

UYDU GÖRÜNTÜLERİNDE UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİYLE METEORİT KRATERLERİNİN ARANMASI (*)

M. Dağcı^{1,2}, M.E. Özel², H. Yıldırım², C.Sezer¹

1. Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova/İZMİR

2. TÜBİTAK Marmara Araştırma Merkezi, Uzay Teknolojileri Bölümü P. K. 21 41470

Gebze/KOCAELİ e-mail: mdagci@bornova.ege.edu.tr

ÖZET

Uzayda seyir halindeki taş ve demir cisimler Dünyamızla karşılaşmaları ve atmosferi geçerek yeryüzüne ulaşmaları sonucunda yüzeyde bir çarpma krateri oluştururlar. Bu çarpma kraterlerinin araştırılmasında ve belirlenmesinde gelişen uzay teknolojileri sayesinde uydulardan yeryüzünün alınan görüntüleri ve uzaktan algılama teknikleri büyük kolaylıklar sağlamaktadırlar. Bu doğrultuda ülkemiz gibi geniş bir alanda çarpma kraterlerinin aranmasında tüm Türkiye'nin MAM Uzay Teknolojileri Bölümü'nde mevcut LANDSAT-TM görüntülerine uzaktan algılama teknikleri uygulanarak taraması yapılmaktadır. Şimdiye kadarki tarama sonuçları bu tebliğde sunulacaktır.

1. GİRİŞ

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 kenar zenginleştirme tekniklerinin görüntülere uygulanması çalışmalarımıza kolaylıklar sağlamaktadır.

2. TANIMLAR

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 yüzeyde oluşturduğu dairesel çukur yapıya ise **Çarpma veya Meteorit (Göktaşı) Krateri** denir. Çarpma Kraterleri **basit** ve **karmaşık** olarak büyüklük ve yapısına göre ikiye ayrılmaktadır. Basit kraterler çanak şeklinde dairesel çukurlar olup; Dünyamız için çökelti (sediment) yüzeylerde çapı 2km'den ve kristal yapı taşıyan yüzeylerde çapı 4km'den küçük olan, Ay için çapı 10km'den küçük olan yapılardır. Karmaşık kraterler ise çarpma şoku etkisi ile zamanla merkez kısımda bir yükselti katmanına ve kenarlarda dairesel halkalara sahip kristalleşmiş yapılar içeren daha büyük yüzey oluşumlarıdır (4). Şekil 1.a ve 1.b de basit ve karmaşık kraterlere ait yüzey şeklinin düşey kesiti gösterilmektedir.

(*) Bu çalışma TÜBİTAK tez destekleme programı kapsamında desteklenmektedir.

3. UYDU GÖRÜNTÜLERİNDE METEORİT KRATERİ ARANMASI

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 180 lere ulaşmıştır. 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 farkedebilecek alt boyut sınırı olarak 4-5 piksel (120-150m) dikkate alınarak sistemli bir görsel tarama başlatılmıştır. Çalışmaların bir sıra takibi açısından LANDSAT uydu geçiş koordinatlarına uygun olarak ülkemiz Kuzey, Orta ve Güney olmak üzere,yaklaşık eşit üç yatay kuşağa ayrılmıştır. Bu kuşaklardan yer kontrolü açısından orta ve güneye öncelik verilerek, bu iki kuşağın taraması Mart 97 itibarı ile bitirilmiştir.

Literatürde uydu görüntülerinde krater aranmasında kullanılan herhangi bir özel algoritmaya rastlanmamıştır. Ancak, karmaşık kraterlerin belirlenmesinde "ana bileşenler" (Principal Components) yöntemi uygulanmaktadır (1). Bu çalışmada herhangi bir algoritma uygulanmamakta, ekran görüntüleri gözle yorumlanarak belirlemeler 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 zenginleşmesi uygulayarak dairesel yapılar daha da belirgin hale getirilmiş ve krater tespitinde yardımcı olmuştur. Tarama sonucu ortaya çıkan aday ÇK yapılarının varlığı 1/25.000 ve 1/100.000 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 ve 5.' de gösterilmiştir. Ülkemizde bilinen ilk meteorit araştırması Kızıllırmak tarafından (1965) gerçekleştirilmiş ve Ankara-Kayakent civarında 85 kg. ağırlığında saf demir bir meteorit incelenmiş ve sonuçlar yayımlanmıştır (7). Bundan dolayı bölgenin jeolojik yapısının incelenmesi amacı ile ilk olarak ele alınan Ankara-Sivrihisar'ın güneyinde Konya-Yunak bölgesine ait uydu görüntüsü Şekil.2.'de gösterilmektedir. Bunlardan 1 nolu işaretin haritada karşılığı 'çukur' (çapı 360m), 2 nolu yapı (çapı 540m) ise 'taşlık' olarak gösterilmektedir. Bu taşlık yapının dairesel olarak sergilenmesi literatürde çarpma krateri belirteci olarak dikkati çekmektedir.Yine aynı görüntü üzerinde 3 nolu işaret 'karmaşık krater' özelliği sergileyen eş merkezli iki halka yapı ile gösterilmiştir. Şekil.3.' de gösterilen çukur ise (çapı 210m) Malatya il sınırları içinde olup ilgili haritada da 'Kartal Çukuru' olarak işaretlenmiştir.

