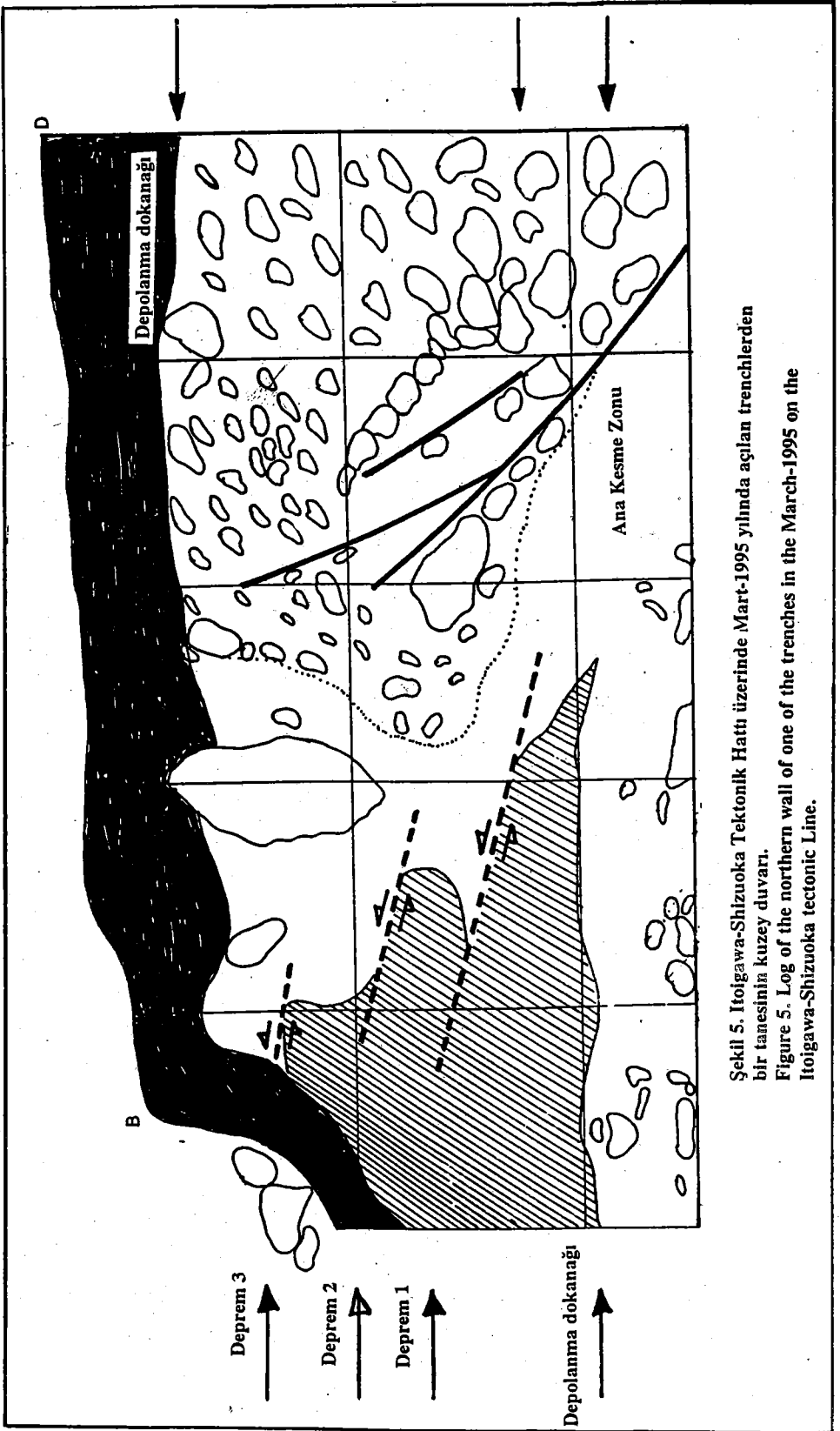
tekrarlanma aralığı tahminleri olan 3500 ile 5000 yıl, bu beklenen tekrarlanma aralığından oldukça büyüktür.

Tarihsel deprem verileri ve paleosismolojik çalışmalara göre, ISTL'nin orta kısmında en son M.S. 1841 de faylanma olayı meydana gelmiştir. Bu son faylanma olayından beri geçen zaman 1152 yıldır. Bu değer, gelecek deprem potansiyelini değerlendirme açısından oldukça kritik bir değerdir.

