

T.C.
ORDU ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

EROZYON TAHMİN MODELLERİ İLE TOPRAK KAYBININ
HESAPLANMASI

MELTEM ERDEM

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ORDU 2017

TEZ BİLDİRİMİ

Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdığı yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Meltem ERDEM

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eseri Kanundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

EROZYON TAHMİN MODELLERİ İLE TOPRAK KAYBININ HESAPLANMASI

MELTEM ERDEM

Ordu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı, 2017
Yüksek Lisans Tezi, 81s.

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Ferhat TÜRKMEN

Toprak erozyonu; dünyanın birçok yerinde verimli toprak tabakasının yok olmasına sebep olmaktadır. Bu sebeple erozyon araştırmaları toprakla ilgili yapılan en önemli çalışmalar arasında yer almaktadır. Topraklarda erozyon tehlikesinin belirlenmesi doğrudan arazi veya laboratuvarında ölçümsel veya deneysel çalışmaların yanında, dolaylı olarak geliştirilen modeller yardımıyla da yapılabilmektedir.

Bu çalışma; Ordu ili Gülyalı ilçesi Turnasuyu mevkiinde yer alan toprakların CORINE, LEAM, RUSLE ve ICONA modelleri kullanılarak erozyon risk durumlarının tespit edilmesi ve erozyon duyarlılık haritalarını oluşturulması amacıyla ele alınmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen haritalara göre; CORINE modelinde toplam alanın 27.8'i yüksek derecede erozyon riskine sahip, LEAM modelinde toplam alanın %72.6'sının çok yüksek erozyon riskine sahip olduğu, ICONA modelinde toplam alanın %54.8'i çok şiddetli derecede erozyon riskine sahipken ve RUSLE modeline göre toplam alanın %48.7'sinin şiddetli ve çok şiddetli erozyon riskine sahip olduğu belirlenmiştir. Tüm modeller göstermektedir ki; çalışma alanı yüksek oranda erozyon riskine sahip olup, Ordu ili Turnasuyu mahallesi topraklarında ivedi olarak erozyonla mücadele programları yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: CORINE, Erozyon, ICONA, LEAM, Ordu, RUSLE, Turnasuyu

ABSTRACT

SOIL LOSE CALCULATION USING ESTIMATION SOIL EROSION MODELS

Meltem ERDEM

University of Ordu
Institute For Graduate Studies In
Soil Science And Plant Nutrition Department, 2017
MSc. Thesis, 81p.

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Ferhat TÜRKMEN

Soil erosion causes to lost fertile soil layer in many places of the world. For that reason, investigation related with soil erosion is one of the most important issues among the soil researches. Determinations of soil erosion risk cases have been done as directly using measurement or experimental analysis in land or laboratory or as indirectly methods such as developed models.

In this present study, It was aimed to determine soil erosion risk of areas located in Turansuyu district of Gülyalı-Ordu province using CORINE, LEAM, RUSLE and ICONA and to generate soil erosion risk maps. According to soil erosion risk maps, 27.8% of the total study area has high erosion risk in CORINE whereas, in LEAM model 72.6% of the study area was determined as very high erosion risk. In addition, according to ICONA model 54.8% of the total land was found as very high erosion risk whereas, high and very high erosion risk were determined in 48.7% of the study area. All models were showed that the study area is under high erosion risk. That's why, it should be taken some urgent precautions to against to soil erosion in the study area.

Key words: CORINE, Erosion, ICONA, LEAM, Ordu, RUSLE, Turnasuyu

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca her sıkıntıda sabrı ile yanımda olan, bilgisini ve deneyimlerini benden esirgemeyip her daim yardımcı olan çok kıymetli danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Ferhat TÜRKMEN'e teşekkür ederim.