Bazı astronom ve gezegenbilimciler, Shoemaker-Levy 9 kuyruklu yıldızının parçalar halinde Jüpiter'e çarpması ve gezegenin kendi eksenini etrafında dönmesi sonucu oluşan krater zinciri benzeri bir olayın Dünyamızda da olup olmadığını araştırmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre Kansas, Missouri ve Illinois eyaletleri içinde yer alan 8 adet kraterin çoklu çarpma sonucunda oluştuğu için fiziki konumları da aynı doğrultuda olduğu ve bunların aynı yaş ve benzer çarpma karakterleri olduğu gösterilmiştir(3). Şekil.4.'de bu tür bir çoklu çarpma sonucu oluşmuş olabileceğini düşündüğümüz ve bir hat boyunca dağılmış olan kraterler grubuna ait görüntü verilmiştir. Burada sol üst kısımda görülen dairesel mavi yapı "Meyil Gölü" (çapı 660 metre) ve sağ alt kısımdaki dairesel mavi yapı ise "Çıralı Gölü" (çapı 360 metre) dür. Bu bölge Tuz Gölü'nün güneyinde Konya il sınırları içinde Karapınar yakınlarında yer almakta olup topografik haritada da bu grup çukur yapılar belirtilmektedir. Bu bölgenin yeri Tablo 1. de alan olarak verilmiştir.

Yine Konya il sınırları içinde Apa Barajı'nın güneyinde yer alan harita destekli bir diğer çukur yapının uydu görüntüsü Şekil.5.'de verilmiştir. Bu yapının bir tarafındaki daireden sapma, bölgedeki eğimli yapıyla ilişkilendirilebilir.

4. SONUÇ

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 edinmek mümkündür. Adı geçen aday kraterler için bu hesaplar yapılmaktadır. Şimdiye kadar yapılan tarama sonucunda harita destekli olarak tespit edilen krater adaylarına ait yer ve çap bilgileri Tablo 1. de özetlenmiştir. Tespit edilen aday yapıları yerinde görmek açısından önümüzdeki günlerde arazi çalışması yapılacaktır.

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 Kretase (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.6.'da gösterilmektedir. Meteoritler Güneş Sistemi ile yaşıt oldukları için, onun kökeni ve evrimi hakkında da önemli bilgiler taşırlar. Bulunan kraterlerin içerebileceği meteoritlerin incelenmesi ve yaşlarının hesabı önemli ipuçları verirler.

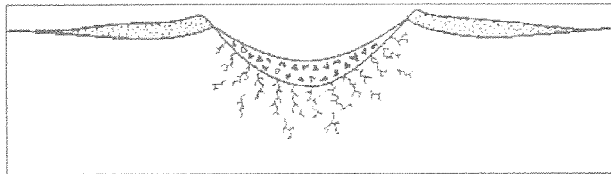
Diğer yandan kraterler aşınma/dolma oranı tespitleri ile de bölgesel erozyon hızının saptanmasında güvenilir sonuçlar vermektedir.

Ülkemiz için oluşturulacak ÇK istatistiği ve mevcut meteoritlerin kimyasal ve diğer analizlerin, literatüre katkısı yanında, ülkemiz jeolojisini anlamada yeni ve önemli katkılar sağlayacağı açıktır.

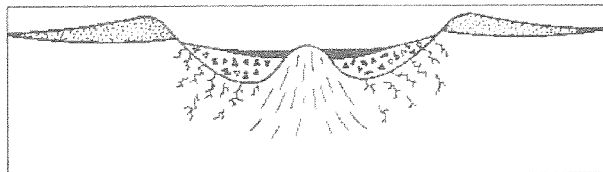
Tablo1.Tarama sonucu tespit edilen aday kraterlerin yer ve çap bilgileri

Şekil	No	İl	Yer	Çap(m)
2	1	Konya	Yunak	360
2	2	Konya	Yunak	540
2	3	Konya	Yunak	2000
4		Konya	Apa Barajı Güneyi	270
3		Malatya	Kartal Çukuru	210
5		Konya	Karapınar Çoklu çarpma örneği	

