

Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon Tehlikesinin Değerlendirilmesi*

Emel EROL¹

Mustafa R. ÇANGA²

Geliş Tarihi: 13.03.2003

Özet: Bu çalışmada Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) yardımıyla potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi alanlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışma alanı olarak Mihaliçcik ilçesi toprakları seçilmiş ve çalışmada CORINE yöntemi kullanılmıştır. Elde edilen erozyon parametreleri yöntem gereği incelenmiş, potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi haritaları bulunmuştur. Potansiyel erozyon tehlikesi haritası sonucuna göre çalışma alanının %44' ünün düşük, %52' sinin orta, %4' ünün ise yüksek erozyon tehlikesi gösterdiği belirlenmiştir. Gerçek erozyon tehlikesi haritası sonuçlarına göre ise alanın, %31' i düşük, %20' si orta, %49' unun yüksek derecede erozyona maruz kaldığı görülmüştür. Çalışma sonuçlarına göre, bitki örtüsü ve arazi kullanım durumunun gerçek erozyon tehlikesini büyük ölçüde etkilediği görülmüştür. CORINE yönteminin Türkiye arazilerinin niteliksel potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi haritalarının oluşturulabilmesinde çok ucuz, anlaşılabilir ve kolay uygulanabilinen bir yöntem olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: erozyon, coğrafi bilgi sistemi, CORINE yöntemi, Mihaliçcik

Erosion Risk Assessment Using Geographic Information System Tecniq

Abstract: The aim of this study is to determine potential and actual erosion risk areas using Geographic Information System (GIS). Mihaliçcik district soils was selected as practising area and CORINE method was used. Required erosion parameters analyzed and potential and actual erosion risk maps were prepared. It is observed that %44 of area has low, %52 of area has medium and %4 of area has high erosion risk as a result of potential erosion risk map. It is also reported that %31 of area has low, %20 of area has medium and %49 of area has high erosion risk as a result of actual erosion risk map. Results showed that land cover and land use were affective on actual erosion. It is concluded that CORINE method was low cost, user friendly, and easily applicable to determine potential and actual erosion risk in Turkey.

Key Words: erosion, geographic information system, CORINE method, Mihaliçcik

Giriş

Erozyon koruma önlemlerinin alınabilmesi için öncelikle erozyon alanlarının biran önce belirlenmesi gerekmektedir. Türkiye'nin seçilmiş bir kaç alanı dışında güncelleştirilmiş bir erozyon haritası bulunmamaktadır. Alansal olarak erozyon çeşidinin ve miktarının bilinmesi, toprak-su koruma önlemlerinin alınmasını kolaylaştıracaktır. Çalışmalara hızlilik kazandırabilmek amacıyla geleneksel yöntemlerin dışında gelişen teknolojilere ayak uydurulması artık bir zorunluluk haline gelmiştir. Son zamanlarda kullanım alanı gittikçe artan Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniği erozyon çalışmalarında da kullanılmakta ve verimli sonuçlar alınmaktadır. Bilgisayar teknolojilerinin gelişmesiyle bu alan içinde birtakım yeni erozyon metodolojileri geliştirilmiştir.

Bu çalışmada, seçilmiş alanın erozyon durumunun belirlenmesi ve haritalandırılmasında CORINE yöntemi kullanılmıştır (Anonymous 1992). Yöntem gereği toprağın erozyona duyarlılığı, iklimin erozyona etkisi, eğim ve bitki örtüsü faktörleri ayrı ayrı incelenip, alanın potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi belirlenmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanının özellikleri: Çalışma alanı, Eskişehir ili Mihaliçcik ilçesinin yaklaşık 7 km kuzey batısında yer alan Kabağın deresinin bulunduğu havzadır. Alan, Çamın, Karagöz, ve Çörten kuru derelerini içine almakta ve bu kuru dereler Kabağın deresini beslemektedir. Bunun yanında çalışma alanında Köyaltı sırtı, Kırtıllı sırtı ve Kabağındoruk sırtı yükseltileri de bulunmaktadır. Kabağın deresi drenaj ağı Dağcı, Aydınlar ve Kayı köyleri arasında uzanmaktadır. Kabağın havzası yaklaşık 5 km²'lik alana sahip olup, deniz seviyesinden yüksekliği 1235 m'dir.

Dere yataklarına yakın olan kısımlarda meşelik alanlarla kaplı olduğu, düzleşen ve genişleyen daha üst kısımlarda küçük bağ-bahçe ve kuru tarım yapıldığı görülmüştür. Kuru tarım yapılan alanların şu andaki durumu arpa, buğday ve nadas alanları şeklindedir. Bunun yanında köy yakınları badem, elma ve söğüt ağaçlarıyla yoğunlaşmış ayrıca altlık bilgisi olarak nohut yetiştiriciliği de yapılmaktadır.

* Yüksek Lisans Tezi'nden hazırlanmıştır.

¹ DİE, Su İst. ve Doğ. Kay. Muh. Şb.-Ankara

² Ankara Üniv. Ziraat Fak. Toprak Bölümü-Ankara

Eskişehir İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu'na (1970a) göre çalışma alanı kahverengi orman topraklarını bulundurmakta ve intrazonal toprakların kalsimorfik grubuna dahil olması nedeniyle de karakteristik özelliği, yüksek derecede kireç içeriğine sahip ana madde üzerinde gelişmesidir.

Havzanın en üst kesimine doğru, Aydınlar köyü civarında geniş asbest yatakları ile karşılaşmıştır. Bu alanda hiçbir bitki örtüsüne rastlanmamıştır.

