

Sayısal Yükseklik Modellerinin Arazi Boy Kesitlerinin Çıkarılmasında Kullanımı

Kemal Sulhi GÜNDOĞDU*

ÖZET

Coğrafi Bilgi Sistemlerinin geliştirilmesine paralel olarak Sayısal Yükseklik Modellerinin (SYM) çeşitli alanlar için oluşturulması ve kullanımı daha da kolaylaşmıştır. Bir sayısal yükseklik modeli yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topografik yüzeyini göstermek için uygun bir yapıdır. Bu model arazi analizleri ve diğer 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. Genel arazi özelliklerinden olan arazi eğimi, arazi bakışı, arazi eğriliği, havza alanı, eğim uzunluğu gibi özellikler SYM'den kolaylıkla belirlenebilir.

Bu çalışmada, Arc/Info Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılarak sayısal yükseklik modelinden arazi boy kesitlerinin elde edilmesi için oluşturulan bir program tanıtılmaya çalışılacaktır. Sayısal yükseklik modeli, bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli/düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluştuğundan istenilen güzergah boyunca boy kesit kolaylıkla çıkarılabilmektedir.

Anahtar Sözcükler: Sayısal Yükseklik Modeli, Boy Kesit.

ABSTRACT

Use of DEM in Creating Land Profile Sections

As a parallel to development in GIS technology, Digital Elevation Model (DEM) become popular for many area to be created and used. DEM

* Doç. Dr. Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Bursa.

is important tool to depict topographical surface of earth, which is subjected to change. DEM is main data source for land analysis and 3-dimensional applications. DEM easily determines specific features such as land slope and aspect, land curves, basin area, slope length.

In this study, it is aimed at present a computer program, which is used to create land profile sections from DEM, through GIS techniques. Since DEM, which is formed by elevation surveys, with systematic/unsystematic length intervals representing land surface, land profile can be easily created in selected way.

Key Words: Digital Elevation Model, Land Profile Sections.

GİRİŞ

Topografyanın dijital gösterimi Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) olarak adlandırılmaktadır. SYM'den havza topoğrafik verilerinin otomatik olarak elde edilmesi topoğrafik haritalara uygulanan geleneksel yöntemlere göre daha hızlı, daha az sübjektif ve daha fazla çoğaltılabilir ölçümler sağlamaktadır (Tribe, 1992).

Bu yaklaşımla üretilen dijital veri, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tarafından kolaylıkla alınma ve analiz edilebilme avantajlarına sahiptir. Bu teknolojik avantaj CBS tarafından sağlanmaktadır. Artan bir biçimde kullanım ve SYM'lerinin kalitesi, SYM'lerinin sahip olduğu uygulama potansiyelini hidroloji, hidrolik, su kaynakları ve çevre araştırmalarına genişletmiştir (Moore ve Ark., 1991).

En genel SYM veri yapısı raster ve grid yapısındadır. Bu normalde, iki boyutlu düzende, ortalama hücre kotunun depolandığı kare biçimli grid hücreleri matrisini içermektedir. Coğrafi düzlemde bir hücrenin yeri, matris içindeki hücrelerin satır ve sütunlarındaki yeri olarak ifade edilir. Grid SYM'lerinin geniş kullanım alanları vardır. Çünkü SYM'nin kullanımı, işlenmesi kolaydır ve hesaplamalar daha etkindir (Martz ve Garbrecht, 1992).

Bir sayısal yükseklik modeli (SYM) yeryüzünün sürekli bir biçimde değişen topoğrafik yüzeyini göstermek için uygun bir yapıdır. Bu model arazi analizleri ve diğer 3 boyutlu uygulamalar için genel bir veri kaynağıdır. Dijital topoğrafik verinin yaygın bir biçimde kullanımı, SYM'den elde edilen çıktılarının ve SYM modeli ile yapılabilecekler listesinin gün geçtikçe artması, SYM'nin önemini ortaya koymaktadır (Thomson ve Ark., 2001).

Genel arazi özelliklerinden olan arazi eğimi, arazi bakışı, arazi eğriliği, havza alanı, eğim uzunluğu gibi genel arazi özellikleri SYM'den kolaylıkla hesaplanabilir (Moore ve Ark., 1993). Sayısal yükseklik modelinin

hidrolojik, jeomorfolojik ve biyolojik çalışmalarda birçok uygulamaları vardır (Moore ve Ark., 1991).

