

Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknikleri Uygulanarak Erozyon Riski Taşıyan Alanların Belirlenmesi: Türkiye İçin Bir Örnek Uygulama

H. Ali GEMALMAZ, Hakan DEMİRBÜKEN, Hasan AZTOPAL, Nejdet ÇALIŞ
T.C. BAŞBAKANLIK DEVLET İSTATİSTİK ENSTİTÜSÜ
Uzaktan Algılama Şubesi - Coğrafi Bilgi Sistemleri Şubesi

ÖZ

Bu çalışmada, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama gibi yeni tekniklerin erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesinde uygulanabilirliğinin ortaya konulması amaçlanmıştır. Konya Karapınar bölgesi örnek alan olarak seçilmiş ve hesaplamalar için gerekli veriler toplanmıştır. Bu veriler ARC/INFO yazılımı kullanılarak sayısal ortama aktarılmıştır. İnceleme alanının Nisan 1993 LANDSAT5-TM görüntüsü ERDAS görüntü işleme yazılımı ile işlenmiştir. Görüntü ve coğrafi verilerin entegrasyonu ile gerekli analizler yapılarak inceleme alanında erozyon riski taşıyan alanlar tespit edilmiştir. Bu yöntemlerle elde edilen bilgilerin kullanım potansiyeli ve karar verici için önemi vurgulanmıştır.

1. GİRİŞ

Coğrafi Bilgi Sistemi: Coğrafi bir konuma bağlı olarak, grafik ve grafik olmayan tüm verilerin toplanmalarına, analiz edilmelerine, yönetilmelerine ve sunulmalarına olanak sağlayan fonksiyonları bünyesinde toplayan donanım ve yazılımlar bütünüdür. Diğer bir deyişle, coğrafi koordinatlara sahip verilerin analizlerine olanak sağlayan bilgisayar destekli yeni bir teknolojidir. Bu teknoloji sayesinde, gelişen dünyamızda son derece önemli bir konu haline gelen harita tabanlı verilerin ve diğer veri tabanlarının işlenmesi oldukça kolaylaşmış ve kullanıcılara büyük avantajlar sağlanmıştır. Bu teknoloji ile haritalar üzerinde konuma bağlı olarak sorgulamalar yapabilmeye olanağı elde edilmiştir. Böylece bölgelere bağlı olarak tablolama ile yapılan sorgulama, yerini tematik haritalara bırakmıştır. Coğrafi Bilgi Sistemlerinin bu özelliği, kullanıcılara ve karar vericilere kararların alınmasında çabukluk ve esneklik kazandırmıştır.

Uzaktan Algılama, yeryüzü nesnelere ve bunların çevreleri hakkında, hiç bir fiziksel ilişkiye girmeden, belirli bir mesafeden bilgi toplama tekniklerinin tümünü ifade eder. Nesnelere fiziksel ve/veya kimyasal özelliklerinin algılayıcı sistemler tarafından izlenmesi veya ölçülmesi uzaktan algılamanın veri kaynağını oluşturur. Bu veriler:

- Ortamda yer alan nesnelere tarafından kırılan, polarize edilen, yansıtılan ya da geri saçılan elektromanyetik radyasyonun ölçülmesiyle,
- Ortamda yer alan nesnelere kaynaklanan veya etkilenen, manyetik ya da çekim kuvveti gibi kuvvet alanlarının ölçülmesiyle,

c. Mekanik olarak oluşturulan akustik veya sismik dalgaların ortamdaki cisimlerden yansıyan ve/veya geçen oranlarının ölçümleriyle elde edilirler.

Genel olarak elektromanyetik radyasyonun ölçülmesini temel alan sistemlerin dört ana bileşeni vardır: Enerji kaynağı, yeryüzü ile olan etkileşim, atmosferle olan etkileşim ve alıcı sistem. Elektromanyetik radyasyonu ölçen sistemler, uygulama alanlarına bağlı olarak elektromanyetik spektrumdaki çeşitli aralıklarda ölçüm alırlar.