Çalışma alanı tipik Orta Anadolu iklimine sahiptir. 1983-1992 yılları arası aylık yağış verileri değerlendirmeye alınmış ve bu veriler Çizelge 1'de verilmiştir. Aylık ortalama sıcaklığı 8,87°C, ortalama yıllık yağış miktarı 498,95 mm'dir (Anonim 1995). Yağış ve sıcaklık dönemleri oldukça düzensiz olmakla birlikte, soğuk bir iklime sahiptir.

Çalışmada kullanılan materyaller: Bu çalışmada, CORINE yöntemine göre erozyon durumunun belirlenmesinde gerekli olan erozyon parametreleri için esas alınan sınırlar arazi etüdü esnasında çizilen sınırlardır. Bunun yanında Eskişehir İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu, 1/100000 ölçekli toprak haritaları da göz önünde bulundurulmuştur (Anonim 1970b). Eğim haritasının elde edilmesinde 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaların i26-b3 numaralı paftası kullanılmıştır (Anonim 1985). Meteorolojik veriler Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiştir. Elde edilen veriler Windows NT, ArcInfo 7.2.1., ArcView 3.1. yazılımları kullanılarak değerlendirilmiştir.

CORINE yöntemi: Erozyon tehlikesi değerlendirmesinin yapılmasında CORINE yöntemi kullanılmıştır. CORINE, Avrupa Topluluğu ülkeleri tarafından ekonomik gelişmeyi sağlamak, çevresel ve doğal kaynak yönetim politikalarını iyileştirmek amacıyla 1985 yılında geliştirilmiş olan bir programdır.

CORINE yöntemi gereği, erozyon tehlikesi değerlendirmesi çalışmalarında toprak aşınabilirliği (erodibilite), aşındırıcı güç (erozivite), topoğrafya ve arazi örtüsü gibi önemli dört parametre incelenmektedir (Anonymous 1992). Bu parametrelerden her biri ayrı katmanı (coverage) oluşturmuş ve akış şeması halinde Şekil 1.'de verilmiştir.

Toprak aşınabilirliği, toprağın yağış ve rüzgar gibi aşındırıcı güçlere karşı gösterdiği hassasiyettir. Modelde toprak bünyesi, taşlılık ve derinlik parametreleri birlikte incelenmekte, sonuç olarak toprak aşınabilirliği değeri belirlenmektedir. Toprak bünye sınıflaması, USDA bünye sınıflamasına göre yapılmakta ve CORINE yöntemine göre yeniden kod değerleri verilmektedir.

Erozyonun bir göstergesi olan toprak taşlılığı sınıflaması için arazi yüzeyinde çapı 20 mm' den büyük taşların bulunma yüzdesi dikkate alınarak sınıflandırma yapılmaktadır.

Erozyon bakımından önemli olan, toprak su tutma kapasitesini ve su geçirimsizliğini belirleyen toprak derinliği, toprak yüzeyinden ana kayaya kadar olan düşey mesafe olarak tanımlanmakta ve sınıflandırılmaktadır.

Toprak taşlılığı, bünyesi, derinliği faktörlerinin birlikte değerlendirilmesiyle toprak aşınabilirlik indeksi bulunmaktadı. Bu indeks diğer değiştirici faktörler (organik madde, ana materyal ve bitişikte ana kaya uzantısının varlığı) temel alınarak bir sınıf yükseğe ayarlanabilir.

Aşındırıcı güç (erozivite), toprağa aşındırıcı güç olarak etki eden yağış verileri kullanılarak sadece Fournier yağış indeksi (FI) kullanılmış olup Bagnouls Gausson kuraklık indeksi hesaplamaya dahil edilmemiştir. FI her yıl için hesaplanmış ve sonra yıllar ortalaması alınmıştır.

Erozyon ile eğim derecesi ve eğim uzunluğu arasında önemli bir ilişki olduğu belirtilmektedir. CORINE yönteminde topoğrafik faktör ortalama maksimum bölgesel eğim açısına (%) göre belirlenmektedir. Topoğrafya verileri, hava fotoğrafları, uydu görüntüleri ve mevcut topoğrafik haritaları ile sayısal arazi modellerinden her bir km² grid aralığına göre elde edilmektedir.

Toprak erozyonu çalışmalarında tarım alanı, çıplak alan, ormanlık ve mera alanlarının değişik oranlarda erozyon değerine sahip olduğu ve çalışmalarda mutlaka kullanılması gerektiği belirtilmiştir. Bitki örtüsü verilerinin toplanmasında hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri kullanılmaktadır (Aranoff 1991).