Yıldırım ve Ark., (1996)'nın belirttiklerine göre, Sayısal yükseklik modeli, bir arazi yüzeyini en iyi temsil eden düzenli/düzensiz aralıklarla yapılmış çok sayıda yükseklik ölçümünden oluşmaktadır. SYM uygulamaları ile arazinin eğimi, eğim yönü, yansıma açısı, drenaj ağları, havza sınırları, akış yolları ve görüş alanı içindeki noktaların belirlenmesi, stereo görüntü çiftlerinin üretilmesi ve yeryüzünün 3 boyutlu ağ yapısının oluşturulması gerçekleştirilebilmektedir.

Mühendislik çalışmaları içerisinde profil nivelmanı ve kesitlerin çıkarılması önemli bir yer tutar. Karayolu ve demiryolu yapımı, içme suyu nakli, kanalizasyon şebekesi, açık ve kapalı sulama ve drenaj tesislerinin yapımı ve birçok işlerde profil nivelmanına ihtiyaç duyulmaktadır. Profil nivelmanı bir güzergah üzerinde bulunan değişik noktaların yükseklik farklarını bulmak ve arazinin bu güzergah boyunca engebe durumunu ortaya çıkarmak amacıyla yapılır. Profil nivelmanı boyuna ve enine profil nivelmanı olarak ikiye ayrılır. Boyuna profil nivelmanı boyuna kesit çıkarma olarak da adlandırılır (Ayyıldız, 1994; Balcı ve Avcı, 1998).

Bu çalışma ile, Sayısal Yükseklik Modelinin arazi boy kesitlerinin çıkarılmasında kullanımı amaçlanmıştır. Bu amaçla Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı olan Arc/Info kullanılarak, örnek çalışma alanı için SYM elde edilmiş ve istenilen güzergah için arazi boy kesiti çıkarılmaya çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Çalışmada örnek alan olarak Mustafakemalpaşa ovasına ait eş yükseklik değerlerini içeren topografik eğrili haritası kullanılmıştır. Haritanın sayısallaştırılması, işlenmesi ve sayısal yükseklik modelinin oluşturulmasında ArcInfo ver. 7.1.2. Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımı kullanılmıştır. Sayısallaştırma işlemi harita paftalarının bilgisayarda işlenebilir biçimde, bilgisayar ortamına aktarılması olarak tanımlanabilir.

Yöntem

Sayısal yükseklik modelinin oluşturulmasında veri kaynağı çeşitli biçimlerde olabilmektedir. Arc/Info yazılımına farklı veri biçimlerinde veri aktarımı kolaylıkla gerçekleştirilebilmektedir. Sayısal yükseklik modelinin oluşturulmasında araziye temsil edecek yükseklik değerini içeren noktasal, çizgisel özellikte kapsamlar kullanılabilir. Kapsam, vektör içerikli

bilgisayar harita dosyasını ifade etmektedir. Buna arazinin tesviye eğrili haritasını içeren çizgisel özellikli kapsamlar örnek olarak verilebilir.

Çalışmada, Mustafakemalpaşa ovasına ait 1/25.000 ölçekli, tesviye eğrili haritası kullanılmıştır. Bu harita A0 tarayıcı (scanner) ile taranarak oluşan bitmap dosyası üzerinden sayısallaştırma işlemi yapılmıştır. Sayısallaştırma sonucu oluşan vektör özellikli tesviye eğrili harita kapsamı üzerinde Arc (çizgi) topolojisi kurulmuştur. Topoloji işlemi, belirtilen özellikteki kapsamdaki hataları ortaya çıkarmakta ve sonuçta kapsama bağlı bir öz nitelik tablosu oluşturmaktadır. Her tesviye eğrisinin kot değerleri bu öz nitelik tablosu içerisine eklenen *kot* alana girilmiştir.

