

## KUZEYBATI ANADOLU OBSİDİYEN BULUNTULARININ KAYNAK BELİRLEME ÇALIŞMALARI

Tuncay ERCAN MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdüleri Dairesi, ANKARA  
Zehra YEĞİNGİL Çukurova Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Fizik Bölümü, ADANA  
Giulio BİGAZZI Istituto di Geocronologia e Geochemica Isotopica, CNR, Pisa, ITALYA  
Massimo ODDONE Dipartimento di Chimica Generale Università di Pavia, ITALYA  
Mehmet ÖZDOĞAN İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Prehistorya Bölümü, İSTANBUL

**ÖZ :** Doğal bir volkanik cam olan ve Anadolu'da Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı genç volkanların çevrelerinde zengin yataklar oluşturan obsidiyen, son derece önemli bir kayaç olup, eski ilkel insanlar tarafından kesici ve delici alet yapımında kullanılmış ve metal aletlerin keşfi öncesinde birçok eski medeniyetin gelişmesine yardımcı olmuştur. Diğer doğal materyallere göre kullanımındaki üstünlük ve çevrede yaygın olarak bulunması nedeniyle obsidiyenin ilkel insan toplulukları arasında belirli kaynaklardan geçmişte geniş ölçüde ticareti de yapılmıştır. Günümüzde, toprak altında kalmış tarihi yerleşme merkezlerinde yapılan kazılar sonucunda çok sayıda obsidiyen aletler bulunmuş olup, en yakın doğal obsidiyen yatağının bazen yüzlerce kilometre uzakta olduğu saptanmış ve bunların çok uzak mesafelerden kentlere taşındıkları ortaya çıkarılmıştır.

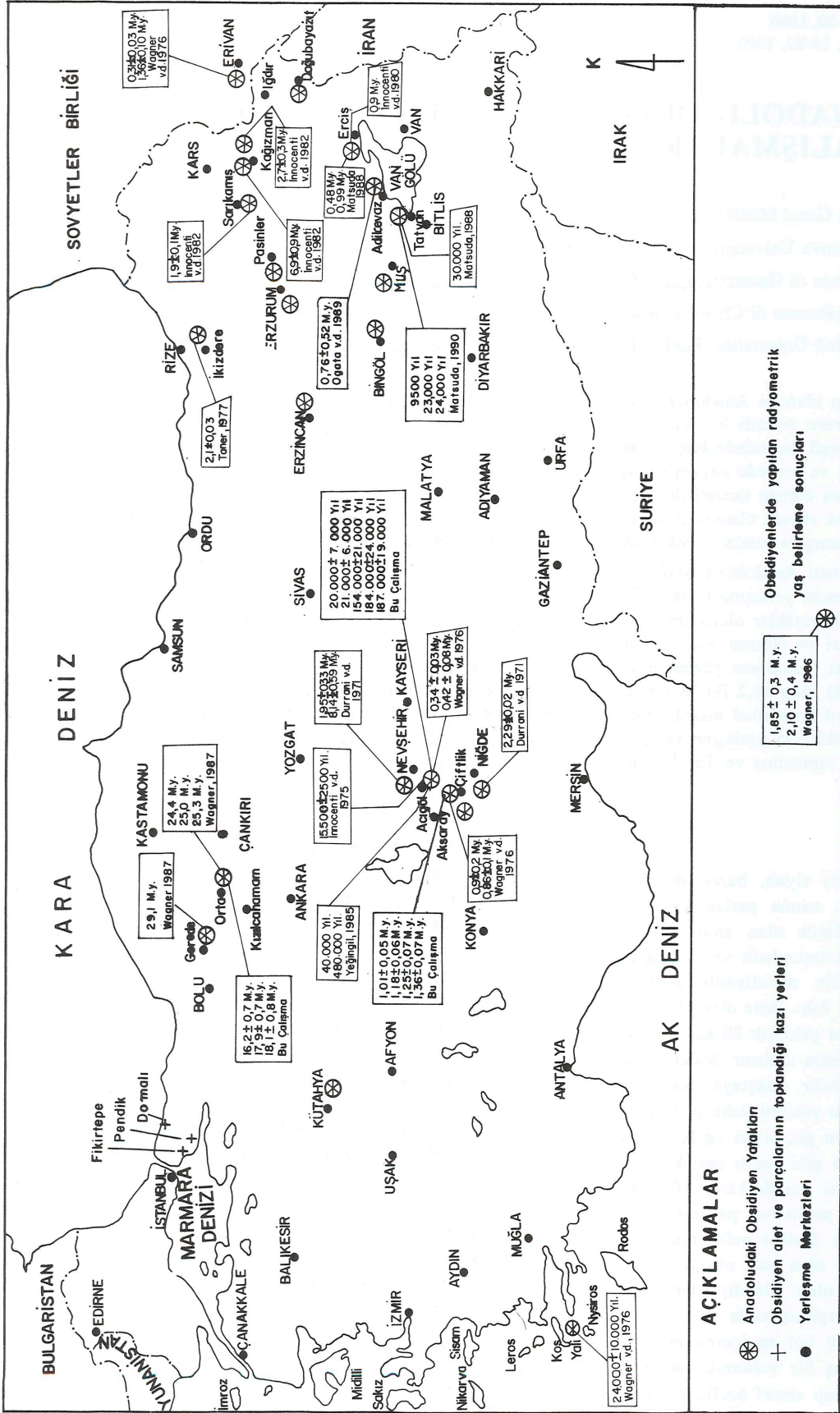
Bu çalışma ile Kuzeybatı Anadolu'da İstanbul bölgesinde günümüzden binlerce yıl önce ilkel insanlar tarafından kurulmuş Fikirtepe, Pendik ve Domalı yerleşme merkezlerindeki arkeolojik kazılardan elde edilen obsidiyen aletler ile Orta Anadolu ve Çankırı yörelerinde zengin yataklar oluşturan obsidiyen yüzleklerinden alınan örneklerde Fizyon İzi tarihlendirme yöntemi ile radyometrik yaş ölçümleri ve Nötron Aktivasyon Yöntemi ile kimyasal analizler yapılarak karşılaştırılmıştır. Çalışmalar sonucunda, Orta Anadolu'daki obsidiyen yüzleklerinin zamanımızdan yaklaşık 20 bin ile 1 milyon 360 bin yıl; Çankırı obsidiyenlerinin ise çok daha eski olup 16,2 ile 18,1 milyon yıl önce çeşitli evrelerde etkin olan volkanizmaya bağlı olarak meydana geldikleri ve binlerce yıl önce ilkel insanlar tarafından bu yörelerden çıkarılan obsidiyen örneklerinin yüzlerce kilometre uzaklıkta İstanbul bölgesindeki eski yerleşme yerlerine ticari amaçla götürülerek, bunların işlenip kesici ve delici alet olarak kullanılmalarını sağladıkları saptanmış ve Taş Devri ilkel insan topluluklarının ilişkileri ortaya çıkarılmıştır.

### GİRİŞ

Obsidiyen, çoğunlukla siyah, bazen de gri, kahve, kırmızı ve yeşil renklerde, camsı parlaklıkta ve kırılma yüzeyi midye kabuğu şeklinde olan amorf bir volkanik camdır. Genellikle riyolitik bileşimdedir ve % 1 den daha az miktarda H<sub>2</sub>O içerir. Perlit, obsidiyenle aynı kimyasal bileşimde, ancak su kapsamı daha fazla olan (2 - 5) volkanik camdır. Perlit ısıtılınca hacmi yaklaşık 20 kat artar ve küçük yumrular ya da bilyalar şeklinde ufalanır. Sedef parlaklığında ve gri ile gri-siyah renklerde. Pekştayn (Katrantaşı, Ziftaşı, Retinit, Pichstone) ise su yüzdesi daha da fazla (% 5-10) olan volkanik cam olup koyu gri, siyah ve koyu yeşil renklerde. Pekştayn, obsidiyen gibi camsı parlaklıkta olmayıp, daha mat reçinemsiz ve ziftsi parlaklıktadır. Obsidiyenlerin çok büyük bir kısmı ile perlit ve pekştaynlar riyolitik bileşimde volkanik camlardır. Sadece palagonit, sideromelan, takilit ve hiyalomelan türde olan bazı obsidiyenler bazaltik bileşimde, lassenit türde olan obsidiyenler ise trakitik bileşimdedirler. Obsidiyen, ergimiş halde bulunan ve genellikle asitik özellik taşıyan ve bol su içeren magmanın çok çabuk soğuması ile oluşmuş bir volkanik camdır. Atomik yapısı bütünüyle düzensiz olup amorf özellikler taşımaktadır. Ergimiş haldeki magmanın obsidiyen oluşturabilme niteliğini

iki faktör kontrol etmekte olup, bunlar magmanın bileşimi ve soğuma hızıdır. Obsidiyen oluşabilmesi için, magmanın kristalleşmesinin engellenmesi gerekmektedir. Bu da hızlı soğuma ile gerçekleşebilir. Böylece asitik magmada, diğer likit magmalara oranla daha yüksek oranda bulunan silisyum ve alüminyum atomları, oksijen atomlarıyla birleşerek uzun, dallara ayrılmış ve düzensiz atom zincirleri oluştururlar ve normal kristallenme engellenmiş olur. Silisyum ve alüminyum kapsamı bakımından daha az zengin olan bazaltik likit magmalarda obsidiyen türü volkanik camlar daha güç oluşurlar. Obsidiyenler, yanardağlar etkisiyle yeniden ısıtıldıklarında ve sıcak suların etkileriyle kendiliklerinden kristalleşirler. Yanardağların ısı potansiyelleri çok yüksek olduğundan ve çok fazla sıcak yeraltısuyunun gelişine sebep olduklarından, yaşlı obsidiyenler, oluşumlarından daha sonra etkin olan genç volkanizma ile bozulurlar. Bu nedenle, karakteristik özellikler taşıyan ve bozuşmaya uğramamış olan obsidiyenler genellikle genç olurlar ve genç yanardağların çevrelerinde yer alırlar.