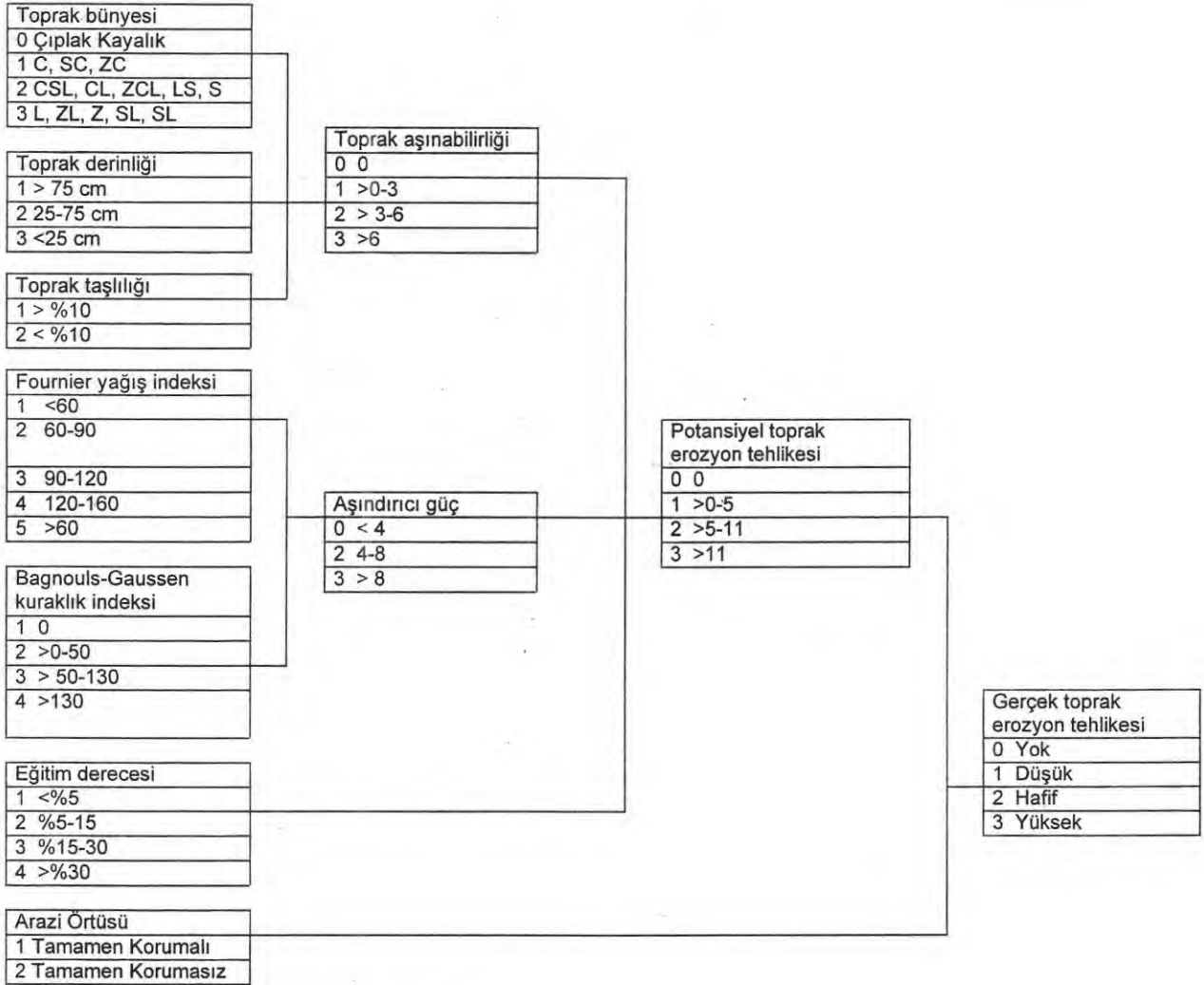
CORINE yöntemi için gerekli olan bu parametreler elde edildikten sonra yöntem gereği bir takım sınıflandırma, kodlama ve hesaplamalar yapılmakta, sonuç olarak potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi değerleri bulunmaktadır.

Potansiyel erozyon tehlikesi, arazi kullanımı ve bitki örtüsü durumuna bakmaksızın toprağın erozyon hassasiyeti olarak tanımlanmaktadır. Potansiyel erozyon tehlikesi olabilecek en kötü durumdur ve aşınabilirlik indeksi, aşındırıcı güç indeksi ve eğim indeksinin birlikte değerlendirilmesi sonucu elde edilmektedir.

Potansiyel erozyon tehlikesi yanında bitki örtüsü ve arazi kullanım durumunun da incelenmesi ve bunların birlikte değerlendirilmesi sonucunda gerçek erozyon tehlikesi oluşturulmaktadır. Gerçek erozyon tehlikesinin

Çizelge 1. Mihalicık meteoroloji istasyonu ortalama yağış ve sıcaklık değerleri (1983-1992)

Aylar	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Yağış (mm)	55.24	40.56	47.03	63.18	40.84	33.95	30.60	11.34	11.37	39.9	56.82	67.12



Şekil 1. Toprak erozyonunu değerlendirme modeli

tahmininde potansiyel erozyon tehlikesi ile arazi kullanımı ve bitki örtüsü durumu kullanılmıştır.

Arazi çalışmaları: Çalışma başlangıcında ilk önce arazi etüdü yapılmıştır. Toprak ve topoğrafik haritaları, arazi kullanım durumu dikkate alınarak 10 adet yüzey toprak örneği (0-20 cm) alınmıştır. Mevcut haritalar yardımıyla arazi birbir gözlemlenerek alanın olabilecek taşlılık, derinlik, bünye sınırları, bitki örtüsü sınırı ayrı ayrı çizilerek taslak haritalar oluşturulmuştur. Bu işlemler, arazi birbir dolaşarak altlık materyal olarak kullanılan toprak ve topoğrafik haritalar yardımıyla yapılmıştır. Alanda çizilmiş olan bu taslak haritalar büro çalışmalarında da desteklenerek yöntemde kullanılmıştır.

Laboratuvar çalışmaları: Alınan 10 adet toprak örneği laboratuvara getirilmiş, havada kurutulup 2 mm' lik elekten geçirilerek analizler için hazırlanmıştır. Bu örneklerde organik madde miktarı, toprak reaksiyonu (pH) (Jackson 1958), kalsiyum karbonat (Kacar 1995), elektriksel iletkenlik (EC) (Richards 1954) ve bünye analizleri (Bouyoucus 1951) yapılmıştır.