Sayısal Yükseklik Modeli, bu kapsam kullanılarak ArcInfo *topogrid* komutu ile oluşturulmuştur. Burada grid boyutları 10x10 m. olarak alınmıştır. SYM'i oluşturulan alan geniş olduğundan bu değer yüksek alınmıştır. Yani oluşan SYM'de her hücre 10x10 m. boyutlarında bir alandaki yükseklik değerini ifade edecektir. Bu değer daha da düşürülebilir. Burada sınırlayıcı etken örnek alanın büyüklüğü ve bilgisayarda kaplayacağı hafıza alanıdır. Bu komutun çalışması için, çalışma alanına ait sınır kapsamı, tesviye eğrili kapsam, istenirse noktasal kot değerlerine sahip kapsam, çalışma alanında bulunan göl, akarsu vb. gibi çeşitli kapsamlar sisteme dahil edilebilmektedir.

Arazi boy kesitlerinin oluşturulmasında Arc/Info yazılımının Grid ve Arcplot modülleri kullanılmıştır. Boyuna profil güzergahlarının sisteme girilmesinde iki farklı olanak bulunmaktadır. Bunlardan birincisi bir başka kapsam içerisinde oluşturulmuş profil hatlarının sayısal yükseklik modeli ile üst üste getirilmesi ve profil hattı seçimi aşamasında bu hattın seçimi yeterli olmaktadır. Diğer yöntemde ise doğrudan sayısal yükseklik modeli üzerinde profil hattının geçirilmesidir. Burada işlemlerin daha sağlıklı olması açısından birinci yöntem tercih edilmiştir. Bu yöntemin avantajlarından biride kapsam içerisindeki profili çıkarılacak hat üzerinde istenilen aralıklarda boy kesit için kot ölçümü yapılabilmesidir. Elde edilen kot ve mesafe değerleri Arc/Info yazılımının veri tabanı dosyalama sistemi olan bir Info dosyasına yazdırılmıştır.

Surfacesection komutu ile otomatik olarak oluşan Info dosyası *PX*, *PY*, *SECTION-ID*, *SURFACE-ID*, *DISTANCE*, *SPOT* alanlarından oluşmaktadır (Anonim, 1994a; Anonim 1994b). Bunlardan *PX*, *PY* profil hattı boyunca işaretlenen noktaların koordinatları, *DISTANCE*, *SPOT* ise sırasıyla profil başlangıcına uzaklığı ve noktanın yükseklik değerleridir. Bu Info dosyasına *NOKTAADI* alanı eklenmiş ve her bir nokta için isim girilebilir hale getirilmiştir.

Oluşturulan Info dosyası kullanılarak Arcplot modülünde istenilen hattın boyuna profili oluşturulmuştur. *Graphline*, *axis vertical*, *axis*

horizontal komutları ile bu işlemler gerçekleştirilmiştir. Oluşturulan boyuna profil hattı Windows Meta File (wmf) formatında bilgisayara kaydedilmiştir.

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

Çalışmada kullanılan arazi kot değerleri için Mustafakemalpaşa ovası eş yükseklik haritası kullanılmıştır. Bu haritada eş yükseklik eğrileri arasındaki kot farkı 10 m.'dir (Şekil 1). Şekilden de görüleceği gibi Mustafakemalpaşa ovası düz ve düze yakın bir arazi topografyasına sahiptir. Ovanın güney-doğu ve güney-batı yönünde arazi engebeli hale gelmektedir.



Şekil 1.
Mustafakemalpaşa Ovası Tesviye Eğrili Haritası

Sayısal yükseklik modelinin oluşturulması amacıyla Şekil 1'deki tesviye eğrili harita Arc/Info Coğrafi Bilgi Sistemi yazılımına aktarılmıştır. Her tesviye eğrisine ait yükseklik değerleri sistem tarafından oluşturulan öz nitelik tablosunda açılan Kot isimli alana girilmiştir. Çizelge 1'de bu öz