Anadolu'da Tersiyer ve Kuvaterner yaşlı volkanizmanın pek çok yerde etkin olması nedeniyle zengin obsidiyen yatakları oluşmuşlardır (Şekil 1). Bu yataklar, Doğu Anadolu'da Süphan, Nemrut, Tendürek ve Ağrı dağı, Orta



Şekil 1 - Anadolu'daki obsidiyen yatakları



Anadolu'da ise Hasandağ ve Erciyes dağı gibi genç büyük yarıdağların çevrelerinde, gerek büyük lav akıntıları şeklinde, gerekse aglomeralar ve tüfler içinde değişik iriliklerde parçalar halinde bulunmaktadır. Ayrıca, Rize, Erzincan, Erzurum ve Bingöl dolaylarında, Bolu-Ankara arasında da obsidiyen yatakları bulunmaktadır. Bu yatakların yanı sıra, Doğuda Sovyetler Birliğinde Erivan dolaylarında ve Batıda Yunanistan'ın Yali adasında da zengin obsidiyen yatakları yer almaktadırlar. Son yıllarda bu yataklarda jeolojik ve jeokimyasal çalışmalara başlanmış, obsidiyenlerin kimyasal özellikleri, kapsamaları, türleri, diğer volkanik kayalarla olan ilişkileri ve yaş sorunları ele alınmıştır.

## OBSDİYENİN BİLİMSEL ARAŞTIRMALARDA KULLANIMI

Obsidiyen, arkeolojik açıdan son derece önemli bir kayadır. Eski ilkel insanlar tarafından, kesici bir kenar verecek kolayca kırılabilir özelliği dolayısıyla ke-sici ve delici alet yapımında kullanılmış, metal aletlerin keşfi öncesinde birçok eski medeniyetin gelişmesine yardımcı olmuştur. Ayrıca ayna ve dekoratif eşya olarak kullanıldığı da belirlenmiştir. Diğer doğal materyallere göre kullanımındaki üstünlük ve çevrede yaygın olarak bulunması nedeniyle ilkel toplumlar arasında belirli kaynaklardan geniş ölçüde ticareti de yapılmıştır. Obsidiyenlerde yapılan çeşitli bilimsel araştırmalar, zaman içinde kültürel iletişim hakkında bilgi vermektedirler. Günümüzde toprak altında kalmış tarihi yerleşme merkezlerinde yapılan kazılar sonucunda çok sayıda obsidiyen aletler bulunmuş olup, en yakın doğal obsidiyen yatağının bazen yüzlerce km. uzakta olduğu saptanmış, eski devirlerde obsidiyenin ne denli önemli olduğu ve çok uzak mesafelerden kentlere taşındıkları ortaya çıkarılmıştır. Bilimsel yöntemlerle toprak altından çıkarılan aletsel obsidiyen buluntularla, doğal obsidiyen kaynaklarının ilişkileri saptandığı zaman, taş devri ilkel insan topluluklarının ilişkileri ve bu ilişkilerin boyutları konularında kesin veriler elde edilmektedir.

Son yıllarda Anadolu'daki obsidiyenler de kaynak belirleme çalışmalarında kullanılmaya başlanmış, gerek arazideki yataklardan alınan çeşitli örnekler, gerekse günümüzde toprak altında arkeolojik yerleşme yerlerinde bulunan ve ilkel insanlar tarafından alet olarak kullanılan obsidiyen parçalarında çeşitli araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda kimyasal ve fiziksel özellikleri birbirine uyan doğal örneklerle aletler eşlenmiş ve hangi aletin hangi doğal kayaktan alınarak yapıldığı ortaya çıkarılmıştır. Bu çalışmalarda önce obsidiyen örneklerinin fiziksel özellikleri, (renk, yoğunluk, yansıma indeksi, ince kesit petrografisi) ve görünüşleri belirlenmekte, daha sonra da kimyasal özellikleri saptanmaktadır. Kimyasal çalışmalarda, önce örneklerin majör element kimyasal analizleri yapılarak üç ana gruptan (alkalen, paralkalen, kalkalkalen) hangisine ait oldukları bulunmakta, daha sonra da atomik spektroskopisi yöntemi, ya da nötron aktivasyon analiz yöntemi ile iz ve

nadir toprak element içerikleri belirlenmektedir. Ayrıca, gerek doğal kaynaklardan alınan obsidiyenlerde, gerekse ilkel insanların bu örnekleri kullanarak yaptıkları aletlerde çeşitli yöntemlerle radyometrik yaş tayinleri de yapılmakta ve karşılaştırmalarla aletlerin hangi doğal kaynaklardan alınarak yapıldıkları saptanmaktadır. Doğal kaynaklardan alınan obsidiyenlerde yapılan radyometrik yaş tayinleri, o bölgedeki jeolojik ve volkanolojik çalışmalar yapan araştırmacılar için de son derece yararlı olmakta ve bölgedeki volkanik kayaların yaş sorunları aydınlığa kavuşturulmaktadır. Obsidiyenlerde yapılan radyometrik yaş belirleme yöntemlerinin belli başlıları, fizyon izleri, termoluminesans, obsidiyen hidrasyon ve K/Ar yöntemleridir. Şekil 1'de Anadolu'daki obsidiyen yataklarında çeşitli araştırmacılar tarafından daha önce yapılan ve bu çalışma ile elde edilen radyometrik yaş tayinleri sunulmuştur.

Anadolu'daki obsidiyen yataklarında kaynak belirleme ve yaş tayini çalışmaları ilk kez Cann ve Renfrew (1964) tarafından başlanmış, daha sonra Renfrew ve diğerleri (1965, 1966, 1968), Dixon ve diğerleri (1968), Wright ve Gordus (1969), Durrani ve diğerleri (1971), Aspinall ve diğerleri (1972), Wagner ve diğerleri (1976), Fornasari ve diğerleri (1977), Taner (1977), Keene (1981), Yeğingil ve Göksu (1981), Yeğingil (1981, 1984, 1985, 1987), Innocenti ve diğerleri (1975, 1982) Cauvin ve diğerleri (1986), Matsuda (1988, 1990), Ogata ve diğerleri (1989) v.b. araştırmacılar Anadolu obsidiyenlerinde çeşitli çalışmalar yapmışlardır. Bu çalışmalar sonucunda Batı Anadolu, Yunanistan ve Ege adalarındaki Neolitik ve sonrası devirlerdeki bazı eski medeniyetlerin, Yunanistan'ın Milos ve Yali adalarında bulunan obsidiyen kaynaklarını; Orta Anadolu, Lübnan ve Ürdün'deki Neolitik medeniyetlerinin, Orta Anadolu'daki Nevşehir-Acıgöl obsidiyen kaynaklarını; Doğu ve Güneydoğu Anadolu ile Mezopotamya Neolitik medeniyetlerinin ise, Doğu Anadolu'daki Bingöl, Nemrut ve Kars obsidiyen kaynaklarını kullandıkları belirlenmiştir.

Bu araştırma ile ise, Orta Anadolu'daki doğal obsidiyen yataklarından 16 örnek, Çankırı-Orta ilçesi çevresindeki obsidenlerinden de 4 örnek alınmış, fizyon izleri tarihlendirme yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Aynı işlem, İstanbul yakınlarında yer alan ve ilkel insanlar tarafından kesici alet olarak kullanılan obsidiyen parçalarına da uygulanmış ve arkeolojik kazı ve araştırmalarla bulunan Domalı mevkiinden 1 örnek, Fikirtepe'den 4 örnek ile Pendik'ten 30 örnek alınarak bu obsidiyen parçalarında da fizyon izleri tarihlendirme yöntemi ile radyometrik yaş ölçümleri yapılmıştır. Tüm örneklerin ayrıca, majör, iz ve nadir toprak element kapsamaları da saptanmıştır.

## ORTA ANADOLU VE ÇANKIRI-ORTA OBSDİYENLERİNİN JEOLÖJİK ÖZELLİKLERİ

Bu çalışmanın esas amacını oluşturan Orta Anadolu obsidiyen yatakları, Anadolu'nun en önemli yatakları olup, en yoğun buldukları yerler Acıgöl ve Çiftlik; ikincil olarak



gözlendikleri yerler ise Çatköy(Kulaklıkepez), Hasandağ(Karakapı ve Tahtayayla) ve Melendiz Dağı (Bor) mevkiileridir.

