

Meteorit Çarpma Kraterlerinin LANDSAT Uydu Görüntüleriyle Türkiye’de Araştırılması*

Mehmet DAĞCI¹, M. Emin ÖZEL¹, H. YILDIRIM¹, Cengiz SEZER²

¹TÜBİTAK-MAM, Bilişim Teknolojileri Araştırma Enstitüsü (BTAE), Uzay Teknolojileri Grubu, P.K.21, 41470, Gebze/KOCAELİ

²Ege Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 35100 Bornova-İZMİR

e-mail: mdagci@btae.mam.gov.tr

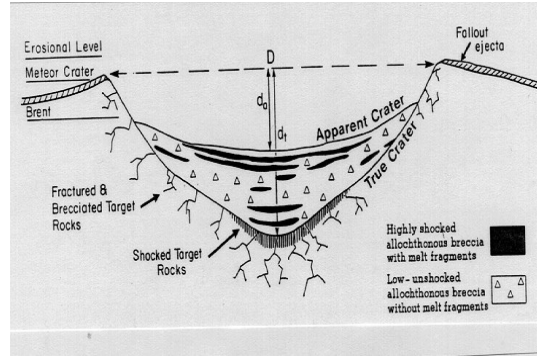
ÖZET: Yersel meteorit çarpma kraterleri, Türkiye’de ilk kez uzaktan algılama teknolojisi ve görüntü işleme teknikleri kullanılarak araştırılmıştır. Tüm Türkiye’yi kaplayan 55 LANDSAT uydu görüntü penceresi, görüntü işleme programları yardımıyla iki farklı renk kombinasyonunda gözle yorumlanarak analiz edilmiştir. Bu bant kombinasyonları jeolojik yüzey yapıları için 1, 5, 7 ve doğal ve bitki örtüsü için bant 5, 4, 3 kombinasyonudur. Çalışma sonunda çapları 180 m ile 20 km arasında değişen bazı aday krater yapıları belirlenmiştir. Bu çalışmada bu adayların yersel konumları ve büyüklükleri ile onların uydu görüntüleri verilecektir.

1. Giriş

Çarpma kraterleri Dünyamızın evrimi hakkında geniş bilgi kaynağı oluşturmaktadırlar. Oysa ülkemizde şimdiye kadar konu ile ilgili bir çalışma kaydına rastlanmamıştır. Bundan dolayı ülkemizde çarpma krateri olup olmadığını araştırma gereği doğmuştur. Türkiye gibi geniş bir alanı incelemek uzun zaman ve yoğun emek gerektirmektedir. Uydu görüntüleri bize bu konuda yeni ve geniş olanaklar sağlamaktadır. Özellikle mevcut LANDSAT-TM görüntülerinde jeolojik yapıyı daha çok ortaya çıkaran bantların (bant 1, 5, 7) yapay renklendirilmesi ve görüntü zenginleştirme tekniklerinin görüntüye uygulanması çalışmalarımıza kolaylıklar sağlamaktadır.

2. Tanımlar

Ülkemizde bazı terimlerin henüz yerleşmemiş olmasından dolayı bunları yinelemekte yarar vardır. Uzayda Güneş çevresinde eliptik yörüngelerde dolaşan irili ufaklı taş, demir ve toz parçalarına *Meteoroid* denir. Bunların Yer atmosferine hızla girişleri sonucu sürtünme nedeniyle oluşturdukları ışıklı ize *Meteor* denir ki bu optik olay Türkçemizde “Yıldız Kayması” olarak kullanılmaktadır. Meteoroidlerin sürtünmeden arta kalarak yeryüzüne ulaşan parçasına *Meteorit (Göktaşı)*, bunların büyüklüğü, çarpma açısı, hızı ve yüzey yapısına bağlı olarak



