

## Orta Anadolu Geç Neojen Tortularında Asteroid Çarpma Bulguları

*Findings of an Asteroid Impact crater within the Late Neogene Deposits in Central Anatolia, Turkey*

Nizamettin KAZANCI<sup>1</sup>, Mümtaz KİBAR<sup>2</sup>, Yusuf Kağan KADIOĞLU<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Ankara Üniv. Mühendislik Fak. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Beşevler, Ankara,  
(e-posta: kazananci@eng.ankara.edu.tr)

<sup>2</sup> Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü, 06100 Dışkapı, Ankara

### ÖZ

Mucur yöresindeki (Kırşehir) Geç Miyosen-Pliyosen istifinin çökelleri içinde, boyları 1 metreden 3-4 cm'e kadar değişen koyu renkli, çoğunluğu breşik dokulu metamorfik kaya çakılları ile az sayıda, silis kabukla çevrili bazalt görünüşlü ergimiş kaya parçaları bulunmuştur. Petrografik olarak takilit veya impaktit şeklinde adlandırılan çok özel taneler, içine yerleştiği istifin alt-orta bölümünde olup, bulunduğu alandaki toplam çakıl miktarının yaklaşık % 1-1,5 kadarını oluşturur. Bu takilit parçaları ve/veya metamorfik kaya kırıntuları büyük bir çarpma kraterinin aşınıp dağılan parçaları olup, Geç Miyosen öncesi bir zamanda orta Anadolu'ya asteroid düşmesinin işaretçileridir. Takilit tiplerine ve bolluğuna göre, çarpma kraterinin minimum 2 km çapında ve 200 m derinliğinde dairesel bir çukur olduğu anlaşılmaktadır. Böyle büyük bir çarpmanın yarattığı olası paleoekolojik ve paleocoğrafik etkiler araştırılmaktadır.

**Anahtar kelimeler:** Asteroid, çarpma krateri, takilit, impaktit, Mucur, orta Anadolu, Geç Neojen

### ABSTRACT

*It is presented here some unusual brecciated rock clasts within the clastic deposits of the Late Miocene and Pliocene at the Mucur (Kırşehir) area of central Anatolia, Turkey. Petrographically, these clasts are described as tachylite or impactite. They are dark-coloured metamorphic rock fragments with size of 100 to 3-4 cm in diameter, which are abundantly brecciated and to a lesser extent melted-rock fragments embedded in thick silica layers. The tachylite clasts are found only at the lower and medial part of the Late Neogene sequence, forming only 1-1.5 % of the total clast components of the host deposits. These special clasts (tachylite or impactite) represent the destroyed walls of an impact crater created by an asteroid at central Anatolia in pre- Late Miocene time. Based on tachylite types and their abundance, the inferred impact crater was a circular depression with minimum 200 m depth and 2 km in diameter. The possible palaeogeographic and palaeoecological results of such a big impact to the earth have been searched.*

**Keywords:** Asteroid, impact crater, tachylite, impactite, Mucur, central Anatolia, Late Neogene

## GİRİŞ

Bu yazıda jeolojik dönemde gerçekleşmiş, yeryüzüne bir asteroid çarpma olayı ile bunun ürünü olan kayaçlar tanıtılmaktadır. Uzaydan Dünya'ya cisimlerin gelmesi ve bunların hikâyeleri bütün insanlık tarihi boyunca merak konusu olmuştur ve günümüzde de büyük ilgi çekmektedir. İnternetteki onbinlerce dosya bunun işaretidir. Türkiye'deki jeolojik kayıtlarda ilk kez rastlanmakla birlikte, burada tanıtılacak asteroid/meteor/göktaşı çarpma bulgusu kayaların bilimsel ve simgesel önemleri hariç, ticari, ekonomik veya koleksiyon değeri olmadığını belirtmek gerekir. Bu husustaki ayrıntılı bilgiler ileriki bölümlerde verilecektir.

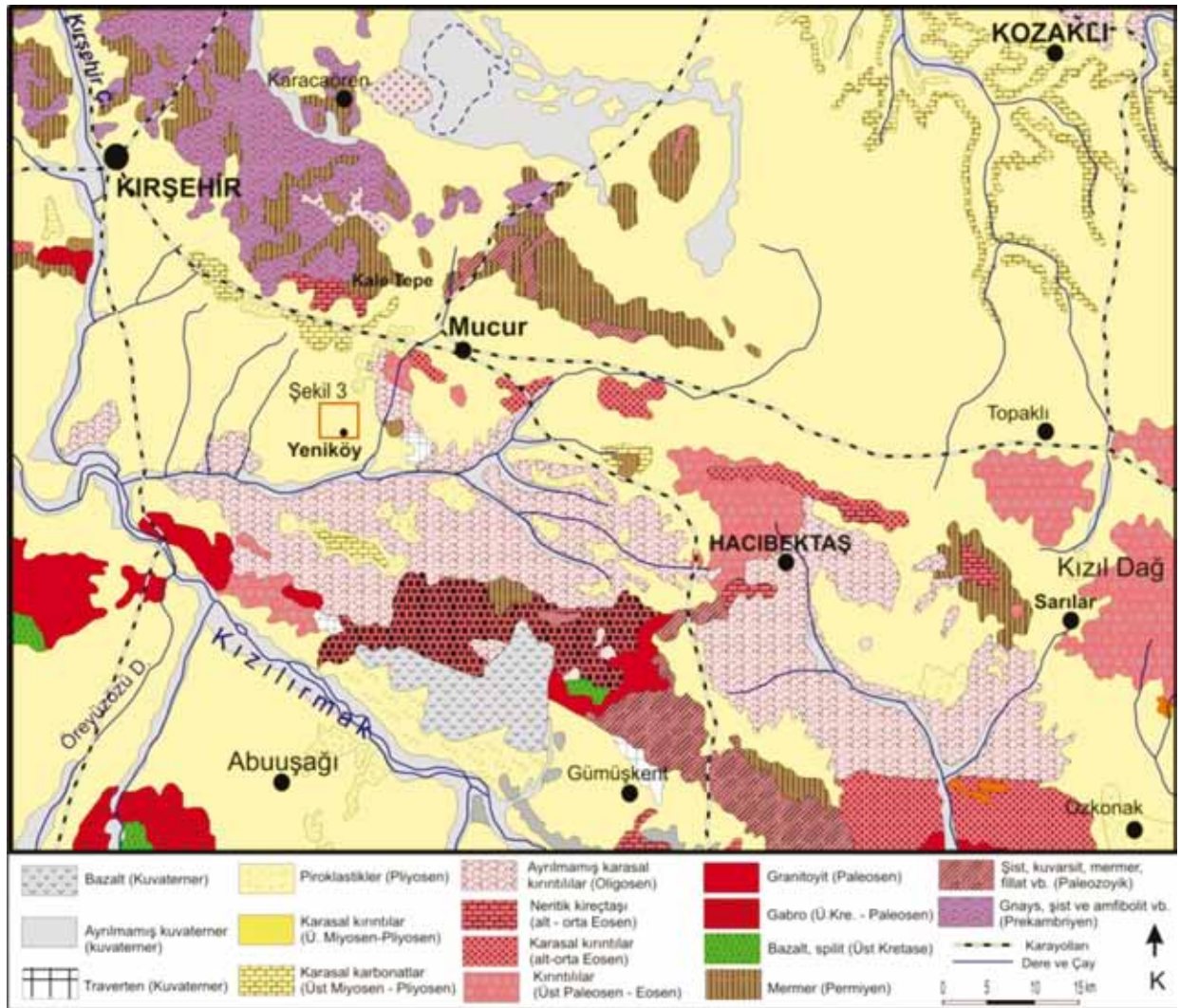
Tanıtılacak buluntu ihbar üzerine elde edilmiştir. Ekim 2011'de, uzaktan algılama uzmanı Haydar Erkoç'a, Mucur Yeniköy (Kırşehir)'de, kırmızı renkli gevşek dokulu tortullar içinde bulunmuş siyah renkli, ağır, sert bir kaya parçası (yaklaşık 70 x90 cm) gösteriliyor. Kendisi taşın ağırlığı, sertliği ve renginin çevre kayalara aykırılığına bakarak bunun "meteorit" olma ihtimali üzerinde duruyor, doğrulamak için üniversiteye ve yazarlara başvuruyor. Sonrasında ayrıntılı saha ve laboratuvar incelemeleri yapılarak örneklerin meteorit değil, fakat kısmen ilgili, takilit ve/veya impaktit olduğu saptanmıştır. Takilitler, olağanüstü hızlardaki çarpışma etkisine maruz kalan yeryüzü parçalarında meydana gelen metamorfik kayalardır ve doğada böyle olaylar hemen daima gök cisimlerinin yeryüzüne düşmesi ile olmaktadır (Dietz, 1961; AGI, 1977).

