

COĞRAFI BİLGİ SİSTEMLERİ VE UZAKTAN ALGILAMA TEKNİKLERİ
YARDIMIYLA TOPRAK EROZYONUNUN BELİRLENMESİ

Mehmet Ali ÇULLU

Ural DİNÇ

Çukurova Üniversitesi
Ziraat Fakültesi Toprak Bölümü
ADANA

ÖZET

Bu araştırmada, Landsat TM sayısal uydu verileri ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) yardımıyla şimdiki erozyonun etkilediği alanlar ve şiddet dereceleri haritalanmıştır. Bu çalışmada, toprak erozyonu üzerinde önemli şekilde etkili olan arazi kullanım türleri ve bitki yoğunluğu Landsat TM 3 (0.63-0.69 mm), 4 (0.76-0.90 mm) ve 5. (1.55-1.75mm) band bileşenleri kullanılarak belirlenmiştir.

Toprak erozyon şiddetini belirlemek amacıyla farklı iklim ortamlarında bulunan bitki yoğunluğu yanında, arazi kullanımı, eğim dikliği, jeolojik yapı ve toprak derinliği gibi parametreler kullanılmıştır. Toprak erozyon şiddetini belirlemek amacıyla hazırlanan bu farklı dosyalar ERDAS yazılımında bulunan GIS ortamında karşılaştırılarak erozyonun etkilediği alanlar ve yaygınlık dereceleri belirlenmiştir.

Bir metod çalışması olarak yürütülen bu araştırmada, toprak erozyonu şiddeti üzerinde iklim, eğim, bitki yoğunluğu, toprak çeşitleri ve jeolojik yapı gibi parametrelerin önemli şekilde etkili oldukları görülmüştür.

1. GİRİŞ

Türkiye iklim ve topoğrafik yapısından dolayı, erozyon olayının oluşması için çok uygun şartları bulundurmaktadır. Çok dik eğimler ve düzensiz yağışlar yanında, erozyon kontrol önlemlerinin çok yetersiz kalmasından dolayı, her yıl erozyon alanlarında büyük artışlar meydana gelmektedir.

Toprakların hızla kaybına neden olan erozyon problemlerine karşı etkin koruma önlemlerinin alınabilmesi için çok hızlı bir şekilde erozyonun etkili olduğu alanların belirlenmesi gerekmektedir. Klasik etüdlere dayalı yöntemlerle yapılan erozyon tahmin çalışmaları çok uzun zaman gerektirmekte olup, maliyet açısından da fazla yükler getirmektedir.

Toprak gerekli fakat kısıtlı bir kaynak olduğuna göre, toprağın kullanılışı rasyonel bir planlamaya bağlı olmalı ve sadece acil gereksinimlere değil, verimlilik kapasitesinin artması veya en azından uzun sürede bozulmamasını sağlayacak yönde bulunmalıdır (DİNÇ ve Ark., 1980).

Dik eğimli alanların işlemeli tarıma açılması, eğimli tarım arazilerinde koruyucu önlemlerin alınmaması ve aşırı hayvan otlatma nedeniyle Türkiye topraklarının %63.17'si şiddetli-çok şiddetli ve %20.04'ü orta şiddetli erozyon etkisi altındadır. Geriye kalan %13.86'lık alanda ise erozyon yok yada çok hafif bir durumdadır (AKYUREK, 1986).

Yüksek miktardaki toprak erozyonunun oluşması, çoğunlukla özel iklim, topoğrafya ve toprak özelliklerine bağlanmaktadır. Bunların yanında jeolojik yapı ve arazi kullanımı, erozyon derecesini etkileyen diğer faktörler olarak görülmektedir.