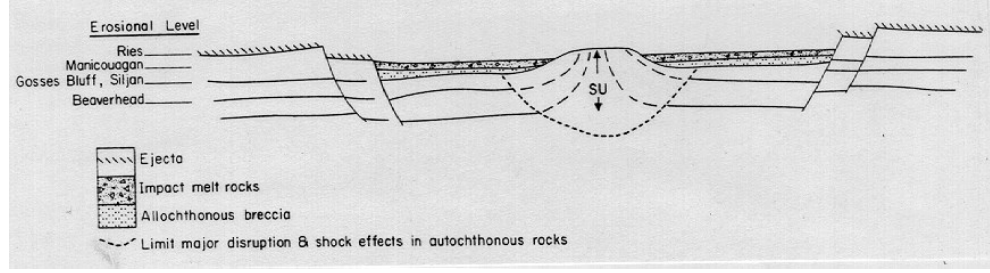
Şekil 1.a. Basit kraterin yandan kesiti [5]

yüzeyde oluşturduğu dairesel çukur yapıya ise *Çarpma veya Meteorit (Göktaşı) Krateri* denir.

Çarpma kraterleri büyüklük ve topografik özellikleri bakımından basit ve karmaşık olmak üzere iki gruba ayrılır. Çapı; çökelti yüzeylerde 2 km. den , kristal yüzeylerde 4 km. den küçük ve merkezi bir yükselti içermeyen çanak şeklinde dairemsi çukur yapılara *basit krater* denir (Şekil 1.a). Bu sınır Ay yüzeyi için yaklaşık 10 km civarındadır. Çarpma şoku etkisi ile zamanla merkezi bir yükselti katmanına sahip, kenarlarında halkalar bulunduran ve kristalleşmiş yapılar içeren daha büyük çukur yapılara ise *karmaşık krater* denir (Şekil 1.b) [4, 5, 8].

Kraterler zamanla erozyonel nedenler ile dolmaya uğrayacaklarından onların gerçek ve görünen derinlikleri farklı olacaktır. Literatürde kraterler için çap-derinlik ve çap-merkezi yükseklik arasındaki bağıntılar aşağıdaki gibidir.

* Bu çalışma TÜBİTAK Tez Destekleme Programınca Desteklenmiştir.



Şekil 1.b. Karmaşık kraterin yandan kesiti [5]

$$d_a = 0.13 D^{1.06} \quad (1.a)$$

$$d_i = 0.28 D^{1.02} \quad (1.b)$$

$$d_a = 0.20 D^{1.01} \quad (\text{Ay için}) \quad (1.c)$$

şeklinde olup burada d_a ; görünen derinlik ve d_i ; gerçek derinliktir. Merkezi yükselti ise;

$$MY = 0.06 D^{1.01} \quad (2)$$

şeklinde olup "stratigrafik yükselti" olarak verilmektedir.

Diğer yandan görünen derinlik çökelti (sediment) ve kristal yapılarda farklılıklar göstermektedir. Bunlara ait denklemler sırası ile (1.a), (1.b) ve (2) de verilmektedir.

$$d_a = 0.12 D^{0.30} \quad (\text{çökelti yapılarda}) \quad (3.a)$$

$$d_a = 0.15 D^{0.43} \quad (\text{kristal yapılarda}) \quad (3.b)$$

Tüm bu denklemlerde birimler km cinsindedir [4, 5, 8].

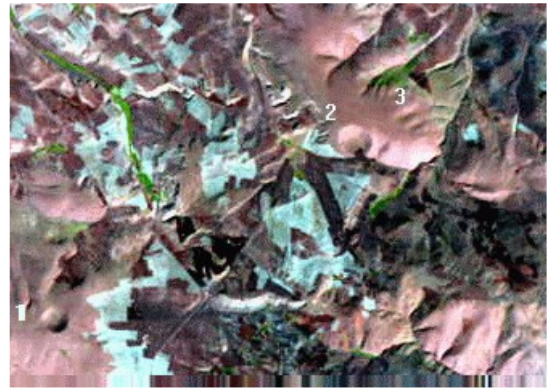
3. Uydu Görüntülerinde Meteorit Krateri Aranması