Disiplinler arası bir araç olması, uzaktan algılamaya özellikle çevre ile ilgili araştırmalarda veri kaynağı olarak son derece önemli bir rol yükler. Uzaktan algılama bu tür araştırmalarda hedef alanların kısa sürede ve etkili bir şekilde tespit edilebilmelerine olanak sağlar. Bu teknolojinin özelliği; verilerin güncelliği, sürekliliği, kolay erişimliliği ve tek seferde büyük bir alanı kaplamasıdır. Bu özellikler uzaktan algılamayı kullanıcılar açısından vazgeçilmez yapmaktadır. Diğer taraftan, bunlara ek olarak tematik olma özelliği ile uzaktan algılama, coğrafi bilgi sistemleri için son derece önemli bir veri kaynağıdır.

2. AMAÇ

Bu çalışmada, iki tekniğin birlikte kullanılmasının kullanıcılar ve karar vericiler açısından getireceği avantaj ve dezavantajların belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu uygulamada, CBS ve UA teknikleri bir arada kullanılarak toprak erozyonu riski taşıyan alanların belirlenmesi çalışma konusu olarak seçilmiştir.

Bu uygulamada daha önce geliştirilmiş bir model çerçevesinde yurdumuzda örnek alan olarak seçilmiş Konya Karapınar ilçesinin kuzeyinde yer alan 25 x 20 km'lik bir bölgede erozyon riski taşıyan alanlar oluşturulan coğrafi veritabanının sorgulanması ile tespit edilmiştir.

3. ÇALIŞMA YÖNTEMİ

Bu çalışmada, Avrupa Topluluğu CORINE Projesi çerçevesinde geliştirilmiş olan "Toprak Erozyonunu Değerlendirme Modeli" kullanılmıştır (şekil 1). Bu modelin çalışması için gereken veri tabanlarının oluşturulmasında ve bunların değerlendirilmesinde ARC/INFO coğrafi bilgi sistemi yazılımı ile ERDAS görüntü işleme programı kullanılmıştır.



TOPRAK YAPISI
0 ÇIPLAK KAYA
1 C, SC, ZC
2 SCL, CL ZCL, LS, S
3 L, ZL, Z, SL

TOPRAK DERİNLİĞİ
0 > 75cm
1 25 - 75 cm
2 < 25 cm

TAŞLILIK
1 > 10 %
2 < 10 %

TOPRAK AŞINMASI
0 0
1 0 - 3
2 3 - 6
3 > 6

FOURNIER İNDİSİ
1 < 60
2 60 - 90
3 91 - 120
4 121 - 160
5 > 160

BAGNOULS-GAUSSEN
KURAKLIK İNDİSİ
1 0
2 1 - 50
3 51 - 130
4 > 130

AŞINDIRICILIK
1 < 4
2 4 - 8
3 > 8

EĞİM AÇISI
1 < 5 %
2 5 - 15 %
3 15 - 30 %
4 > 30 %

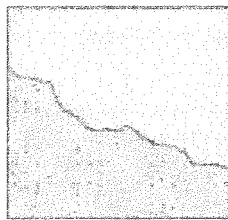
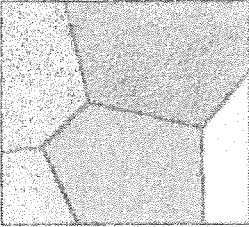
YÜZEY ÖRTÜSÜ
1 TAMAMEN KORUNAN
2 KORUNMAYAN