## BULUNTU YERİ VE JEOLJİK KONUMU

Çalışma konusu olan kaya parçaları, Mucur (Kırşehir) güneyindeki Yeniköy (Çömelek)

yakınlarında, Kale Tepe eteklerindeki kırmızı renkli, gevşek, kaba kırıntılı tortullar içinde bulunmuştur (Şekil 1, 2). Çakıllara yataklık eden bu tortulların stratigrafisi, önceki çalışmalarda göreceli yaşlandırma ile Neojen, ayrılmamış Neojen, Miyosen-Pliyosen, M3-Pl, Miyo-Pliyosen olarak verilmekte ve Kızılırmak Grubu içinde toplanmaktadır (Atabey vd. 1988; Atabey, 1989, Kara ve Dönmez, 1990; Akgün vd. 1995; MTA, 2002). Bu çalışmada Geç Miyosen-Pliyosen zaman aralığı kastedilerek yaşları Geç Neojen şeklinde tanımlanmıştır. Stratigrafik tanımlama yapılmamış, grup adı benimsenmemiştir. Çünkü buradaki Kızılırmak Formasyonu'nun yaşı ve stratigrafisi Şen vd. (1998)'e göre tartışmalıdır.

Takilit çakıllarının bulunduğu istifin görünen kalınlığı 275 m olup, adı geçen çakıllar yaklaşık 100. -120. metreleri arasından toplanmıştır. Burası kabaca istifin alt-orta bölümleridir. İstifin litolojisi konglomera – kumtaşı - çamurtaşı ardalanmasından kurulu olup, 'alüvyon yelpazesi' çökellerinin genel görüntüsünü yansıtmaktadır. Yarmalar ve yüzeydeki döküntülere göre, tortulların ortalama tane boyu 3-6 cm kadardır (Şekil 2-5). Kaba taneler göreceli seyrek ve Yeniköy'ün kuzeyinde dar bir alanda yoğunlaşmaktadır (Şekil 3). Takilit çakılları genelde öteki çakılardan daha iridir. Alansal olarak 20-35 cm boyundaki takilit çakıllarının diğer tüm takilit parçalarının yaklaşık % 5-8 'ini teşkil ettiği saptanmıştır. İstifte rastlanan en büyük tane, incelemesi yapılan bir takilit parçasıdır (90 cm) (Şekil 4C). İstifteki çakılların büyük ekseriyeti karbonatlı kayalardan, çok azı kolay aşınan,



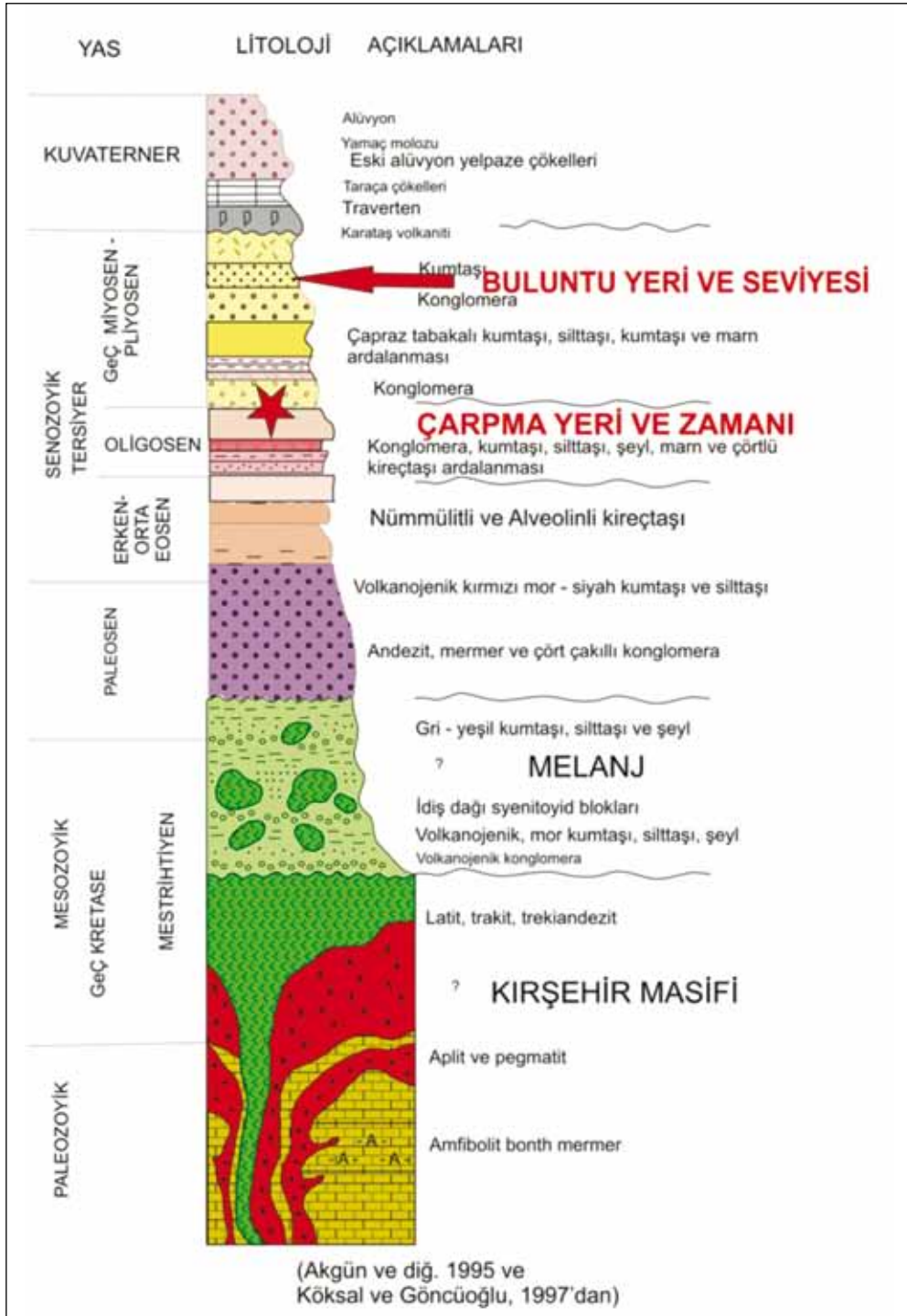
**Şekil 1.** İnceleme bölgesinin yerbulduru ve litoloji haritası. Birimlerin saha dağılışı MTA (2002)'den alınmıştır.

