



İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
COĞRAFYA DERGİSİ

Basılı Nüsha ISSN No: 1302-7212

Elektronik Nüsha ISSN No: 1305-2128



**CBS TABANLI UYARLANMIŞ RUSLE YÖNTEMİ İLE KOZLU
DERESİ HAVZASI'NDA EROZYON ANALİZİ**

Erosion Analysis of Kozlu River Basin with the GIS Based a Modified RUSLE Method

Deniz EKİNCİ^a

^a İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü
ekincide@istanbul.edu.tr

Alındığı tarih: 29.11.2004; Kabul tarihi: 19.09.2005

Abstract

Soil erosion is a big reason for land degradation, which is also an important factor of ecological environment deterioration. At present, soil erosion is one of the global disasters, which seriously threatens the existence and development of human beings. Soil erosion is a widespread problem through Turkey, especially in The Black Sea Region, at N Turkey. The reason of this subject to long wet periods followed by heavy bursts of erosive rainfall, resulting in considerable amount of soil erosion. This paper aims at determining factors and a method to predict the existence of erosion in Kozlu River Basin which is in the northwest of Black Sea Region.

The analysis is based on factorial scores for Slope (E), land cover (Z) and soil erodibility (T). The slope account for the effect of topography on soil erosion. It can be estimated from a digital elevation model. Slope "E" was calculated using a 30 meters resolution digital elevation model of Kozlu River Basin. The land cover is, after slope, the second important factor that controls soil erosion. The "Z" factor is defined as the ratio of soil loss from land with specific vegetation to the corresponding soil loss from continuous fallow. Its value depends on vegetation cover and management practices. For this study, "Z" was estimated using a combination of Landsat satellite imagery and a land cover database. The soil erodibility classes "T" for the identified soil units were derived from generic soil properties other than texture. Physical and chemical characteristics of soil have significant influence over erosion process.

The scores are multiplied, giving a combined score that represents potential erosion risk area. Soil erosion patterns in watersheds are patchy, heterogeneous and therefore it is too difficult to asses. The problem can be overcome by using predictive models. The implementation of such a model in a Geographical Information System (GIS) allows the analysis areas with a high resolution. The model, modified RUSLE, has been chosen for this study. It gives a fast overview of the risk areas, which can later be analyzed more profoundly

with a more sophisticated technique. Other advantages are time and cost saving implementation in commercial standard GIS system.

For the implementation of the model commercial standard GIS software ArcMap 8.3 from ESRI and RS software Erdas Imagine 8.6 were used. For the elaboration of the present method, conventional maps (at 1/25000 scale) of topography (for slope analysis), land cover, at Landsat ETM data 2000, (for soil protection grades), soil (for erodibility analysis) were used.

As a consequence, erosion susceptibility was calculated and erosion risk of the area was mapped.

Key Words: GIS, Modify RUSLE, RS, Soil Erosion, Spatial Analysis.

Anahtar Kelimeler: Coğrafi Bilgi Sistemleri, Mekânsal Analiz, Toprak Erozyonu, Uyarlanmış RUSLE Yöntemi, Uzaktan Algılama.

GİRİŞ:

Yerkabuğunun ayrışmasıyla oluşan materyal, özellikle de bu materyalin üst kısmında yer alan topraklar, dış etkenlerin tahrip edici faaliyetleri sonucunda yerlerinden koparılarak taşınmaktadır. Ana kayanın akarsular, rüzgârlar, dalgalar, buzullar vb. dış kuvvetler tarafından aşındırılması, normal olarak işleyen jeomorfolojik süreçlerdendir. Bu normal süreçte aşınarak taşınan toprak telafi edilebilmektedir. Ancak aşınarak taşınan toprak miktarı çok fazla ise ve yerine yenisi konulamıyorsa, toprak erozyonu problemi başlamış olur. Bu süreç ise erozyona etki eden topografya, zemin örtüsü, toprak, iklim koşulları ve insan gibi faktörlerin etkisi altında gerçekleşmektedir. Bu heterojen faktörlerin farklı orandaki etkileri sonucu taşınan toprak miktarı da değişmektedir. Bu bakımdan erozyonun etkisi inceleme alanının tümünde aynı olmamaktadır. Bundan dolayı bu problemin ortaya konulması da etki eden faktörlerin iyi etüt edilmesi ve onların doğru değerlendirilmesi ile mümkün olabilmektedir. Kalitatif bir yaklaşımla eğim, zemin örtüsü ve toprak gibi faktörlerin bir arada değerlendirilmesi ile yağışların erozif etkisinin ülke geneline göre daha yüksek olduğu, Kozlu Deresi Havzası'nda (Şekil 1) potansiyel erozyon sahalarının duyarlılık sınıfları tespit edilerek risk taşıyan alanlar belirlenmiştir.

AMAÇ VE KULLANILAN YÖNTEM:

İnceleme alanının potansiyel erozyon risk alanlarının tespit edilme ve sınıflan-

dırılması işlemi, Universal Soil Loss Equation (USLE) (Wischmeier vd., 1978), Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (RENARD vd., 1991) modelinin sadeleştirilmesi ile oluşturulmuş (Sivertun vd., 2003), (KNIJFT vd., 1999), (Ekinci, 2004), ($Ea = ExTxZ$) şeklinde ifade edebileceğimiz formüle göre yapılmıştır. Bu formülde eğim (E), zemin örtüsü (Z) ve toprak (T) gibi faktörlerin bir arada değerlendirilmesi ile potansiyel erozyon risk alanları ve duyarlılık sınıfları tespit edilmiştir (Şekil 2).