POTANSİYEL EROZYON RİSKİ

0 0
1 0 - 5
2 6 - 11
3 > 11

GERÇEK EROZYON RİSKİ

0 YOK
1 DÜŞÜK
2 ORTA
3 YÜKSEK

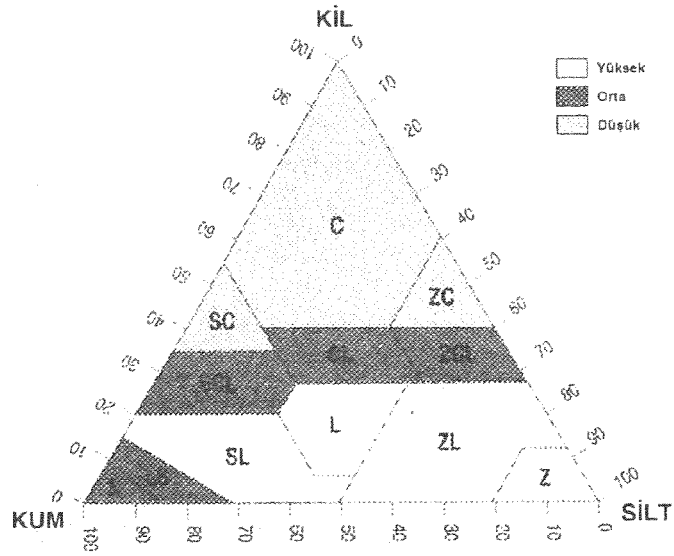


Şekil 1. Toprak Erozyonunu Değerlendirme Modeli (CORINE,1992).

3.1. Toprak Aşınabilirliği

Toprak aşınabilirliği, toprağın erozyona duyarlılığını ifade eder ve temel olarak toprağın yapısal kararlılığı ile yağışı emebilme özelliğine bağlıdır. Toprak aşınabilirliğinin hesaplanmasında toprağın üç değişik özelliği kullanılmıştır: Toprak yapısı, toprak derinliği ve taşlılık. Toprak yapısı sınıflaması USDA yapısal sınıflandırması esas alınarak yapılmıştır (CORINE, 1992). USDA toprak sınıflandırması, toprağı oluşturan temel bileşenlerinin % olarak oranlarına göre yapılır (şekil 2). Toprağı oluşturan bileşenler tane boylarına göre şu şekilde adlandırılırlar:

KİL (C).....< 0.002 mm
SİLT (Z)..... 0.002 - 0.05 mm
KUM (S)..... 0.05 - 2.00 mm



Şekil 2. USDA yapısal toprak sınıflandırması diyagramı (CORINE, 1992).

USDA sınıflandırmasına bağlı olarak toprak yapısı sınıfları, model gereği aşağıdaki gibi oluşturulmuştur.

SINIF	TANIM	YAPI
1	AZ AŞINIR	C, SC, ZC
2	ORTA AŞINIR	SCL, CL, ZCL, LS, S
3	YÜKSEK AŞINIR	L, ZL, Z, SL

Toprak derinliği ise mm cinsinden toprak profilinin derinliğini ifade eder ve şu şekilde sınıflandırılmıştır.

SINIF	TANIM	DERİNLİK
1	AZ AŞINIR	> 750 mm
2	ORTA AŞINIR	250 - 750 mm
3	YÜKSEK AŞINIR	< 250 mm

3.3. Topoğrafya

Topoğrafya potansiyel erozyon riski taşıyan alanların belirlenmesinde en önemli faktördür. Erozyon, eğimin kritik bir değeri aşmasıyla önem kazanır. Bu değerden sonra eğim açısıyla erozyon arasında logaritmik bir ilişki söz konusu olur. Erozyon topoğrafik yapıya bağlı olarak değişim göstereceğinden topoğrafyanın detaylı incelenmesi gerekir. Bu amaçla inceleme alanının 1/25000 ölçekli topografik haritaları kullanılarak sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. Sayısal arazi modelinden üretilen eğim haritasının toprak erozyonunu değerlendirme modeline göre sınıflandırılmasıyla eğim indisleri hesaplanmıştır.