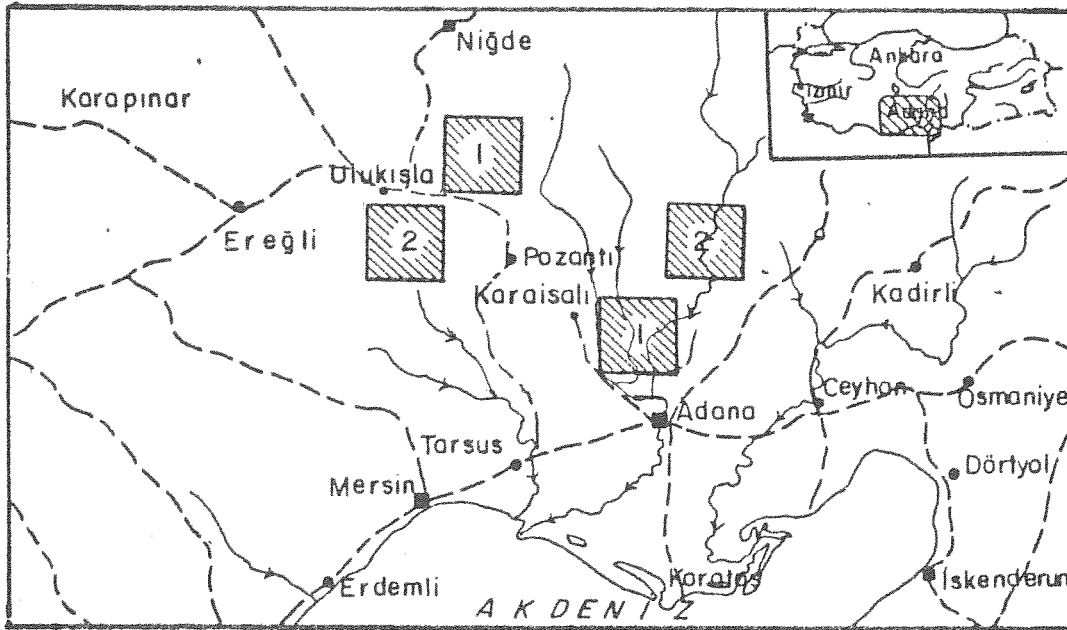
Son yıllarda Dünya'da hızla gelişen uydu teknolojisi, toprak kaynaklarının belirlenip değerlendirilmesinde, erozyon derecelerini doğrudan etkileyen arazi kullanımı ve bitki sıklığının bulunmasında kullanılmaya başlanmıştır.

Sayısal olarak kaydedilen uydu verileri çok geniş bölgeleri aynı anda kapsamakta olup, geniş alanların bilgisayar ortamında çalışılmasına olanak sağlamaktadır. Yıl içerisinde aynı alanı birden fazla kez inceleme olanağı veren sayısal uydu verileri kullanılarak geniş alanlarda su tarafından meydana getirilen toprak erozyonunun kapladığı alanlar ve şiddet dereceleri daha kısa sürede belirlenebilmektedir.

Bu çalışmada, şimdiki ve potansiyel erozyonun etkili olduğu alanların belirlenmesi amacıyla, oluşturulan parametrelerin Coğrafi Bilgi Sistemleri (GIS) ortamında değerlendirilerek, kısa sürede mevcut ve potansiyel erozyon haritalarının oluşturulmasında yeni bir modelin geliştirilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

Çalışma alanı, Toros Dağları'nda bulunan farklı iklim, toprak, jeolojik yapı ve bitki örtüsü karakteri taşıyan 35x35 km genişliğindeki alan içinde seçilmiştir (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma Alanının Konumu.

Birinci çalışma alanı olarak Ulukışla-Pozantı-Darboğaz ilçeleri arasındaki bölgeden, ikinci çalışma alanı ise, Karaisalı İlçesi ve Kızıldağ Yaylası arasındaki alandan seçilmiştir.

2.1 Çalışmada Kullanılan Temel Veriler

Bu araştırmada, temel veri olarak Landsat-5 TM 3-Ekim 1991 175/34 frame görüntüsü kullanılmıştır. Bilgisayar diskine aktarılan Landsat TM uydu görüntülerinin sınıflandırma ve görüntü işleme çalışmaları MIKROVAX 11, GEMSTONE ve ERDAS sistemlerinde gerçekleştirilmiştir.

Erozyon şiddet derecelerini belirlemek amacıyla Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) için temel veriler olarak 1/25000 ölçekli topoğrafik (HARİTA GEN. KOM., 1967), jeoloji (MTA, 1990) ve toprak haritaları (KÖY HİZ., 1974) kullanılmıştır.

Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS)'nde erozyon derecelerinin belirlenmesi çalışmalarında kullanmak amacıyla yukarıdaki veriler yanında 1/25000 ve 1/100000 ölçekli Jeoloji, 1/25000 ve 1/200000 ölçekli toprak haritaları ve 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardaki yükselti eğrileri ARC\INFO sistemlerinde sayısallaştırılmıştır.

Erozyon şiddetinin bir göstergesi olan drenaj deseninin (gali) sıklığını sayısallaştırmada 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalar kullanılmıştır.

Ulukışla bölgesinde yıllık ortalama yağış 361.9 mm ve yıllık sıcaklık 10.1 °C iken Karaisalı çalışma alanında ise 929.8 mm ve yıllık ortalama sıcaklık ise 18.3 °C olarak belirlenmiştir (METEOROLOJİ BÜL., 1974).