**Figure 1.** Location and lithology map of the study area. Stratigraphic units are from MTA (2002).

fillit-fillat türü metamorfik kayalardan üremiştir. Kireçtaşı çakıllarının bolluğu dikkat çekicidir. Metamorfik kaya parçaları istifin üst düzeylerine doğru bollaşır. Özellikle aranmasına karşın, bölgede varlığı bilinen granitik kayalara ait parçalar bulunamamıştır (Şekil 1). Takilit dışındaki tanelerin tümü iyi-çok iyi yuvarlaklaşmıştır. Bu durum, yuvarlaklaşmış taneleri veren olası konglomeratik ana kayaların varlığını düşündürür. Takilit parçaları aşırı sertlikleri ve koyu renkleri

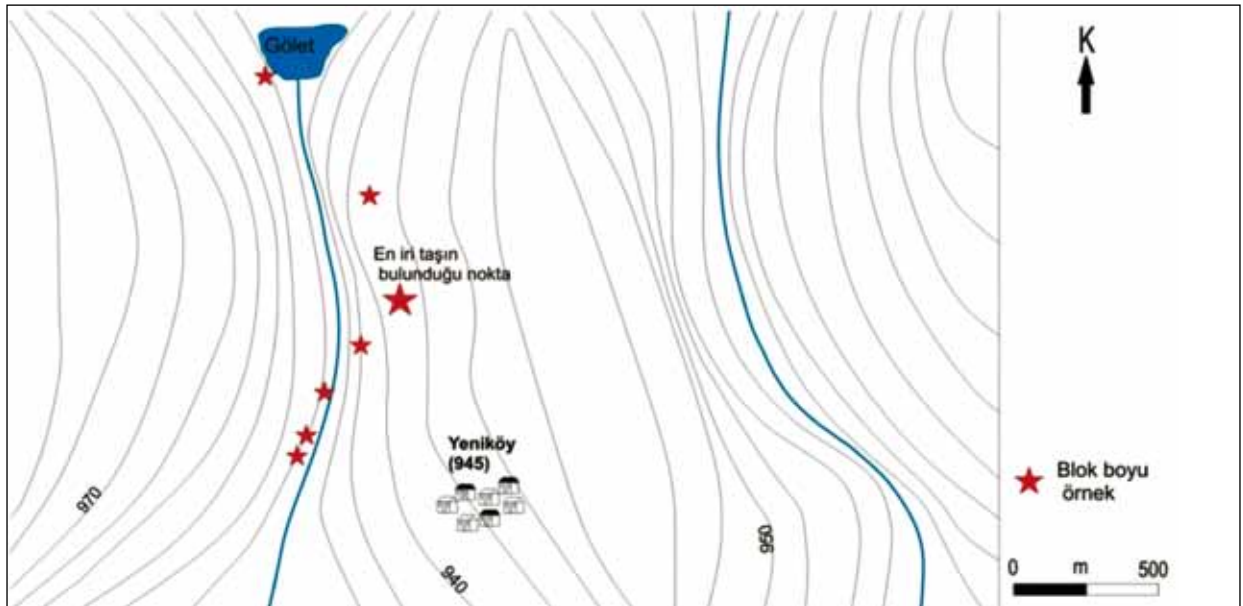
ile bunlar arasında kolayca fark edilmektedir (Şekil 4, 5).

Orta Anadolu, özellikle Kırşehir-Mucur yöresi Türkiye jeolojisinde önemli yer tutar, çokça incelenmiştir ve büyük bilgi birikimi vardır (konu dışı olması sebebiyle bunlara değinilmemiştir). Çünkü bölgenin en yaşlı birimi Kırşehir Masifi'nin kayaları ve onları kesen granitoidler en iyi bu bölgede yüzeylenir (Seymen, 1981; Köksal ve Göncüoğlu, 1997). Bu temel kayaları örten sığ



**Şekil 2.** Takilit çakıllarını bulunduran tortulların ve Kırşehir-Mucur bölgesinin genel stratigrafik durumu (Kara ve Dönmez, 1990; Akgün vd. 1995'den yararlanılmıştır).

**Figure 2.** Generalized stratigraphy of the tachylite-bearing deposits and the whole Kırşehir-Mucur area (Modified from kara and Dönmez, 1990; Akgün et al., 1995).



**Şekil 3.** Takilit çakıllarının saha dağılışlarının ayrıntılı krokisi. Genel görünüm için Şekil 4A ile karşılaştırınız.

**Figure 3.** Detailed sketch map of the distribution of the tachylite clasts. Compare it with the Figure 4A for topography.

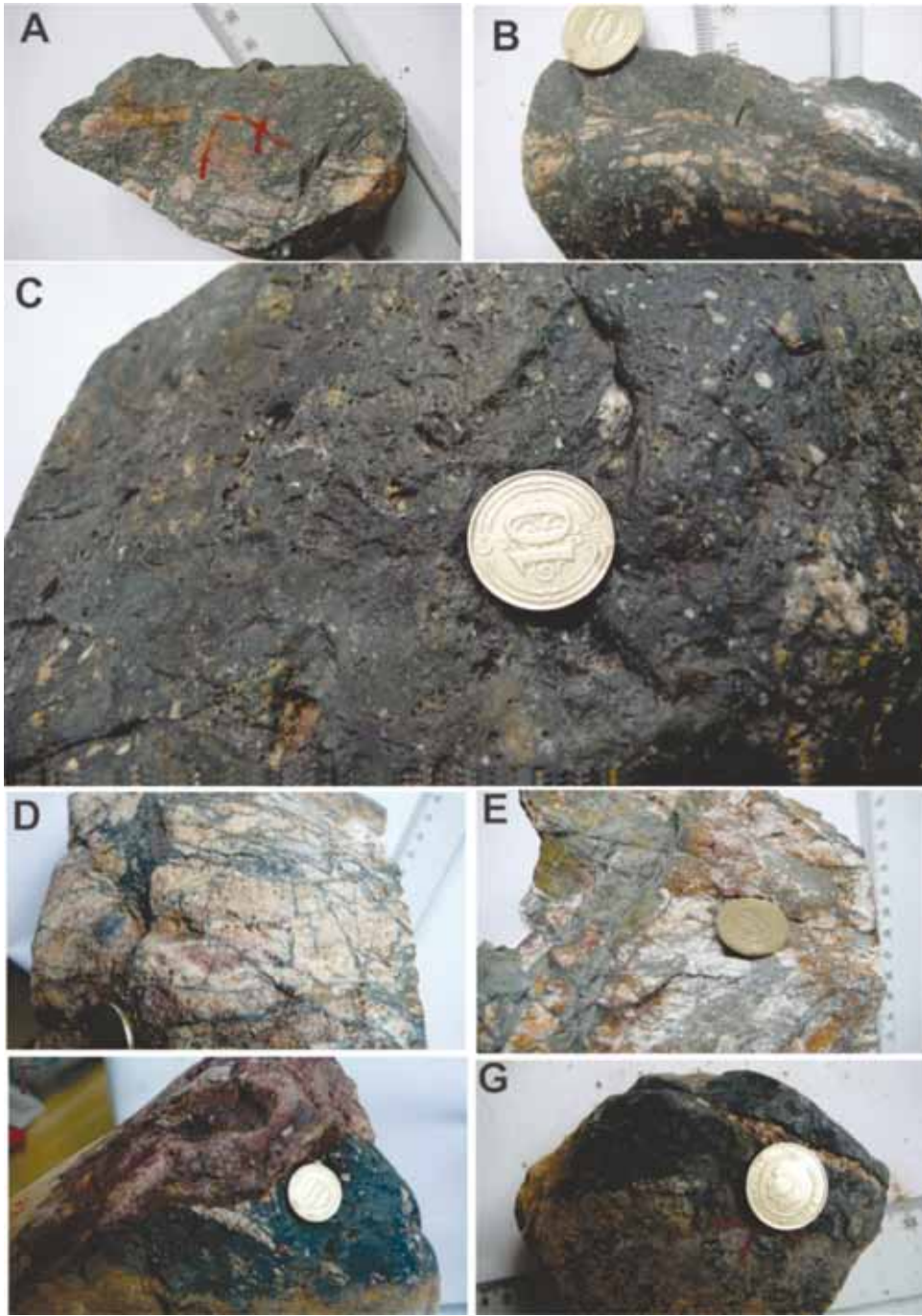
denizel Eosen tortulları ile karasal Oligosen tortulları da inceleme bölgesinde yaygın olarak gözlenir (Şekil 1, 2; MTA, 2002). Eosen tortulları sarımsı gri renkli, killi-kumlu kireçtaşları ve karbonatlı kumtaşları halindedir. Bol fosillidir (Kara ve Dönmez, 1991; Akgün vd. 1995). Bunların üzerine gelen karasal tortullar yukarı doğru incelen istifler teşkil eder. Başlıca alacalı, sarımsı kırmızı renklere kaba ve ince taneli konglomera-kumtaşı-