EĞİM İNDİSİ	TANIM	EĞİM AÇISI (%)
1	ÇOK AZ - DÜZ	< 5
2	AZ	5 - 15
3	YÜKSEK	> 15 - 30
4	ÇOK YÜKSEK	> 30

3.4. Bitki Örtüsü

Bitki örtüsü toprak erozyonunu değerlendirme modelinin en can alıcı noktasını oluşturmaktadır. Çünkü, faktörler içinde aşınmaya en açık olanıdır ve erozyon kontrolünü doğrudan elinde tutan etkindir. Bu çalışmada inceleme alanında bulunan bitki örtüsü ve arazi kullanım sınıflarının belirlenmesinde Nisan 1993 tarihli LANDSAT5-TM görüntüsü kullanılmıştır (Ek 1). Diğer coğrafi bilgilerle entegre edebilmek için, ilk olarak görüntünün coğrafi düzeltilmesi yapılmıştır. Sınıfların belirlenmesinde en çok olabilirlik metodu (Maximum Likelihood Method) kullanılmıştır. Sınıflandırma sonucunda inceleme alanındaki sürekli bitki ile kaplı alanlar (ormanlık, çalılık ve ağaçlık), tarım alanları, yerleşim alanları, boş alanlar ve su ile kaplı alanlar belirlenmiştir. Daha sonra CBS kullanımı için elde edilen veriler vektör formata dönüştürülmüştür. Model kapsamında kullanabilmek için belirlenen sınıflar üç ana grupta toplanmıştır:

SINIF	TANIM
0	Bitki örtüsü bulunmayan alanlar
1	Tamamen korunan alanlar
2	Tamamen korunmayan alanlar

3.5. Potansiyel Toprak Erozyonu Riski

Potansiyel olarak toprak erozyonu riski taşıyan alanların belirlenmesinde toprak aşınabilirliği,

Büyük FI değerleri yüksek değişkenliği gösterirken, düşük değerler yağışın eşit dağılıma sahip olduğu alanları tanımlar. Erozivitenin saptanması için FI değerleri şu şekilde sınıflandırılmıştır:

SINIF	TANIM	ARALIK
1	ÇOK DÜŞÜK	< 60
2	DÜŞÜK	> 60 - 90
3	ORTA	> 90 - 120
4	YÜKSEK	> 120 - 160
5	ÇOK YÜKSEK	> 160

FI değeri yalnızca yağıştaki dağılımı gösterirken, iklimdeki kuraklığı hesaba katmaz. Bunun yanısıra bitki örtüsünün azalmasına, dolayısıyla toprak erozyonunun artmasına neden olan nem dağılımını da göz önüne almaz. Bunun için erozivitenin hesaplanmasında ikinci bir indis kullanılmıştır: Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi (BGI):

$$BGI = \sum_{i=1}^{12} (2t_i - P_i)k_i$$

Burada;

t_i : Aylık ortalama sıcaklık (°C),

P_i : Aylık toplam yağış (mm),

k_i : $2t_i - P_i > 0$ olduğu ay için oran.

Yine erozivitenin hesaplanabilmesi için BGI değerleri aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

SINIF	TANIM	ARALIK
1	NEMLİ	0
2	ISLAK	> 0 - 50
3	KURU	> 50 - 130
4	ÇOK KURU	> 130

Bu iki iklim indisinin çarpımı ile Erozivite indisi bulunur. Hesaplanan indisin sınıflandırılmasıyla inceleme alanında erozivitenin alansal dağılımı bulunur.

INDIS	TANIM	ARALIK
1	DÜŞÜK	< 4
2	ORTA	4 - 8
3	YÜKSEK	> 8

İklim indislerinin hesaplanmasında, inceleme alanında ve yakın çevresinde yer alan Devlet Meteoroloji İşleri Gn. Md.'nün gözlem istasyonlarına ait, 1981-1990 yılları arasındaki on yıllık bir dönemi kapsayan aylık toplam yağış ve aylık ortalama sıcaklık değerleri kullanılmıştır. Elde edilen verilerle iklim veri tabanı oluşturulmuş ve model çerçevesinde bunun analizi yapılarak inceleme alanının erozivite haritası elde edilmiştir.