Çalışma alanında genelde Orta Eosen ve Orta Paleosen zamanlarına ait olan bazalt, aglomera (bazalt,andezit), andezit ve tüf gibi jeolojik anamateryaller yaygın bulunmaktadır. Üst Eosende oluşan jibs, Orta Eosende oluşan kumtaşı, çamurtaşı ardalanması ve marn gibi materyaller, bölgede çok yaygın durumdadırlar.

Pliosen zamanda oluşan kumtaşı-kireçtaşı-marn ardalanması da çalışma alanında orta yaygınlıkta bulunan diğer bazı anamateryallerdir. Miyosen yaşlı çakıllı kumtaşı, kumtaşı, silttaşı, dolomitli kireçtaşı ve kireçtaşı gibi anamateryaller yaygın olarak bulunan diğer anamateryaller de çalışma alanında bulunmaktadır (MTA, 1990).

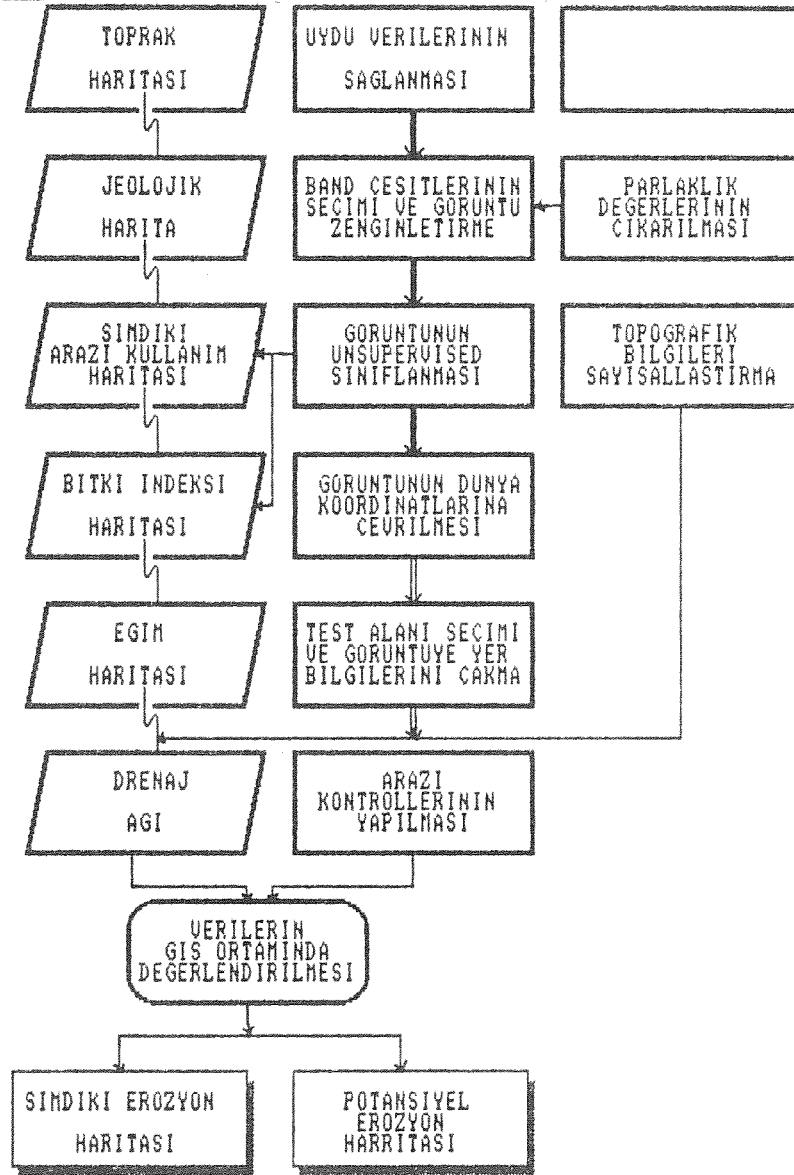
2.2 Metod

Bu araştırma model bir metod çalışması olarak tasarlanmıştır. Bu amaçla, erozyon oluşumunda etkili olan ve araştırmada kullanılan veriler, arazi kontrolleri sonucu elde edilen bulgularla birlikte yoğun olarak seçilen test alanlarına uygulanmıştır. Aynı bölge içerisinde test alanı seçerken alanın jeolojik yapısı, topoğrafik durumu, toprak yapısı, arazi kullanımı ve bitki yoğunluğu gibi parametreler dikkate alınmıştır.

Toprak erozyonu şiddeti, iklim (yağış miktarı, yoğunluğu ve dağılımı), toprak özellikleri (toprak yapısı, bünyesi, organik madde miktarı vb.), fizyografya (eğimin dikliği, eğim uzunluğu), arazi kullanımı ve arazi yönetimi gibi işlemleri içeren parametrelere bağlıdır. Bu etmenlerden herhangi bir tanesinde meydana gelebilecek önemli bir değişme, toprak erozyonu şiddetindeki değişmeyi başlatır (TOY, 1977).