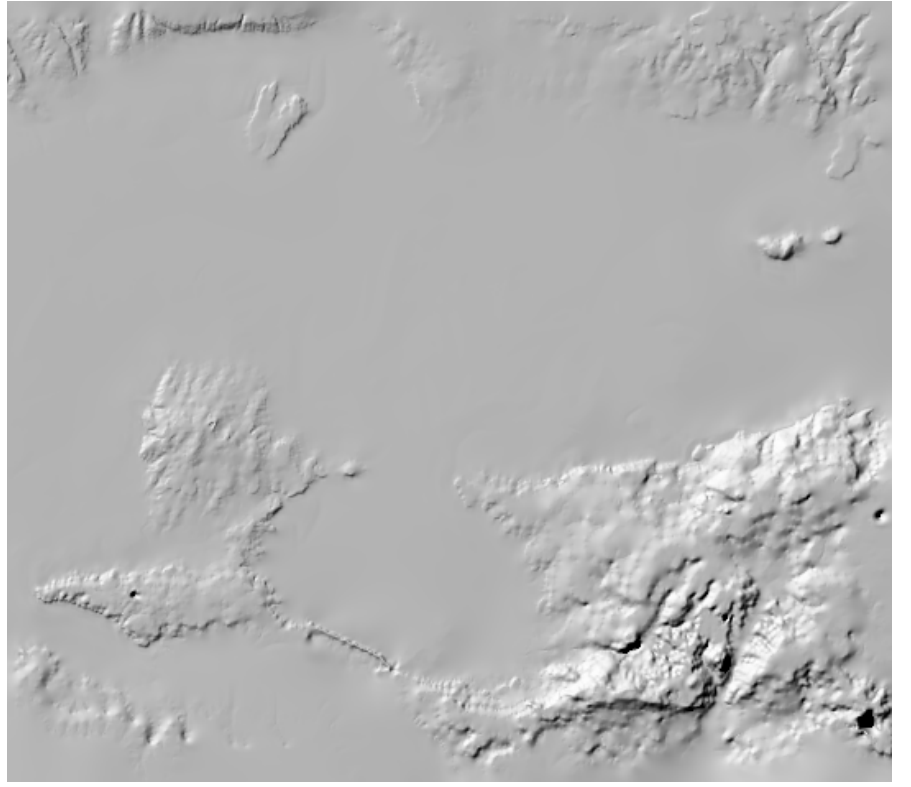
nitelik tablosunun içeriğinden 12 kayıtlık kısmı örnek olarak verilmiştir. Çizelgede sistem tarafından otomatik olarak oluşturulmuş bazı alanlar bulunmaktadır. Bu alanlar tesviye eğri hatlarının başladığı (FNODE_) ve bittiği (TNODE_) nokta numarasını, tesviye eğri hattının solunda (LPOLY_) ve sağındaki (RPOLY_) poligon numarasını, hatların sıra numarasını (KONTUR_ ve KONTUR_ID), hatların uzunluğu (LENGTH) gibi bilgilerin yanında her tesviye eğrisinin kot değerini içeren alanlardan oluşmaktadır.

Çizelge I.
Mustafakemalpaşa Ovası Tesviye Eğrili Harita Öz Nitelik Tablosu

| FNODE_ | TNODE_ | LPOLY_ | RPOLY_ | LENGTH | KONTUR_ | KONTUR_ID | KOT |
|--------|--------|--------|--------|-------------|---------|-----------|-----|
| 17 | 6 | -1 | -1 | 10488,32552 | 1 | 19 | 70 |
| 41 | 25 | -1 | -1 | 440,72881 | 2 | 3 | 40 |
| 35 | 24 | -1 | -1 | 921,76662 | 3 | 7 | 90 |
| 31 | 11 | -1 | -1 | 11289,99148 | 4 | 16 | 60 |
| 15 | 14 | -1 | -1 | 11332,54337 | 5 | 13 | 50 |
| 36 | 32 | -1 | -1 | 2004,38663 | 6 | 177 | 70 |
| 37 | 29 | -1 | -1 | 2402,61341 | 7 | 6 | 80 |
| 22 | 16 | -1 | -1 | 11040,02549 | 8 | 14 | 40 |
| 45 | 1 | -1 | -1 | 4766,50170 | 9 | 25 | 120 |
| 19 | 18 | -1 | -1 | 11158,24556 | 10 | 15 | 30 |
| 47 | 8 | -1 | -1 | 3328,82508 | 11 | 34 | 40 |
| 34 | 33 | -1 | -1 | 3872,23417 | 12 | 5 | 70 |