Itoigawa-Shizuoka tektonik hattında tarihsel ve tarihsel öncesi dönemlerde meydana gelen faylanma olaylarının yaşını ortaya çıkarabilmek için OKUMURA vd (7), Matsumoto güneyinde, Namiyanagi'de bu tektonik hattının orta bölümün bir segmentini oluşturan Gofukuji fayının üzerinde trench açtı. 6 trench, 3 test kuyusu ve trench civarındaki topografya, aşağıdaki sonuçları vermiştir. Üç son faylanma olaylarının yaşları sırasıyla, M.S. 445-1386, M.S. 150-334 ve M.Ö. 839-189 olarak saptanmıştır. Bu segment üzerinde, son faylanma olayı M.S. 841, faylanma olaylarının arasındaki fark, 338 yıl ile 1172 yıl arasında tahmin edilmiştir. Bu faylanma olayları arasındaki ortalama deprem tekrarlanma aralığı 515 yıl ile 840 yıl arasında değişmektedir. Muhtemelen 607 ile 1152 yıl gibi geçmiş zaman miktarları, tekrarlanma zamanından çok daha uzun bir zaman olarak görünmektedir. M.Ö. 6000 yıldan beri ortalama sol yanal atımlı kayma hızı, 9.4 +/- 4.5 mm/yıl olarak saptanmıştır. Son faylanma olayında oluşan sol yanal kayma miktarı 7.5 +/- 1.5 m olarak gözlenmiştir OKUMURA (7).

4. TRENCH YERİNİN TEKTONİK KONUMU

Itoigawa-Shizuoka tektonik hattının orta bölümünde, 1995 yılının Mart ayında, Chino şehrinin hemen batısında bir metre aralıklarla iki tane trench açıldı. Trench açmadan önce, bölgenin hava fotoğrafları ve topografik haritaları detaylı bir şekilde incelendi. Bu fay, topografyayı çok belirgin olarak denetlemektedir. Fay boyunca ötelenmiş teras seviyeleri, çizgisel sırtlar, basınç sırtları ve uzamış tepeler gelişmiştir (Şekil 4 a, b, c, d, e ve f). Bu topografik yapılar, trench yerlerinin seçiminde oldukça büyük rol oynamıştır. Ayrıca aynı bölgenin hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri detaylı bir şekilde incelenmiş ve topografik harita üzerine işlenmiştir. Trench, alüviyal bir yelpaze üzerinde açıldı. Fay, bu alüviyal yelpazeyi alt kısmında keserek yelpazenin



Şekil 5. Itoigawa-Shizuoka Tektonik Hattı üzerinde Mart-1995 yılında açılan trenchlerden bir tanesinin kuzey duvarı.
 Figure 5. Log of the northern wall of one of the trenches in the March-1995 on the Itoigawa-Shizuoka tectonic Line.

eğimine ters bir yükselti meydana getirmiştir. Bu yükselti, fay sarpılığını (fault scarp) oluşturmaktadır. Fay skarpının yüksekliği yaklaşık 70-100 cm arasında değişmektedir. Ancak bu değer, tekrarlanan fay hareketleri sonucu meydana gelmiş gerçek atım miktarını göstermemektedir. Bölgede iklim şartları büyük rol oynamakta olup erozyon oranı oldukça yüksektir.

5. TRENCH DUVARLARININ STRATİGRAFİSİ VE YAPISAL ÖZELLİKLERİ

Fay, Holosen yaşlı volkanik malzemeden oluşan döküntü akıntı tortulları (debris flow) ile güncel toprak seviyesinin dokanağından geçmektedir (Şekil 5). Her iki trenchin duvarları, ters faylanmalı bir fay paterni sunmaktadır. Ters faylar yüksek açılıdır (Şekil 5). Ana fay izi akarsu tortullarını temsil eden konsolide olmamış büyük bloklar içersinde yer almakla birlikte, kesme zonu açık bir şekilde görünmektedir. Faylanma olaylarının düşey atım (separasyon) miktarları, gerçek atımları yansıtmamaktadır. Çünkü her bir faylanma olayından sonra uzun bir suskunluk dönemine girilmekte ve bu dönem içersinde yüzeyde meydana gelen fay skarpi erozyona uğramaktadır. Bu olaylar periyodik olarak devam etmiştir.

Trench duvarlarında gözlenen her bir faylanma olaylarının ayırt edilmesinde koluvial kama tortulları (Colluvial wedges) kullanılmıştır. Bu trenchlerde üç büyük faylanma olayı tanımlanabilmiştir (Şekil 5). Her bir faylanma olayı, fay sarpılıkları meydana getirmiş ve daha sonraki suskunluk dönemi esnasında, bu fay sarpılığının aşınması sonucu fay sarpılığının tabanında koluvial kamalar meydana gelmiştir. Trenchlerin her iki duvarlarında toplam üç koluvial kama gözlenmiştir. Bu her bir koluvial kama birer faylanma olaylarını temsil etmektedir. Her bir faylanma olayından sonra fay sarpılığı içeriye doğru çökmeler oluşturmuştur.