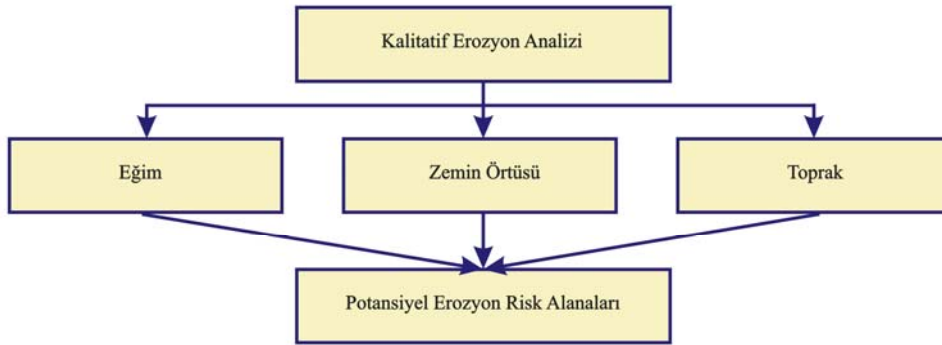
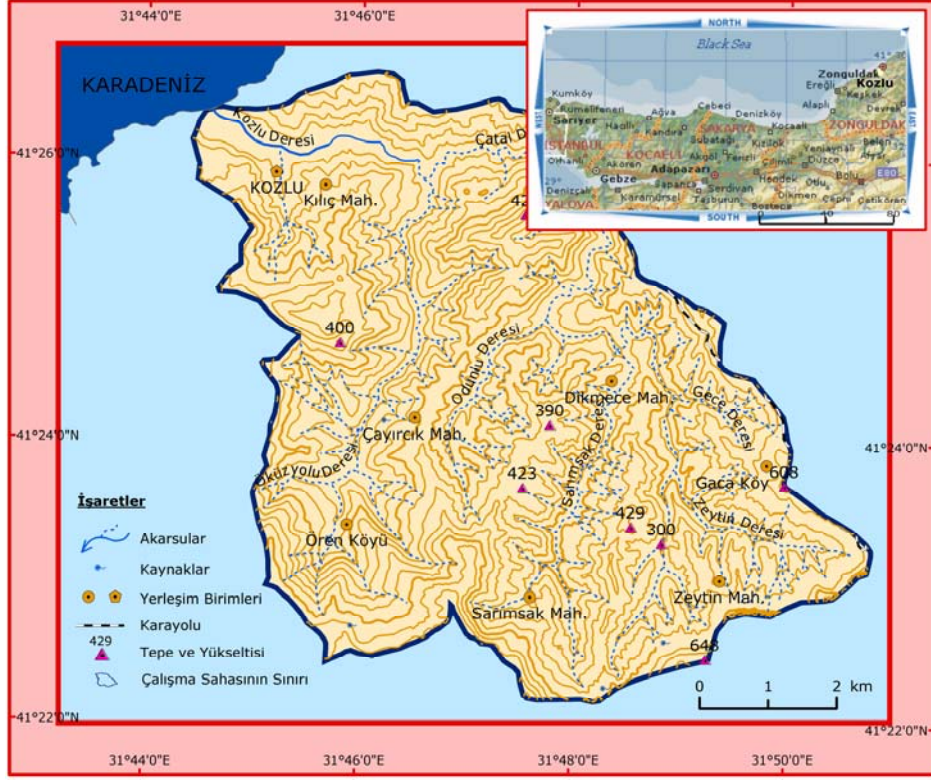
Bu amaçla, inceleme sahamızla ilgili olarak çeşitli özellikler ortaya konulmuştur. Örneğin; 1/25.000 ölçekli topografya haritasının sayısallaştırılması ile elde edilen 30 m çözünürlükteki sayısal yükselti modelinden eğim durumu oluşturulmuştur. Zemin örtüsü özelliği yine 30 m çözünürlükteki Landsat 2000 ETM görüntülerinin sınıflandırılmasıyla elde edilmiştir. Toprak özellikleri ise Topraksu Genel Müdürlüğü tarafından hazırlanan Batı Karadeniz Havzası Toprakları (1972) adlı çalışmadan derlenmiştir.

Yukarıda belirtilen kaynaklardan elde edilen, eğim, zemin örtüsü ve toprak tekstür özelliklerine ait faktörlerin erozyona etkileri oranında, duyarlılık sınıflandırması yapılmıştır. Sınıflandırmada kullanılan analiz işlemi, duyarlılık dereceleri ortaya konulan eğim, zemin örtüsü ve toprak tekstür haritaları 30 m çözünürlükte raster yapıdaki hücrelere dönüştürülerek grid, sorgularının yapılması şeklindedir. Eşit boyuttaki her bir

CBS TABANLI UYARLANMIŞ RUSLE YÖNTEMİ İLE KOZLU DERESİ HAVZASI'NDA EROZYON ANALİZİ

hücre konum itibariyle aynı anda eğim, zemin örtüsü ve toprak gibi birçok özellik değerlerini taşımaktadır. Bu değerlerin gösterimi nominal ve sırasal veri tipin-

dedir. Oluşturulan bu nominal ve sırasal veriler tek hücre bazında gerçekleşen lokal fonksiyonlar kapsamında konumsal analize değerlendirilmiştir.