Büro çalışmaları: İlk olarak seçilmiş olan havza sınırı topoğrafik harita üzerinde belirlenmiş ve bu sınır sayısallaştırılarak, bilgisayar ortamına ayrı bir katman olarak aktarılmıştır. Daha sonra hazırlanacak olan diğer erozyon parametrelerinin koordinatları ve sınırları CORINE yöntemi çakıştırma işlemi hata yaratmaması açısından oluşturulan bu havza sınır ve koordinatları dahilinde yapılmıştır (Anonymous 1997). Çalışma alanından alınan toprak örneklerinin bünye analizi yapılmış ve CORINE sınıflandırma sistemine göre sınıflandırılıp kodlanmıştır. Buna göre alanın, düşük aşınabilirliğe sahip olan killi toprakları 1. sınıf, orta aşınabilirliğe sahip olan killi tınlı toprakları 2. sınıf, yüksek aşınabilirliğe sahip olan tınlı, kumlu tınlı toprakları ise 3. sınıf olarak tanımlanmıştır. Bu sınıflandırma, toprak örneğinin alındığı nokta baz alınarak toprak ve topoğrafik haritalar yardımıyla yerinde yapılmış taslak haritaların sayısallaştırılmasıyla bilgisayar ortamına aktarılmıştır.

Diğer erozyon parametrelerinde de yerinde yapılmış ölçüm ve çizilmiş olan taslak haritalar kullanılmış ve sayısallaştırılmıştır. Buna göre çalışma alanının, toprak

derinliği bakımından orta aşınabilirliğe sahip derinliği 25-75 cm arası olan alanlar 2. sınıf, yüksek aşınabilirliğe sahip derinliği 25 cm' den düşük olan alanlar ise 3. sınıf alanlar şeklinde tanımlanmıştır.

Toprak taşlılığı bakımından alanın yüzeyinde bulunan çapı 20 mm' den büyük taşlar dikkate alınmıştır. Buna göre taşlılık sınıfları arazi yüzeyinde taşlılık yüzdesi 10' dan büyük olduğu durumlar için tamamen korumalı 1. sınıf, 10' dan küçük olduğu durumlar için tamamen korumasız 2. sınıf şeklinde oluşturulmuştur.

Hazırlanan parametrelerin grafik ve grafik olmayan bilgileri ayrı ayrı girilip ilgili katmanlar oluşturulmuş ve yöntemde değerlendirilmiştir. Toprak bünyesi, toprak taşlılığı, toprak derinliği birlikte değerlendirilerek toprak aşınabilirlik indeksi bulunmuştur.

Toprak aşınabilirlik indeksi =
Bünye sınıfı x Derinlik sınıfı x Taşlılık sınıfı

Toprak aşınabilirliği hesabı sonucuna göre 0-3 arası düşük indeks olarak 1, 3-6 arası orta indeks olarak 2, >6 yüksek indeks olarak 3 kodları verilecek şekilde üç sınıf oluşturulmuştur.

Fournier yağış indeksinin (FI), 1983-1992 yıllarına ait aylık yağış verilerinden yararlanılmıştır.

$\sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P_i}$ formülü ile hesaplanmıştır.

Her yıl için FI değeri bulunmuş sonra 10 yılın FI değerlerinin ortalaması alınmıştır.

Hesaplamalar sonucunda FI = 68,62 bulunmuştur.

Bu değer, 68,62>60 olduğu için FI değeri düşük ve 2. sınıfa girmektedir.

EI = FI
EI = 2

Çalışma alanının meteorolojik verilerinin değerlendirilmesinde sadece bir istasyon kullanılmış ve alan içindeki tüm noktalar için bu veriler kabul edilmiştir. Elde edilen veriler, ayrı bir harita oluşturulup sunulmamış fakat yöntem içindeki çakıştırmada kullanılmak üzere ayrı bir katman altında toplanmıştır.

Topoğrafya indeksi için alanın 1/25000 ölçekli topoğrafik haritası sayısallaştırılıp yükseklik verileri girilmiş, sayısal arazi modeli oluşturulmuştur. CORINE yöntemi için gerekli olan eğim haritası bu sayısal arazi modelinde kareler ağı yöntemine göre hazırlanmıştır. 25 m aralıklı kareler ağı yönteminde çalışma alanı karelere bölünmüş, herbir kare içine düşen sayısal değer ayrı ayrı hesaplanıp Visual Basic 4.0.' da yazılmış ilave bir program ile eğim değerlerine göre sınıflandırma yapılmıştır. Çalışma alanı oldukça küçük bir alan olduğu için kullanılan programda yeterli detay sağlanamamış bundan dolayı ilave bir programın kullanılmasına ihtiyaç duyulmuştur. Burada, <5 hafif-düz eğim 1 kodunu, 5-15 arası hafif eğim

2 kodunu, 15-30 arası dik eğim 3 kodunu, >30 çok dik eğim 4 kodunu alacak şekilde eğim indeksi dört sınıfa ayrılmış ve yöntemde bu şekilde kullanılmıştır.

Bitki örtüsü sınırı, toprak ve topoğrafik haritalardan yararlanarak tamamen arazi gözlemleri ile çizilmiştir. Arazide çizilmiş olan bu taslak harita sayısallaştırılarak poligonlar oluşturulmuş ve veri tabanına girilmiştir. Ormanlık, çalılık ve otlak alanlar tamamen korumalı ve indeks olarak 1, tarım alanları ve çıplak alanlar tamamamen korumasız ve indeks olarak 2 kodu ile gösterilmiştir.

Yöntemin akış şemasına göre elde edilen veriler değerlendirilmiş ve potansiyel erozyon tehlikesi haritası oluşturulmuştur. Tamamen çarpma ve katman çakıştırmaya işlemlerinin gerçekleştirildiği bu aşamalardan sonra çakıştırılan katmanların sınıf değerleri tek katman altında toplanmıştır. Elde edilen potansiyel erozyon tehlikesi katmanındaki sınıflar CORINE yöntemine göre yeniden sınıflandırma yapılmış ve düşük erozyon alanlarına 1 kodu, orta erozyon alanlarına 2 kodu, yüksek erozyon alanlarına 3 kodu verilmiştir.