Nevşehir-Gülşehir arasında yer alan Çatköy dolaylarında, Kulaklıkepez tepe yakınlarda tüfler ve ignimbritlerle birlikte boyları 5-6 cm. yi geçmeyen marekanit türde obsidiyen parçaları gözlenmiştir. Daha güneyde, Aksaray-Nevşehir karayolu üzerinde yer alan Acıgöl ilçe merkezi yakınlarda büyük obsidiyen yatakları bulunmaktadır (Şekil 2). Obsidiyenler Acıgöl kalderası içinde değişik alanlarda gözlenirler. Acıgöl kalderası elipsoid biçimde ve yaklaşık 8 x 12 km boyutlarında, çökme tipi bir kaldera olup görünür atımı 150 m. dir ve etrafı basamak faylarla sınırlanmıştır (Öngür, 1978; Yıldırım ve Özgür 1981, Yıldırım, 1984). Ayrıca gravite, magnetik ve derin elektrik sondajları gibi jeofizik çalışmaları da Acıgöl kalderasının varlığını kanıtlamaktadır (Tokgöz ve Bilginer 1980; Ekingen, 1982). Kaldera yaklaşık 150 km<sup>2</sup> büyüklükte olup, çökme belirtileri günümüze değin korunan çembersel basamak fay dikliklerinden anlaşılmaktadır (Ercan ve diğerleri, 1987). Acıgöl kalderasında yer alan obsidiyenler iki farklı gruba ayrılabilir: Kaldera çevresinde basamak faylarla sınırlı olan alanlarda yer alan obsidiyenler ve kaldera içindeki domlarda perlitlerle birlikte yer alan daha genç obsidiyenler. İlk kez Ercan ve diğerleri (1990-a) bu iki obsidiyen grubu arasında bir yaş farkı bulunduğunu gözlemiş; kaldera çevresinde yer alan daha yaşlı olan grubu "Boğazköy obsidiyeni", kaldera içindeki domlarda yer alan grubu da "Taşkesiktepe obsidiyeni" olarak ayırtlamışlardır. Boğazköy obsidiyeni, gri, siyah ve kahve renklerde olup bantlı bir yapı gösterir. Yer yer mercimek-fındık iriliklerinde konsantrik ve küresel Kristobalit, feldispat ve Allofan dolgulı amigdollere sahip olup, ince kesitlerinde yapılan petrografik çalışmalarla feldispat, biyotit ve hornblend mikrolitlerinden ve plajiyoklas fenokristallerinden oluştuğu saptanmıştır. Taşkesiktepe obsidiyeni ise, kaldera içinde daha sonra oluşan domlarda perlit ve riyoitik lavlarla birlikte yer alır. Obsidiyenler çoğun siyah, yer yer de koyu gri renklerde olup kısmen bantlı yapıdadırlar. İnce kesitlerinde camsı doku egemen olup, biyotit, feldispat ve hornblend mikrolitleri ile plajiyoklas ve ender olarak kuvars fenokristalleri yer almaktadır. Boğazköy obsidiyen grubunda Durrani ve diğerleri (1971), fizyon izleri yöntemiyle yaş tayini yaparak 1,95 ± 0,33 ve 8,14 ± 0,59 milyon yıllık yaşlar saptamışlardır. Daha genç olan Taşkesiktepe obsidiyeninden değişik yüzleklerden alınan örneklerde yine fizyon izleri yöntemiyle, Wagner ve diğerleri (1976), 420.000 ± 80.000 ve 340.000 ± 30.000 yıl; Yeğingil (1985), 480.000 yıl ve 40.000 yıl; Innocenti ve diğerleri (1975) ise 15500 ± 2500 yıl gibi yaşlar saptamışlardır.

Daha güneyde Çiftlik bucak merkezi kuzeyinde yer alan ve "Çiftlik obsidiyenleri" olarak adlandırılan obsidiyen yatakları Göllüdağı, Kömürcü köyü,Bozköy ve Nenezi dağı dolaylarında zengin yüzlekler verirler (Şekil 2). Obsidiyenler siyah, gri renkli, daima akma yapısına, kimi zaman da renk farklılığı gösteren bantlı bir yapıya sahiptirler. İnce kesitlerinde camsı hamur içinde feldispat, hornblend ve biyotit mik-

rolitleri ile iri plajiyoklas fenokristalleri saptanmıştır. Çiftlik obsidiyenlerinden Kömürcü köyü dolaylarında yer alan yüzleklerden aldıkları örneklerde Wagner ve diğerleri (1976), fizyon izi yöntemi ile yaş tayini yaparak 860.000 ± 100.000 yıl ve 900.000 ± 200.000 yıl sonuçlar elde etmişlerdir. Gerçek, Acıgöl obsidiyenlerinin Taşkesiktepe obsidiyen grubu, gerekse Çiftlik obsidiyenleri Orta Anadolu'nun en önemli yatakları olup ilkel insanlar tarafından alınan örnekler bu bölgede basit imalathanelerde işletilerek ilkel silah ve alet yapımında kullanılmışlardır. Bu basit obsidiyen endüstri merkezlerinden en önemlisi Aksaray ilçe merkezine bağlı Kızılkaya köyü, Aşıklı Tepe mevkiinde yer almakta olup günümüzden 40.000 - 10.000 yıl önce yaşamış Taş Devri ilkel insanları tarafından kurulmuştur (Aslan, 1977).

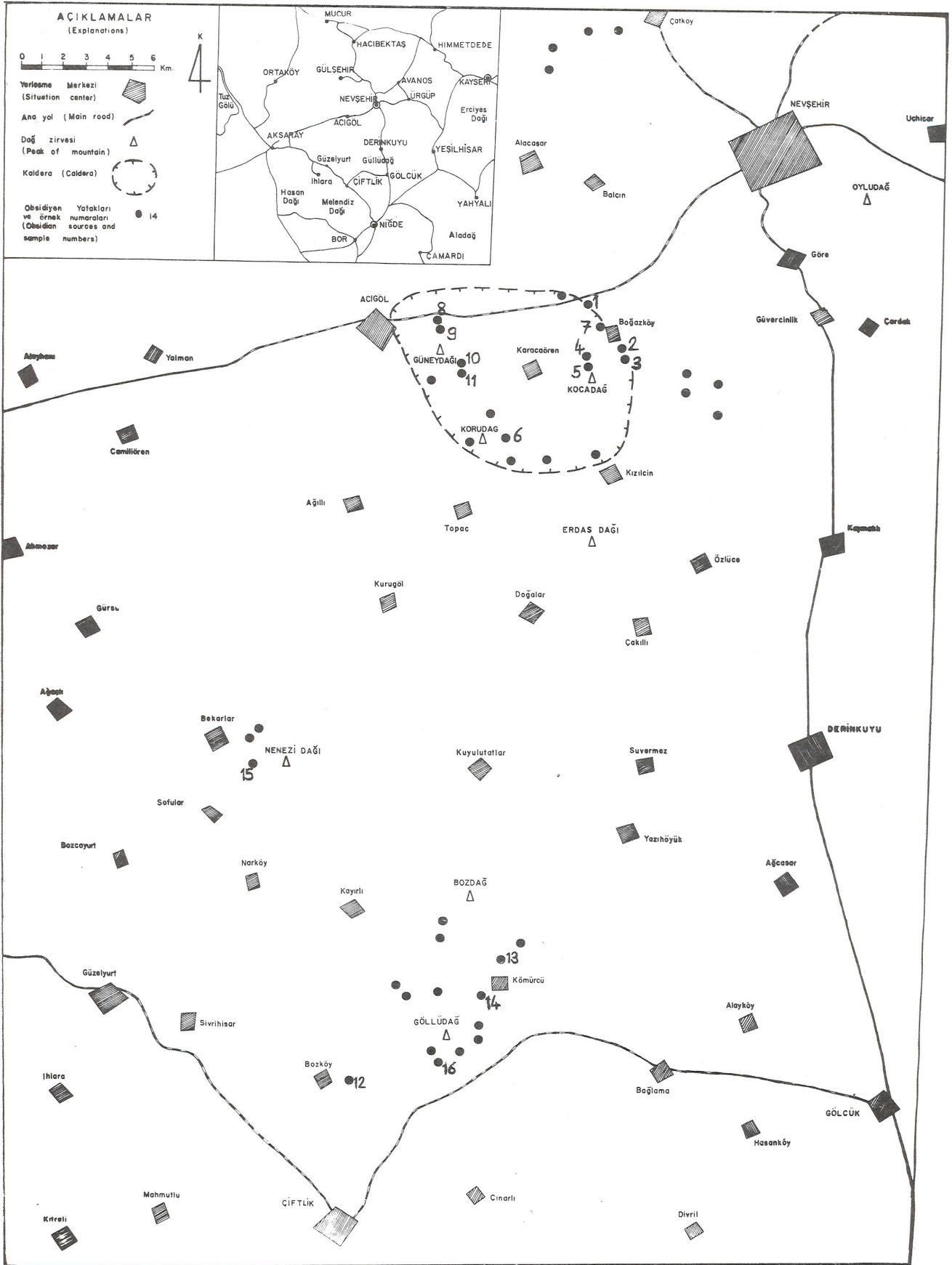
Daha güneyde Hasandağ zirvesi yakınlarda da iki küçük obsidiyen yatağı bulunmaktadır. Hasandağ zirvesi kuzeyinde Tahtayayla mevkiinde bulunan obsidiyenler, Ercan ve diğerleri (1990-b) tarafından "Tahtayayla volkanitleri" olarak adlandırılmış olup, Hasandağ'ın çıkardığı riyoitik lavlarla birlikte akıntılar şeklinde ve siyah-kızıl-kahve renklerde küçük yüzlekler verirler. Hasandağ, Erciyes ile birlikte Orta Anadolu'nun en büyük sönmüş yanardağı olup, volkanik etkinlik yaklaşık 13,7 milyon yıl önce başlamış ve tarihsel zamanlara değin süregelmiştir. Obsidiyenler, volkanizmanın son evrelerinde Kuvaterner'de meydana gelmişlerdir. Hasandağ zirvesinin güneyinde Karakapı köyü yakınlarda ise Ercan ve diğerleri (1990-b) tarafından "Hasandağ külleri" olarak adlandırılan ve zirveden şiddetli patlamalarla çıkarak havadan geniş alanlara yayılan beyaz renkli vitrik kül matriksi içinde tuf, lapilli ve süngertaşları ile birlikte görülen ve boyları 5-6 cm yi geçmeyen Marekanit türde küçük obsidiyen parçaları bulunmaktadır. Hasandağ külleri de genç olup, Kuvaterner'de meydana gelmişlerdir.

Bor ilçe merkezi batısında Melendiz dağı'nın çıkardığı tüfler içinde de yer yer küçük obsidiyen parçaları bulunmakta olup Durrani ve diğerleri (1971) tarafında fizyon izi yöntemi ile yapılan yaş tayini ile 2,94 ± 0,32 Milyon yıllık (Pliyosen) bir değer elde edilmiştir.