ETKİLİ FAKTÖRLER:

Eğim Faktörü:

Eğim, yükselti, bakı, pürüzlülük, yamaç profili ve mikro rölyef gibi özellikler erozyon olgusunda, topografya faktörleri olarak değerlendirilmektedir. Bunlardan

eğim, erozyon şiddetini düzenleyen ve organize eden topografya faktörlerinin başında gelir. Eğim yerüstü akışı ile toprak kaybı arasındaki ilişkileri belirleyen temel faktördür. Eğimli bir sahada diğer faktörler aynı kalmak kaydıyla yalnızca

eğim derecesi yerüstü akışının (akarsular ve seyelan suları gibi) fazla olmasına ve buna bağlı olarak da erozyonun artmasına neden olur. Eğim değerleri arttıkça erozyon şiddetlenmekte, azaldıkça hafiflemektedir. Diğer bir deyişle, eğim ile erozyon miktarı arasında doğru orantı bulunur. Aynı zamanda dik yamaçlarda pürüzlülük oranı az, yatay yamaçlarda ise fazladır.

Akarsu hızının kritik bir değeri aşması halinde zemini oluşturan tane veya partiküllerde çözülme ve taşınma olabilmektedir. Yatak üzerinde yuvarlanmalar, kaymalar ve sıçramaların gerçekleşebilmesi için limit hızın aşılması gerekmektedir. Limit hız ya da kritik sürüklenme kuvveti ise yatak özelliklerine, özellikle de eğim ve partikül çaplarına bağlıdır. Yatak eğimi fazla olursa limit hız daha az olabilir. Yatak çok pürüzlü olursa, ya da iri partiküller ihtiva ederse, limit hız da yüksek olacaktır. Aynı şekilde, limit hız belli bir partikül sınıfı için partiküllerin hacmine, yoğunluğuna ve akarsu akımını engelleyen yatağın şekline de bağlıdır.

Yukarıda belirtildiği gibi akarsuların aşındırma ve taşıma etkisi, su hızının belli bir değeri aşmasından sonra ancak başlayabilir. Su hızını etkileyen faktör ise yatak eğimidir. Ayrıca toprağı taşımak için gerekli olan su miktarı da eğime bağlı olarak değişmektedir. 1 kg kaba tekstürlü toprağın taşınması için gerekli olan su miktarı %8 eğimde 179 litre iken bu değer eğimin %16'ya çıkması durumunda 7 litreye kadar inmektedir. Orta tekstürlü toprak için de %8 eğimde 65 litre, %16 eğimde ise 24 litre'dir (Tablo 1).

Tablo 1- Duley ve Hays' a Göre Toprağın Taşınmasında Su Miktarının Eğime Bağlı Değişimi (Feodoroff, 1965).

Toprak Tekstürü	1 Kg Toprak Taşınmasında Gerekli Olan Su Miktarı (Lt)	
	Eğim (%8)	Eğim (%16)
Kaba (Kumlu)	179	7
Orta (Tınlı, Killi)	65	24

Ayrıca türbülanslı akım, akarsularda, yerel olarak bir hız artışına neden olur. Türbülans ise su damlalarının

çarpmasıyla veya yatak düzensizliğiyle oluşur. Aşındırma işleminde türbülanslı akımın etkisi büyüktür. Türbülanslı akım toprak agregatlarını çözer ve ince partikülleri suda asılı olarak tutar. Kaba tekstürlü topraklar, fazla eğimde çok fazla aşınır özelliğindedir.

Kum agregatları suda asılı olarak taşınmazlar, ancak yatak yükü (dip yükü) olarak taşınabilirler. Bu durumda yatak seviyesindeki su hızının yüksek olması gerekmektedir. Eğim değerlerinin artması taşınmayı daha da kolaylaştırır. Oysa killi, tınlı agregatlar suda asılı halde kalırlar ve az eğim taşınma için yeterli olabilir. Bu bakımdan su kalınlığı (derinliği) da önem arz eder. Kalınlığı fazla olan sular daha fazla malzeme taşımaktadır. Su kalınlığı da yine eğime bağlıdır ve onunla doğru orantılı olarak değişir (Tablo 2).

Tablo 2- Eğim İle Su Kalınlığı (Derinliği) Arasındaki İlişki.

Taşınma Şekli	Eğim (%8)	Eğim (%16)
Suni Yağmur (mm)	100	100
Suyun Akışında		
Su Kalınlığı (mm)	10	60

İnceleme alanı deniz seviyesinden (0 m' den) başlayarak 650 metre yükseltiye kadar ulaşmakta ve dolayısıyla yükseltiler bu değerler arasında değişmektedir. Ayrıca yükseltiye bağlı olarak yamaç eğimleri de farklı değerler ortaya koymaktadır. Kompozit teknik eğim sistemine göre yapılan sınıflandırma doğrultusunda inceleme alanı eğim değerleri 0 ila 84,58° arasında değişmektedir (Şekil 3). Eğimi 5°'ye kadar olan ve duyarlılık değeri 2 olan alanlar tüm alanların %20,29'unu oluşturmaktadır. Eğimi, 5–8° arasında ve duyarlılık değeri 10 olan alanlar tüm alanların %3,61'ini, 8–15° arasında ve duyarlılık değeri 15 olan alanlar %12,31'ini, 15–25° arasında ve duyarlılık değeri 20 olan alanlar %36,18'ini oluşturmaktadır. 25–35° arasında ve duyarlılık değeri 25 olan alanlar tüm alanların %19,84'ünü ve nihayet 35°'den büyük eğim değerine sahip olan ve duyarlılık de-