çamurtaşı litolojisindedir. Yer yer jips tabakaları ve kömür seviyeleri bulundurulur. Palinoloji verileri Orta Miyosen'i işaret etmiştir (Akgün vd. 1995). Buna karşın aynı birimlerin yanıl eşdeğerleri, yeni bir çalışmada omurgalı fosilleri ile Geç Oligosen olarak yaşlandırılmıştır (MTA, 2002; Karadenizli, 2011). Bunlara göre, inceleme malzemesinin toplandığı Geç Neojen istifi, Geç Oligosen yaşlı tortullar üzerine oturmaktadır.



**Şekil 4.** Çarpma krateri parçaları olan takilit çakıllarının saha konumları. (A) Takilit bulunduran Geç Miyosen-Pliyosen tortullarının saha görünüşleri, (B) En iri takilit blokunun çıkarıldığı çukur. İstifin iç yapısı için de iyi bir kesit teşkil etmiştir, (C) İncelenen en iri takilit bloku, (D) Takilit blokunun yakın görünümü. İnce taneli breş, € Koyu renkli, orta boylu takilit çakılı ve beraberindeki karbonat çakıllar, (F) Bir takilit çakılının yakın plan görünüşü.

**Figure 4.** Field positions of the tachylite clasts which represented an impact crater. (A) General field appearance of the Late Miocene-Pliocene deposits with tachylite clasts, (B) The depression where the largest tachylite clast was excavated. It also provides a good cross-section for the sequence, (C) The largest tachylite block studied, (D) Close-up view to the block, (E) A moderate size tachylite clast associated with ordinary carbonate clasts, F A close-up view of a tachylite clast.



**Şekil 5.** Takilit çakıllarının mezoskopik görünüşleri ve doku çeşitleri. (A) Mikrobreş dokusu, (B,C) Kaba-taneli breş dokusu, (D,E) Parçalanmış çakıllar, (E) Ergimiş ve kalın bir silis tabakası ile kaplanmış çakıl, (F) Ergimiş kayaç parçası.

**Figure 5.** Mesoscopic appearances and texture types of the tachylite clasts. (A) Microbreccia texture, (B,C) Coarse-grained breccias, (D,E) Fractured clasts, (E) Melted clast which was also coated by a thick silica layer, (F) melted clast.

## BULGULAR

### Takilit çakıllarının saha dağılımlı

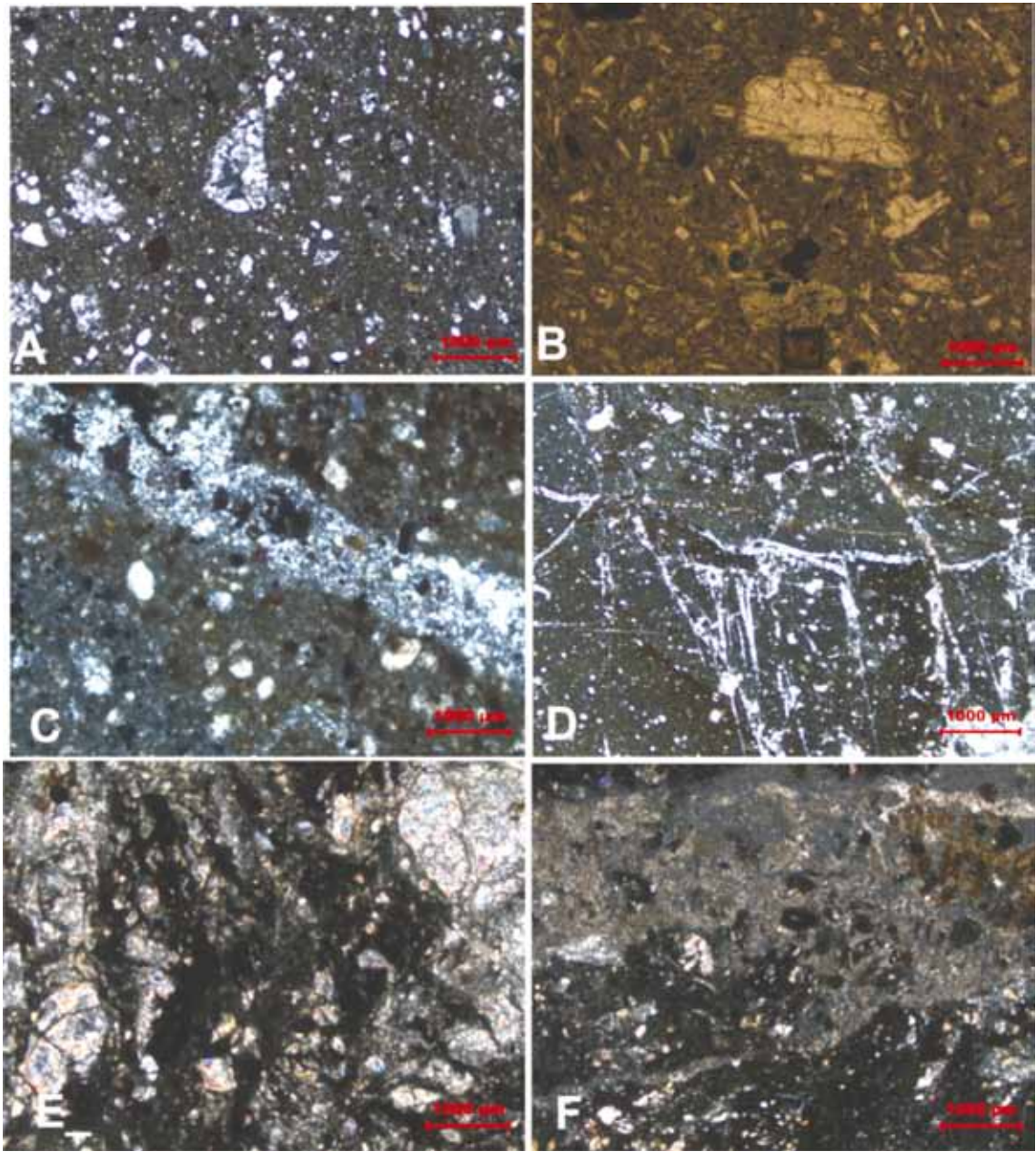
Takilit akılları Yeniköy'ün (eski adı ömelek) kuzeybatısında, Geç Neojen tortulları üzerinde açılmış yayvan bir vadinin yamaçlarından toplanmıştır (Şekil 3, 4A,B). Saha görünümünü itibariyle, vadi çok eski olmayan bir zaman diliminde, büyük olasılıkla Geç Pleistosen-Holosen'de açılmıştır. Böylece istif erozyonla kesilmiş ve takilitlerin bulunduğu seviye yüzeye çıkmıştır (Şekil 2, 4A,B). Vadi tabanı ile çakılların bulunduğu en üst seviye arası yaklaşık 20 metredir. Üzerinde laboratuvar incelemesi yapılan iri takilitlerin saha dağılımı Şekil 3'de gösterilmiştir. İri veya ufak, takilit çakıllarının dağılımını vadi boyunca yaklaşık 2 km'lik alandadır (Şekil 3). İlginç olan husus en iri tanenin bugünkü vadinin ortalarında, bazı daha küçük tanelerin aşağısında bulunmasıdır (Şekil 3). İstifin en alt düzeylerinde takilit çakılı bulunup bulunmadığı belirlenememiştir, çünkü yüzeyleme olmadığından yeterli gözlem olanağı yoktur.