Taşlılık ise toprak yüzeyinin taşla kaplı olmasını ifade eder ve şöyle sınıflandırılır.

SINIF	TANIM	TAŞLILIK (% alan)
1	TAMAMEN KORUNAN	> 10
2	TAMAMEN KORUNMAYAN	≤ 10

Toprak aşınabilirliği bu üç özneliliğin çarpımları sonucu bulunur:

$$TAI = YS \times DS \times TS$$

Burada;

TAI : Toprak aşınırılık indisi,

YS : Toprak yapı sınıfı,

DS : Toprak derinlik sınıfı,

TS : Taşlılık sınıfı.

Bu işlemin sonucunda toprak aşınabilirliği aşağıdaki gibi sınıflandırılmıştır:

İNDİS	TANIM	ARALIK
1	DÜŞÜK	> 0 - 3
2	ORTA	> 3 - 6
3	YÜKSEK	> 6

Bu sınıflara ek olarak, toprak örtüsü olmayan alanlar için (yerleşim alanları, çıplak kayalar ve su ile kaplı alanlar) TAI sıfır alınır.

Toprak aşınabilirliğinin bulunmasında kullanılan parametrelerin alansal dağılımı, Köy Hizmetleri Gn. Md.'nün Konya İli Arazi Varlığı Raporu'nda (1992) yer alan 1/100000 ölçekli toprak haritalarının sayısallaştırılması ile elde edilmiştir. İlgili veri tabanı oluşturulduktan sonra, bunların analiz edilmeleri ile inceleme alanına ait toprak aşınabilirlik haritası elde edilmiştir.

3.2. Erozivite

Yağmur erozyonu temel olarak yağışın şiddetine ve miktarına bağlı olarak gelişir. Model kapsamında erozivitenin bulunması için iki indisin hesaplanması yoluna gidilmiştir. Bunlardan birincisi yağışın değişkenliğini tanımlayan Fournier İndisidir (FI):

$$FI = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{\bar{P}}$$

Burada;

P_i : Aylık toplam yağış (mm),

\bar{P} : Yıllık ortalama yağış (mm).

erozivite ve eğim indisleri kullanılmıştır:

$$PTERI = TAI \times EI \times SI$$

Burada;

PTERI : Potansiyel toprak erozyonu riski indisi,

TAI : Toprak aşınırılık indisi,

EI : Erozivite indisi,

SI : Eğim indisi.

PTERI kullanılarak potansiyel toprak erozyonu riski haritası elde edilmiştir.

İNDİS	TANIM	ARALIK
0	YOK	0
1	DÜŞÜK	> 0 - 5
2	ORTA	> 5 - 11
3	YÜKSEK	> 11

3.6. Gerçek Toprak Erozyon Riski

Gerçek toprak erozyonu riski taşıyan alanların belirlenmesinde, inceleme alanına ait bitki örtüsü ve arazi kullanımı verileri ile potansiyel erozyon riski verileri kullanılmıştır. Çünkü toprak erozyonunun varlığını ve derecesini, gerçekte o andaki bitki örtüsü ve arazi kullanımı belirler. Model gereği gerçek toprak erozyonu riski taşıyan alanlar şu şekilde belirlenir.

GTERİ		PTERİ			
		YOK 0	DÜŞÜK 1	ORTA 2	YÜKSEK 3
BİTKİ ÖRTÜSÜ	0	0	1	1	2
	1	0	1	2	3

4. SONUÇLAR

İnceleme bölgesinde erozyon riski taşıyan alanlar, Avrupa Topluluğu CORINE projesi kapsamında geliştirilmiş olan "Toprak Erozyonunu Değerlendirme Modeli" esas alınarak saptanmıştır (Ek 2). Erozyon riski haritasında da görüldüğü gibi, bitki örtüsünün bulunmadığı yüksek eğime sahip alanlarda erozyon riski yüksektir, buna karşılık eğimin sifıra yakın olduğu alanlar ile kalıcı bitki örtüsünün bulunduğu yerlerde erozyon riski düşüktür. Diğer taraftan yüksek eğime sahip, fakat üzerinde kalıcı bitki örtüsü bulunan alanlarda erozyon riski düşmektedir. Çalışma alanında tarım amaçlı kullanılan yerler ise orta derecede risk taşıyan gruba dahildir.