Orta Anadolu obsidiyenlerinden alınan 16 örneğin jeokimyasal özelliklerini ayrıntılı olarak belirlemek amacıyla, ilk önce İtalya'da Pavia Üniversitesi laboratuvarlarında Nötron Aktivasyon Analiz (NAA) yöntemi ile iz ve nadir toprak element analizleri yapılmıştır. Tamamen riyoitik bileşimde ve kalkalkalen özellikler taşıyan örneklerin üst kıtasal kabuk kökenli olup, bölgede Alt Eosen'den itibaren etkin olan Arap-Afrika ve Anadolu plakaları arasındaki kıta-kıta çarpışması sonrasında kabuk kalınlaşması ile meydana geldikleri sonucuna varılmıştır (Ercan ve diğerleri, 1989).

Çankırı iline bağlı Orta ilçe merkezi çevresindeki yaygın volkanik alanda yer alan obsidiyen yatakları, Orta Anadolu'dakiler kadar geniş yataklar oluşturmazlar ve çok daha yaşlıdırlar. Bu alanda volkanizma, Türkecan ve diğerleri (1990) tarafından "Uludere piroklastikleri" olarak adlandırılan lav, tuf ve aglomeralarla başlamaktadır. Lavlar gri, pembe ve beyaz renklerde, ince taneli, bazen akma yapısı gösteren





Şekil 2 - Orta Anadolu'daki obsidiyen yatakları ve örnek alınan yerler.

dasit-riyolit türde kayaçlardır. Tüfler, beyaz ve pembemsi renklerde, masif ve az tutturulmuş olarak izlenirler. Aglomeraller değişik boyutlarda çakıl ve bloklar içermekte olup içlerinde perlit ve obsidiyen düzeyleri bulunmaktadır. Obsidiyenler çoğun siyah, yer yer de gri renkte olup, ince kesitlerinde feldispat, biyotit ve hornblend mikrolitleri ile plajiyoklas fenokristalleri saptanmıştır. Bu alandaki volkanizma, Orta Anadolu'dakinden daha önce başlamış ve daha eski olup Alt Miyosen yaşlıdır. Uludere pikoklastikleri içinde yer alan obsidiyenlerde Wagner (1987), fizyon izleri yöntemiyle radyometrik yaş belirlemeleri yaparak 24,4 - 25,0 - 25,3 milyon yıllık sonuçlar elde etmiştir. Ancak, bu bölgede yer alan obsidiyenler farklı düzeylerde bulunurlar ve birkaç evrede meydana gelmişlerdir. Bu nedenle bu çalışma ile elde edilen ve daha ileri bölümlerde ayrıntılı olarak sunulacak olan radyometrik yaş belirleme sonuçları, daha yeni evrelere ilişkin obsidiyenlere uygulanmış olup 16-18 milyon yıl arasında yaşlar elde edilmiştir. Alman 4 örnekte ayrıca iz ve nadir toprak element analizleri yapılmış, bunların tamamen riyolitik bileşimde olup kalkalkalen özellikler taşıdıkları ve üst kıtasal kabuk kökenli oldukları belirlenmiştir. Çankırı-Orta volkanik alanında, obsidiyen düzeylerinin yer aldığı Uludere piroklastikleri üzerinde Orta-Üst Miyosen yaşlı Ilıcadere formasyonu'na ilişkin bazaltik andezitler, Devcören formasyonunun dasitik lavları, daha üstte Bakacaktepe formasyonunun andezitik lav, tüf ve aglomeraları, en üstte ise Özlü formasyonuna ilişkin bazaltik lavlar yer almakta olup, bu birimlerde obsidiyen yataklarına rastlanmamıştır (Türkecan ve diğerleri, 1990). Çankırı-Orta yörelerinde yer alan obsidiyenler, volkanizmanın daha batıya doğru devamı olan Bolu-Gerede dolaylarında da yüzelekler vermektedirler.

## OBSİDIYEN ÖRNEKLERİNDE YAPILAN RADYOMETRİK YAŞ ÖLÇÜMLERİ

Bu araştırmaya ile, Orta Anadolu'da Nevşehir Acıgöl ve Çiftlik yörelerinden alınan 16 örnek ile Çankırı-Orta çevresinden alınan 4 örnekte Fizyon izleri tarihlendirme yöntemi ile radyometrik yaş belirlemeleri yapılmıştır. Yöntem, kısaca obsidiyen örneği içinde bulunan Uranyum (U 238) atomlarının doğal olarak kendiliklerinden parçalanmalarından oluşan fosil izlerin sayılması tekniğine dayanmaktadır. Jeolojik zaman içinde iki türlü radyoaktif parçalanmaya uğrayan U 238 atomları, birincisinde  $\alpha$  - parçacığı salarak Toryum (Th 234) a dönüşür. Bu element radyoaktif olup  $\alpha$  parçacığı salar. Parçalanma sırasında enerji ortaya çıkar ve nötron da salınır. Bunlar çevrelerindeki elektronları uyararak kristal yapı içinde yol alırlar ve duruncaya kadar izledikleri yol boyunca hasar oluştururlar. İşte bu bozuk yapılı bölgeye Fizyon izi denir. Obsidiyen örnek içindeki, kendiliğinden fizyon olayı sonucu ortaya çıkan izler, kimyasal yıkama işleminden geçirilerek bir optik mikroskobuyla gözlenecek büyüklüğe ulaşırlar. Herbir iz bir U 238 atomunun fizyon olayını göstermektedir. Birim alana düşen bu sayı  $\rho_s$  olup, T yaşı ve birim hacimdeki U 238 atomlarının sayısı

olan N 238 ile orantılıdır.

$$\rho_s = \lambda_F \cdot N_{238} \cdot T$$

Burada  $\lambda_F$  fizyon parçalanma sabitidir. Daha sonra, örnek bir nükleer reaktörde termal nötronlarla radyasyona tutulur (termal nötron dozu =  $\phi$  nötron/cm<sup>2</sup>) ve aynı kimyasal yıkama işlemi tekrarlanır. Bu kez yapay olarak oluşturulan sayılan izler (induced) bulunur (Şekil 3 a ve b). Örneğin birim alanında sayılan (induced) izlerin  $\rho_I$  sayısı, o örneğin uranyum miktarı ile orantılıdır:

$$\rho_I = \phi \cdot \sigma \cdot N_{238}/I$$

Bu formülde  $\sigma$  birimi U 238 in fizyon tesir kesitidir.  $I = N_{238}/N_{235}$  olup, U 238 atomunun U 235 atomuna göre bolluğudur. Böylece, iki formülü birleştirerek T yaş değerini elde ederiz :

$$T = (\phi \cdot \sigma / \lambda_F \cdot I) \rho_s / \rho_I$$

Bu çalışma ile, Orta Anadolu ve Çankırı çevre-sinden araziden toplanan 20 örnekte fizyon izleri yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemelerinin yanı sıra, İstanbul bölgesinde Fikirtepe, Pendik ve Domalı yakınlarında ilkel yerleşme yerlerindeki arkeolojik kazılardan elde edilen 35 obsidiyen alet örneğinde de tarih saptama çalışmaları yapılmıştır. Fikirtepe kazısı 1952 yılında, Pendik kazısı ise 1980 yılında İstanbul Arkeoloji Müzesi ve İstanbul Üniv. Edebiyat Fak. Arkeoloji Böl. Prehistorya Anabilim dalının birlikte yaptıkları çalışmalarla gerçekleştirilmiştir. Fikirtepe ve Pendik Son Neolitik (zamanımızdan yaklaşık 8000 yıl önce), Domalı ise Epipaleolitik (zamanımızdan yaklaşık 9000 yıl öncesinden daha eski) dönemleri kapsamaktadır (Şekil 4).

Tablo 1-a) Orta Anadolu obsidiyenlerinin Fizyon İzleri yöntemine göre ölçülen kaba yaşları.

$\rho_s$ :	Kendiliğinden oluşan (spontaneous) iz yoğunluğu (cm <sup>-2</sup> )
$\rho_I$ :	Yapay olarak oluşturulan (induced) iz yoğunluğu (cm <sup>-2</sup> )
$n_s$ :	Kendiliğinden oluşan izlerin sayısı
$n_I$ :	Yapay olarak oluşturulan izlerin sayısı
$D_s/D_I$ :	Kendiliğinden oluşan iz büyüklüğünün yapay olarak oluşturulan iz büyüklüğüne oranı (Bu ölçüm kendiliğinden oluşan izlerdeki ısı etkisi ile görülen küçülme hakkında bilgi verir).
$\phi$ :	Nötron Akısı ( cm <sup>-2</sup> x 10 <sup>15</sup> )
U :	Uranyum kapsamı (ppm olarak)
Her örnek (16 Numara hariç) ilk olarak Pisa'da ikinci olarak da Adana'da ölçülmüşlerdir. Asitle yıkama koşulları, pisa için %20 HF, 40°C, 2 dakika; Adana için % 16 HF, 23°C, 3-5 dakikadır.	