Buluntu yeri, Kırşehir masifinin yüzeylendiği Kale Tepe eteklerinde, temel kayalara yaklaşık 4 km mesafededir (Şekil 1). Buradaki vadinin eğimi güneye doğrudur ve Kızılırmak Nehri drenajının parçasıdır. Ev sahibi Geç Neojen istifinin tabakaları, güncel topografya yönünde, 12-15° lik açı ile güneye eğimlenmiştir.

### Takilit çakılların petrografik özellikleri

İncelemesi yapılan takilit veya impaktit çakıllarının ortak özellikleri çok sert oluşları, zayıf veya kuvvetli şistik doku göstermeleridir (Şekil 5, 6). Bollukları, mezoskobik ve mikroskobik özellikleri bakımından genel olarak dört grup içinde toplanabilir. En bol bulunanları (a) parlatılmış yüzeylerde ve ince kesitlerde kaba breşik dokulu görünen çakıllar olup, iri kuvars ve kuvarsit taneleri kuvarsitik bir hamur ile tutturulmuştur (Şekil 5A,B, 6C). Hepsinde tane oranı az, hamur oranı fazladır. İkinci gruptakiler (b) ince taneli, mikrobreşik dokulu akıllardır (Şekil 5C). Breşi yapan taneler birbirine yakın boylarda, homojen içyapılıdır ve hepsi birbirine kaynaklaşmıştır. Kaynaklaşmanın zayıf olduğu yerlerde çok ince demiroksit film bulunur (Şekil 4D,F). Bulunan en iri tane (blok) bu gruptandır (Şekil 4C,D). Breşik dokulu tanelerin ana kayacı kumtaşı veya çok ince taneli konglomeradır. Metamorfik breş tanelerinde bu özellik belirgindir (Şekil 6E,F). Şoklanmış kuvars taneleri arasında matriks bulunur (Şekil 6A,C,D). Üçüncü gruptakiler (c) eşitli çatlaklarla kesilmiş, taneli olmaktan çok makaslanmış kayaç parçalardır (Şekil 4F, 5D,E). Bunların fazla yuvarlaklaşmamış, köşeli taneler oluşu da dikkat çeker. Dördüncü grup taneler ise (d) bazalt görünüşlü, koyu siyah renkli, mikrokristalin dokuludur (Şekil 5A,F,G). Bazılarının dokularında akma yapısı belirgindir (Şekil 6B). Bu tür tanelerin etrafında çoğunlukla silis kabuk ve/veya silisten kılıf vardır (Şekil 5F). Bu sonuncuların saha bolluğu göreceli azdır.





**Şekil 6.** Takilit çakıllarının ince kesit görüntüleri. (A) Mikrobreşik takilit çakılının dokusu. Hamur içindeki tanelerin çoğunluğu şok kuvars parçalarıdır, (B) Ergimiş kaya takilit çakılında akma dokusu, (C) Kaba breşik takilit çakılının hamuru, (D) Parçalanmış takilit çakılında silis dolgululu şok çatlakları, (E,F) Parçalanmış çakıllarda mikrobreşik doku.

**Figure 6.** Microtextures of tachylite clasts by thin sections in polarized light. (A) The texture of a takilite microbreccia. Grains in the silica matrix are abundantly shocked quartz, (B) Flow structure of the melted rock, (C) Matrix of coarse-grained tachylite breccia, (D) Shock cracks filled by silica of a fragmented-rock tachylite, (E,F) Microbreccia textures of fragmented-rock tachylite.

## Jeokimyasal özellikleri

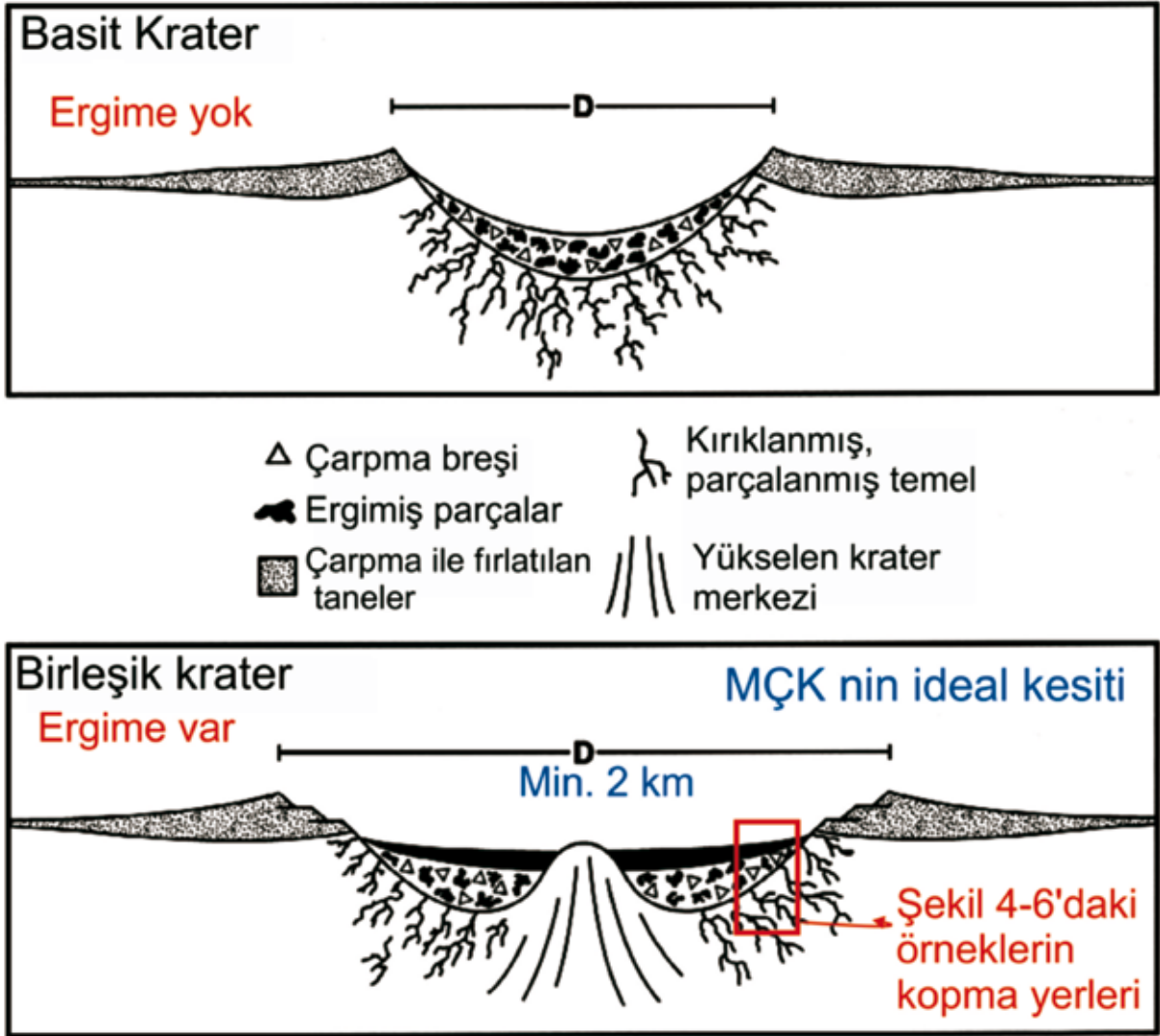
Yukarıda dokusal özellikleri tanımlanan takilit parçalarının ana ve iz element analizleri yapılmıştır (Çizelge 1). Dikkat çeken özellik, silis ile birlikte alüminyum, demir ve magnezyum miktarlarının yüksek oluşudur. Silisin yüksekliği, ana kayanın kumtaşı oluşu ile alakalı olabilir. Asıl ilginç olan husus, tanelerin doku türüne bağlı olmaksızın, radyoaktif elementlerle (U, Th) ağır metallerin ve As' in bütün örneklerde göreceli yüksek oranlarda bulunuşudur (Çizelge 1). Bu durum yeryüzüne çarpan cismin etkisini akla getirmektedir. Ancak bu ilişkinin doğrulanması için ileri analizlere gerek vardır.