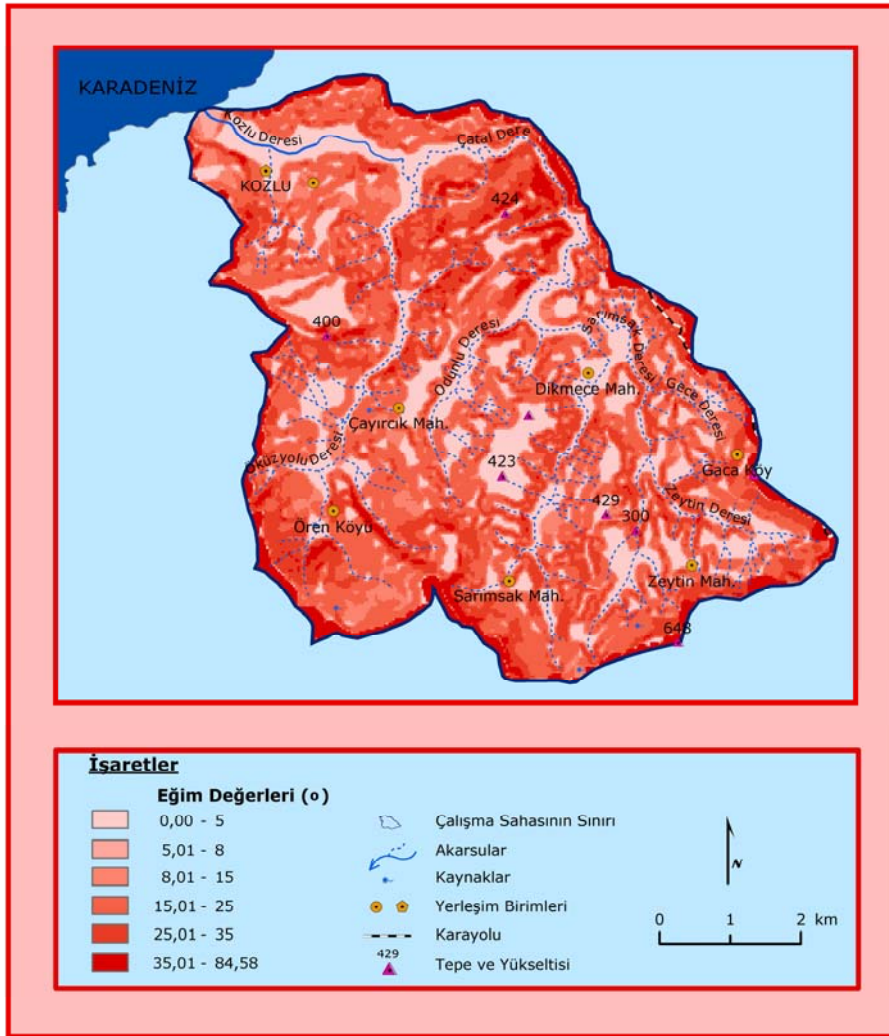
geri 30 olan alanlar ise yalnızca %7,78'ini meydana getirmektedir (Tablo 3).

Tablo 3- Kozlu Deresi Havzası'nın Eğim Özelliklerinin Dağılımı.

Eğim (°)	Kapladığı Alan		Duyarlılık Derecesi
	(km ²)	(%)	
<5	9	20,29	2
5-8	1,6	3,61	10
8-15	5,46	12,31	15
15-25	16,05	36,18	20
25-35	8,8	19,84	25
>35	3,45	7,78	30

Zemin Örtüsü Faktörü:

Zemin örtüsü, yağış ile sızma miktarı ve yağmur damlalarının darbe etkisi arasındaki ilişkiyi belirleyen bir faktördür. Yoğunlukları ve şekilleri aynı olan iki yağış, arazi yüzeyinde, karşılaştıkları engellere göre farklı etkiler meydana getirirler. Hudson (1958), aynı özelliklere sahip iki toprak zeminden birisinin üzerini tel kafesle örtterek yaptığı çalışmada yağış yoğunluğunun aynı olmasına rağmen, yüzey akışı ve toprak agregatlarının taşıma miktarının, telle örtülü toprak zeminde çıplak zemine göre çok daha az olduğu sonucunu ortaya koymuştur (Tablo 4).



Şekil 3- Kozlu Deresi Havzası'nın Eğim Haritası

Tablo 4- Hudson (1958)'e Göre Zemin Örtüsünün Toprak Kaybı Üzerine Olan Etkisi (Feodoroff, 1965)

Zemin Örtü Durumu	Yıllık Yüzeysel Akışı (mm)	Yıllık Toprak Kaybı (Ton/Dekar)
Çıplak Toprak Yüzeysel	508	560
Kafes Telle Kaplı Toprak Yüzeysel	63	2

Bilindiği gibi, yağış kinetik enerjisini azaltan bütün etmenler, damlaların toprağa çarpma etkilerini de azaltmaktadır. Koruyucu etkiyi en başta sağlayan faktör yağmur damlalarını kırarak onların kinetik enerjisini azaltan bitki örtüsüdür. Yoğun bir bitki örtüsü ile kaplı sahalarda, yağın yağmurun bir kısmı bu bitkilerin dal ve yaprakları tarafından tutulacağından akarsulara katılmaz. İntersepsiyon adı verilen bu olayın akım üzerinde olumsuz etkisi görülür. Tutulan yağmur suyu miktarı yağış başlangıcında daha fazladır, bitkilerin ıslanmasına bağlı olarak giderek azalır (Hoşgören, 2004: 77). Buna göre, bitki örtüsü ile kaplı sahalarda yağışın ancak %45-80'i toprağa ulaşmakta, geri kalan kısmı ise buharlaşma ile atmosfere geri dönmektedir (Feodoroff, 1965). Yine bir başka çalışmada, bitki örtüsünün taç kısmı tarafından tutulup buharlaşan yağmur suyu miktarı, orman ağaçlarında, yıllık yağışın %15'ini bulmak-

tadır. Tutulan yağmur suyu miktarı, aslında %30 olup bu suyun yarısı sonradan zemine damlamaktadır. Tarım bitkilerinde ise bu miktar yıllık yağışın %10'dur (Hoşgören, 2004: 78-79). Orman altında direkt güneş ışığı ve sıcaklığın daha az, bağıl nemin daha fazla olması ve rüzgâr hızının da nispeten düşük bulunması gibi nedenlerle buharlaşma çıplak sahalara göre daha azdır (Hoşgören, 2004: 77). Bitki örtüsü kapalılık oranı ile erozyon arasında ters bir orantı söz konusudur. Diğer etkenlerin sabit kalması durumunda kapalılığın fazla olduğu alanlarda erozyon az, kapalılığın az olduğu alanlarda ise erozyon daha şiddetli olmaktadır. Bu bakımdan bitki örtüsü toprağı ne kadar fazla kaplarsa o oranda da korumuş olur.