Bitki örtüsü dışında kalan diğer verilerin analiz edilmesiyle potansiyel olarak erozyon riski taşıyan alanlar tespit edilmiştir. Uzaktan algılama ile elde edilen bilgiler ise erozyona açık alanların belirlenmesinde kullanılmıştır. Böylece uzaktan algılama teknikleri ile elde edilen verilerin, bu tür CBS modellerinde sonucu etkileyici bir rol oynadıkları ortaya çıkmaktadır.

5. ÖNERİLER

Bu tür entegrasyonlarda karşılaşılabilecek problemler ve bunların çözümleri şu şekilde sıralanabilir:

- a. Güncel olmayan haritalar ve görüntüler arasında detay koordinasyonunun sağlanamaması oldukça önemli bir problemdir. Ayrıca sayısallaştırılması gereken haritalarda kontrol noktası olarak kullanılacak ayrıntıların yeterli olmaması ve olanların ise gerekli duyarlılıkta haritaya geçirilmemiş olması da ayrı bir sorun kaynağıdır (bu çalışmada toprak haritalarında olduğu gibi).
- b. Uydu görüntülerinin mekansal çözümlerinin düşük olmasından dolayı; bina, yol, köprü vb. gibi detayların uydu görüntülerinden yeterli duyarlılıkta tespit edilememeleri ve bundan dolayı bu tür bilgilerin CBS veri tabanlarına hassas bir şekilde aktarılamaması da bir başka problemi oluşturmaktadır.
- c. CBS ve UA tekniklerinin entegrasyonunda, raster formatındaki uydu verilerinin vektör formatındaki veriye dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için raster-vektör dönüşümüne olanak sağlayan CBS yazılımlarına ihtiyaç vardır.
- d. Bir diğer sorun ise, uydu verilerinden oluşturulan veri tabanlarının büyüklüğü nedeniyle mevcut donanımın bu tür bir entegrasyonda yeterli performansı sağlayamamasıdır.

CBS ve UA tekniklerinin entegrasyonu, mevcut verilerin güncelleştirilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca uydu verilerinin sürekliliğinden ötürü oluşturulan veri tabanının güncelleştirilmesi de buna bağlı olarak devamlılık gösterecektir. Güncelleştirilmiş tematik verilerin en kısa sürede karar vericilere ulaştırılması, kararların daha çabuk ve etkin bir şekilde alınmasını mümkün kılacaktır. Sürat, devamlılık, bütünlük, güncellik ve doğruluk bu tür verilerin en önemli özelliğidir. Bu da kullanıcılar açısından büyük önem taşımaktadır.

Sonuç olarak diyebiliriz ki; CBS ve UA teknikleri işlevsel ve yapısal olarak farklılık göstermelerine rağmen, uygulamada bir çok alanda birbirlerini tamamlayan sistemlerdir.

KAYNAKLAR:

1. CORINE, 1992, Soil Erosion Risk and Important Land Resources In The Southern Regions Of The EC, DG Environment, Consumer Protection and Nuclear Safety B-1409 Brussels, p 97.




2. Harita Genel Komutanlığı, 1/25000 Ölçekli Karaman Topoğrafik Harita Paftaları.

3. T.C. Tarım Köyişleri Bakanlığı Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, 1992, Konya İli Arazi Varlığı Raporu, İl Rapor No: 42, Ankara.

EK-1 İnceleme alanının Haziran 1993 tarihli LANDSAT5-TM görüntüsü.



BAND KOMBİNASYONU

-  4. BAND (0.76-0.90 μ m)
-  7. BAND (2.08-2.35 μ m)
-  3. BAND (0.63-0.69 μ m)