## TARTIŞMA

Yeryüzündeki çarpma kraterleri (impact craters) çok eskiden beri bilinmekle birlikte, günümüzün hala gözde inceleme konularındandır. Çünkü, Dünya'ya uzaydan gelebilecek canlı izlerinin bulunabileceği ilk yerler buralardır (Melosh, 1989; Del Gaudio vd. 2010). Ayrıca, Ay ve Mars başta olmak üzere çeşitli uydu ve gezegenlerin üzerlerinde bolca çarpma çukurlukları vardır. Teorik olarak Dünya üzerinde de bolca çarpma krateri meydana gelmiş, ancak yeryüzü süreçleri bunların çoğunluğunu ortadan kaldırmıştır. Çarpma kraterlerinin oluşumlarını ortaya koymak için hem karşılaştırmalı hem deneysel çalışmalar sürdürülmekte, şekilleri ve ürünleri yoğun biçimde araştırılmaktadır (Dietz, 1961; Collins vd. 2011). Bu bölümde, inceleme konusu edilen çakılların daha iyi anlaşılması için, Dietz (1961) ve Melosh (1989)'a dayanarak, çarpma kraterleri hakkında özet bilgi verme gereği duyulmuştur.

Çarpma kraterleri Yer, Mars veya öteki gezegenlerin yüzeyine, sert bir gök cisminin 10

km/s' den daha yüksek hızla vurması sonucu oluşan çukurluklardır. Çukurluk, çarpan cismin büyüklüğü ve hızına göre değişik boyutlardadır (çap ve derinlik). Şekilleri çoğunlukla dairesel, yalnızca çok düşük açı ile olan çarpışmalarda oval şekilli kraterler ortaya çıkabilir (Collins vd. 2011). Büyük kütleli bir cisim (örn. asteroid) 25-75 km/s arası bir hızla yeryüzüne vurduğunda, yüksek basınçtan ileri gelen titreşimler kayalarda "şok metamorfizması" adı verilen özel bir değişim yaratmaktadır (Melosh, 1989). En önemli oluşum, yüzeyden derinlere doğru zayıflayan bu etkinin sonucu olarak, birbirine paralel seviyeler halinde, ince taneliden kabaya değişen breşleşmelerdir. Breşik kayalardaki dokular impaktit, takilit, tektit, sferulit gibi adlarla tanımlanmıştır. İri kuvars tanelerinde oluşan değişimler tipiktir (shocked quartz). Çarpan cisim ekseri toz haline gelip diğer kırıntılarla birlikte etrafa savrulur. Aynı zamanda, çarpan cismin hızından ileri gelen yüksek ısı ve çarpışma anındaki sürtünme dolayısıyla kayalarda ergime olur. Ergiyen malzeme kırıntılarla birlikte çevreye saçılır, önemli bir kısmı ise kraterin içine dökülüp katılaşır. Çarpma etkisiyle krater çevresinde halka faylar oluşur. Gözlem ve deney sonuçlarına göre, çapı derinliğinin 5-7 katı olan çarpma kraterleri "basit tip", 10-20 katı olanlar ise "birleşik tip" olarak ayrılmaktadır (Şekil 7). Birleşik tipler genellikle 2-50 km çapındadır ve asteroid çarpması ile oluşabilir. En önemli ayırıcı ergimiş kayalar ve merkezinde çarpışma sırasındaki elastik geri tepmeyi temsil eden koni oluşumudur (Şekil 7). Bu çalışmada konu edilen çeşitli breşik çakıllar (impaktit, takilit; Şekil 5,6), Geç Miyosen öncesi bir zamanda meydana gelen birleşik tip çarpma kraterinin parçalarıdır. Krater sonraki



Şekil 7. Basit ve Birleşik Tip çarpma kraterlerinin kesitleri ve inceleme örneklerinin temsil ettiği yerler (Kesitler www.wikipedia.org'dan uyarlanmıştır).

Figure 7. Idealized cross-sections of the simple and complex impact craters and sample correlation with the studied samples (figure is from www.wikipedia.org).

dönemde erozyona uğramış, parçaları Geç Miyosen-Pliyosen çökellerine karışmıştır. Vurgulamak gerekirse, bu çalışmada incelenen taneler, asteroid veya meteorit değil, çarpma kraterinin duvarının parçalanıp aşınması ile ortaya çıkan tanelerdir. Takilit benzeri oluşumlara bazı magmatik ve metamorfik kayalarda da rastlanabilmektedir. Örneğin Yozgat batoliti

içindeki “kuvars-turmaline breşleri”nde bu doku belirgindir (Demirel vd. 2009). Yüzeysel doku benzerliğine karşın, kimyasal bileşim, başta silis miktarı olmak üzere bütün ana oksitler, karşılaştırılamayacak ölçüde farklıdır. İncelediğimiz örneklerde bu değerler birkaç katı yüksektir (Tablo 1).

## 1. Çarpma kraterinin tipi ve olası boyutu

İnceleme bölgesinden toplanan impaktit çakıllarının, dokularına ve bolluklarına göre dört grup olduğu yukarıda belirtilmiştir. Bunlar ince ve kaba breşik dokulu çakıllar, çatlaklı metamorfik kayalar ve bazalt dokulu çakıllardır. İnce ve kaba breşik taneler dokuları itibarıyla tipik şok metamorfizmasının ürünleridir. Bu çakılların bazalt dokulu olanları tipik olarak ergimiş kayaları temsil eder. Ergimiş kayaların varlığı ise “birleşik tip çarpma kraterlerinin” işaretçisidir (Melosh, 1989). Çatlaklı metamorfik çakıllar ise breş ve ergimiş kayaların altında, göreceli derinlerde, çarpma tesiriyle parçalanmış kayaların ürünleridir. Özetle, Mucur yöresindeki takilit çakılları asteroid çarpması ile oluşan bir kraterin bütün bölümlerini ortaya koymaktadır (Şekil 5).

Varlığı tespit edilen kraterin “birleşik tip” sınıfına girmesi, çapının 2 km veya daha büyük olduğunu söyleme imkânı verir. Anlatım kolaylığı açısından “Mucur Çarpma Krateri- MÇK” diye adlandırılması yerinde olacaktır. MÇK birleşik tipin en küçük temsilcisi bile olsa, derinliği 200 metreyi bulacaktır. Takilit çakıllarının bulunduğu istif içindeki bolluğu %1-1,5 hesaplanmış olmakla birlikte, çakıl hacminden krater boyutu çıkarmak yanıltıcı olabilir.