İnceleme alanında, kapalılık derecesi %71 ve daha yüksek olan alanlarda duyarlılık değeri 1, % 41'den fazla olan alanlarda 2, %11'den fazla olan alanlarda 3, kapalılığı %10'dan az olan alanlarda ise 20'dir. Kapalılık bakımından belirtilen bu sahalarda tüm alanların %79,87'sini meydana getirmektedir. Zemin örtüsünün %15,40'ını meydana getiren tarım vb., alanlarında ise duyarlılık değeri 25'tir. Son olarak tüm alanın %4,73'ünü oluşturan örtü birimlerinden yoksun açık alanların duyarlılık derecesi ise 30 olarak belirlenmiştir (Şekil 4, Tablo 5).

Tablo 5- Kozlu Deresi Havzası'nın Zemin Örtü Birimlerinin Duyarlılık Dereceleri İle Dağılışı

Zemin Örtü Grupları	Kapladiğı Alan		Duyarlılık Derecesi
	(km ²)	(%)	
Orman, Kapalılık (71-100)	7,08	15,96	1
Orman, Kapalılık (41-70)	7,28	16,41	2
Orman, Kapalılık (11-40)	8,64	19,48	3
Orman, Kapalılık (<10)	12,43	28,02	20
Tarım vb. Alanları	6,83	15,40	25
Açık Alanlar	2,1	4,73	30

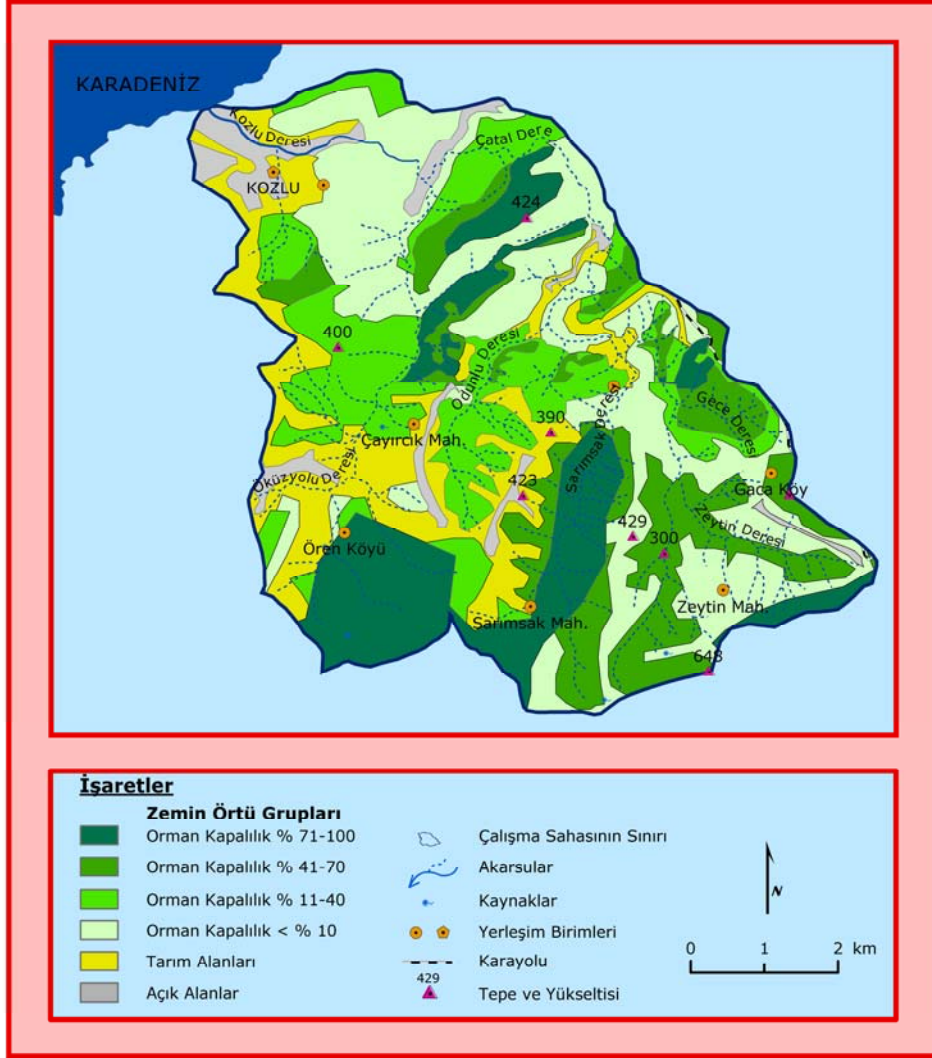
Toprak Faktörü:

Erozyon, olayın gerçekleştiği zeminin, üst kısmını oluşturması bakımından topraklar üzerinde etkilidir. Bundan dolayı erozyon olarak ifade ettiğimiz terimin esas ifadesi toprak erozyonudur. Bu bağlamda toprakların etkin kuvvetlere karşı

gösterdiği direnç faktörünün belirlenmesi gereklidir. Bu çözülme veya dağılma faktörü toprakların agregatlar halinde ayrılmalarına ve taşınmalarına karşı gösterdikleri elverişlilik kabiliyetidir. Söz konusu agregatların başta büyüklüğü olmak üzere, strüktür stabiliteyi, su

tutma ve limit su emme kapasiteleri, içerdikleri nem ile toprak profil durumu gibi faktörler ile bunların kompozisyonu

yüzey akışını dolayısıyla da erozyonu etkileyen başlıca toprak özellikleridir.