Bu model çalışmada, şimdiki ve potansiyel erozyon alanlarını belirlemek amacıyla temel harita verileri ve uydu verilerinin çakıştırılması işlemleri ERDAS ve ARC/INFO yazılımında bulunan Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) yardımıyla yapılmıştır.

Çalışma, aşağıdaki akış diagramındaki sırası izlenerek yapılmıştır (Şekil 2).



Sekil 2. Çalışmanın Akış Diagramı

Bu araştırmada, arazideki farklı erozyon derecelerini yansıma değerlerine göre yorumlamak, arazi kullanımındaki en son durumu haritalamak, bitki örtüsünün kapladığı alanları ve yoğunluğunu belirlemek amacıyla Landsat TM verilerinden 3 (0.63-0.69 μm), 4 (0.76-0.90 μm) ve 5. (1.55-1.75 μm) band kombinasyonu kullanılmıştır.

Seçilen bandların çakıştırılmasıyla elde edilen görüntüler, Autoequalize metoduna göre zenginleştirilmiştir. Zenginleştirilen görüntüler üzerinde göz yorumu yapılarak,

farklı erozyon derecelerine sahip ve değişik arazi kullanımlarını içeren farklı renk tonlarındaki alanlardan 4.5x4.5 (150x150 piksel) km'lik 4 adet test alanı seçilmiştir. Test alanları seçilirken, erozyon oluşumu üzerinde önemli şekilde etkili olan jeolojik yapı, topoğrafyaya ait bilgiler, toprak özellikleri, arazi kullanımı ve bitki yoğunluğu gibi faktörler dikkate alınmıştır.

Bilgisayar diskine kaydedilen görüntüler, topoğrafik haritadan alınan kontrol noktaları yardımıyla dünya koordinatlarına çevrilmişlerdir. Dünya koordinatlarına çevrilen bu görüntüler zenginleştirildikten sonra, üzerlerine 1/25000 ölçekli topoğrafik haritadan sayısallaştırılan yol ve köy yerlerine ait veriler, ERDAS ortamında çakıştırılmıştır. Arazi kontrollerinde farklı siddetteki erozyon dereceleri, jeolojik yapı, toprak çeşitleri, eğim yüzdesi, eğim yönü, bitki çeşidi, bitki sıklığı, arazi kullanımı ve arazinin taşlılık durumu gibi parametreler kontrol edilmiştir.

Erozyon üzerinde en çok etkili olan iklimin etki derecesini görmek amacıyla, arid ve yarı nemli iklim rejiminlerinde bulunan bölgelerden ayrı test alanları seçilmiştir.

Arazi kullanımı ile ilgili bilgiler ise uydu görüntülerinin zenginleştirilmesi ve unsupervised olarak sınıflanması sonucunda elde edilmiştir.

Bitki ile kaplı alanları ve bitki yoğunluklarını ortaya çıkarmak amacıyla Landsat TM 3.(Kırmızı) ve 4:(Infrared) band çeşitleri kullanılarak uydu görüntülerine Bitki İndeksi Metodu uygulanmıştır.

$$\text{Bitki İndeksi (BI)} = \frac{4. \text{Band(Infrared)} - 3. \text{Band(Kırmızı)}}{4. \text{Band(Infrared)} + 3. \text{Band(Kırmızı)}}$$

Toprak erozyonu siddeti üzerinde en çok etkili olan faktörlerden birisi de topoğrafyanın durumudur. Bu nedenle çalışma alanlarına ait 1/25000 ölçekli topoğrafik

haritalardaki 50 metreden geçen yükselti eğrileri sayısallaştırılarak ERDAS programlarındaki GIS ortamında kullanmak amacıyla % eğim ve eğim yönü haritaları oluşturulmuştur.

Farklı jeolojik yapının, eğimin, iklimin ve toprak özelliklerinin üzerinde etkili olduğu drenaj deseni yoğunluğunu bulmak amacıyla, 1/25000 ölçekli topoğrafik haritalardaki drenaj deseni sayısallaştırılmıştır. Bu veriler, GIS ortamında diğer dosyalarla karşılaştırılarak, erozyon şiddet derecelerinin yorumlanması amacıyla kullanılmıştır.

Daha önce her bir test alanı için ayrı olarak çıkarılan jeoloji, toprak, eğim, arazi kullanımı ve bitki yoğunluğu verileri gibi dosyalar ERDAS sistemlerinde bulunan Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) yardımıyla karşılaştırılarak **Şimdiki Erozyon ve Potansiyel Erozyon Haritaları** oluşturulmuştur.