## 2. Asteroid çarpma yeri ve zamanı

Takilit çakılları Geç Neojen tortulları içinden toplanmıştır. Burası Kırşehir Masifi temel kayalarına (Kale Tepe) 4 km mesafededir (Şekil 1). Sonraki tektonik tesirler ikinci plana alınırsa kaynak alana göreceli yakın bir yerdedir. Bununla birlikte, Geç Neojen istifinin çakılları çoğunlukla metamorfik olmayan kayalara aittir ve Oligosen kırıntılıları ile büyük benzerlik gösterir. Metamorfik çakıllar nispeten azdır.

Buradan hareketle, Geç Neojen istifinin büyük ölçüde Oligosen birimlerinden beslendiği, Geç Miyosen ve öncesinde bugünkü Kale Tepe metamorfiklerinin de Oligosen tortulları ile örtüldüğü söylenebilir. Takilit çakıllarının, köken olarak kırıntılı kaynak kayaları işaret etmesi ve mevcut stratigrafi, bu ilişkiyi doğrulamaktadır. Günümüzde de birçok yerde Oligosen istifi temel üzerine oturmakta, Geç Neojen tortularıyla örtülmektedir (Şekil 1, 2). Özetle, Geç Neojen istifi, KB-GD uzanışlı bugünkü Kale Tepe ve Kızıllı Dağ sırasının oluşturduğu yükseltelerin önünde, güneye ilerleyen alüvyon yelpazeleri şeklinde gelişmiştir.

Takilit çakılları, bir başka ifade ile MÇK kayaları sert olmaları yanında, demir bakımından zengin, birim ağırlığı göreceli yüksek oluşuklardır. Bir kısım tanelerin kenar ve köşeleri çok zayıf silinmiştir. İri takilit taneleri göreceli ince çakıllarla birlikte bulunmaktadır. Bütün bunlar yan yana getirildiğinde, MÇK'nin bu bölgeye çok uzak olmayan, büyük olasılıkla bugünkü Kale Dağı önünde veya üstünde, oluştuğu söylenebilir. Düşüğü dönemde buranın Oligosen çökelleri ile kaplı olduğu sanılmaktadır. Sonraki dönemde çarpma krateri parçalanmış ve alüvyon yelpaze çökellerine katılmıştır.

Mucur Kale Tepe yöresine asteroid düşmesinin zamanı kesin değildir, şimdilik yalnızca stratigrafiye dayalı yorum yapılabilmektedir. Takilit çakıllarının toplandığı yer (Şekil 1, 3) göreceli yüksek ve kaynak alana yakındır. Ayrıca bunlar Geç Neojen istifinin alt orta düzeylerindedir. İstifte metamorfik kaya çakılları yok denecek kadar azdır; yani temel, Kırşehir masifi, Geç Neojen tortularının oluşumu sırasında henüz yeterince yükselmemiş ve bunlardan kırıntılı taneler üreyememiştir. Dolayısıyla, çarpma kraterinin Kırşehir Masifini örten Oligosen

çökelleri üzerinde oluşması büyük ihtimaldir. Bu olasılığı destekleyen ikinci veri, takilit çakılların ana kayalarının çok bileşenli (kırıntılı) olmasıdır. Bunlar günümüzde Kırşehir metamorfikleri ve granitoidlerini örten Oligosen çökellerinin saha dağılımı ile de uyumludur. Çarpma kraterinin çakılları Geç Neojen istifinin alt-orta seviyelerinde bulunduğuna göre, en fazla istifli yaşıt ve daha eskidir. Hiçbir şart altında Geç Miyosen'den daha sonra olamaz. Özetle, bu büyük çarpma kraterini oluşturan asteroidin düşmesi, Oligosen-Orta Miyosen arası bir zamanda gerçekleşmiştir. Bu durum izotopik ve radyometrik tarihlendirme yöntemleri ile belirlenmeğe çalışılmaktadır.

### 3. Bilimsel ve toplumsal önemi

Çarpma kraterleri ve bunun sebebi olan göktaşı/asteroid düşmeleri sık karşılaşılan olaylar değildir, bu sebeple geçmişte olduğu gibi günümüzde de çok ilgi çekerler. Bu bakımdan, Mucur Çarpma Krateri somut olmayan “jeolojik miras” sayılabilir. Büyük çarpmalar önemli jeolojik sonuçlar doğurmuştur. Bunların en bilineni 65 milyon yıl önce Dinozorların yok oluşudur. Meteoritler ve/veya asteroidler dünyamız ile ortak geçmişe sahip gök cisimleridir ve ortak kökene ait bilgi verdiklerinden bilimsel önemleri de büyüktür (Dietz, 1961). Bunlardan başka, büyük veya küçük bütün çarpma kraterleri ayrıntılı tanıtılarak, başta jeoturizm olmak üzere çeşitli toplumsal yararlar için kullanılmaktadır (www. Wikipedia.org).

Ülkemizde güncel veya jeolojik dönemlere ait doğrulanmış büyük bir göktaşı parçası veya çarpma krateri yoktur. Bu konulardaki en eski kayıt küçük bir meteorit parçasının petrografik incelemesidir (Bayramgil, 1952). Çeşitli ihbar veya yakıştırmalar olmakta,

araştırmalar yapılmaktadır (Arpat ve Güner, 1976; Dağcı, 1997; Özel vd. 1998). Son yıllarda bu konuda ciddi çalışan kişi ve gruplar doğmuştur ve ülke genelinde envanter çalışmaları sürmektedir (Dağcı, 1997; 2005; Şengül vd. 2000; Kocahan vd. 2006). Mucur Çarpma Krateri bu konuda bir ilk somut kayıt ve kanıttır.

### SONUÇLAR

Orta Anadolu Geç Neojen çökelleri içinden toplanan sert, sık dokulu, koyu renkli çakıllar, takilit veya impaktit dokusuna sahiptir. Bunlar yeryüzüne büyük bir gök cisminin (asteroid) çarpması sonucu oluşan kraterin duvarlarından kopan parçalardır. Büyük olasılıkla Oligosen çökelleri üzerinde, Geç Miyosen öncesi zamanda oluşmuştur. Takilit parçalarına göre “birleşik tip” olan çarpma krateri en az 2 km çapında ve 200 metre derinliğindedir. Böyle bir asteroid düşmesinin bulguları korunmağa ve daha ileri düzeyde araştırılmağa değer görünmektedir.

### EXTENDED SUMMARY

*Tachylite clasts which were deposited within sediment of a late Neogene succession of central Anatolia, Turkey are introduced here as an astrobleme-related finding. Hence, they seem to be worth to conserve as geological heritage site (geosite) since they are not common in the geological records. Tachylite is a special metamorphic rock in the earth surface formed by the impact of an asteroid or meteor to the earth crust with an extremely high speed over 30 km/s. Such a heavy collision creates a ground crater of which walls are consisted of metamorphic rocks with private textures differentiated from surface to deep. Contact metamorphic and even igneous textural features can be observed within the*

*tachylite. In many cases, impact and its high energy gives rise to melting of the ground rocks. The wall rocks of an impact crater are called tachylite in order to emphasize the special metamorphism. The geological position, textural features with their physical properties of the studied rock unit led to use these samples as indicators of an impact of an asteroid to the central Anatolia prior to the late Miocene time.*

*The study has begun accidentally; upon some of local people discovered a dark coloured, very heavy, large block with 90 cm in diameter and they applied to the Ankara University for scientific description of the block. Thereafter, the fieldworks were carried out in Yeniköy area (Mucur, Kırşehir) and it was observed that similar tachylite clasts were not rare within the sedimentary sequences of late Miocene-Pliocene. The host deposits for the tachylite rock blocks are consisted of reddish conglomerate, sandstone and mudstone layers. They all form a succession with thickness of 250 m. Sedimentary facies inspire that the succession were deposited in an alluvial-fan setting. The average clast-size of the host deposits is around 3-6 cm in diameter; however 50-90 cm outsized clasts are also included. In general, tachylite clasts which form ca 5-8% of the sediment volume are coarser-grained rather than those of ordinary alluvial grains. The latter were mostly derived from limestones and to a lesser extend metamorphic rocks. All clasts, either blocks or pebbles are very well-rounded. Sorting is good to very well at individual layers, even some sequences are fining upward. It is thought that roundness of the clasts was inherited from source rocks, most probably underlying unit of Oligocene. Stratifically, the studied succession rests on a continental sedimentary unit of Oligocene (mostly conglomerates and sandstones), also covering*