Şekil 4- Kozlu Deresi Havzası'nın Zemin Örtüsü Haritası

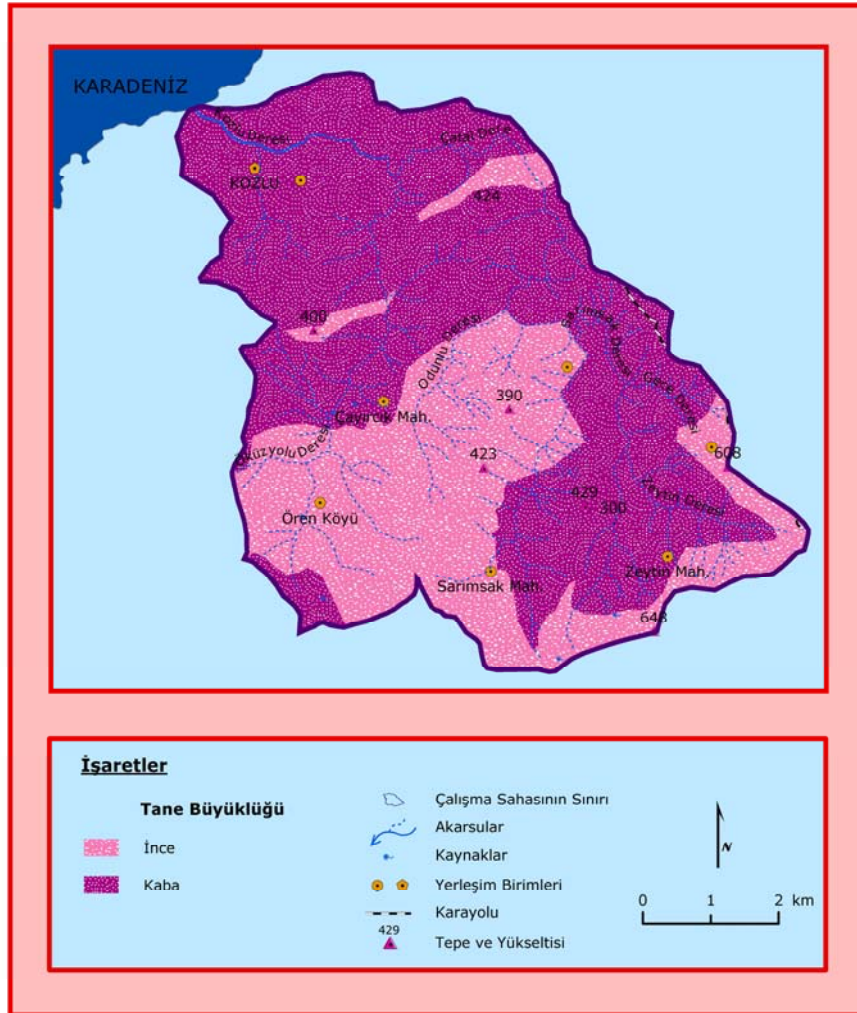
Suyun toprağa girişi ile meydana gelen şişme ve çatlama, yağmur damlalarının çarpmasıyla oluşan mekanik parçalanma, kohezyonun azalması veya kaybolması gibi olaylar toprak agregatlarının küçülmelerine ve kolayca taşınır hale gelmelerine sebep olurlar. Toprağa sızma hızı, yağışın yoğunluğu ile doğrudan ilgilidir. Bir toprağın suyu en fazla absorbe edebilme özelliği limit kapasitesine bağlıdır. Ayrıca toprak nemi de önem arz eder. Çok az nem kuru topraklarda kohezyonu

arttırır. Fakat fazla nem partiküllerin birbirleri üzerinde yaptığı sürtünmeyi azaltır, nemin artması çözülmeyi de şiddetlendirir (Fitzpatrick, 1986: 10-55; Çepel, 1996: 98-99; Mater, 1998: 197-210).

Toprak yüzeyine doğrudan çarpan yağmur damlaları agregatları dağıtır ve havaya sıçratır. Toprak agregatlarının çapları, sıçrama oranını etkileyen faktördür. Özellikle ince agregatlar bu şekilde taşınmaya elverişlidirler. Toprak agregatları sıçrayarak da yer değiştirirler. Yapılan

deneylere göre 2 mm'lik agregat 40 cm, 4 mm'lik agregat ise 20 cm yüksekliğe ancak taşınabilmektedir. Bu işlem agregatların çaplarının küçüklüğü oranında sıçramasıyla ilk buldukları yerden daha çok uzaklara düşmelerine yol açar. Eğimli arazilerde bu yer değiştirme daha fazla olur. 0,06 mm'den büyük çaplı agregatlar yatak yükü olarak taşınabilmektedirler. Bu çaptan daha ince agregatlar su içinde asılı kalarak da nakledilirler. Aynı şekilde sıçrayarak da yer değiştirebilirler (Feodoroff, 1965). Görüldüğü gibi, sızma kapasitesi, çözülme ve taşınma işlemi toprak tane büyüklüğü ile orantılıdır.