GIS sisteminde arazi kullanımı, drenaj deseni ve eğim verileri birlikte birleştirilerek analiz edilip, erozyona duyarlılığın değişik dereceleri belirlenebilmektedir (GARG ve HARRISON, 1992).

Toprak erozyonunu etkileyen parametreler arasındaki ilişkiler sıralanarak, erozyon şiddet derecelemesi yapılmıştır (Çizelge 1).

Çizelge 1. Erozyon Şiddeti Üzerinde Etkili Olan Parametreler

Bitki İndeksi Değerleri	Gali Sayısı	Eğim (%)	Toprak Derinliği (cm)	Erozyon Sembolü
0.40-0.50	0	0-1	>90	Erozyon Riski Yok
0.25-0.40	0-1	2-3	60-90	Hafif Erozyon
0.10-0.25	2-3	4-6	30-60	Orta Erozyon
0.05-0.10	4-5	7-11	10-30	Şiddetli Erozyon
0.00	>5	>11	<10	Çok Şid. Erozyon

Erozyon oluşumu üzerinde önemli şekilde etkili olan bu parametrelerin etki miktarlarına göre sıralama yapılarak, simdiki erozyon şiddet derecelemesi ve potansiyel erozyon riski altındaki alanlar haritalanmıştır.

3. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Arid ve yarı nemli iklim rejimlerinde meydana gelen simdiki ve potansiyel erozyon alanlarını belirlemek amacıyla öncelikle Landsat TM 3, 4 ve 5. band bileşimleri kullanılarak görüntü zenginleştirme işlemleri yapılmıştır. Bu band bileşimi kullanıldığında arazi kullanımı, bitki örtüsü çeşidi ve yoğunluğu hakkında önemli bilgiler elde edilebilmektedir. Bunun dışında, bu görüntüler üzerinde yapılan göz yorumunda ilk anda simdiki erozyon alanları dışında kalan bölgeler kabaca belirlenebilmektedir.

Uydu görüntülerinin hava fotoğraflarına göre üstünlüğü, alanların en son şekliyle ve kısa sürede tanınması ve birim alan başına ucuz olmasındandır (LARSSON ve HASSON, 1985).

Yapay renkli fotoğraflar gibi kullanılabilen zenginleştirilmiş uydu görüntüleri üzerinde farklı jeolojik yapı, bitki örtüsü ve toprak çeşitlerinin gösterdikleri farklı yansıma özelliklerine dayalı renk tonları, test alanlarının seçiminde önemli şekilde yardımcı olmaktadır.

Çalışma alanlarına ait zenginleştirilmiş ve sınıflandırılmış görüntüler kullanılarak seçilen test alanlarında yapılan arazi kontrollerinde yüksek eğimin, her iki iklim rejimi alanında da erozyon oluşumu üzerinde önemli şekilde etkili olduğu gözlenmiştir. Arid iklim ortamında bulunan Ulukışla bölgesindeki bitki örtüsü önemli şekilde tahrip edildiğinden, yağın kısa süreli ve yoğun yağışların, toprak erozyonunun oluşmasında önemli şekilde etkili olduğu saptanmıştır. Bu durum yarı nemli iklim rejiminde yer alan Adana-Karaisalı bölgesinde farklılık göstermektedir. Karaisalı bölgesinde yeterli orman koruma önlemleri

alındığından ve bitki gelişimi için uygun nem koşulları bulunduğundan, bitki örtüsünün daha geniş alanları ve daha yoğun bir şekilde kapladığı görülmüştür. Karaisalı bölgesinde, bitki örtüsünün toprak yüzeyini iyi bir şekilde örtmesi sonucunda, bazı alanlarda meydana gelen şiddetli erozyon oluşumunun önemli şekilde engellendiği belirlenmiştir. Böyle olmakla birlikte, bu alanların eğimi çok yüksek olduğundan, potansiyel erozyon tehlikesi altındadırlar. Yoğun bitki örtüsü ile kaplı ve yüksek eğimin etkili olduğu bu alanlardaki bitki örtüsünde meydana gelebilecek herhangi bir azalma, şiddetli erozyonun başlaması için yeterli olabilir.

Ayrıca bir arazi parçasında eğim uzunluğu veya eğim dikliğindeki küçük farklılıkların bir sonucu olarak, orta ve şiddetli erozyon fazlarının oluşabileceği de vurgulanmıştır (NIZEYIMANA ve OLSON, 1988).

