

SAYISAL ARAZİ MODELİ KULLANILARAK EĞİM VE JEOMORFOLOJİ HARİTALARININ YAPIMI

Şinasi KAYA

ÖZET:

Günümüzde yükseklik bilgisi sayesinde, yeni bilgilerin yaratılması ve çalışma bölgesi hakkında iki boyutlu analiz ile, mümkün olmayan değerlendirmelerin ve arazi yapılarının ortaya çıkarılması mümkün olmaktadır. Bu çalışmada 1/25 000 ölçekli topografik haritalar üzerinden eşyüksekti eğrileri sayısallaştırılarak üretilen Sayısal Arazi Modelinin kullanımı ile eğim haritası yapımı irdelenmiştir. Bu verilerden yararlanılarak belirli yüksekliklerde tanımlı jeomorfolojik yüzeyler belirlenmiş ve haritalanmıştır. Eğim grupları jeomorfolojide kullanıldığı gibi alınmıştır.

1. GİRİŞ

Genel anlamda Sayısal Arazi Modeli (SAM) arazi yüzeyinin sayısal ve üç boyutlu olarak ifade edilmesidir. Diğer bir deyişle amaca uygun olarak yüzeyi tanımlayan, koordinatları bilinen yeterli sıklıkta noktalar yardımıyla (x,y,z) yüzeyin matematiksel ve sayısal olarak tanımlanmasıdır. SAM yüzey ve topografya ile ilgili bütün analizleri görüntüleme ve modelleme imkanı sağlar. Bu nedenle bir çok yeni uygulamada ve araştırmada kullanım olanağı bulmuştur(Kaya,1999a).

Jeomorfolojik haritaların hazırlanmasında 1/25 000 ölçekli standart topografik haritalar kullanılır. Bu haritalar klasik yöntemlerle yapılan çalışmalara önemli bir kaynak oluşturmıştır. Fakat çok büyük alanları kapsayan jeomorfolojik formasyonların bir bütünlük içinde değerlendirilmesi klasik yöntemlerle oldukça zordur ve zaman gerektirir. Bu nedenle jeomorfolojik çalışmalar küçük bölgelerde yapılmaktadır(Goudie,1990). Ayrıca bu veriler sayısal veri olmadıklarından bilgisayar ortamında değerlendirilmesi ve başka veriler ile entegre edilmesi oldukça zordur. Jeomorfolojik haritaların üretilmesinde öncelikle eğim haritaları oluşturulur. Eşyüksekti eğrileri arasındaki uzaklığa bağlı olarak gruplandırılan eğim değerleri yardımıyla düzlükler ile yamaçlar ayırt edilir. Belirli yükseklikteki düzlükler analiz edilerek jeomorfolojik yüzeyler eğim haritası üzerinden saptanabilir (Kaya & Müftüoğlu,1999b). Bu çalışmada bölgenin Sayısal Arazi Modeli yapılarak eğim grupları analizi bilgisayar ortamında hızlı bir şekilde yapılmıştır. Yine daha önceki çalışmalardan yararlanılarak yüksekliklerine göre beş jeomorfolojik yüzey belirlenmiştir.