Lisans ve Yüksek lisans öğrenimim boyunca bilginin ve öğrenmenin en kıymetli güç olduğunu bana benimseten ve beni toprağın mucizesiyle buluşturan Sayın Prof. Dr. Tayfun AŐKIN'a ve modelleme çalışmalarımnda güler yüzü ve eğiticiliğı ile benden desteğini esirgemeyen Sayın Prof. Dr. Orhan DENGİZ'e teşekkür ederim.

Tez düzenlemelerim sırasında güler yüzü ile yardımlarını esirgemeyen Öğretim Görevlisi Sayın Bilal ÖZDEMİR'e teşekkür ederim.

Harita model çalışmalarımnda benden desteğini esirgemeyen Yrd. Doç. Dr. İnci DEMİRAG'a ve Dr. Ali İMAMOĞLU'na teşekkür ederim.

Güler yüzü ve içtenliğı ile arazi ve laboratuvar çalışmalarımnda yardımlarını esirgemeyen, AraŐ. Gör. Selahattin AYGÜN'e teşekkür ederim.

Bu tez çalışması Ordu Üniversitesi BAP birimi tarafından TF-1617 nolu proje ile desteklenmiştir. Teşekkürlerimizi sunarız.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
TEZ BİLDİRİMİ	I
ÖZET	II
ABSTRACT	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
ŞEKİLLER LİSTESİ	VII
ÇİZELGELER LİSTESİ	IX
SİMGELER ve KISALTMALAR	X
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. CORINE Modeli ile Yapılmış Çalışmalar	3
2.2. LEAM Modeli ile Yapılmış Çalışmalar	6
2.3. ICONA Modeli ile Yapılmış Çalışmalar	7
2.4. RUSLE Modeli ile Yapılmış Çalışmalar	8
2.4.1. Türkiye’de RUSLE Yöntemine İlişkin Çalışmalar	8
2.4.2. Dünyada RUSLE Yöntemine İlişkin Çalışmalar	10
3. MATERYAL ve YÖNTEM	13
3.1. Materyal.....	13
3.1.1. Araştırma Alanının Yeri.....	13
3.1.2. Araştırma Alanının İklimi	13
3.1.3. Araştırma Alanının Toprakları	14
3.1.4. Araştırma Alanının Jeolojisi	14
3.1.5. Çalışmada Kullanılan Altlık Materyaller ve Programlar	15
3.1.6. Çalışma Alanı Arazi Kullanımı ve Arazi Örtü Dağılımı	19
3.1.7. Çalışma Alanı Genel Eğim Dağılımı	20
3.1.8. Çalışma alanında yükseklik ve bakı	21
3.2. Yapılan Analiz ve Yöntemler	22
3.3. Çalışmada kullanılan programlar ve hesaplamalar	23
3.4. Erozyon Tahmin Modelleri.....	24
3.4.1. CORINE Erozyon Modeli.....	24
3.4.2. ICONA Erozyon Modeli.....	27

3.4.3. LEAM Erozyon Modeli	28
3.4.4. RUSLE Erozyon Modeli.....	29
3.4.4.1. Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (R).....	29
3.4.4.2. Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)	31
3.4.4.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi Faktörü (LS).....	31
3.4.4.4. Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Faktörü (C)	32
3.4.4.5. Toprak Koruma Önlemleri Faktörü (P)	32
4. BULGULAR.....	33
4.1. Çalışma Alanı Topraklarının Analiz Sonuçları.....	33
4.2. Çalışma Alanında Erozyon Model Bulguları.....	41
4.2.1. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında CORINE Modeli.....	41
4.2.2. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında LEAM Modeli	51
4.2.3. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında ICONA Modeli.....	56
4.2.4. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında RUSLE Modeli.....	63
4.2.4.1. Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (R).....	63
4.2.4.2. Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)	64
4.2.4.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi Faktörü (LS).....	65
4.2.4.4. Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Faktörü (C)	67
4.2.4.5. Toprak Koruma Önlemleri Faktörü (P)	68
4.2.4.6. RUSLE Toprak Kaybı Miktarı.....	68
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	71
6. KAYNAKLAR	74
ÖZGEÇMİŞ	81