ŞEKİLLER



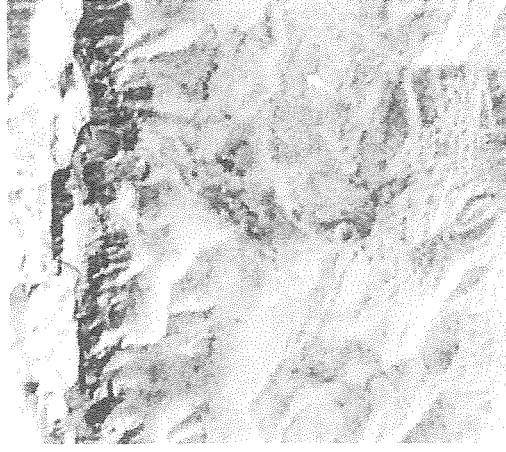
Şekil 1.a. Basit kraterlerin düşey kesiti



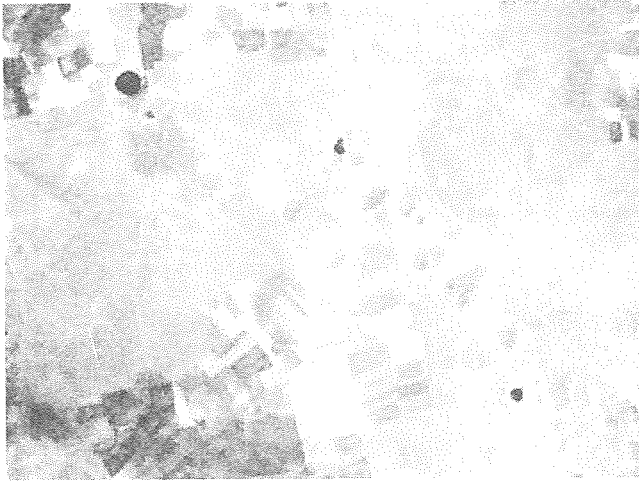
Şekil 1.b. Karmaşık kraterlerin düşey kesiti



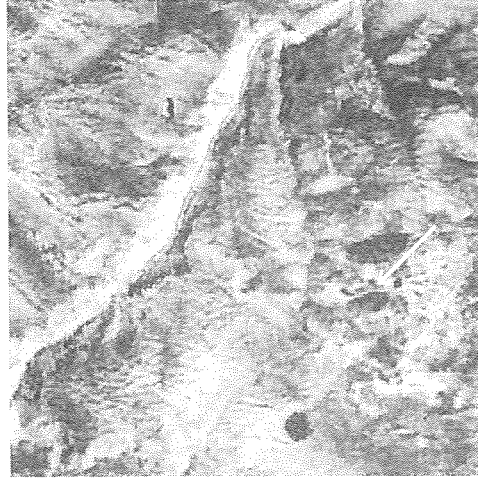
Şekil.2. Landsat TM 5 4 3 bant uydu görüntüsü (Ankara-Sivrihisar'ın güney bölgesi).



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



Şekil.4. Landsat TM 5 4 3 uydu görüntüsü Çoklu çarpma örneği (Tuz Gölü güneyi) .



Şekil.5. Landsat TM 3 4 2 uydu görüntüsü (Konya ili, Apa Barajı güneyi)

YAŞ (Milyon Yıl)	Jeolojik Zamanlar	Alt Zaman Dilimleri
570	Paleozoik (1. Zaman)	Cambrian
500		
435		
395		
345		
310		
280		
230		
195	Mesozoik (2.Zaman)	Triassic
141		
65		
65	Cenozoik (3.Zaman)	Cretaceous
1.8		
1.8	Cenozoik (3.Zaman)	Tertiary
1.8		
1.8	Cenozoik (3.Zaman)	Quaternary
1.8		



Şekil.5. Jeolojik zaman çizelgesi ve K/T sınırının yeri

KAYNAKLAR

- (1) J. B.Garvin, C.C.Schnetzler, R. A.F.Grieve., "Characteristic of large terrestrial impact tructures as revealed by remote sensing studies", Tectonophysics, vol.216, pp.45-62, 1992
- (2) J.B.Garvin., R.A.F.Grieve, C.C.Schnetzler, "Satellite remote sensing signatures of impact structures", Meteoritics, vol.30, no.5, pp.509, 1995
- (3) "A mutiple-impact in Missouri?", Geotimes, pp.11, June 1996
- (4) R..Grieve., J. Rupert, J.Smith.,A.Therriault, "The record of terrestrial impact cratering", GSA TODAY, Apublication of Geological Society of America, vol.5, no.10, pp.193-196, Oct. 1995
- (5) R.A.F.Grieve, L.J.Pesonen, "The terrestrial impact cratering record", Tectonophysics, vol.216, pp.1-30, 1992
- (6) J.F.McHone, D.G.Blumberg, R.Greeley, J.R.Underwood Jr, "Space shuttle radar images of terrestrial impact structures", Meteoritics, vol.30, no.5, pp.543, 1995
- (7) A.Kızılırmak, "Kayakent Demirli Göktaşı", Ege Üniv. Fen Fak. İlmi Raporlar serisi, N0.68, Astronomi No.7