2. METHOD

2.1 Klasik Yöntem

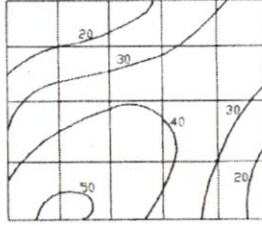
Morfometrik haritalar klasik olarak 1/25 000 ölçekli topografik haritalar üzerinden çizilir. Erol'un geliştirdiği yöntem eşyüksekti eğrileri arasında eğim sınıflandırmasına dayanır(Erol,1993)(Tablo 1). Bu yöntemde eş yükselti eğrileri arasındaki yükseklik farkı belli olduğundan harita ölçeğine göre eğriler arasındaki en kısa mesafe hesaplanarak, aralarındaki oranla yüzey eğimi bulunur. Amaç yüzey eğimlerinin hesaplanması ve yamaç değerlendirilmesi işlemleri, bunun haritada gösterilmesi, düz ve yassı yüzeyler ile diklikler ve eğim değişimlerinin (kırıklıklarının) belirlenmesidir (Erol,1993). Burada yamacın ortalama eğimi de hesaplanır. Toprak erozyonu, yüzeysel erozyon, taşkın, akış yada araziden yararlanma gibi bir çok değerlendirmede kullanılır. Ancak yüzey yamaç ilişkilerinin bu yöntemle ortaya konması oldukça uzun zaman ve işlem gerektirmesi nedeniyle, çalışma bölgelerinde bütünlük sağlayan yapısal yeryüzü şekillerinin büyük alanlarda analiz edilmesi oldukça zordur. Günümüzde bu tür çalışmaların bilgisayar ortamında ortaya konan algoritmalar ile değerlendirilmesi kaçınılmaz bir gereksinimdir.

Tablo 1. Eğimlerle eş yükselti eğrisi arasındaki ilişki (Erol, 1993).

Yeryüzü Özellikleri		Eğim % 0	Haritanın Ölçeği (bin olarak)									
			1/25		1/50		1/100		1/200		1/800	
			Eş yükselti aralığı (m. olarak)									
			10	20	40	20	50	50	50	250		
			Haritadaki eğri aralığı (mm. olarak)									
Düzlükler Yamaçlar	Tam Düzlük	0-1	40+	80+	160+	40+	100+	50+	25+	-		
	Düzlük	1-2	40-20	80-40	160-80	40-20	100-48	50-24	25-12	+16		
	Dalgalı Düzlük	2-5	20-8	40-16	80-32	20-8	48-20	24-10	12-5	16-6.5		
	Az Eğimli Yamaç	5-10	8-4	16-8	32-16	8-4	20-10	10-5	5-2.5	6.5-3.2		
	Eğimli Yamaç	10-20	4-2	8-4	16-8	4-2	10-6	5-3	2.5-1.5	3.2-1		
	Dik Yamaç	20-40	2-1	4-2	8-4	2-1	6-2.5	3-1.2	1.5-0.6	1-0.78		
	Çok Dik Yamaç	40-	1-	2-	4-	1-	2.5-	1.2	0.6-	0.78-		

2.2 Çalışmada Uygulanan Yöntem

Eş yükselti eğrileri ile birlikte sayısal olarak bilgisayar ortamına aktarılan 1/25 000 ölçekli topografik haritalardan yararlanılarak raster veri yapısında sayısal arazi modeli oluşturulmuştur . Öncelikle bilgisayar ortamına aktarılan topografik verilerin üzerine grid ağı yerleştirilerek, bu gridlerin birleştiği düğüm noktalarının yükseklikleri belirlenir. Sayısal arazi modeli raster yapıda üretileceği için piksel boyutu genellikle beklenen doğruluğa bağlı olarak alınır. Bilineer enterpolasyon yöntemi kullanılarak veri grubu raster veriye dönüştürülür.



(a)

20	22	29	34
31	39	38	34
45	48	41	30

(b)

a	b	c
d	e	
g	h	i

(c)

Şekil 1. (a) Topografik veriler ve gridler (b) Düğüm noktalarının Z yükseklik değerleri (c) Dönüşüm sonucu raster yapıdaki veri

3x3 boyutuna sahip bir yüzeyin eğimi şu şekilde bulunur. X,Y yönlerindeki ortalama yükseklik değeri (Δx , Δy) hesaplanır.

$$\Delta x_1 = c - a$$

$$\Delta y_1 = a - g$$

$$\Delta x_2 = f - d$$

$$\Delta y_2 = b - h$$

$$\Delta x_3 = i - g$$

$$\Delta y_3 = c - i$$

$$\Delta x = (\Delta x_1 + \Delta x_2 + \Delta x_3) / 3 \cdot X_s$$

$$\Delta y = (\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3) / 3 \cdot Y_s$$

a...i = 3x3 boyutuna sahip piksellerin yükseklik değerleri,

$X_s = x$, yönünde piksel boyutu,

$Y_s = y$, yönünde piksel boyutu.