Potansiyel erozyon tehlikesi haritası ile bitki örtüsü ve arazi kullanım durumu katmanlarının birlikte irdelenmesi sonucunda gerçek erozyon tehlikesi haritası oluşturulmuştur.

Oluşturulan haritalar ArcView 3.1. ortamına aktarılarak sunum haritaları hazırlanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Toprak örnekleri, toprak ve topoğrafik haritalar göz önünde bulundurularak farklı jeomorfolojik birimlerden ve farklı kullanım alanlarından alınmıştır. Wishmeier ve Mannering (1969), tınlı, killi tınlı, siltli tınlı ve kumlu tınlı bünye özelliğine sahip 55 toprak örneğinde yaptıkları tarla ve laboratuvar denemeleri ve istatistik analizler sonucunda toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin erozyon duyarlılığını önemli ölçüde etkilediğini belirtmişlerdir. CORINE yöntemi için asıl gerekli olan bünye analizi yanında organik madde, % kireç, pH ve EC analizleri de yapılmıştır. Bazı toprak örneklerinde kireç içeriğinin ve asbestin fazla olması bünye analizinde problem yaratmış ve bir takım ön işlemlerin yapılmasını zorunlu kılmıştır. Bünye sınıfı ve CORINE sınıflandırma şekli Çizelge 2'de verilmiştir. Agregat stabilitesini artırıcı etki yapan organik madde miktarı erozyon açısından önemlidir. Morgan (1986), %2'den daha az organik maddeye sahip olan toprakların erozyona karşı daha duyarlı olduklarını bildirmektedir. Toprak örneklerinin organik madde ve kireç durumları Çizelge 3'te verilmiştir. Çalışma alanının genelinde organik madde miktarı oldukça düşük, ancak bitki yoğunluğunun fazla olduğu bağlık, bahçelik, tarla alanları gibi özel alanlarda bu oran biraz daha yüksek çıkmıştır.

Toprak reaksiyonu (pH) ve elektriksel iletkenlik (EC) analizleri yapılmış ve sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir. Sonuçlara göre toprakların alkalın olduğu, ayrıca tuzsuz toprak sınıfına girdiği görülmektedir. Aynı şekilde Avrupa Topluluğu ülkeleri 1/1000000 ölçekli bir toprak haritası

Çizelge 2. Bünye analizi sonuçları

Örnek no	%Kil	%Silt	%Kum	Toprak bünye sınıfı	Toprak aşınabilirlik sınıfı
1	29	37	34	Killi tın	Orta
2	27	45	28	Tın	Yüksek
3	42	20	38	Kil	Düşük
4	18	28	54	Kumlu tın	Yüksek
5	27	29	44	Tın	Yüksek
6	42	26	32	Kil	Düşük
7	17	40	43	Tın	Yüksek
8	37	36	27	Killi tın	Orta
9	56	17	27	Kil	Düşük
10	30	31	39	Kil	Düşük

Çizelge 3. Toprak örneklerinin kireç ve organik madde miktarları, pH ve EC durumları

Örnek no	Kireç (%)	Organik madde (%)	pH (1:2,5 H ₂ O)	EC ₂₅ ⁰ _c (dSm ⁻¹)
1	0,00	2,68	7,50	0,19
2	16,82	0,53	7,87	0,16
3	1,79	1,47	7,87	0,16
4	8,00	0,80	7,86	0,16
5	4,59	0,50	7,68	0,17
6	2,22	1,88	7,62	0,18
7	9,09	1,07	8,15	0,18
8	1,78	1,47	7,54	0,24
9	3,56	0,13	7,89	0,19
10	2,52	2,14	7,20	0,16

oluşturmuş, toprak erozyon tehlikesini ve arazi kaynaklarını incelemişlerdir. Bunun yanında asit depozitleri, asitleşme durumu, tuzlu topraklar haritalandırılmış, bunların bitki yetişmesine etkisini araştırmışlar ayrıca 350 toprak tipinde yapılan araştırmada, asitli toprakların kritik duyarlılığını 5 sınıfta toplamışlardır (Anonymous 1989).

Çalışma alanının bünye hesaplamaları sonucunda, düşük aşınabilirlikli killi toprakların kapladığı alanlar toplam alanın %31'ini, orta aşınabilirlikli killi tınlı toprakların kapladığı alan toplam alanın %3' ünü yüksek aşınabilirlikli kumlu ve tınlı kumlu toprakların kapladığı alan ise toplam alanın %66' sını kapladığı belirlenmiştir (Şekil 2). Tüm parametreler ayrı ayrı incelenip haritalanmıştır.

Toprak derinlik çalışması sonucuna göre çalışma alanı iki sınıfa ayrılmıştır. 25-75 cm arası derinliğe sahip olan alanlar orta aşınabilirliğe sahip ve toplam alanın %15' ini kaplamaktadır. 25 cm' den daha az derinliğe sahip olan alanlar yüksek aşınabilirliğe sahip ve toplam alanın % 85' ini kaplamaktadır (Şekil 2). Toprağın su tutma kapasitesini etkileyen toprak derinliği azaldıkça, suyun yüzey akışına geçmesini hızlandıracak, organik madde ve bitki besin maddelerinin kaybına neden olarak toprak verimliliğini azaltacak ve degradasyonu hızlandıracaktır (Lal ve Pierce 1993). Çalışma alanı oldukça sıg ve erozyon açısından oldukça duyarlı bir sınıfa girmektedir.

Taşlılık değerlendirmesinde arazi yüzeyinde çapı 20 mm'den büyük olan taşların bulunma yüzdesi dikkate alınmıştır. Buna göre %10' dan büyük tamamen korumalı alanlar toplam alanın %44' ünü, %10' dan küçük tamamen korumasız alanlar toplam alanın %56'sını kaplamaktadır (Şekil 2).