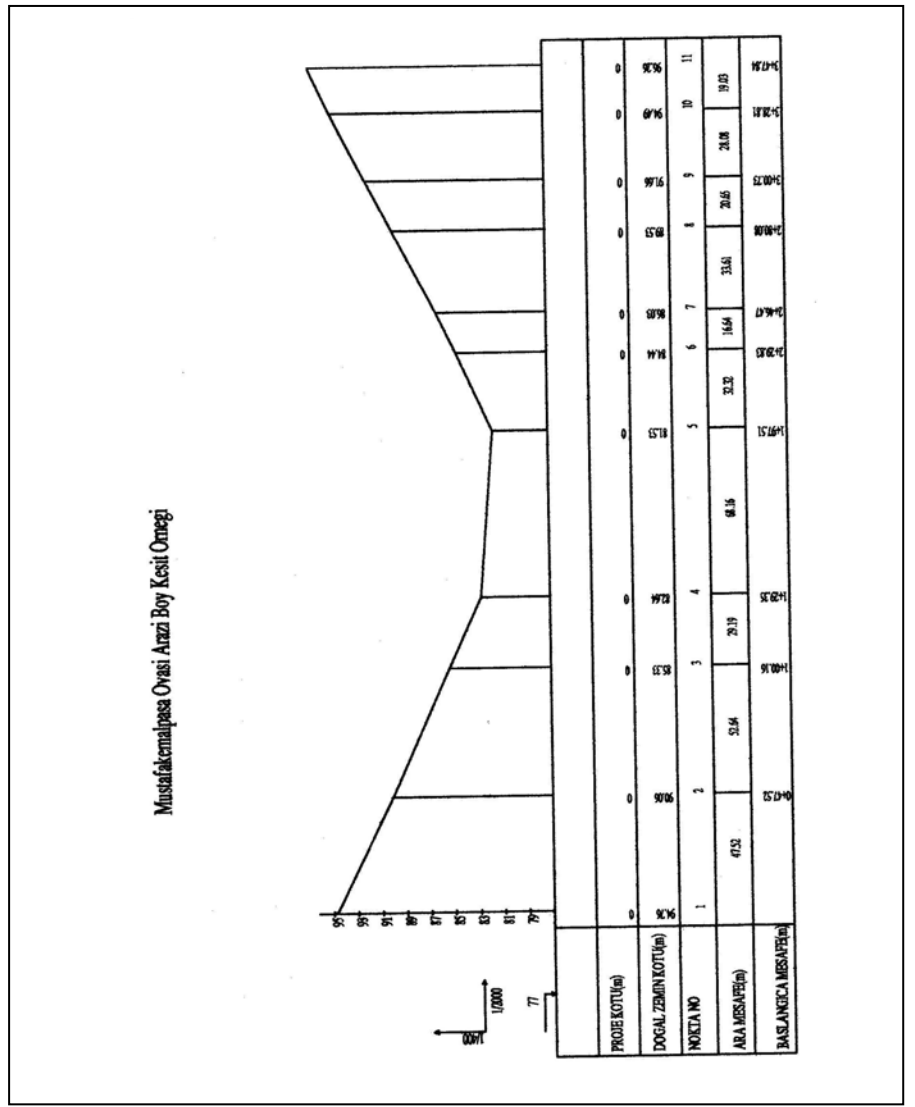
Bu haritanın ve öz nitelik tablosunun kullanılması ile Mustafakemalpaşa ovasına ait SYM oluşturulmuştur (Şekil 2). Bu işlem için *topogrid* komutu kullanılmıştır. Şekilde görüldüğü gibi ovanın güney-doğu ve güney-batı yönlerinde kalan kısımlarında daha fazla kot farkı görülmektedir. Bu nedenle bu bölümde daha fazla gölgeleme bulunmaktadır. Sayısal yükseklik modeli üzerinde istenilen herhangi bir konumun yükseklik değeri sistemden alınabilmektedir.

SYM modeli üzerinde arazi boy kesitlerinin çıkarılması için *surfacesection* komutu ile boy kesiti çıkarılacak noktalar ekran üzerinde işaretlenebilmektedir. Sistem girilen koordinatların saklanacağı bir dosya ismini kullanıcıdan istemektedir. Boy kesiti alınacak noktaların yerleri istendiği takdirde x,y koordinat çiftleri olarak ta sisteme girilebilmektedir. Bu durumda sisteme koordinat giriş ortamının klavye olacağı, *coordinate keyboard* komutu ile belirtilmelidir.