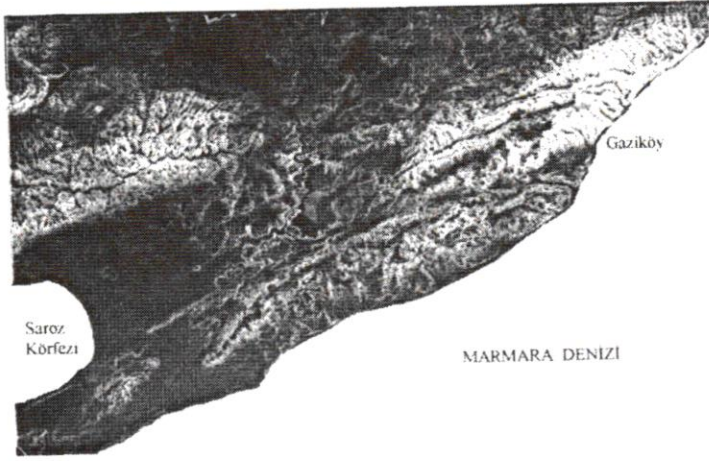
$$s = \frac{\sqrt{(\Delta x)^2 + (\Delta y)^2}}{2}$$

s, eğim değeri.

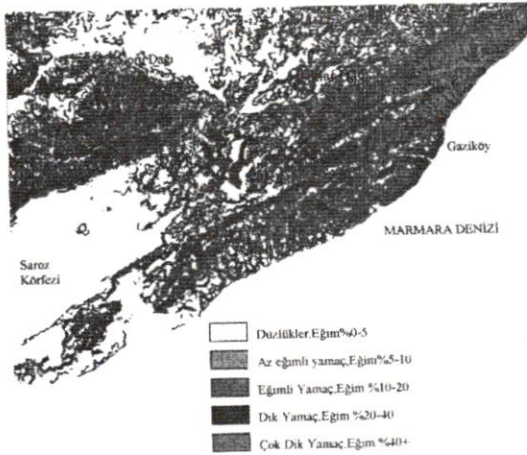
Eğim yüzde cinsinden ifade edilecekse s değeri 100 ile çarpılır. Eğim açısı cinsinden de ifade edilebilir (Erdas Field Guide,1991).

$$s_{açı} = \tan^{-1}(s) * \frac{180}{\pi}$$

İşlenen bütün veriler bilgisayar ortamında olduğu için, çıktı verileri gruplandırılarak ve diğer veri gurupları ile birlikte çok hızlı entegre edilerek işlenebilir. Sonuçlara çok hızlı ulaşma imkanı olduğundan büyük alanlarda değerlendirme olanağı yaratılmış olur. Ayrıca arazide nerelere gidip çalışma yapmamız gerektiği ortaya çıkar ve arazide ulaşılabilen yerler hakkında hızlı ve ekonomik bilgi sunar. Bölgenin drenaj yapısı eğim haritalarından kolaylıkla değerlendirilebilir. Sayısal olarak bilgisayar ortamına aktarılmış üzerinde eş yükselti eğrisi bulunan bütün ölçekli haritalara bu yöntem uygulanabilir (Kaya,2000a).



Şekil 2. Eğim Haritası (Raster veri yapısında, eğimi yüksek olan yerler beyaz, düşük olan yerler siyah)



Şekil 3. Eğim Haritası (Sınıflandırılmış)

Raster veri yapısında elde edilen eğim haritası (Şekil 2) 8 bit olarak 0 ile 255 gri renk tonunda kaydedilmiştir. Oluşturulan sayısal arazi modelinden sonra vektör-raster dönüşümü yapılarak minimum ve maksimum eğim değerleri farklı gri renk tonlarına atanmıştır. Düz alanlar (sıfır derece) siyah, çok dik alanlar beyaz olmak üzere aradaki eğim değerleri bu değerler arasında gösterilmiştir (Şekil 2). Erol yöntemine göre eğim haritaları sınıflandırılarak renklendirilmiştir. Eğim haritası düzlükler % 0-5 eğimli, az eğimli yamaç % 5-10 eğimli, eğimli yamaç % 10-20 eğimli, dik yamaç % 20-40 eğimli, çok dik yamaç % 40-100 eğimli olmak üzere 5 grupta sınıflandırılmıştır (Kaya, 1999a) (Şekil 3).