Yapılan arazi çalışmalarında, özellikle güney yamaçlarının erozyondan daha fazla etkilendiği gözlenmiştir. Bunun nedeni, güney yamaçlarının kuzey yamaçlarına göre daha az bitki örtüsü içermesinden dolayıdır. Aynı eğim ve topoğrafik koşullarda bulunmalarına karşın, kuzey yamaçlarının erozyondan daha az etkilendiği belirgin bir şekilde görülmüştür. Bu durum daha çok topraktaki nem miktarı daha az olan arid iklim etkisindeki Ulukişla bölgesinde saptanmıştır.

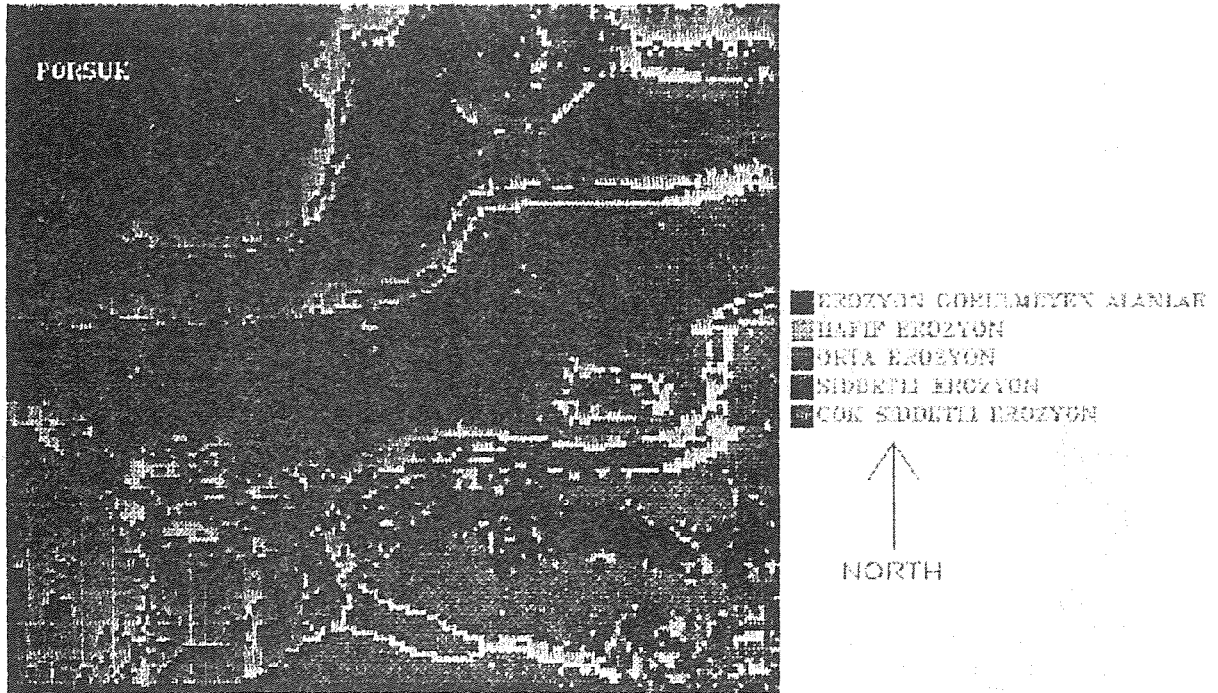
Çalışma alanı olarak seçilen her iki iklim rejimi ortamında bulunan anamateryal çeşitleri ve toprak özellikleri, toprak erozyonunu önemli şekilde etkilemektedir. Özellikle jibs, kum depozitleri, kumtası ve silttaşı anamateryalleri üzerinde oluşan toprakların volkanik anamateryaller üzerinde oluşan topraklardan daha fazla erozyondan etkilendikleri görülmüştür.

RHOTON ve MEYER, (1987)'in yaptıkları çalışmada, sediment taşınmasında ve depolanmasında, yüzeyin toprak tekstür dağılımının, toprakların erozyona uğrayabilirliğinin önemli bir göstergesi olduğunu saptamışlardır.

Ulukışla bölgesinde bulunan volkanik kökenli anamateryallerin erozyondan daha az etkilendiği saptanmıştır. Aynı topografik koşullarda oluşmalarına karşın, bazalt ve andezit anamateryali üzerinde daha kalın toprak profilinin bulunduğu ve doğal bitki örtüsü yönünden daha zengin oldukları saptanmıştır.

Galilerin görülebilmesi için, uydu görüntülerinin zenginleştirilmesi yararlı sonuçlar vermektedir (STROMQUIST ve Ark., 1985-b).

Toprak erozyonu şiddet derecelemesi yapmak amacıyla oluşturulan dosyalar GIS yardımıyla üst üste çakıştırılarak şimdiki erozyon alanları haritalanmıştır (Şekil 3).