Toprak aşınabilirlik haritası sonuçlarına göre aşınabilirliği düşük olan alanlar toplam alanın %8'ini, orta

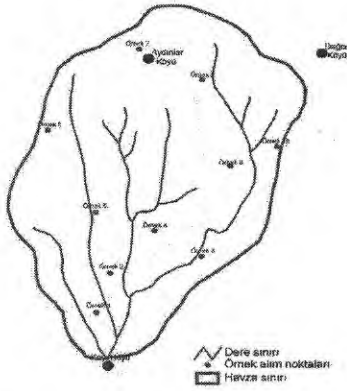
aşınabilirliğe sahip olan alanlar toplam alanın %25'ini, yüksek aşınabilirliğe sahip alanlar ise toplam alanın %67'sini kaplamaktadır (Şekil 2).

Eğim durumunun belirlenmesinde 1/25000 ölçekli topoğrafik harita 25 m aralıklı kare yöntemine göre değerlendirilmiştir. Buna göre, eğim sınıfı %5' ten küçük olan alanlar toplam alanın%14' ünü, %5-15 arası eğime sahip olan alanlar toplam alanın %59' unu, %15-30 arası eğime sahip olan alanlar toplam alanın %17' sini, %30'dan daha fazla eğime sahip olan alanlar ise toplam alanın %10' unu kaplamaktadır (Şekil 3).

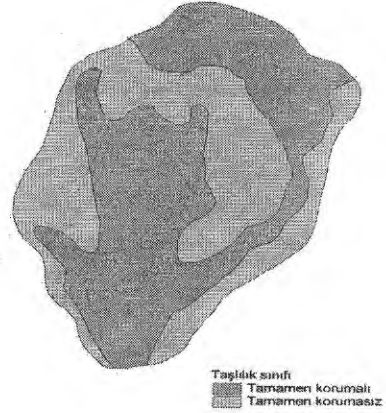
Potansiyel erozyon tehlikesi haritası sonucuna göre alanın %44'ü düşük, %52'si orta ve %4'ü ise yüksek erozyon tehlikesine sahiptir (Şekil 3).

Bitki örtüsü haritasında ormanlık, yoğun çalılık, devamlı otlak olan alanlar korumalı olarak tanımlanmış ve bu alanların toplam alanın %56'sını, aktif tarım yapılan alanlar, çıplak alanlar korumasız olarak tanımlanmış ve bu alanların toplam alanın %44'ünü kapladığı bulunmuştur (Şekil 3). Gerçek erozyon tehlikesi haritasına göre alanın %31'i düşük, %20'si orta, %49'unda yüksek derecede erozyon tehlikesi gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 3). Filho and Neto(1995), CBS ve görüntü analizleri tekniklerini kullanarak tarımsal alanda yapmış oldukları çalışma sonucunda bitki örtüsünün erozyonu etkileyen en büyük etmen olduğunu ve yüksek erozyon tehlike alanlarının bulunmasının, koruma önlemleri için alınabilecek çabanın en aza indirilebileceğini belirtmişlerdir.

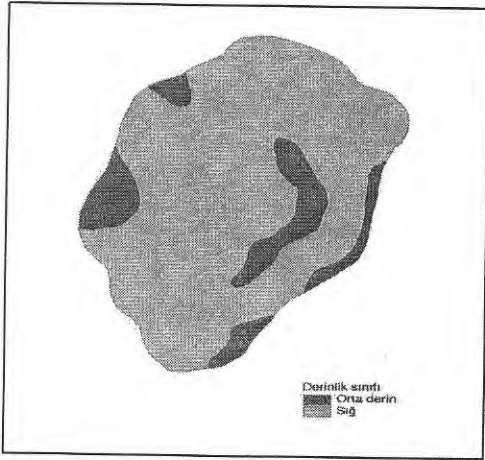
Benzer bir çalışma Doğan ve ark. (1999) tarafından yapılmıştır. CORINE yöntemi sonucuna göre, potansiyel erozyon tehlikesinin çalışma alanının %16'sında düşük, %45'inde orta ve %35'inde ise yüksek olduğunu bulmuşlardır. Bu çalışma sonucunda toplam alanın yalnızca



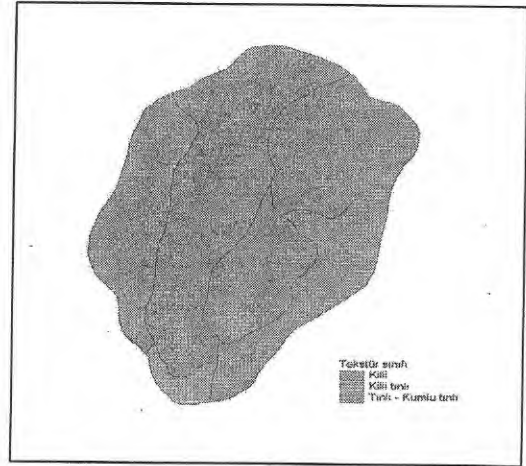
Kabağın havzası örnek alım noktası, dere yatağı ve havza sınırı