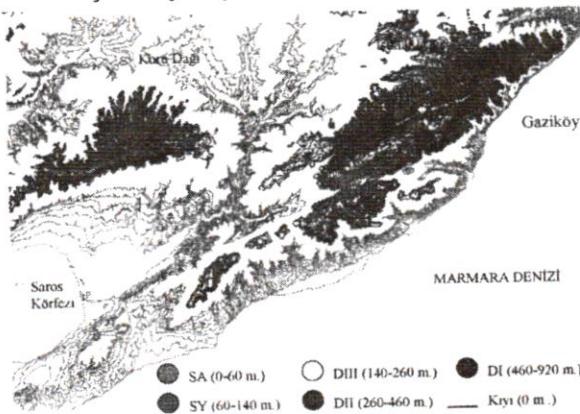
2.3 Jeomorfolojik Yüzeylerin Belirlenmesi

Aşınım şekilleri, çeşitli evrelerdeki birikim şekillerinin dış güçler etkisiyle aşınması sonucunda oluşan şekillerdir (Erol, 1993). Birikim şekillerinde yer yapısı egemen bir etmen olduğu halde, aşınım şekillerinde egemen etmen olarak oluşum sürecinin evresi ortaya çıkmaktadır. Genel olarak bir yerşeklinin gelişimi onun iç güçler yada volkanik etkinlik sonucu oluşumu ile başlar ve aşınım daha sonraki evrelerde etkili olur. Aşınımın etkili olduğu zamanlarda yerşekilleri biçim değiştirmeye, ufalanmaya ve hatta bu zaman içinde yok olmaya başlar. Jeomorfoloji de yerşekillerinin oluşumu, birbiriyle ilgi ve bağlılığının saptanması, olay ve şekillerinin yaşının, yerşekli birimlerinin ortaya konulması gerekir. Yani yeryüzü birimlerinin saptanması gerekir. Jeomorfolojik birimleri oluşturan aynı döneme ait morfoiklimatik şartlar altında şekillenen ve yerşekilleri jenerasyonları olarak değerlendirilen, aşınım yüzeyi sistemlerinin etkilediği tektonik hareketleri ve bu hareketlerin yerşekillerine yansımalarının bir bütün olarak değerlendirilmesi gerekir. Aşınım yüzeylerinin belirlenmesi amacıyla Erol'un geliştirdiği ve çalışmanın esasını oluşturan sistemde, aşınım yüzeyleri ve bunların yaşıt (korelan) çökeltileriyle birlikte değerlendirilmesi sonucunda aynı morfoiklimatik şartlarda oluşan yerşekli jenerasyonlarının ayırt edilebilmesi mümkün olmaktadır (Erol, 1979,1983a). Bu sistemde yerşekli jenerasyonları eskiden yeniye, yükseklerden çukurlara doğru sıralanıp isimlendirilmiştir (Erol 1983a,1991,1993a). Marmara ve Trakya havzaları çevresindeki yüksek yerlerde aşınım yüzeyleri üzerinde yapılan jeomorfolojik araştırmalarda, aşınım evreleri ile havzalarda o yüzeylerin korelanı olan formasyonlar arasında tam bir uyum olduğu belirtilmiştir (Siyako ve diğ.,1989). Bölgede yapılan çalışmalarda (Işıklar dağı ve Kuru dağı) aşınım yüzeyleri yüksekliklere göre eskiden yeniye doğru gruplandırılmıştır (Altın,1992, Eldeniz,1996). Tablo 2' de bu değerlendirme verilmiştir.