ŞEKİLLER LİSTESİ

<u>Şekil No</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.2. Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritası (G39b2 paftası).....	16
Şekil 3.3. Araştırma sahasına ait eş yükselti haritası (1/25000)	17
Şekil 3.4. Araştırma alanına ait SPOT uydu görüntüsü, Eylül 2015 (false color)	18
Şekil 3.5. Araştırma topraklarının arazi kullanım ve bitki örtüsü haritası	19
Şekil 3.6. Araştırma sahasına ait eğim dereceleri dağılım haritası	20
Şekil 3.7. Çalışma alanı yükseklik haritası	21
Şekil 3.8. Çalışma alanı yöney haritası.....	22
Şekil 3.9. CORINE modeli akış şeması.....	25
Şekil 3.10. ICONA model diyagramı	27
Şekil 3.11. LEAM model akış diyagramı	28
Şekil 4.1. Çalışma alanına ait agregat stabilitesi dağılım haritası.....	37
Şekil 4.2. K faktör dağılım haritası.....	38
Şekil 4.3. Çalışma alanına ait toprakların organik madde dağılım haritası	39
Şekil 4.4. Çalışma alanına ait toprakların hidrolik iletkenlik dağılım haritası	40
Şekil 4.5. Çalışma alanına ait % kum dağılımı haritası	42
Şekil 4.6. Çalışma alanına ait % kil dağılım haritası	43
Şekil 4.7. Çalışma alanına ait % silt dağılımı haritası	44
Şekil 4.8. CORINE modeline göre çalışma alanının aşınma duyarlılık haritası.....	45
Şekil 4.9. CORINE modeline göre çalışma alanı eğim gruplandırması	47
Şekil 4.10. CORINE modeline göre çalışma alanının potansiyel erozyon risk sınıfları.....	48
Şekil 4.11. CORINE modeline göre çalışma sahasına ait bitki örtüsü haritası.....	49
Şekil 4.12. CORINE modeline göre çalışma alanına ait gerçek erozyon risk haritası.....	50
Şekil 4.13. LEAM modeline göre çalışma alanı eğim haritası	52
Şekil 4.14. LEAM modeline göre toprakların erozyona karşı duyarlılık haritası	54
Şekil 4.15. LEAM modeline göre potansiyel erozyon risk dağılım haritası.....	55
Şekil 4.16. ICONA modeline göre çalışma alanı eğim dağılım haritası.....	57
Şekil 4.17. ICONA modeline göre çalışma alanı potansiyel erozyon risk haritası.....	58
Şekil 4.18. ICONA modeline göre çalışma alanı bitki örtüsü yoğunluğu haritası.....	60
Şekil 4.19. ICONA modeline göre çalışma alanı toprak koruma haritası	61
Şekil 4.20. Çalışma alanına ait ICONA haritası	62

Şekil 4.21. RUSLE modeline göre R faktör haritası.....	63
Şekil 4.22. RUSLE modeline göre K faktör haritası	65
Şekil 4.23. RUSLE modeline göre LS faktör haritası.....	66
Şekil 4.24. RUSLE modeline göre C faktör haritası.....	68
Şekil 4.25. Araştırma alanına ait RUSLE modeli erozyon duyarlılık haritası.....	70