Örnek No	$\rho_S$	$(n_S)$	$\rho_I$	$(n_I)$	$\Phi$	$D_S/D_I$	Yaş-Milyon Yıl	J-ppm
N/1	130	(24)	346000	(448)	3.34	1.01	.077 ± .016	5.4
	119	(32)	322000	(1784)			.076 ± .014	
N/2	343	(134)	536000	(1862)	3.34	.82	.133 ± .012	8.4
	363	(111)	482000	(2505)			.155 ± .015	
N/3	320	(159)	476000	(1656)	3.34	.94	.138 ± .011	7.4
	298	(147)	428000	(1703)			.143 ± .012	
N/4	—	—	383000	(266)	3.34	-	-	6.0
			371000	(214)			-	
N/5	115	(39)	323000	(1229)	3.34	.95	.074 ± .012	5.0
	93	(34)	244000	(2514)			.079 ± .014	
N/6	53	(36)	685000	(1190)	3.18	.73	.015 ± .003	11.2
	47	(25)	574000	(2081)			.016 ± .003	
N/7	303	(102)	465000	(1474)	3.18	.87	.127 ± .013	7.6
	321	(104)	440000	(1142)			.143 ± .015	
N/8	55	(14)	600000	(1555)	3.18	.85	.018 ± .005	9.8
	25	(10)	404000	(3027)			.012 ± .004	
N/9	—	—	597000	(415)	3.18	-	-	9.8
			527000	(561)			-	
N/10	—	—	619000	(430)	3.18	-	-	10.1
			627000	(372)			-	
N/11	52	(30)	647000	(1350)	3.20	.92	.016 ± .003	10.5
	68	(15)	644000	(2048)			.021 ± .005	
N/12	2700	(517)	508000	(1776)	3.20	.91	1.04 ± .05	8.3
	2310	(565)	458000	(2607)			.99 ± .05	
N/13	2450	(468)	506000	(1767)	3.20	.82	.95 ± .05	8.2
	1950	(300)	445000	(2093)			.86 ± .05	
N/14	1990	(515)	404000	(1579)	3.20	.79	.97 ± .04	6.6
	2010	(507)	402000	(1788)			.98 ± .05	
N/15	—	—	368000	(256)	3.20	-	-	6.0
			387000	(319)			-	
N/16	2740	(1669)	552000	(2468)	3.20	.93	.97 ± .03	9.0

Örnek	Isıtma	$\rho_S$	( $n_S$ )	$\rho_I$	( $n_I$ )	$\Phi$	Yaş-Milyon Yıl
N/2	3hs 250°C	279	(105)	305000	(1974)	3.34	.187 ± .019
N/3	3hs 250°C	212	(54)	283000	(2184)	3.34	.154 ± .021
N/6	3hs 250°C	30	(13)	288000	(967)	3.18	.021 ± .006
N/7	2hs 250°C	274	(63)	292000	(1064)	3.18	.184 ± .024
N/8	2hs 250°C	18	(9)	179000	(2450)	3.18	.020 ± .007
N/12	3hs 250°C	1730	(450)	287000	(1353)	3.20	1.18 ± .06
N/13	3hs 250°C	1880	(490)	272000	(2142)	3.20	1.36 ± .07
N/14	3hs 250°C	1270	(407)	198000	(1247)	3.20	1.25 ± .07
N/16	4hs 250°C	1740	(533)	337000	(1592)	3.20	1.01 ± .05

Tablo 1-b) Orta Anadolu obsidiyenlerinin Fizyon İzleri yöntemine göre ölçülen ve daha sonra düzeltilerek saptanan Plato Yaşları

Örnek	$\rho_S$	( $n_S$ )	$\rho_I$	( $n_I$ )	$\Phi$	$D_S/D_I$	$\rho_S/\rho_I$	Yaş-Milyon Yıl	U-ppm
G1. (G)	40624	(1412)	401805	(1384)	2.912	.86	.101104	18.09 ± .75	7.2
G2. (G)	37488	(1303)	413892	(1412)	2.912	.83	.090574	16.20 ± .68	7.4
G3. (G)	36942	(1284)	407726	(1391)	2.912	.81	.090605	16.21 ± .68	7.3
G4. (G)	43818	(1523)	437293	(1505)	2.912	.92	.100203	17.92 ± .72	7.8

Tablo 2- Çankırı obsidiyenlerinin Fizyon İzleri yöntemine göre ölçülen kaba yaşları (Bu yaş değerlerinde henüz düzeltme yapılmamıştır)

Orta Anadolu ve Kuzey Anadolu'dan (Çankırı-Orta) alınan jeolojik obsidiyen örnekleri için fizyon izleriyle tarihlendirme yöntemi ile elde edilen analitik sonuçlar Tablo 1 a, Tablo 1 b ve Tablo 2 de sunulmuşlardır. İstanbul bölgesindeki obsidiyen aletlerde yapılan çalışmaların sonuçları ise Tablo 3'te verilmektedir.

Bu çalışmada kullanılan jeolojik obsidiyen örneklerini 4 ana gruba ayırmak mümkündür (Şekil 2):

1 - Orta Anadolu'da Acıgöl kalderasının sınırından alınanlar. Bunlar Acıgöl I grubu olarak adlandırılmışlardır ve N 1, N 2, N 3, N 7 numaralı 4 örnektir.

2 - Acıgöl kalderası içindeki domlardan alınanlar. Bunlar Acıgöl II grubu olarak adlandırılmışlardır ve N4, N5, N6, N8, N9, N10 ve N11 numaralı 7 örnektir.

3 - Çiftlik bölgesi obsidiyenleri. Bunlar N12, N13, N14, N15 ve N16 numaralı 5 örnektir.

4 - Çankırı-Orta kazası obsidiyenleri, Bunlar G1, G2, G3 ve G4 numaralı 4 örnektir.

Bu çalışmada kullanılan ve İstanbul çevresinden alınan obsidiyen alet parçaları ise Fikirtepe (Ia, Ic, Id, If), Domalı (2a) ve Pendik (3b, 3c, 4a, 4b, 4c, 4f, 4g, 4h, 4j,

5a, 5b, 6a, 7a, 7c, 8b, 9a, 10a, 10b, 11a, 11b, 11c, 11d, 12a, 14a, 14b, 15b, 15d, 17a, 17b, 18a) arkeolojik kazılarında elde edilmişlerdir.

Orta Anadolu obsidiyenleri için elde edilen fizyon izleri (Fission track) yaşları da 4 gruba ayrılmışlardır (Tablo 1a ve 1b): N6, N8 ve N11 çok genç obsidiyenler olup, ölçülen yaşları birkaç onbin yıldır. N4, N9, N10 ve N15 numaralı örnekler, içlerinde çok sayıda inklüzyon bulunduğu için asitle yıkama sonucunda bu değişiklik maddeler ve yüzeydeki bozukluklar gerçek izlerle karışmış ve bu örnekleri tarihlendirmek mümkün olmamıştır. N1 ve N5 numaralı örneklerin aynı yaşı verdikleri gözlenmiştir (75000 - 80000 yıl). N2, N3 ve N7 örnekleri için 130000 yıla yakın yaşlar bulunmuş olup, daha sonra plato düzeltme tekniği ile yapılan düzeltme sonucunda bulunan yaşlar 154000 yıl ile 187000 yıl arasında değişmektedir. Çiftlik bölgesinden alınan örneklerin (N12, N13, N14, N16) ise 1 milyon yıla yakın yaş verdikleri saptanmıştır. Plato düzeltme tekniği ile bulunan yaşlar 1-1,36 milyon yıl arasında değişmektedir. Orta Anadolu obsidiyenlerinde ölçülen bu yaşlar daha önceki araştırmacılar tarafından ölçülen yaşlarla (Şekil 1) uyum sağlamaktadır.



Örnek	$\rho_S$	(n <sub>S</sub> )	$\rho_I$	(n <sub>I</sub> )	$\Phi$	D <sub>S</sub> /D <sub>I</sub>	$\rho_S/\rho_I$	Yaş-Milyon Yıl	U-ppm	Grup
FİKİRTEPE										
1a (G)	2275	(257)	414261	(1303)	3.138	.86	.005492	1.059 ± .072	6.9	(A)
1c (G)	21.5	(7)	456069	(1070)	3.138	-	.000047	.0091 ± .0035	7.6	(B)
1d (G)	2826	(442)	439923	(1385)	3.138	.83	.006424	1.238 ± .068	7.3	(C)
1f (Z)	2705	(333)	478062	(1385)	3.138	-	.005439	1.048 ± .064	7.9	(D)
DOMALI										
2a (Z)	2686	(301)	418862	(1822)	3.138	-	.006113	1.236 ± .079	7.0	(C)
PENDİK										
3b (Z)	2017	(167)	440569	(1781)	3.138	-	.004578	.882 ± .071	7.3	(E)
3c (G)	2358	(125)	395317	(1244)	3.138	.78	.005965	1.150 ± .108	6.6	(A)
4a (G)	2922	(457)	441418	(1415)	3.138	-	.006501	1.253 ± .067	7.3	(C)
4b (Z)	2694	(400)	503371	(1285)	3.138	-	.005352	1.032 ± .059	8.4	(D)
4c (G)	9207	(560)	639946	(1523)	3.138	.80	.014387	2.773 ± .137	10.6	(F)
4f (Z)	423	(123)	488385	(1967)	3.138	-	.000866	.167 ± .015	8.1	(G)
4g (G)	401	(109)	498657	(1366)	3.138	.92	.000804	.155 ± .015	8.3	(G)
4h (Z)	700	(150)	567509	(1907)	3.138	-	.001238	.238 ± .020	9.4	(H)
4j (Z)	9762	(582)	755782	(1179)	3.138	-	.012917	2.490 ± .126	12.5	(F)
4j (G) 2	11370	(988)	773751	(1535)	3.138	.73	.014695	2.833 ± .116	12.8	(F)
5a (Z)	2657	(352)	508837	(1999)	3.138	-	.005222	1.007 ± .058	8.4	(D)
5b (G)	384	(1)	141978	(167)	3.138	-	.002702	-	2.4	(I)
6a (G)	812	(12)	138682	(240)	3.138	-	.005858	1.129 ± .334	2.3	(I)
7a (G)	863	(18)	155138	(244)	3.138	-	.005564	1.072 ± .262	2.6	(I)
7c (Z)	1912	(229)	464659	(1638)	3.138	-	.004114	.793 ± .056	7.7	(E)
8b (G)	2515	(153)	427493	(1177)	3.138	-	.005884	1.134 ± .097	7.1	(C)
9a (G)	880	(39)	153416	(362)	3.138	.92	.005736	1.106 ± .186	2.5	(I)
10a (G)	-	-	126886	(129)	3.138	-	-	-	2.1	(I)
10b (Z)	2183	(94)	501379	(1312)	3.138	-	.004354	.839 ± .090	8.3	(E)
11a (G)	105	(15)	465127	(1455)	3.138	.85	.000225	.043 ± .011	7.7	(L)
11b (G)	1326	(129)	392883	(1233)	3.138	.66	.003374	.650 ± .060	6.5	(A) ?
11c (G)	771	(67)	126332	(497)	2.912	.97	.006103	1.092 ± .142	2.3	(I)
11d (G)	2854	(496)	515978	(1623)	2.912	.80	.005531	.989 ± .051	9.2	(D)
12a (G)	50713	(1322)	522996	(1346)	2.912	-	.096967	17.35 ± .74	9.4	(M)
14a (G)	2959	(360)	454815	(1074)	2.912	.86	.006507	1.164 ± .071	8.1	(C)
14b (G)	29231	(1270)	321194	(1218)	2.912	.81	.091007	16.28 ± .71	5.7	(M) ?
15b (G)	2616	(50)	342272	(1082)	2.912	.87	.007619	1.363 ± .197	6.1	(A) ?
15b (Z) 2	2237	(100)	372160	(1116)	2.912	-	.006010	1.075 ± .112	6.7	(A)
15d (Z)	2623	(304)	416355	(1686)	2.912	-	.006299	1.127 ± .070	7.4	(C)
17a (G)	78.6	(14)	398875	(1092)	2.912	.91	.000197	.033 ± .009	7.1	(L)
17b (Z)	21.6	(6)	477055	(2062)	2.912	.91	.000045	.0081 ± .0033	8.5	(B)
18a (G)	2333	(223)	378399	(1191)	2.912	.92	.006166	1.103 ± .081	6.8	(A)