Tablo 2. Işıklar Dağı Yerçekli Jenerasyonları (Erol,1993, Altın1992, Eldeniz,1996)

YERŞEKLİ JENERASYONLARI	
SEMBOL	MORFOKLİMATİK ÖZELLİKLER
DI Aşınım Yüzeyi Sistemi	Alt-Orta Miosen Dönemi Sıcak - Nemli Şartlar, 470-924 m. arası
DII Aşınım Yüzeyi Sistemi	Üst Miosen Dönemi Kurak-Yarıkurak şartlar, 270-470 m. arası
DIII Aşınım Yüzeyi Sistemi	Üst-Pliosen Dönemi Subtropikal-Nemli Şartlar, 130-270 m. arası
SY Yüksek Seki Sistemleri	Enalt-Orta Pleistosen Dönemi Subtropikal-Nemli Şartlar, 50-130 m. arası
SA Alçak Seki Sistemleri	Üst-Pleistosen Dönemi Serin-Nemli Şartlar, 10-50 m. arası

Sayısallaştırılarak 20 m. de bir bilgisayar ortamına aktarılan eşyüksekti eğrileri arasında yüksekliklerine göre yüzeylerin belirlenebilmesi için gruplandırma yapılmıştır. Bu gruplandırmalar daha önce bölgede yapılan jeomorfolojik çalışmalar ve bu çalışmalarda yapılan eşyüksekti eğri grupları esas alınarak, belirlenecek yüzeylere göre değerlendirilmiştir. Amaç gruplandırılan bu haritanın eğim haritası ile birlikte sorgulanarak yüksekliklere göre aşınım yüzeylerinin analiz edilmesidir. Bütün yüzeyi ve bütün bilgileri birlikte değerlendirmek büyük alanlarda bilgi karmaşığı yaratır. Bu nedenle bilgi sistemi içinde değerlendirilen veriler arasında gerekli bilgilerin alınabilmesi için, verilerin birbirleri ile ilişkilendirilmesi günümüzde bilgisayar teknolojisine bağlı olarak bir zorunluluk haline gelmiştir (Kaya,2000b). Çalışmada yerçekilleri jenerasyonları (Tablo 2 deki gibi) SA, SY, DIII, DII ve DI sistemleri yüksekliklerine ve eğim değerlerine göre sorgulanmıştır. Aşınım yüzeyi yüksekliklerine göre sorgulanan eşyüksekti eğrilerinin oluşturduğu harita üzerine eğim haritası çakıştırılmıştır. Amaç bu yükseklikler arasında kalan düzlükleri tüm çalışma alanında belirlemektir. Hangi yüzeyler analiz edilecekse sadece o yüzeyler sorgulanarak bilgiye hızlı ulaşma olanağı yaratılmıştır. Çalışma alanının tamamında yapılan analiz sonucunda aşınım yüzeyleri bulunmuştur (Şekil 5) .



Şekil 4. Aşınım yüzeyleri yüksekliklerine göre sınıflandırılmış eşyüksekti eğrili harita (Orijinal ölçek 1/25000)



Şekil 5. Çalışma bölgesinin aşınım yüzeyleri

3. SONUÇLAR

Çalışma bölgesi olarak seçilen Işıklar dağı bölgesinde klasik yöntemlerle yapılan jeomorfolojik çalışmalar 1/25 000 haritalar üzerinden eşyüksekti eğrileri sayısallaştırılarak oluşturulan sayısal arazi modeli kullanılarak yapılmıştır. Yapılan sayısal arazi modelinden eğim haritası oluşturularak eğim gruplarına göre düzlükler ile (eğimi $< \% 5$) yamaçlar (eğimi $> \% 5$) çok hızlı bir şekilde ayırt edilmiştir. Yamaçlar az eğimli (eğimi $\% 5-10$), eğimli (eğimi $\% 10-20$), dik (eğimi $\% 20-40$) ve çok dik (eğimi $\% 40+$) yamaç olarak eğim gruplarına göre belirlenmiştir. Sayısal veriler elde edildikten sonra çok büyük alanlarda, çok kısa zamanda jeomorfoloji haritalarının temelini oluşturan eğim haritalarının bu yöntem kullanılarak yapılabileceği ispatlanmıştır. Ayrıca bu model üzerinden yüzey profillerinin elde edilmesi son derece kolay olmaktadır.