Sekil 3. Ulukışla 1. Test Alanının Şimdiki Erozyon Haritası. Ölçek 1/45000

Bu harita verilerine göre, test alanının % 75.29'unun şiddetli ve çok şiddetli erozyon etkisi altında olduğu görülmektedir (Çizelge 2).

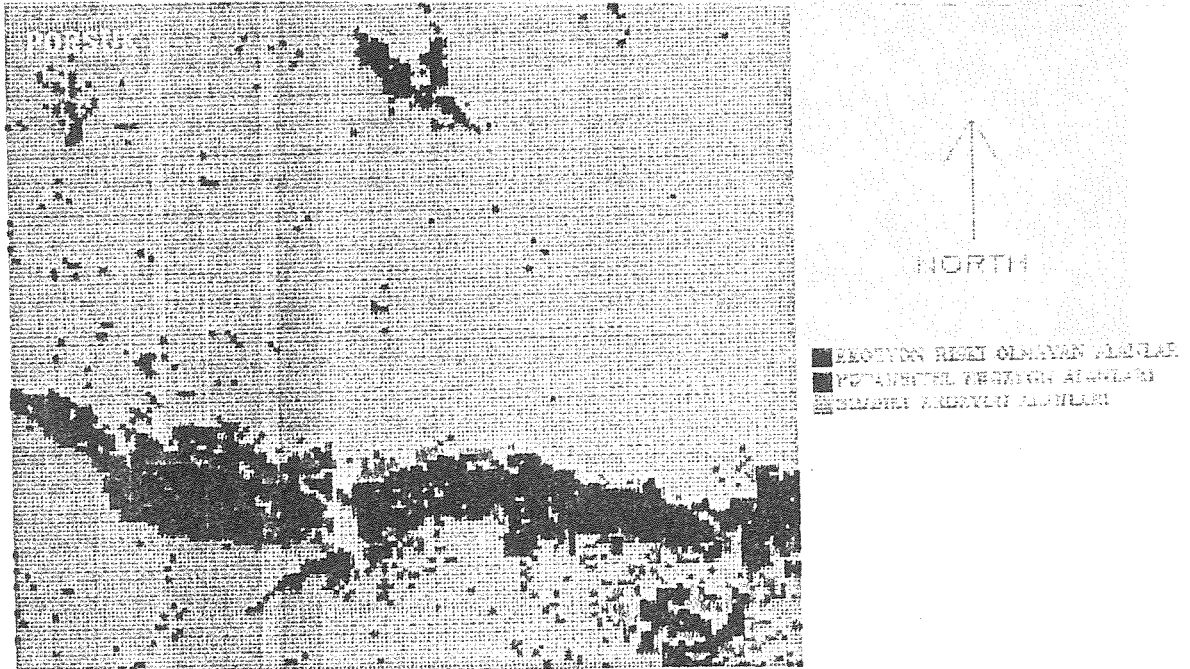
Cizelge 2. Ulukışla 1. Test Alanında Oluşan Şimdiki Erozyonun Kapladığı Alan ve % Değerleri

Sınıf	Piksel Sayısı	Alan (%)	Tanımlama
1	1032	4.62	Erozyon Riski olmayan Alan
2	935	4.16	Hafif Erozyon
3	3585	15.93	Orta Erozyon
4	11846	52.65	Şiddetli Erozyon
5	5094	22.64	Çok Şiddetli Alanlar

Erozyondan etkilenmeyen ve çok az etkilenen alanlar ise test alanının 8.78'ini oluşturmaktadır. Bu test alanında erozyonun fazla etkili olmasının en önemli nedenleri, toprak yüzeyinin örtüsüz olması, yüksek eğim ve erozyon için uygun toprak özelliklerinin bulunmasıdır.

Su anda bir tehlike göstermeyen, fakat ileride her an erozyon görülebilecek potansiyel erozyon alanları da bu çalışmada saptanabilmektedir.

Ulukışla bölgesinde seçilen çalışma alanına ait potansiyel erozyon haritası incelendiğinde, alanın hangi düzeyde potansiyel erozyon tehlikesi ile karşı karşıya olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. Ulukışla Test Alanının Potansiyel Erozyon Haritası