Tablo 3 - İstanbul bölgesinde toplanan arkeolojik obsidiyen buluntuların Fizyon İzleri yöntemine göre ölçülen kaba yaşları. Altı çizili örneklerde ayrıca Nötron Aktivasyon Yöntemi ile iz ve nadir toprak element kapsam ölçümleri de yapılmıştır. (G) Bigazzi tarafından, (Z) ise Yeğingil tarafından ölçülen örnekleri göstermektedir. Plato yaşları henüz belirlenmemiştir.



Çankırı - Orta kazası obsidiyenleri ise çok yaşlıdır. Tablo 2 de görüldüğü gibi G2 ve G3 numaralı örnekler için yaklaşık 16 milyon yıl, G1 ve G4 numaralı örnekler için yaklaşık 18 milyon yıllık değerler elde edilmiştir. Bunlar, ülkemizde bugüne değin saptanan en eski obsidiyen yaşlarıdır.

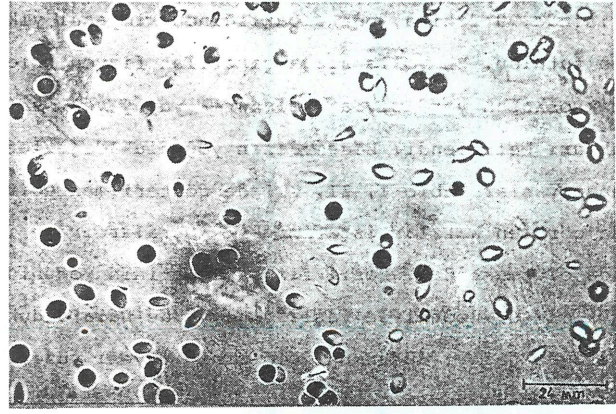
İstanbul çevresindeki arkeolojik kazılarda toplanan obsidiyen alet parçalarında yapılan ölçümler sonucunda elde edilen Fizyon izleri (FT) yaşları (Tablo 3) ise 11 gruba ayırılmışlardır. Bu gruplarda yer alan örnekler ise şunlardır:

- A : 1a, 3c, 15b, 18a  
 B : 1c, 17b  
 C : 1d, 2a, 4a, 8b, 14a, 15d  
 D : 1f, 4b, 5a, 11d  
 E : 3b, 7c, 10b, 11b  
 F : 4c, 4j  
 G : 4f, 4g  
 H : 4h  
 I : 5b, 6a, 7a, 9a, 10a, 11c  
 L : 11a, 17a  
 M : 12a, 14b

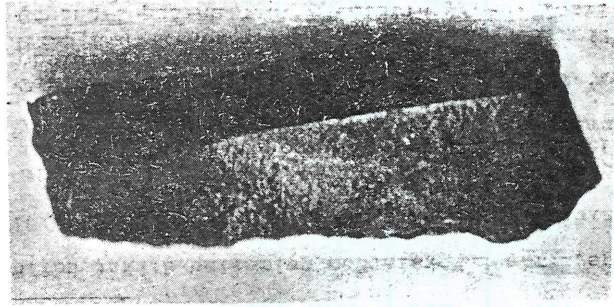
Akdeniz bölgesinde genç volkanik alanlarda yer alan önemli obsidiyen yatakları, Anadolu'dan başka, Sovyetler Birliğinde Erivan yakınlığında, Ege denizinde Milos ve Yali adalarında (Yunanistan), Macaristan ve Çekoslovakya'da Karpatlar bölgesinde, İtalya'da Lipari, Pantelleria, Sardunya ve Palmarola adalarında bulunmaktadır (Şekil 5). İstanbul bölgesinde toplanan obsidiyen alet parçalarında, İtalya'da Pisa Üniversitesi Jeokronoloji laboratuvarlarında Fizyon İzleri yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirlemeleri ile, Akdeniz bölgesindeki tüm obsidiyen yataklarında bugüne kadar yapılan ve diğer araştırmacılar tarafından daha önce ölçülen radyometrik yaş belirleme sonuçları (Aspinal v.d., 1972) ; Cann ve Renfrew, 1984; Cann v.d., 1969; Dixon v.d 1969; Durrani v.d., 1971; Keene, 1981; Renfrew v.d., 1965, 1966, 1968; Biro, 1981 ve 1984; Wagner v.d., 1976) karşılaştırılmış ve şu veriler elde edilmiştir:

1 - İstanbul bölgesinden toplanan ve üzerinde çalışılan arkeolojik obsidiyen buluntuları büyük bir olasılıkla sadece Anadolu'da yer alan obsidiyen yataklarından binlerce yıl önce ilkel insanlar tarafından alınan ve İstanbul bölgesine taşınan örneklerden yapılmışlardır. Yine büyük bir olasılıkla, araziden çıkarılan ham obsidiyenler yakın çevredeki ilkel imalathanelerde işlenerek kesici ve delici alet haline getirilmiş ve daha sonra uzak mesafelere götürülerek ticareti yapılmıştır. İstanbul bölgesi obsidiyen buluntuları, Ege denizi, Karpatlar ve İtalya obsidiyenlerine uymamaktadırlar.

2 - G grubu obsidiyen aletleri, N2, N3 ve N7 (orta Anadolu Acıgöl kaldera sınırı) obsidiyenleri ile benzerlik göstermişlerdir.



Şekil 3a) Bir obsidiyen örneğindeki çok sayıda yapay Fizyon İzleri



Şekil 3-b) Tarih öncesi devirlerde kesici alet olarak kullanılan bir obsidiyen parçası. Boyu 5,2 cm. dir.

3 - A ve C grubu obsidiyen aletleri, Orta Anadolu Çiftlik bölgesi obsidiyenleri ile (N12, N13, N14, N15, N16) benzerlik göstermektedirler.

4 - E ve D grubu obsidiyen aletleri de büyük bir olasılıkla Çiftlik bölgesinden getirilmişlerdir.

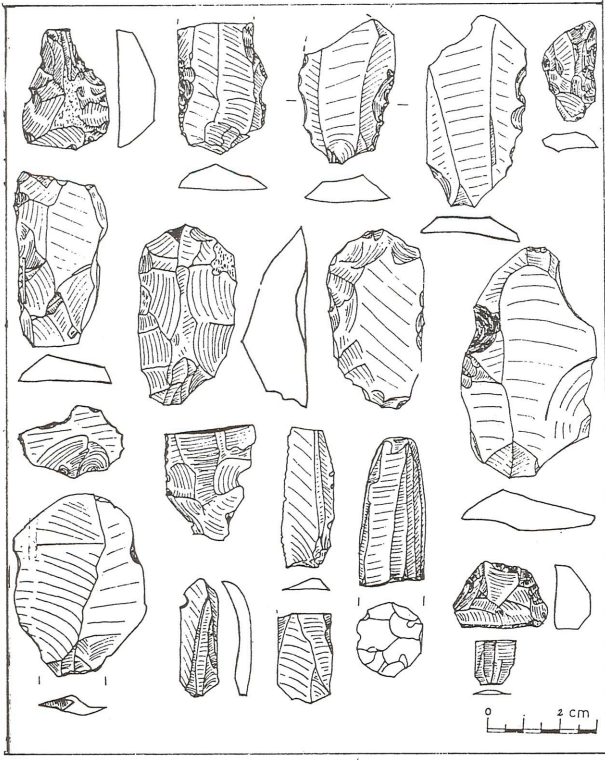
5 - M grubu obsidiyen aletleri, Kuzey Anadolu (Çankırı-Orta) bölgesinden getirilmişlerdir.

6- B, F, H, I ve L grubu obsidiyen aletleri ise, Orta Anadolu ve Çankırı obsidiyenleri ile benzeşme göstermemekte olup, olasılıkla Doğu Anadolu'dan getirilmişlerdir. Ancak, B grubuna ilişkin örnekler, Orta Anadolu Acıgöl Kalderası içindeki obsidiyenlere yakın yaş değerleri vermektedirler.