*Şekil 2.
Mustafakemalpaşa Ovası Sayısal Yükseklik Modeli*

Bunun yanında koordinatlar başka bir kapsamdan da alınabilmektedir. Her nasıl olursa olsun güzergahı belirten noktalar için sistem kot değerlerini SYM'den elde etmekte ve bir dosyaya kaydetmektedir. Bu tablo özelliğinde bir dosyadır ve içerisine istendiği takdirde bazı eklemeler yapılabilmektedir. Örneğin boy kesit noktalarının proje kot değerleri var ise bu kot değerleri de bu dosyaya girilerek hem doğal zemin kot değerleri hem de proje kot değerleri aynı grafik üzerinde gösterilebilmektedir. Burada örnek olması açısından çok kısa bir mesafede seçilen noktaların oluşturduğu arazi boy kesiti Şekil 3'te verilmiştir. Bu grafiğin alt kısmında görülen proje kot değerleri istenildiğinde girilebilecek değerlerdir. Bu grafikte sadece doğal zemin kot değerlerinin boy kesitte gösterimi sunulmuştur. Şekilde görüldüğü gibi her noktanın kot değeri, başlangıç noktasına uzaklık bilgisi ile noktalar arasındaki mesafeler grafikte gösterilmiştir. Bu amaçla Arc/Info yazılımının Arcplot modülüne ait komutlar kullanılmıştır.



Şekil 3.
Mustafakemalpaşa Ovası Arazi Boy Kesit Örneği

Sayısal yükseklik modellerinin kullanım alanı oldukça geniştir. Çalışmanın hassas bir biçimde yürütülebilmesi için, araziye en iyi temsil edecek kot değerleri kullanılarak sayısal yükseklik modeli oluşturulmalıdır. Coğrafi bilgi sistemi yazılımları, bu değerleri kullanarak enterpolasyon ile ara değerleri bularak SYM'ini oluşturacaktır. SYM'i oluşturulmuş bir böl-

gede yapılacak çalışmalarda, arazi ölçüm ve çalışmalarının olabildiğince en aza indirilmesi SYM ile olası hale gelmektedir. Böylece maliyetin çoğunu oluşturan arazi ölçüm ve veri toplama işlemleri kolaylıkla bilgisayarda gerçekleştirilebilecektir. İstendiğinde yol ve sulama sistemi, parselasyon vb. bilgiler SYM ile birlikte görüntülenebilmekte ve işlenebilmektedir. Böylece planlama çalışmalarında da SYM'nin kullanımı daha da yaygınlaşacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 1994a. Arcplot Commands, Arc/Info Ver. 7, GIS by ESRI, Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
- Anonim, 1994b. Grid Commands, Arc/Info Ver 7, GIS by ESRI, Environmental Systems Research Institute, Inc., Redlands, USA.
- Ayyıldız, M., 1994. Ölçme Bilgisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Yayın no: 1365, Ankara.
- Balcı, A. ve M., Avcı, 1998. Ölçme Bilgisi-I, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 532, İzmir.
- Martz, L. W. ve J. Garbrecht. 1992. Numerical Definition of Drainage Network and Subcatchment Areas from Digital Elevation Models. Computers and Geosciences 18 (6):747-61.
- Moore, I.D., Grayson, R.B., Ladson, A.R., 1991. Digital Terrain Modeling: a Review of Hydrological, Geomorphological and Biological Applications, Hydrological Processes 5 (1), 3-30.
- Moore, I.D., Gessler, P.E., Nielsen, G.A., Peterson, G.A., 1993. Soil attribute prediction using terrain analysis, Soil Sci. Soc. Am. J. 57, 443-452.
- Thomson, J.A., Bell, J.C., Butler, C.A., 2001, "Digital elevation model resolution: effects on terrain attribute calculation and quantitative soil-landscape modeling", Geoderma 100 (2001) 67-89, Elsevier.
- Tribe, A., 1992. Automated Recognition of Valley Heads from Digital Elevation Models. Earth Surface Processes and Landforms 16 (1):33-49.
- Yıldırım, H., Alpaslan, E., Aydoğan, C., Ernst, F., 1996. Arc/Info ile Geniş Bir Alanlarda Sayısal Yükselti Modeli Oluşturulurken Karşılaşılan Sorunlar ve Çözümler, Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Sayfa No: 335-337, 26-28 Eylül 1996, İstanbul.