*metamorphic substratum (Kırşehir masif), Cretaceous mélangé, Palaeocene volcanic rocks and Eocene marine limestones.*

*The tachylite clasts were concentrated at the middle level of the host deposits. Their main petrographic character is having a metamorphic-rock appearance, however they are varied from a microcrystalline to coarse fractured body. According to textures, tachylite clasts could be categorized in four groups, a- coarse brecciated clasts, b- microbrecciated clasts, c- heavily fractured, sheared clasts, d- basalt-like, microcrystalline clasts. Some clasts in the fourth group contain faint flow structures. Lastly, petrographic character of the clasts display clearly a detritic rock (sandstone) origin. Geochemical analyses indicate that silica, iron and magnesium are relatively rich in composition of the clasts. High silica content may be a sign of the detrital origin. Apart from this, abundance of U, Th, W, Ba and heavy metals are prominent rather than ordinary rock chemistries.*

*Knowledge from the literature, petrographic characteristics and geochemical results suggest that tachylite clasts in the late Neogene alluvial deposits had been fragments of a large, complex-type impact crater. Most probably, coarse brecciated textures represent fragments derived from outer walls, while microcrystalline texture and flow structures were representatives of inner walls of the crater. Based on volumetric abundance of tachylites in the succession, it is possible to the inferred impact crater was circular shape with minimum 2 km in dimension and 200 m depth. The time and possible results of the asteroid impact to the around Kırşehir area of central Anatolia need to further studies.*

## KATKI BELİRTME

Giriş bölümünde belirtildiği gibi, ilk incelenen örnekleri üniversiteye Haydar Erkoç getirmiş ve konunun araştırılmasını sağlamıştır. Yeniköy'den Savaş Gürsoy iri takilit blokunu araziden çıkarmış, muhafaza etmiş ve sonraki aşamalarda saha incelemelerine yardım etmiştir. Örneklerin laboratuvar incelenmesi Ankara Üniversitesi Yerbilimleri Araştırma Merkezi (YEBİM)'de gerçekleştirilmiştir. Çok sayıda ince kesitin titizlikle hazırlanmasında teknisyen Murat Yıldırım'ın, jeokimyasal analizlerde Arş. Gör. Kıymet Deniz'in önemli katkıları olmuştur. Şekillerin hazırlanmasına Arş.Gör. Zeynep Ergun ve Jemirko Öğrenci Grubu üyesi Onur Yücel yardım etmiştir. Asteroidlerin genel özellikleri hakkındaki bir kısım bilgiler Prof. Dr. Berahiddin Albayrak (Ankara Üniversitesi Astronomi Bölümü) tarafından sağlanmıştır. Yazarlar bütün katkılar için teşekkür ederler.

## DEĞİNİLEN BELGELER

- AGI (American Geological Institute), 1977. Glossary of Geology. DC Washington, USA.
- Akgün, F., Olgun, E., Kuşçu, İ., Toprak, V., Göncüoğlu, M.C., 1995. Orta Anadolu Kompleksinin "Oligo-Miyosen" örtüsünün stratigrafisi, çökelme ortamı ve gerçek yaşına ilişkin yeni bulgular. Türkiye Petrol Jeologları Der. Bülteni, 6/1, 51-68.
- Arpat, E., Güner, Y., 1976. Doğu Bayezit çukuru göktaş çukuru mu? Çökme çukuru mu? Yeryuvarı ve İnsan 1, 1-3.
- Atabey, E., 1989. Kayseri H 19 paftası. 1:100 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi, no 18. Maden Tetkik ve Arama Yayınları, Ankara.
- Atabey, E., Tarhan, N., Yusufoglu H., Canpolat, M., 1988. Hacibektaş, Gülşehir, Kalaba (Nevşehir)-  
Himmetdede (Kayseri) arasının jeolojisi. M.T.A. Rap. 8523, (yayımlanmamış).
- Bayramgil, O., 1952. Seyhan İline düşen bir meteor hakkında rapor. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 3/2, 21-26 (Türkçe ve Almanca).
- Collins, G.S., Elbeshausen, D., Davison, T.M., Robbins, S.J., Hynek, B.M., 2011. The size-frequency distribution of elliptical impact craters. Earth and Planetary Science Letters 310, 1-8.

- Dağcı, M., 1997. Türkiye'de meteorit kraterlerinin landsat uydu görüntülerinde aranması. Yüksek Lisans tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 80 s., İzmir.
- Demirel, S., Göncüoğlu, M.C., Topuz, G., Işık, V., 2009. Geology and chemical variations in tourmaline from the quartz-tourmaline breccias within the Kerkenez granite-monzonite massif, central Anatolian crystalline complex, Turkey. The Canadian Mineralogist 47, 787-799.
- Del Gaudio, R., Geraci, G., D'Arzenia, B., 2010. Role of meteorites and torentanane rocks in prebiotic chemistry. EPSC Abstracts Vol. 5, European Planetary Science Congress, p.2, Vienna.
- Dietz, R.S., 1961. Astroblems. Scientific American 205, 50-58.
- Kara, H., Dönmez, M., 1990. 1:100 000 Ölçekli Açınsama Nitelikli Türkiye Jeoloji Haritaları Serisi no. 34, Kırşehir- G 17 Paftası. MTA, Yay., 17 s., Ankara.
- Karadenizli, L., 2011. Oligocene to Pliocene paleogeographic evolution of the Çankırı-Çorum Basin, central Anatolia, Turkey. Sedimentary Geology 237, 1-29.
- Kocahan, Ö., Şengül, E., özel, M.E., 2006. Türkiye'nin meteorit çarpma kraterleri envanteri çalışmaları. XV Ulusal Astronomi Kongresi (28 Ağustos-1 Eylül 2006), Bildiri Özleri Kitabı, Kültür Üniversitesi, İstanbul, s. 61-70.
- Köksal, S., Göncüoğlu, M.C., 1997. İdiş Dağı-Avanos alanının jeolojisi (Nevşehir, Orta Anadolu). Maden Tetkik ve Arama Dergisi 119, 73-87.
- MTA, 2002. 1/500 000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları, no 9, Kayseri Paftası. Maden Tetki ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Melosh, H.J., 1989. Impact Cratering; a Geologic Process. Oxford University Press, New York, 245 p.
- Özel, ME, Dağcı, M., Yıldırım, H., Sezer, C., 1998. "Türkiyede Göktaş Kraterleri Var mı?". Cumhuriyet Bilim Teknik, 30 Mayıs 1998, sayı 584, s. 12,13,21.
- Seymen, İ., 1981. Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir masifinin stratigrafisi ve metamorfizması. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 24, 7-14.
- Şen, Ş., Seyitoğlu, G., Karadenizli, L., Kazancı, N., Varol, B., Araz, H., 1998. Mammal biochronology of Neogene deposits and its correlation with the lithostratigraphy in Çankırı-Çorum Basin, Central Anatolia-Turkey. Eclogae Geologicae Helvetica 91, 307-320.
- Şengül, E., Kocahan, Ö., Özel, M.E., 2008. Türkiye'de meteor çarpma kraterleri ve göktaşları. TMMOB Jeofizik Müh. Odası s. 1-3.

---

Makale Geliş Tarihi : 15.05.2012

Kabul Tarihi : 14.09.2012

Received : 15.05.2012

Accepted : 14.09.2012