Sayısal arazi modeli üzerinden yüzey yamaç ilişkileri ortaya konarak daha önce bu bölgede yapılan çalışmalara paralel olarak 5 aşınım yüzeyi tespit edilmiştir. Bu yüzeyler jeomorfoloklar tarafından yapılan çalışmalar gruplandırılarak yapılmıştır. Bular; D-I (Alt-Orta Miyosen), D-II (Üst Miyosen), D-III (Üst Pleistosen), SY (Enalt-Orta Pleistosen), SA (Üst Pleistosen) yüzeyleridir ve klasik jeomorfolojik yöntemlere göre daha çabuk ve doğru olarak elde edilmiştir. Tablo 2'deki yerçekli jenerasyonları, eğim

haritası ve yüksekliklerine göre topografik harita sorgulanarak ayrı ayrı belirlenmiştir. Bu yüzeyler birleştirilerek bölgenin jeomorfoloji haritası elde edilmiştir (Şekil 5).

KAYNAKLAR

Altın, B.N., 1992. Işıklar (Ganos) Dağı ve Çevresinin Noetektonik Dönem Jeomorfolojik Tektonik Gelişimi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, İstanbul.

Cooke, U.R., Doornkamp, J.C., 1990. Geomorphology in Environmental Management, Second Edition, Oxford. UK.

Eldeniz, Ş., 1996. Keşan-Malkara-Koru Dağı Dolayının Jeomorfolojisi, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Deniz Bilimleri ve İşletmeciliği Enstitüsü, İstanbul.

Erdas Field Guide, 1991. Second Edition V.7.5, Erdas Inc. , Atlanta, USA.

Erol, O., 1979. Türkiye'de Neojen ve Kuaterner Aşınım Dönemleri, Bu Dönemlerin Aşınım Yüzeyleri ile Yaşı (Korelan) Tortullara Göre Belirlenmesi, TJD. Sayı:8, Sayfa 1-40.

Erol, O., 1983a. Fotojeoloji, Fotojeomorfoloji, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Matbaası, Ankara, Türkiye.

Erol, O., 1991. Geomorphological Evolution of Taurus Mountains, Turkey, Zeitschr für Geom.N-F.Supp. Bd. 82, 99-109.

Erol, O., 1993. Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemleri, İÜ. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü, Bülteni, Sayı:10, İstanbul.

Goudie, A., 1990. Geomorphological Techniques, Second Edition, Unwin Hyman Ltd, London, UK.

Kaya, Ş., 1999a. Uydu Görüntüleri ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Kuzey Anadolu Fayı Gelibolu-Işıklar Dağı Kesiminin Jeomorfolojik-Jeolojik Özelliklerinin İncelenmesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 114 sayfa, İstanbul.

Kaya, Ş., 2000a. Determination of Geomorphological Characteristics Around of The Işıklar Mountain By Using Remote Sensed Data and Digital Elevation Model, XIXth Congress of The International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS), 16-23 July 2000, Hollanda.

Kaya, Ş., 2000b. Analysis of Geomorphological Features Using Remotely Sensed Data and Digital Elevation Model: A Case Study , EARSEL Symposium, A Decade of Trans-European Remote Sensing Co-operation, 14-16 June 2000, Dresden, Almanya.

Kaya, Ş., Müftüoğlu, O., 1999b. Geomorphological-Geological Evaluation of the Gaziköy-Saroz Section of the Northern Anatolian Fault Zone Using Remote Sensing Data, EARSEL Symposium, Vallodolid, Spain, pp 509-513.

Siyako, M., Bürkan, A., Okay, A.İ., 1989. Biga ve Gelibolu Yarımadalarının Tersier Jeoloji ve Hidrokarbon Olanakları, TPJD.Bül., C.1-3, Sayfa 183-199, Ankara.