Kaba tekstürlü topraklarda sızma kapasitesi ve çözülme yüksek, taşınma düşüktür. Orta ve ince tekstürlü topraklarda ise sızma kapasitesi ve çözülme düşük taşınma ise yüksektir (Tablo 6). Sonuç olarak erozyon olgusu bir taşınmayı ifade eder. Tekstür özeliği erozyona karşı direnci ifade eden erodibilitiyi belirleyen temel faktördür. Bu bakımdan inceleme alanında toprakların %37,53 ünü oluşturan ince tekstürlülerin duyarlılık değeri 5, %62,47 sini oluşturan kaba tekstürlülerin 3 olarak tespit edilmiştir (Şekil 5, Tablo 7).



Şekil 5- Kozlu Deresi Havzası'nın Toprak Tekstür Haritası (Topraksu, 1972'den değiştirilerek)

Tablo 6- Duley ve Hays'a Göre Tekstür Sınıfı Bakımından Toprağın Özellikleri (Feodoroff, 1965).

Toprak Tekstürü	Toprak Özellikleri		
	Sızma Kapasitesi	Çözülme	Taşınma
Kaba (Kumlu)	Yüksek	Yüksek	Düşük
Orta (Killi Tınlı)	Düşük	Düşük	Yüksek

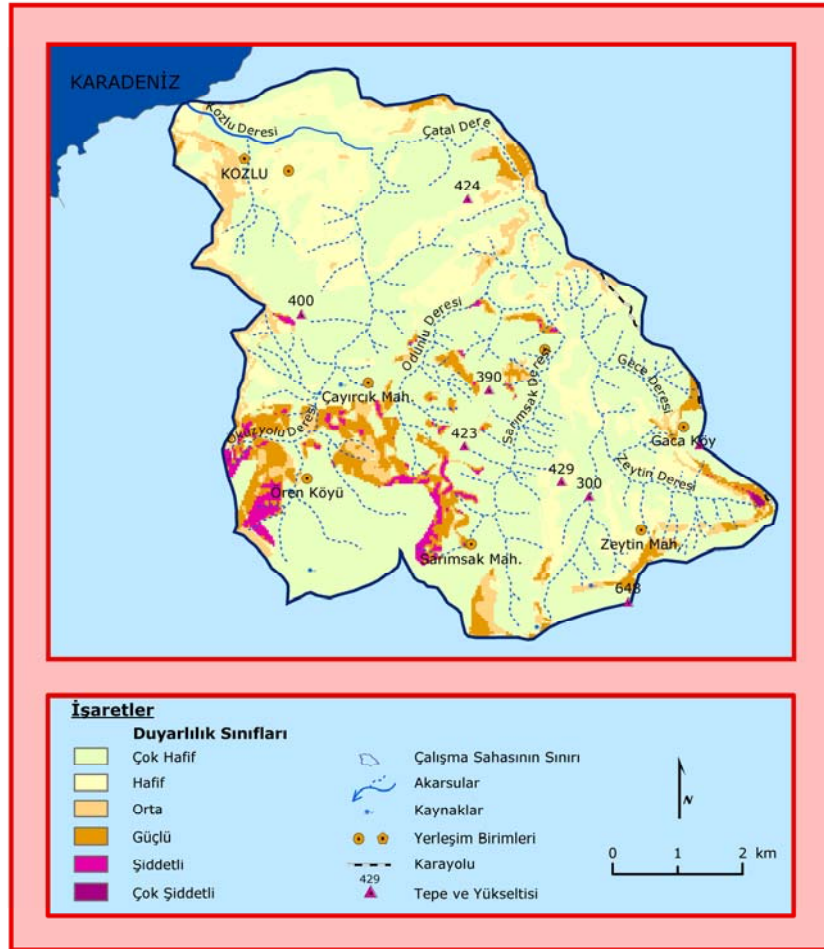
Tablo 7- Kozlu Deresi Havzası'nın Topraklarının Tekstür Duyarlılık Dereceleri İle Dağılışı

Baskın Toprak Tekstür Sınıfı	Kıpladığı Alan		Duyarlılık Derecesi
	(km ²)	(%)	
İnce Taneli	16,65	37,53	5
Kaba Taneli	27,71	62,47	3

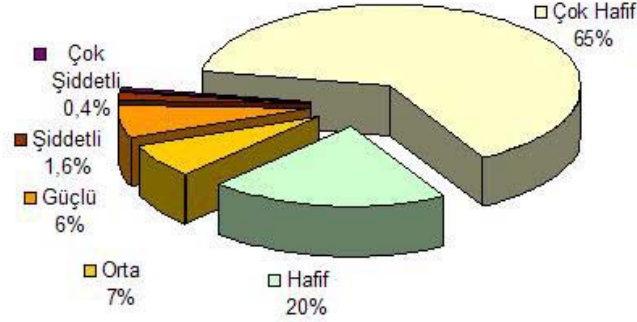
SONUÇ:

Kalitatif bir yaklaşımla ortaya konulan, erozyon analizi sonucunda elde edilen verilere göre, inceleme alanının erozyon bakımından fazla riskli olmadığı görülmüştür (Şekil 6). Tüm alanın %64,20 si

çok hafif, %20,18 i hafif, %7,10 u orta, %6,42 si güçlü, %1,65 i şiddetli, %0,45 i çok şiddetli erozyon sınıfına dâhil olmaktadır (Şekil 7, Tablo 8).