### OBSDİYEN ÖRNEKLERİNDE YAPILAN İZ VE NADİR TOPRAK ELEMENT KAPSAMI BELİRLEME ÇALIŞMALARI

Bu araştırma ile gerek Orta Anadolu ve Çankırı obsidiyenlerinde, gerekse İstanbul bölgesinde kazılarda çıkarılan obsidiyen alet örneklerinde Fizyon İzleri (FT) yöntemi ile radyometrik yaş ölçümleri yapılmasının yanısıra, aynı örneklerde Nötron Aktivasyon Analiz Yöntemi ile (NAA)





Şekil 4 - Çeşitli boyutlardaki obsidiyen alet parçalarının çizimleri

İtalya'da Pavia Üniversitesi Jeokimya laboratuvarlarında nükleer reaktörde iz ve nadir toprak element kimyasal analizleri yapılmıştır. Bunlardan Orta Anadolu'daki 16 örnekte yapılan analizler daha öne yayınlanmıştır (Ercan ve diğerleri, 1989). Bu yöntemde, doğal halde iken radyoaktif olmayan bir element, radyoaktif hale getirilerek verdiği aktivitenin ölçümünden, elementin miktarı saptanmaktadır. Radyoaktif hale geçirme işlemi, en yaygın olarak nükleer reaktörde yavaş nötronlar kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nötronlarla ışınlama sırasında, element bir nötron yakalayıp, belli enerjilerde gama ışını yayınlayan radyoaktif bir element haline geçmektedir. Farklı elementler, değişik enerjilerde gama ışını yayınlamakta olup, element kapsamlarını saptamak mümkündür. Bu yöntem uygulanarak, örneklerin, Lantanyum



Şekil 5 - Akdeniz bölgesindeki önemli obsidiyen yatakları

(La), Seryum (Ce), Neodmiyum (Nd), Samaryum (Sm), Europyum (Eu), Godolinyum (Gd), Terbiyum (Tb), Disprosyum (Dy), Holmiyum (Ho), Tulyum (Tm), İterbiyum (Yb), Lutesyum (Lu), Rubidyum (Rb), Sezyum (Cs), Tantalum (Ta), Toryum (Th), Uranyum (U), Skandiyum (Sc) kapsamı ölçülmüş ve daha sonra bu değerlerin bir kısmı kullanılarak diskriminant diyagramına (Şekil 6) yerleştirilmişlerdir. Diyagrama ayrıca İtalya, Yunanistan ve Macaristan obsidiyen yataklarından alınan jeolojik örneklerin analiz sonuçları da karşılaştırma amacıyla konmuşlardır. Diagramda, İstanbul bölgesinde toplanan obsidiyen aletlerin kimyasal bileşimleri ile, Orta Anadolu ve Çankırı obsidiyenlerinin bileşimleri benzeşme göstermektedirler. Sadece 9a, 10a, 5b 11c numaralı (I grubu) örneklerin kimyasal bileşimleri farklı olup, daha ziyade İtalya (Sardunya) obsidiyenlerine uymaktadırlar. Ancak, diyagramda Doğu Anadolu obsidiyenleri yerleştirilmemişlerdir. Esasen I grubu örneklerinin yaş kapsamlarının Doğu Anadolu'dakilere uydukları gözlenmiş ve bu nedenle Doğu Anadolu obsidiyen yataklarından getirildikleri sonucuna varılmıştır. G grubuna ilişkin 4f ve 4g numaralı örnekler ise hiçbir gruba uymamaktadırlar. Ancak, bu örneklerin ölçülen yaşları Orta Anadolu'dakilere benzeşme göstermektedir.

## SONUÇLAR

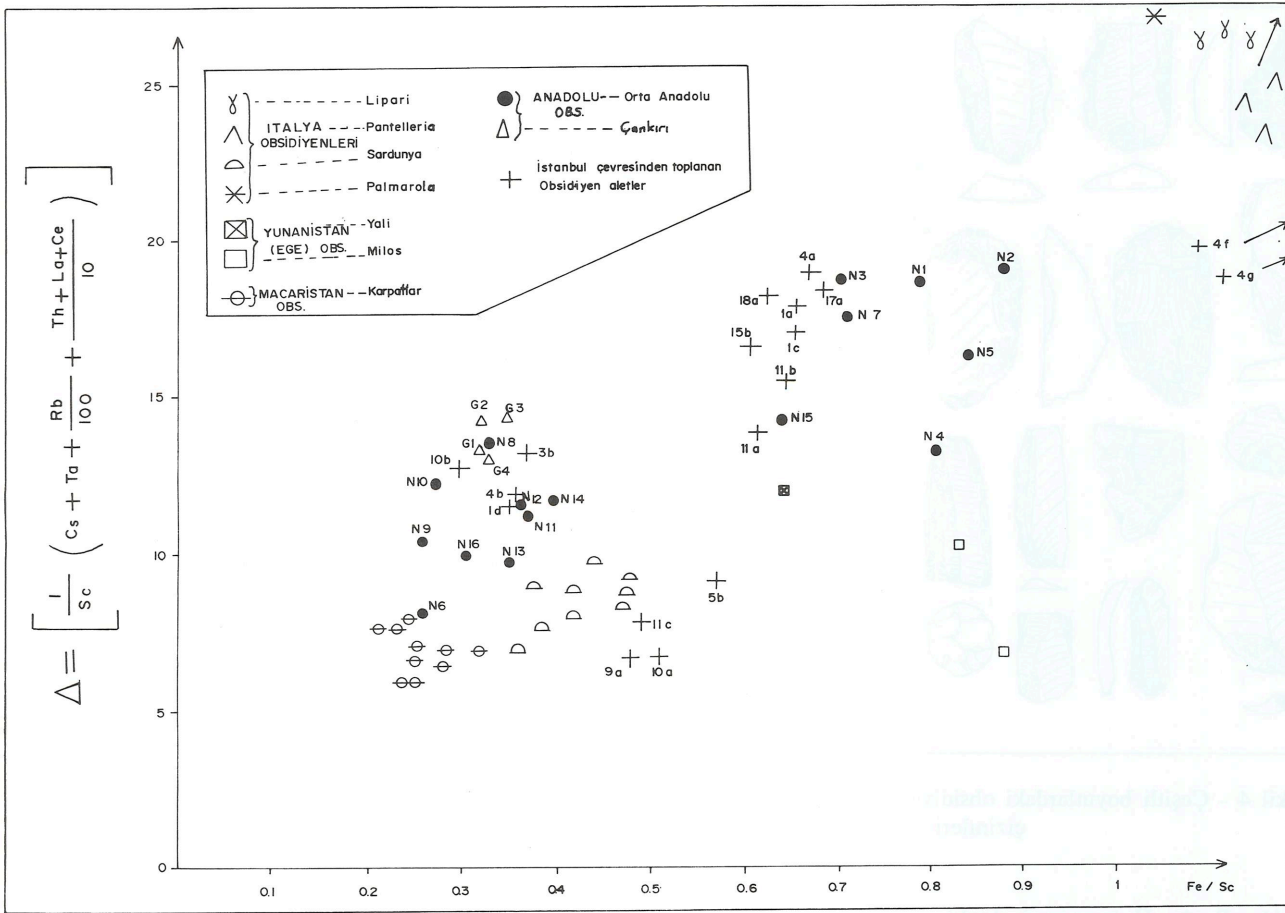
Bu çalışmada toplanan obsidiyen örneklerinde ve aletlerde Fizyon İzleri yöntemi ile yapılan radyometrik yaş belirleme sonuçları ile, nötron aktivasyon analiz yöntemi ile yapılan iz ve nadir toprak element kapsam değerleri kullanılarak yapılan gruplamalar birbirleriyle karşılaştırıldıkları zaman sonuçların genellikle uygunluk gösterdikleri ortaya çıkmaktadır. Bu arada aşağıdaki bulgulara da değinmek gerekmektedir :

1 - Orta Anadolu obsidiyenleri için yaş ve kimyasal kapsamlarına göre oluşturulan gruplar birbirlerine uymaktadırlar. Ancak, N1 bu gruplamanın dışında kalmıştır. Bu örnek, N2, N3 ve N7 den (Acıgöl I grubu olup Acıgöl kalderası sınırından alınan örnekler) daha gençtir. Buna karşın, kimyasal kapsamı ayırdır.

2 - Jeolojik örneklerde olduğu gibi, arkeolojik buluntulara da hem Fizyon İzleri (FT) yöntemi ile radyometrik yaş tayini, hem de nötron aktivasyon yöntemi (NAA) ile kimyasal bileşim tayini belirlemeleri yapılmıştır. Buluntuların bazılarının boyutlarının çok küçük olması nedeniyle bunlara sadece FT veya sadece NAA uygulanmıştır. Her iki yöntemin birlikte uygulandığı örnekler (Tablo 3'te altı çizili olanlar) için şunlar söylenebilir.

a) G grubu obsidiyen buluntuları (4f ve 4g), Orta Anadolu Acıgöl I obsidiyenleri ile FT yöntemiyle çakıştıkları halde NAA yöntemi ile farklılık göstermektedir.

b) I grubu obsidiyen buluntuları, NAA yöntemi ile İtalya (Sardunya) ve Macaristan obsidiyenleri ile benzerlik gösterdikleri halde, FT sonuçları bunların iki bölgeye de ait olmadıklarını göstermektedir.



Şekil 6 - İncelenen tüm örneklerin ve İtalya, Yunanistan ve Macaristan obsidiyen örneklerinin iz ve nadir toprak element kapsamlarına göre düzenlenmiş diskriminant diyagramı.

c) Diğer tüm buluntularda her iki yöntem çakışmakta ve aynı sonuçları vermektedirler.

3- İstanbul bölgesindeki obsidiyen alet buluntularında belirgin 11 grup ayrılanmıştır. Buna karşın, buluntuların % 60'ı A, C, D, I gruplarına aittir.