1972 yılında Dünya'da bilinen Çarpma Kraterleri (ÇK)'nin sayısı 50 civarında iken uydu ve uzaktan algılama tekniklerinin gelişmeleri ve kullanımı ile bu sayı bugün 200 lere ulaşmıştır [8, 9]. Bunların çapları 10m ile 300km arasında değişmektedir. ÇK 'nin Dünya üzerine dağıldığı alan ve büyüklük verileri ile yapılan bir istatistik hesaplama ile ülkemiz gibi bir alanda beklenebilecek en büyük kraterin çapı yaklaşık $R_m \sim 9\text{km}$ bulunmuştur. İncelediğimiz LANDSAT-TM uydu görüntülerinin çözünürlüğü (piksel büyüklüğü) 30mX30m'dir (piksel=görüntü elemanı). Böylesi dairesel jeolojik oluşumları gözle ayırtedebilecek alt boyut sınırı olarak 4-5 piksel (120-150m) dikkate alınarak sistemli bir görsel tarama yapılmıştır.

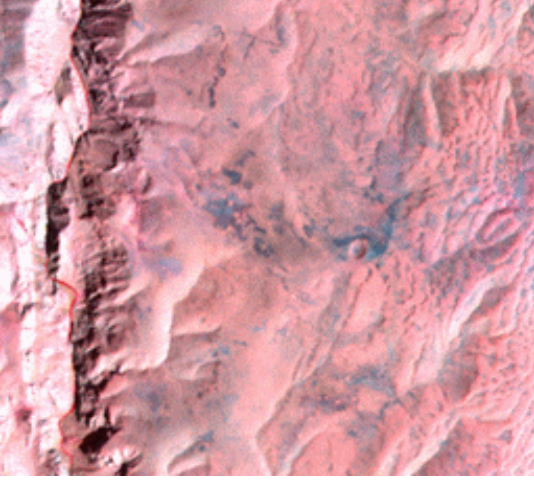
Literatürde uydu görüntülerinde krater aranmasında kullanılan herhangi bir özel algoritmaya rastlanmamıştır. Ancak, karmaşık kraterlerin belirlenmesinde "ana bileşenler" (Principal Component) yöntemi uygulanmaktadır [1]. Bu çalışmada herhangi bir algoritma

uygulanmamakta, ekran görüntüleri gözle yorumlanarak belirlenmeler sürdürülmektedir. Bütün bantların tek tek incelenmesinden sonra doğal görünüme en uygun olan ve bitki örtüsünü öne çıkaran 5 4 3 ve jeolojik yapıyı daha çok ortaya çıkaran 1 5 7 üçlü bant kombinasyonları bilgisayar ekranında sırası ile kırmızı, yeşil ve mavi renkler ile yapay olarak renklendirilerek kontrol yapılmaktadır. Ayrıca görüntüye kenar zenginleştirilmesi uygulayarak dairesel yapılar daha da belirgin hale getirilmiş ve krater tespitinde yardımcı olmuştur. Tarama sonucu ortaya çıkan aday Ç.K. yapılarının varlığı 1/25000 ve 1/100000 ölçekli topografik haritalar üzerinde incelenmiştir. Görüntüde görsel tarama sonucu bir çok dairesel yapı adayına rastlanmasına karşılık bazıları haritada gösterilmemektedir.

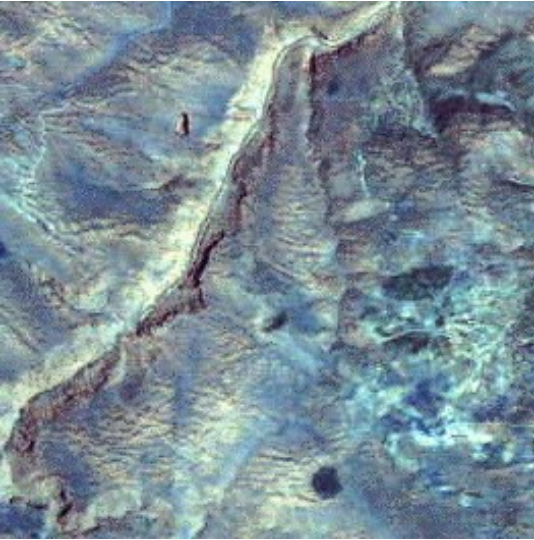
Taraması yapılan bölgede harita ile de çukur olarak desteklenen yapılara ilişkin uydu görüntüleri Şekil 2, 3, 4, 5 ve 6'da gösterilmiştir. Ülkemizde bilinen ilk meteorit araştırması Kızılırmak tarafından gerçekleştirilmiş ve Ankara-Kayakent civarında 85 kg ağırlığında saf demir bir meteorit incelenmiş ve sonuçlar yayınlanmıştır [7]. Bundan dolayı bölgenin jeolojik yapısının incelenmesi amacı ile ilk olarak ele alınan Ankara-Sivrihisar'ın güney bölgesine ait uydu görüntüsü Şekil 2.'de gösterilmektedir. Bunlardan 1 nolu yapı işaretin haritada karşılığı "çukur" (çapı 360m), 2 nolu yapı (çapı 540m) ise "taşlık" olarak gösterilmektedir. Bu 2 nolu taşlık yapının dairesel olarak sergilenmesi literatürde çarpma krateri belirteci olarak dikkati