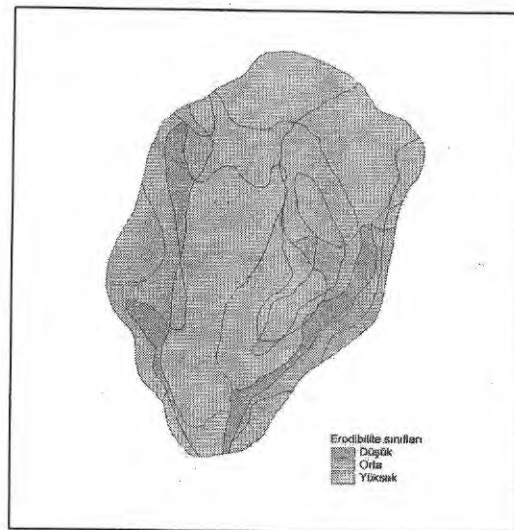
Kabağın havzası taşlılık sınıfları



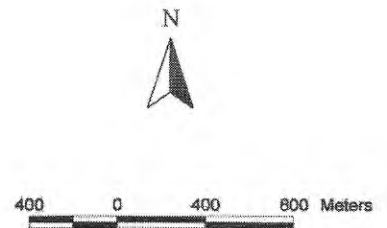
Kabağın havzası derinlik sınıfları



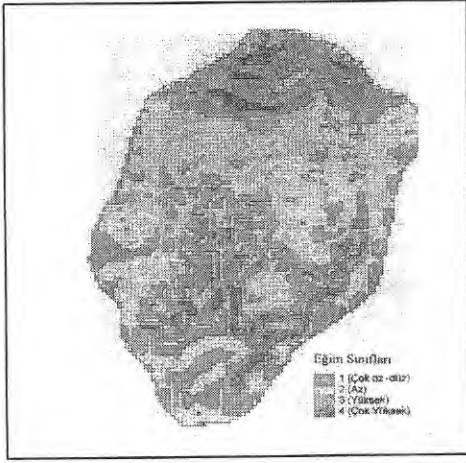
Kabağın havzası bünye sınıfları



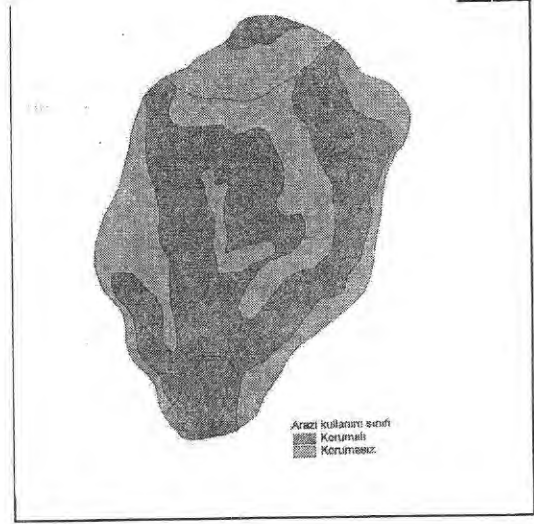
Kabağın havzası toprak aşınabilirlik sınıfları



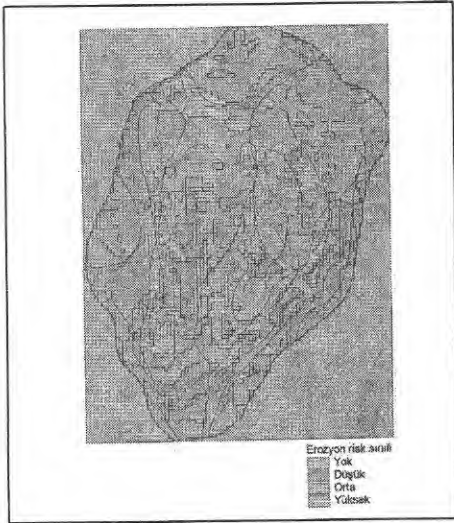
Şekil 2. Havza sınırı, örnek alım noktaları, taşlılık, derinlik, bünye, aşınabilirlik haritaları



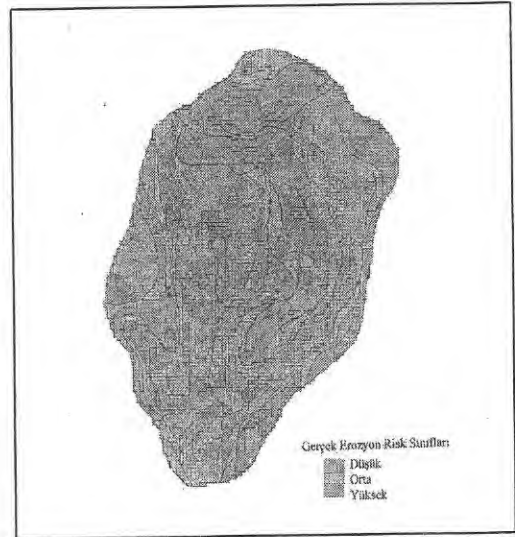
Kabağın havzası eğim haritası



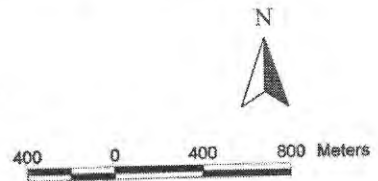
Kabağın havzası bitki örtüsü sınıfları



Kabağın havzası potansiyel erozyon tehlikesi sınıfları



Kabağın havzası gerçek erozyon tehlikesi sınıfları



Şekil 3. Eğim, bitki örtüsü, potansiyel ve gerçek erozyon tehlike haritaları

%21'inin, mevcut bitki örtüsü ile korunduğunu ve geri kalan alanda bulunan bitki örtüsünün ise erozyonu korumada yetersiz olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç

CORINE yöntemine göre erozyon tehlikesi değerlendirmeleri yapılarak potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi haritaları oluşturulmuştur. Potansiyel erozyon tehlikesi haritasının sonucuna göre çalışma alanının %44'ünün düşük, %52'sinin orta düzeyde erozyon tehlikesi gösterdiği ve yüksek potansiyel erozyon tehlikesi gösteren alanların ise %4'lük bir alanı kapladığı görülmüştür. Gerçek erozyon tehlikesi haritasının sonucuna göre alanın %31'i düşük, %20'si orta ve %49'ununda yüksek derecede erozyon tehlikesine sahip olduğu belirlenmiştir. Düşük potansiyel erozyon tehlikesini gösteren alanlar %4'lük bir alanı kaplarken, gerçek erozyon tehlikesinde bu oran %49'a çıkmıştır. Potansiyel ve gerçek erozyon tehlikesi arasındaki bu fark çalışma alanında bitki örtüsü ve arazi kullanım durumunun erozyonu büyük ölçüde etkilediğini göstermektedir.