4 - Anadolu dışında diğer Akdeniz obsidiyen kaynakları ile Karpatlar (Macaristan) obsidiyen kaynakları eski araştırmacılar tarafından oldukça iyi betimlenmiş ve çalışılmış olup, İstanbul bölgesindeki buluntuların hiçbirinin bu bölgelerden gelmedikleri, olasılıkla tamamen Anadolu kökenli oldukları meydana çıkarılmıştır.

5 - Arkeolojik çalışmalarla zamanımızdan yaklaşık 8-10 bin yıl önce kuruldukları saptanan ve bugün toprak altında kalan İstanbul bölgesindeki ilkel yerleşme merkezlerinde kazılar sonucu ortaya çıkarılan obsidiyen alet parçalarının, Anadolu'da yüzlerce km. uzaklıktaki yataklardan bu bölgeye eski insanlar tarafından götürüldükleri saptanmış ve taş devri ilkel insan topluluklarının ticari ilişkileri ortaya çıkarılmıştır.

6 - Özellikle Orta Anadolu volkanitlerinde çeşitli birimlerde çalışmakta olan araştırmacılara yararlı olabilecek

anahtar radyometrik yaş verileri elde edilmiştir. Ayrıca, örneklerde saptanan iz ve nadir toprak element kapsamları da volkanizmanın kökenini aydınlatma konusunda araştırmacılara yardımcı olmaktadır.

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- Aslan, F., 1977, Aksaray taş devri fosil insanı ve endüstrisi: Yeryuvarı ve İnsan, 2/4, 5-8
- Aspinall, A., Feather, S.I., Renfrew, C., 1972, Neutron activation analysis of Aegean obsidians: Nature, 237, 333 - 334.
- Biro, K.T., 1981, A Karpat-Medencei obszidianok vizsgalata : Különlenyomat az Archeológiayı Ertesitö, 108, 194-206.
- Biro, K.T., 1984, Distribution of obsidian from the Carpathian sources on Central European Palaeolithic and Mesolithic sites : Acta Archaeologica Carpathica, 23, 5-42.
- Cann J.R. ve Renfrew, C., 1964, The characterization of obsidian and its application to the Mediterranean region : Proceedings of the Prehistoric Society 30, 111-133



- Cann, J.R., Dixon, J. E ve Renfrew, C., 1969, Obsidian analyses and the obsidian trade: Science in Archaeology, London, Higgs, E.S ve Brothweel, 1. (Ed).
- Cauvin, M.C., Balkan, N., Besnus, Y. ve Şaroğlu, F., 1986, Origine de L'obsidienne de Cafer Höyük (Turquie); Premiers resultats : Paleorient, 12/2, 89 - 97.
- Dixon, J.E., Cann, J.R. ve Renfrew C., 1968, Obsidian and the Origins of trade : Scientific American, 218, 80-88
- Durrani, S.A., Khan, H.A., Taj., M. ve Renfrew, C., 1971. Obsidian source identification by fission track analysis : Nature, 233, 242-245.
- Ercan, T., Yıldırım T. ve Akbaşı, A., 1987, Gelveri (Niğde) - Kızılçın (Nevşehir) arasındaki volkanizmanın özellikleri : Jeomorfoloji Derg., 15, 27-36.
- Ercan, T., Yeğingil, Z. ve Bigazzi, G., 1989, Obsidiyen, tanımı ve özellikleri, Anadolu'daki dağılımı ve Orta Anadolu obsidiyenlerinin jeokimyasal nitelikleri : Jeomorfoloji Derg., 17, 71 - 83.
- Ercan, T., Akbaşı, A., Yıldırım, T., Fişekçi, A., Selvi, Y., Ölmez, M. ve Can, B., 1990 - a, Acıgöl (Nevşehir) yöresinin jeolojisi ve Senozoyik yaşlı volkanik kayaların petrolojisi : MTA Derg. (Baskıda).
- Ercan, T., Tokel, S., Akbaşı, A., Yıldırım, T., Fişekçi, A., Selvi, Y., Ölmez, M., Can, B., Matsuda, J.I., Ui, T., Fujitani, T., Notsu, K., 1990-b, Hasandağı-Karacadağ (Orta Anadolu) dolaylarındaki Senozoyik yaşlı volkanizmanın kökeni ve evrimi : Jeomorfoloji Derg., 18, 39 - 54.
- Ekingen, A., 1982, Nevşehir Kalderasında jeofizik prospeksiyon sonuçları : Türkiye jeoloji Kurultayı 1982 Bildiri özetleri kitabı, 82.
- Fornaseri, M., Malpieri, L., Palmieri, A.M., Taddeucci, A., 1977, Analyses of obsidians from the Late Chalcolithic levels of Arslantepe (Malatya) : Paleorient, 3, 231-246.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, F. ve Villari L., 1975, The Neogene calcalkaline volcanism of Central Anatolia; Geochronological data on Kayseri-Niğde area : Geol. Mag., 112/4, 349 - 360.
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Serri, G ve Villari, L., 1980, Geology of the volcanic area north of Lake Van (Turkey) : Geol. Rdsch., 69/1, 292 - 323
- Innocenti, F., Mazzuoli, R., Pasquare, G., Radicati, F ve Villari, L., 1982, Tertiary and Quaternary volcanism of the Erzurum - Kars area (Eastern Turkey; Geochronological data and geodynamic evolution : Journal of Volcan. Geoth. Res., 13, 223 - 240.
- Keene, A.S., 1981, Multi - element neutron activation of obsidian samples from Tepe Farukhabad : Memors of the Museum Anthropology, 13, 438 - 442.
- Matsuda, J.I., 1988, Geochemical study of collision volcanism at the plate boundary in Turkey (Comparison with subduction volcanism in Japon) : Initial raport of Turkey - Japan Volcanological Project, 31 - 36, Part I.
- Matsuda, J.I., 1990, K-Ar age of Turkey volcanics : Initial Report of Turkey-Japan Volcanological Projekt, 63-68, Part II.
- Ogata, A., Nakamura, K., Nagao, K., Akimoto, S., 1989, K-Ar age of young volcanic rocks of Turkey : 1989 Annual meeting of the Geochemical Society of Japan, 1C 03.
- Öngür, T., 1978, Nevşehir kalderası : Türkiye 32. Bilimsel ve Teknik Kurultayı Bildiri Özetleri Kitabı, 43
- Renfrew, C., Cann, J.R. ve Dixon, J.E., 1965, Obsidian in the Aegean: Annual of the British School at Athens, 60, 225-247.
- Renfrew, C., Dixon, J.E. ve Cann, J.R., 1966, Obsidian and early cultural contact in the Near East : Proceedings of the Prehistoric Society, 32, 30 - 72.
- Renfrew, C., Dixon, J.E. ve Cann, J.R., 1968, Further analyses of the Near-Eastern obsidians : Proceedings of the Prehistoric society 34, 319-331.
- Taner, M.F., 1977, Etüde geologique et petrographique de la region de Güneyce-İkizdere, situee au sud de Rize (Pontides orientales, Turquie) : Doktora Tezi, Cenevre Üniv., İsviçre, 180 s., (Yayımlanmamış).
- Türkecan, A., v.d., 1990, Seben-Gerede (Bolu)-Güdülbeypazarı (Ankara) ve Çerkeş-Orta-Kurşunlu (Çankırı)-Güvem (Ankara) yörelerinin jeolojisi ve volkanik kayaların petrolojisi : MTA Rapor No (Yayımlanmamış), Ankara.
- Tokgöz, T. ve Bilginer, Ö., 1980, Acıgöl (Nevşehir) kalderası rezistivite etüdü : MTA Rap. No : 7154 (Yayımlanmamış)
- Wagner, G.A., Storzer, D. ve Keller, J., 1976, Spaltspurendatierung quartärer. Gesteinsglaser aus dem Mittelmeerraum : Neu. Jahr. für. Min. Monat., 1976/2, 84 - 94.
- Wagner, G., 1987, Deutsches Archaologisches Institut Demircihöyük - Die Ergebnisse der ausgrabungen 1975-1978 Herausgegeben von Manfred Korfmann, Band II : Naturwissenschaftliche Untersuchungen (1987), Verlag Philipp von Zabern Mainz am Rhein, 26 - 29.
- Wright, G.A. ve Gordus, A.A., 1969, distribution and utilisation of obsidian from Lake Van Sources between 75000 and 3500 B.C.: Amer, Jour. Arch., 73, 75-77.
- Yeğingil, Z. ve Göksu, Y., 1981, Obsidiyenlerin Fizyon izi tarihlendirmesi : Tubitak Doğa Bilim Derg., A, 5/3, 185-188.
- Yeğingil, Z., 1981, Arkeolojik obsidiyen bulguların fizyon izleriyle tarihlendirilmesi : Tubitak Arkeometri Ünitesi III. Bilimsel Toplantı Bildiriler kitabı, 13-19.

Yeğingil, Z., 1984, Fizyon izleri ve arkeoloji : Tubitak Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantısı I Bildiri Özetleri kitabı, 182-189.

Yeğingil, Z.,1985, Fizyon izleriyle tarihlendirme yönteminin obsidiyenlere uygulanması : Tübitak Arkeometri Ünitesi Bilimsel Toplantı V Bildiriler kitabı, 94-100.

Yeğingil, Z.,1987, Obsidiyen ve Anadolu'daki farklı yerleşim bölgelerine ait obsidiyenlerin kaynak belirleme

çalışmaları : Kültür ve Turizm Bakanlığı Eski Eserler ve Müzeler Genel Md.lüğü III Arkeometri sonuçlar Toplantısı Bildiri özetleri kitabı, 193-201.

Yıldırım, T. ve Özgür, R., 1981 Acıgöl kalderası : Jeomorfoloji Derg., 10, 59-70.

Yıldırım, T., 1984, Acıgöl volcanism and hot dry rock possibilities, Nevşehir, Turkey : Seminar on Utilization of Geothermal Energy for electric power production and space Heating, Florence, İtalya.