Şekil 2. Landsat TM 5 4 3 bant uydu görüntüsü (Ankara-Sivrihisar'ın güney bölgesi).



Şekil 3. Landsat TM 1 5 7 uydu görüntüsü (Malatya ilindeki "Kartal Çukuru").



Şekil 4. Landsat TM 3 4 2 bant uydu görüntüsü (Apa Barajı güneyi - Tahtalı)

çekmektedir. Şekil 3. de gösterilen çukur ise (çapı 270m) Malatya il sınırları içinde haritada da "Kartal Çukuru" olarak işaretlenmiştir. Yine Konya il sınırları içinde Apa Barajı'nın güneyinde yer alan harita destekli diğer bir çukur yapının uydu görüntüsü Şekil 4.'de verilmiştir. Bu yapının bir tarafındaki daireden sapma, bölgedeki eğimli yapıyla ilişkilendirilebilir. Ayrıca Şekil 5.'de İçel İli Erdemli İlçesi İmirzeli Köyünde bulunan "Kovanlı Çukuru" na ait uydu görüntüsü görülmektedir. Bunlara ek olarak Şekil 6.'da görülen ve Antalya-Serik sınırları içinde yer alan 20km çaplı dairesel yapı görülmektedir. Uydu görüntülerinin alındığı andaki mevcut Güneş'in aydınlatma doğrultu ve açısı, görüntünün başlık (header) bilgileri olarak kaydedilmiş bulunmaktadır. Uydu görüntüsünden gölge uzunluğu hesaplanarak trigonometrik bağıntılarda bu bilgilerin kullanılmasıyla yapıların derinlikleri hakkında da yer kontrolü yapmaksızın ön-bilgiler



Şekil 5. Landsat TM 5 4 3 bant uydu görüntüsü (Mersin-Erdemli'de "Kovanlı Çukuru")



Şekil 6. Landsat TM 7 5 2 bant uydu görüntüsü (Antalya-Serik sınırları içinde)

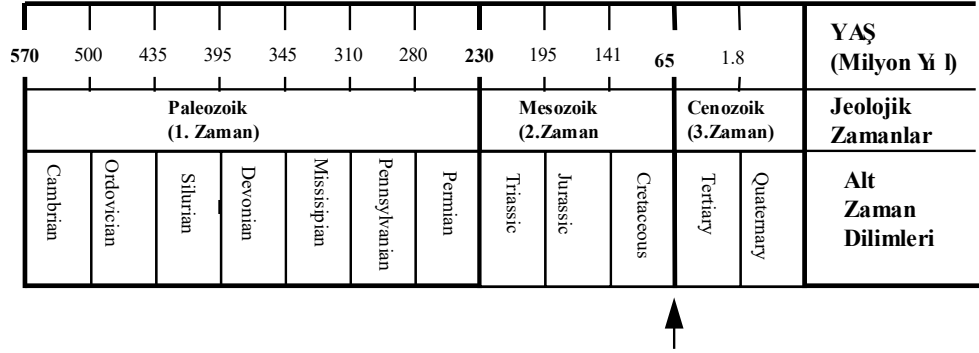
edinmek mümkündür. Çalışma sonunda tespit edilen adayların bir kısmı yerinde incelenmiştir. Belirlenen aday krater yapılarına ait koordinat, çap ve yerlerine ait bilgiler Tablo 1.'de verilmiştir.