Şekil 3'deki Ulukışla 1.test alanı, arid iklim etkisinde bulunduğundan alanın büyük çoğunluğu şu anda erozyona uğramış bulunmaktadır. Bu test alanına ait harita verisi incelendiğinde, ilk anda potansiyel erozyon tehlikesinin az olduğu fikri ortaya çıkmaktadır. Oysa bu alanın büyük çoğunluğu şu anda erozyona uğradığından, potansiyel erozyon tehlikesi yokmuş gibi görünmektedir. Bitki örtüsü tahrip edildiğinden, şimdiki erozyon bu test alanında önemli şekilde etkili olduğu görülmüştür. Bu nedenle, harita üzerinde potansiyel erozyon tehlikesi gösteren alanlar çok sınırlı olarak görülmektedir. Bu test alanının sadece % 3.55'inin potansiyel erozyon tehlikesi altında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Ulukışla 1. Test Alanında Potansiyel Erozyon Tehlikesi Gösteren Alanların % Değerleri

Sınıf	Piksel Sayısı	Alan %	Tanımlama
1	1038	4.61	Erozyon Riski Olmayan Alanlar
2	799	3.55	Potansiyel Erozyon Alanları
3	20662	91.84	Şimdiki Erozyon Alanları

Çizelge 3 'deki verilere göre, alanın büyük çoğunluğunun önceden erozyona uğradığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle potansiyel erozyon alanı düşük değerler göstermektedir.

Bu çalışmada şimdiki erozyon alanlarının belirlenmesinde doğrudan Landsat TM bantlarına ait parlaklık değerleri kullanılamamış, ancak herbir test alanında şiddetli ve potansiyel erozyonun etkileyebileceği alanların yorumlanmasında kullanılmıştır.

Parlaklık değerlerine ait veriler doğrudan farklılık gösterdiği görülmektedir. Şiddetli şekilde erozyona uğrayan kireçtaşı anamateryali, yüksek yansıma değerleri vermektedir.

Bu durum özellikle Landsat TM 1 ve 5. bandlarında belirgin bir şekilde görülmektedir. Bu yüksek yansımalar, açık renkli olan kireç ve jips anakayasının erozyonla yüzeye çıkmasından dolayı olmaktadır.

Klasik Yöntemlerle yapılan haritalamalar uzun bir zaman periyodu gerektirdiği gibi, modern yöntemlerle yapılan çalışmalara göre güvenirliliği daha düşüktür. Genelde erozyon olaylarının meydana geldiği alanlarda yüksek eğim bulunduğundan, doğrudan uydu verilerinin yalnız başına kullanılması yeterli değildir. Bu nedenle, bu gibi alanlarda erozyon çalışmaları yapmak için uydu verileri temel yer verileriyle birlikte Coğrafi Bilgi Sistemi (GIS) ortamında değerlendirilmelidir.

KAYNAKÇA

- AKYUREK, İ. 1986. Türkiye'de Asınım Sorunları ve Çözüm Seçenekleri. TMMOB Ziraat Müh. Odası. Ankara.
- DİNC, U., KAPUR, S., ÖZBEK, H. ve MUNSUZ, N., 1980. Türkiye Topraklarının Potansiyeli, Sorunları ve Arazi Kullanma Planlaması. Tarımın Sorunları ve Tarımsal Üretimin Planlanması Semineri. DSI, 7-12 Ocak, Ankara.
- GARG, P.K., and HARRISON A.R., 1992. Land Degradation and Erosion Risk Analysis In S.E Spain: A Geographic Information System Approach. Catena. Vol. 19, pp. 411-425.
- HARİTA GENEL MUDURLUĞU, 1967. 1/25000 ölçekli Topoğrafik Haritalar. Ankara.
- LARSSON, R.A., and HANSON G., 1985. Applied Visual Landsat Inventories for Water Resources Development. An Ethiopian Case Study. Uppsala Univ. Dep. of Phys. Geog.. UNGI Rapp. no. 61,40 pp.
- MADEN TETKİK ve ARAMA GENEL MUD., 1990. Kozan-K20 Paftası Jeoloji Haritası. Ankara.
- METEOROLOJİ İŞ. GEN. MUD., 1974. Meteoroloji Bülteni. Başbakanlık Basımevi. Ankara.
- NIZEYIMANA, E., and OLSON K.R., 1988. Chemical, Mineralogical and Physical Property Differences Between Moderately and Severely Eroded Illinois Soils. Soil Sci. Soc. Am. J. Vol. 52: 1740-1748.
- RHOTON, F.E. and MEYER L.D., 1987. Sediment Size Distributions Predicted For Selected Soils. JSWC 42(2), pp. 127-129.

STRÖMQUIST, L., LUNDEN B. and CHAKELA O.K., 1985a. Sediment Sources. Sediment Transfer In a Small Lesotto Cathment. A Plot Study of The Spatial Distribution of Erosion Featuers and Their Variations With Time and Climate. South African Geogrphical Journal. 67: 3-13.

TOY, I.J., 1977. Introduction to The Erosion Process. In Erosion Research Techniques and Sediment Delivery. Geo Books. Norwich. pp.1-12