Çalışma alanında IV. ve VI. sınıf arazilerde kuru tarım yapılmakta, VII. Sınıf arazilerde ise meşelik alanlar bulunmaktadır. Ancak yeterli koruma uygulanmaması bitki örtüsünün zayıflamasına ve kısa ömürlü olmasına neden olmaktadır. Bunun için bölgede bitki örtüsünün zenginleştirilmesi ve korunması amacıyla bir ağaçlandırma çalışması yapılabilir. Genel olarak tarıma uygun olmayan bu alanların ağaçlık veya mera alanı haline dönüştürülmesi toprak su koruma açısından daha uygun olacaktır.

Ülkemiz için erozyon tehlikesi çalışmalarının yapılmasında, öncelikle iklim ve toprak veri tabanının oluşturulması gerekmektedir. Ülkemiz genelinde biran önce toprak etüd çalışmaları başlatılmalı ve güncelleştirilmiş yeni toprak haritaları hazırlanmalıdır. Bu tür yöntemler kullanılarak yapılan çalışmalarda gerekli olan verilerin bir veri tabanında devamlı yenilenecek elde bulundurulması çalışmaları daha da kolaylaştıracak ve hızlandıracaktır.

Bunun yanında çiftlik ve havza bazındaki daha küçük alanlarda detaylı erozyon haritalarının hazırlanmasında büyük ölçekli haritaların altlık olarak kullanılması daha fazla detay yansıtması açısından fayda sağlayacaktır.

Avrupa Topluluğu ülkeleri tarafından CORINE yöntemi kullanılarak yapılan toprak haritalaması, kıyı kirliliği, biyotop, orman türleri ve erozyon haritalama çalışmaları Türkiye sınırına dayanmıştır. Türkiye'de erozyon durumunu belirlemek için gerekli olan mevcut veriler maalesef ihtiyacı karşılamaktan uzaktır ve erozyonun durumu ancak varsayımlara dayandırılmaktadır. CORINE yöntemiyle erozyon tehlikesi çalışmaları oldukça basit olup erozyon dağılımı hakkında kaliteli sonuçlar vermektedir.

Kaynaklar

- Anonim, 1970a. Toprak Su Genel Müdürlüğü, Eskişehir İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu. Raporlar Serisi: 9, Bakanlık Yayınları: 126, Genel Müdürlük Yayınları: 221, Toprak Etüdüleri ve Haritalama Dairesi Arazi Tasnif Şubesi, Ankara
- Anonim, 1970b. Toprak Su Genel Müdürlüğü, Eskişehir İli Toprak Kaynağı Envanter Raporu. 1/100000 ölçekli toprak haritaları, Bakanlık Yayınları: 126, Toprak Etüdüleri ve Haritalama Dairesi Arazi Tasnif Şubesi, Ankara
- Anonim, 1985. Harita Genel Komutanlığı, Eskişehir 1/25000 ölçekli topoğrafik haritaları, i26-b3 paftaları, 2. baskı.
- Anonim, 1995. Meteoroloji Gözlem Şebekesi. Başbakanlık Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Anonymous, 1989. CORINE, Example of the use result of the programme 1985-1990, France.
- Anonymous, 1992. Comission of the European Communities, CORINE Soil erosion risk and important land resources in the southern regions of the European Community.
- Anonymous, 1997. Understanding GIS, The ARC/ INFO Method. Environmental Systems Research Institute, Inc. Distributed in the Americas by John Willey & Sons, Inc. 605 Third Avenue, New York, USA.
- Aranoff, S. 1991. GIS: A Management Perspective, WDL Publications Ottawa, Canada.
- Bouyoucos, G. J. 1951. A recalibration of the hydrometer for making mechanical analysis of soil Agron. J. 43-49.
- Doğan, O., N. Küçükçakar, M. E. Özel, H. Yıldırım, 1999. Dalaman havzası erozyon haritalama pilot projesi. İstanbul.
- Filho, M. V., O. C. Neto, 1995. Geoprocessing techniques applied to the study of the dynamics of land use and land cover at small watersheds. International Geoscience and Remote Sensing Symposium. v. 1,95CH35770, p.297-299.
- Jackson, M. L. 1958. Soil chemical analysis, Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs, no. 9.
- Kacar, B. 1995. Bitki ve Toprağın Kimyasal Analizleri. 3. Toprak Analizleri, Ankara Üniv. Ziraat Fak. Eğitim Araştırma ve Geliştirme Vakfı Yayınları, No:3, Ankara.
- Lal, R., F. C. Pierce, 1993. The vanishing resource. Soil management for sustainability. Soil and Water Conservation Society.
- Morgan, R. P. C. 1986. Soil erosion and Conservation. Longman, U. K.
- Richards, L. A. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. U.S.D.A. Handbook, 60.
- Wishmeier, H. V. and J. V. Mannering, 1969. Relation of soil properties to its erodibility. Soil Sci. Soc. Amer. Proc. 33:131-137.

İletişim adresi:

M. Rıza ÇANGA
Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Toprak Bölümü-Ankara
Tel: 0 312 317 05 50/1193
E-mail: canga@agri.ankara.edu.tr