Şekil 6- Kozlu Deresi Havzası'nın Potansiyel Erozyon Risk Haritası



Şekil 7- Kozlu Deresi Havzası'nın Potansiyel Erozyon Risk Alanlarının Dağılımı

Tablo 8- Kozlu Deresi Havzası'nın Potansiyel Erozyon Risk Alanlarının Dağılımı

Potansiyel Erozyon Risk Sınıfları	Kapladığı Alan	
	(km ²)	(%)
Çok Hafif	28,48	64,20
Hafif	8,95	20,18
Orta	3,15	7,10
Güçlü	2,85	6,42
Şiddetli	0,73	1,65
Çok Şiddetli	0,2	0,45

Eğim değerlerinin büyük olduğu, Zemin örtüsünden yoksun ve ince taneli toprakların birlikte bulunduğu sahalar şiddetli erozyon alanları iken, eğim değerlerinin küçük olduğu, zemin örtüsünün kapalılık değeri yüksek ormandan oluştuğu ve kaba taneli toprakların birlikte bulunduğu sahalar ise erozyonun çok hafif olduğu alanlar durumundadır.

Potansiyel erozyon risk haritasına göre orta ve üzeri riskli erozyonun görüldüğü alanların, genellikle yerleşim birimlerine yakın olduğu görülmektedir. Ören Köy ve Sarımsak Mahallesi çevresi, şiddetli ve orta, Çayırılık ve Zeytinlik Mahalleleri orta derecede erozyon alanları olarak dikkat çekmektedir. Bu sahalar aynı zamanda orman örtüsünün tahrip edildiği, büyük oranda tarım sahası olmak üzere açık ve eğimli alanlara karşılık gelmektedir. Oysa, toprağın çeşitli nedenlerle doğal bitki örtüsünden yoksun bırakılması toprak taşınmasını hızlandırmaktadır. Kapladığı alana göre inceleme alanının yarından

fazlasında bitki örtüsü olmakla beraber onun yer yer farklı kapalılık derecesi göstermesi erozyon üzerinde de farklı oranda etki yapmasına yol açmıştır. Gerçekten, bitki örtüsü kapalılığının fazla olduğu alanlarda, eğim ve pedolojik şartların da özelliklerine göre, erozyon olayı önemsiz kalır. Buna karşın bitki örtüsünden yoksun açık alanlarda, diğer etkenlerde uygunsa, erozyon olayı yüksek seviyeye ulaşır. Bitki örtüsü erozyon üzerinde, tür ve türlerin yüzeyi kaplama derecesi bakımından, ayrıca toprak örtüsünün tutunma açısından önem taşımaktadır. İğne yapraklı ağaçlar, geniş yapraklı ağaçlara göre yağmur tanelerini daha fazla tutarlar. Havza ormanlarının genelde geniş yapraklı ağaçlardan oluşması nedeniyle erozyon etkisi üzerinde iğne yapraklı ormanlar kadar azaltıcı etki yapamazlar. Yağmur tanelerinin ağaç dallarına ve yapraklarına çarparak hızlarının azalması, hızı azalan suyun toprağa sızması, ağaç köklerinin daha derine inmesi, toprağın bitki köklerine tutunması erozyon etkisini azaltan faktörlerdendir.

Orman örtüsünün tahrip edilmiş olması, zemin örtüsünün insan ve ona ait faaliyetlerin de etkisi altında kaldığının açık bir ifadesidir. Erozyon üzerinde inceleme alanında yaşayan insanlarca uygulanan tarım faaliyetleri ve üretim biçimleri ile onların yerleşmeleri de önemli rol oynar. Bu bakımdan çalışma alanında

mısır, buğday, sebze ve fındık tarımının yapıldığını görmekteyiz. Buğday üretim alanlarında 0,25 m/sn'den, mısır tarlalarında ise 0,54 m/sn'den fazla yatak hızlarında toprak kayıpları ancak oluşabilmektedir (Feodoroff, 1965). Dolayısıyla fındık ve mısır buğdaya göre yağışın şiddet etkisini kırma ve erozyonu önleme bakımından daha etkilidir.

Erozyonun orta ve şiddetli olduğu alanların bir diğer ortak yönünün ise eğim

KAYNAKÇA:

- ÇEPEL, N. 1996, *Toprak Fiziği*, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.
- EKİNCİ, D. 2004, Gülüç Çayı Havzası'nın Uygulamalı Jeomorfoloji Özellikleri, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- FEODOROFF, A. 1965, "Yağmur Tarafından Oluşan Erozyonun Mekanizması" (Çeviren O. Doğan). *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique* VII: 5-28.
- FITZPATRICK, E. A. 1986, *An Introduction to Soil Science*, Addison Wesley Limited, Edinburgh.
- HOŞGÖREN, M. Y. 2004, *Hidrografya'nın Ana Çizgileri I- Yeraltı suları- Kaynaklar- Akarsular*, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- KNIJIFF, J. M., JONES, R. J. A. ve MONTANARELLA, L. 1999, *Soil Erosion Risk Assessment in Italy*, European Communities, Italy.
- MATER, B. 1998, *Toprak Coğrafyası*, Çantay Kitabevi, İstanbul.
- RENARD, K. G., FOSTER, G. R., WEESIES, G. A. ve PORTER, J.P. 1991, Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE), *Journal Soil Water Conservation* 46: 30-33.
- SIVERTUN, A. ve PRANGE, L. 2003, "Non - Point Source Critical Area Analysis in the Gisselö Watershed Using GIS", *Environmental Modeling and Software* 18: 887-898.
- TOPRAKSU GENEL MÜDÜRLÜĞÜ, 1972, *Batı Karadeniz Havzası Toprakları*, Topraksu Genel Müdürlüğü Yayını, Ankara.
- WISCHMEIER, W. H. ve SMITH, D. D. 1978, *Predicting Rainfall Erosion Losses*, *Agricultural Handbook*, US Department of Agriculture, Washington, DC, USA.