4. Sonuç

Kraterlerin araştırılması bize dünyamızın evrimi ve özellikle o bölgenin jeolojik oluşum ve değişimi hakkında güvenilir bilgiler sağlamaktadır. Özellikle Dünyamızın paleontolojik dönemlerinde atmosferin sürtünmede daha az etkili olduğu dönemlerde oluşmuş büyük yapılar jeolojik 2. zamanın son dilimi Kretaseus (Cretaceous) ile 3.zamanın başlangıç dilimi Tersiyer (Tertiary) arasındaki zaman sınırı olarak bilinen K/T sınırının belirlenmesinde önemli ipuçları vermektedir. Bu tür çalışmalarda sık kullanılan jeolojik zamanları ve K/T sınırı Şekil 7'de gösterilmektedir. Meteoritler Güneş Sistemi ile yaşıt oldukları için, onun kökeni ve evrimi hakkında da önemli

Tablo 1. Türkiye’de Göktaşı Krater Adayları [10]

Krater Adayının Adı	Yeri (İl-İlçe)	Coğrafi Konumu		Çapı	Şekil No
		Enlem (N) (° ' ")	Boylam (E) (° ' ")		
Yeşilyayla	Konya-Yunak	38 51 13	31 38 05	450m	2-1
Akpınar	Konya-Yunak	38 52 18	31 42 08	660m	2-2
Kartal Çukuru	Malatya-Darende	38 38 26	37 41 48	270m	3
Apa-Tahtalı	Konya-Meram	37 17 22	32 24 24	270m	4
Eber	Afyon-Bolvadin	38 47 44	31 21 26	180m	
Karakışla	Antalya-Akseki	37 11 02	31 52 04	3.5km	
Çaltepe	Antalya-Serik	37 18 45	31 14 20	20km	6
Kovanlı Çukuru	İçel-Erdemli	36 32 24	34 6 44	420m	5



Şekil 7. Jeolojik zaman çizelgesi ve K/T sınırının yeri [10]

bilgiler taşırlar. Bulunan kraterlerin içerebileceği meteoritlerin incelenmesi ve yaşlarının hesabı önemli ipuçları verirler.

Ülkemiz için oluşturulacak ÇK istatistiği ve mevcut meteoritlerin kimyasal ve diğer analizlerin, literatüre katkısı yanında, ülkemiz jeolojisini anlamada yeni ve önemli katkılar sağlayacağı açıktır. Tespit edilen aday krater yapıların çarpma sonucu oluşup oluşmadığının onaylanması yerinde bazı jeofiziksel ölçümlerin (sismik, gravite, manyetik anomal ve elektriksel direnç gibi) yapılmasıyla ve analizleriyle belirlenebilecektir.

[8] Grieve R.A.F., 1991, *Meteoritics*, **26**, pp.175-194

[9] Dence M.R., 1972, in “*The Nature and Significance of Terrestrial Impact Structures*”, Inter.Geol.Congress, 24 th, Montreal, **sect 15**, pp.77-89

[10] Dağcı, M., 1997, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü

Kaynaklar

- [1] Garvin J.B., Schnetzler C.C., Grieve R.A.F., 1992, *Tectonophysics*, **216**, pp.45-62
- [2] Garvin J.B., Grieve R.A.F., Schnetzler C.C., 1995, *Meteoritics*, **30**, no.5, p.509
- [3] “A Multiple-Impact in Missouri?”, June 1996, *Geotimes*, p.11
- [4] Grieve R., Rupert J., Smith J., Therriault A., Oct 1995, *GSA TODAY-Publ. of Geological Soc. of America*, **Vol.5**, no.10, pp.193-196
- [5] Grieve R.A.F., Pesonen L.J., 1992, *Tectonophysics*, **216**, pp.1-30
- [6] McHone J.F., Blumberg D.G., Greeley R., Underwood J.R., 1995, *Meteoritics*, **30**, no.5, p.543
- [7] Kızıllırmak A., 1969, *Ege Üniv. Fen Fak. İlmî Raporlar Serisi*, **No.68**, Astronomi No.7