6. FAYLANMA OLAYLARININ YAŞLARI

Bu faylanma olaylarının yaşlarını saptamak amacıyla, siyah renkli humuslu toprak seviyesinin çeşitli kısımlarından örnekler alındı. Bu örneklerin C 14 yaş tayin analizleri henüz değerlendirme aşamasında olduğundan, bu çalışmada faylanma olaylarının yaşları verilmemiştir. Muhtemelen bu depremlerin tekrarlanma aralığı,

OKUMURA vd. (7) daha önce açtıkları trenchlerde buldukları 515-840 yıl arasında değişen deprem tekrarlanma aralığı ile bir uyum gösterecektir.

7. SONUÇLAR

Kuvaterner ve Holosen yaşı birimleri kesen Itoigawa-Shizuoka tektonik hattının orta bölümü, günümüzde oldukça aktif görünmektedir. Trench sahasında holosen yaşı bir allüvyal yelpazeyi keserek, yelpaze üzerinde bir eğim terslenmesi meydana getirmiştir.

Her iki trench duvarlarında faylar yüksek açılı ters faylanma paternleri göstermiştir. Her bir faylanma olayından sonra uzun bir suskunluk dönemine girilmiştir. Bu her bir suskunluk dönemi esnasında kolüvyal kamalar gelişmiştir. Suskunluk dönemlerinin 800-1000 yıl gibi uzun bir aralık olması nedeniyle her bir kama arasında toprak seviyeleri gelişmiştir. Bu seviyeler, faylanma olayların ve birimlerin yaşlandırılması için oldukça faydalı olmuştur.

Itoigawa-Shizuoka Tektonik hattı üzerinde açılan bu iki trenchde üç adet yüzey faylanması meydana getiren faylanma olayı ayırt edilmiştir. Ancak, C 14 sonuçları henüz elimize ulaşmadığı için trenchde gözlenen faylanma olayları ile ilgili yaşlandırmalar verilmemiştir. Bu faylanma olaylarının yaşları ileride daha detaylı bir şekilde açıklanacaktır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, 1995 yılı Mart-Nisan ayı içerisinde, bireysel çalışma yaptığım Geological Survey of Japan (GSJ), Sismotektonik Araştırma grubu elemanlarından Koji Okumura'nın önderliğinde birlikte gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmaya katılma fırsatını veren IISEE (International Institute of Seismology and Earthquake Engineering, Building Research Institute, Ministry of Construction) yetkililerine, GSJ elemanlarına ve bu trenchlerin açılmasında her türlü yardımlarda bulunan Nagano bölgesi jeoloji mühendislerine teşekkürlerimi borç bilirim.

KAYNAKLAR

- (1) IKEDA, Y. ve YONEKURA, N., Determination of Late Quaternary rates of net slip on two major fault zones in Central Japan. Bulletin of Department of Geography University of Tokyo, No 18, October 1986.
- (2) KAWACHI, Y., YAMADA, T., and YOKATA, Y., Crystalline schists of Yokokawazawa district (Yokokawazawa metamorphic rocks) north of Lake Suwa, Central Japan. J. Japan. Assoc. Min. Pet. Min. Geol., 56, 21-29 (in Japanese), 1966.
- (3) KOBAYASHI, K., Quaternary crustal movements in the inland of the Fossa Magna. Mem. Geol. Soc. Japan, 2, 33-38 (in Japanese), 1968.
- (4) OKADO, A., ve ANDO, M., Active faults and earthquakes in Japan. Kagaku, 49, 158-169, (in Japanese), 1978.
- (5) MATSUDA, T., Estimation of future destructive earthquakes from active faults on land in Japan. J. Phys. Earth, 25, Suppl, S251-S261, 1977.
- (6) MATSUDA, T., Active faults and damaging earthquakes in Japan: Microseismic zoning and precaution fault zones In: Simpson, D.W., and Richards, P.G., (eds), Earthquake prediction: An international Review. Amer. Geophys. Union, 279-289, 1981.
- (7) OKUMURA, K., SHIMOKAWA, K., and YAAZAKI, H., Recent Surface faulting events along the middle section of the Itoigawa-Shizuoka Tectonic Line. (in Japanese), no 46, 425-438, 1994
- (8) H., SAWA, Distribution of active fault in the western margin of Central Fossa Magna. Geoph. Review of Japan, 58, (Seri A)-11, 695-714