ÇİZELGELER LİSTESİ

<u>Çizelge No</u>		<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1.	1950-2015 yıllarına ait ortalama sıcaklık ve yağmur verileri.....	14
Çizelge 3.2.	Araştırma sahasına ait eğim dereceleri dağılımı.....	20
Çizelge 4.1.	Çalışma alanı topraklarının analiz sonuçları (n=80).....	33
Çizelge 4.2.	Çalışma alanına ait agregat stabilitesi dağılımı	36
Çizelge 4.3.	K sınıf değerleri	38
Çizelge 4.4.	Çalışma alanına ait organik madde dağılımı	39
Çizelge 4.5.	Çalışma alanına ait toprakların hidrolik iletkenlik değerleri	40
Çizelge 4.6.	Çalışma alanına ait % kum dağılımları.....	42
Çizelge 4.7.	Çalışma alanına ait % kil değerleri	43
Çizelge 4.8.	Çalışma alanına ait % silt değerleri	44
Çizelge 4.9.	Çalışma alanına ait toprakların aşınım duyarlılık dağılım aralığı	45
Çizelge 4.10.	CORINE modeline göre çalışma alan topraklarının eğim dağılımı.....	46
Çizelge 4.11.	CORINE modeline göre çalışma alanı topraklarının potansiyel erozyon risk dağılımı	47
Çizelge 4.12.	CORINE modeline göre çalışma alanına ait bitki örtü durumu dağılımı ...	49
Çizelge 4.13.	Çalışma alanının CORINE modeline göre gerçek erozyon risk dağılımı ...	50
Çizelge 4.14.	LEAM modeline göre çalışma alanı topraklarının eğim dağılımı	51
Çizelge 4.15.	Çalışma alanına ait K faktör değerleri	53
Çizelge 4.16.	Çalışma alanına ait potansiyel erozyon risk haritası.....	55
Çizelge 4.17.	Çalışma alanı eğim sınıfları	56
Çizelge 4.18.	Çalışma alanı potansiyel erozyon risk sınıfları.....	57
Çizelge 4.19.	Çizelge 1.BB (Braun-Blanquet 1964) ve NDVI sınıflarına uyarlanması ...	59
Çizelge 4.20.	Araştırma alanına ait arazi örtüsü sınıfları.....	59
Çizelge 4.21.	Çalışma alanı toprak koruma sınıfları.....	61
Çizelge 4.22.	Çalışma alanına ait ICONA erozyon risk sınıf değerleri	62
Çizelge 4.23.	Çalışma alanına ait toprakların K sınıf dağılımı	64
Çizelge 4.24.	RUSLE modeline göre arazi kullanımı ve C faktör değerleri	67
Çizelge 4.25.	Çalışma alanına ait C değerleri.....	67
Çizelge 4.26.	Çalışma alanına ait erozyon duyarlılık sınıflarının alansal ve oransal dağılımı	69

SİMGELER ve KISALTMALAR

AS	: Agregat stabilitesi
C	: Kil
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CORINE	: Coordination of Information on the Environment
Da	: Dekar
DEM	: Sayısal Yükselti Modeli (Digital Elevation Model)
DGCONA	: Direction General for the Conservation of the Nature
EUROSEM	: Avrupa Toprak Erozyon Modeli
GPS	: Küresel Yer Belirleme Sistemi (Global Positioning System)
HA	: Hacim ağırlığı
Ha	: Hektar
Hİ	: Hidrolik iletkenlik
ICONA	: Institute for the Conservation of the Nature
IDW	: Inverse Distance Weighting - Ağırlıklı Ters Uzaklık
L	: Tın
LEAM	: Land Erodability Assessment Model
OM	: Organik madde
RUSLE	: Revised Universal Soil Loss Equation
SC	: Kumlu kil
SCL	: Kumlu killi tın
Si	: Silt
T	: Ton
UA	: Uzaktan Algılama

1. GİRİŞ

Verimli tarım topraklarının yok olmasında toprak erozyonu ilk sıralarda yer almaktadır. Toprak ile ilgilenen insanlar, uzmanlar, toprakla iç içe olan üreticiler ve çiftçiler bilirler ki toprak, topografya, bitki örtüsü ve iklim ile birlikte anahtar kilit ilişkisi gibi bir olan ve ayrı düşünilemeyen bir unsurdur. Bu unsurlar yüzyıllar boyunca insanoğlunun geleneksel üretimine ışık tutmuş, pek çok bilimsel ana dalda ve bilimsel projelerde araştırma başlığı haline gelmiştir. Yüksek eğitim gruplarına sahip Ülkemiz arazilerinde erozyon derecesi ve şiddetinin çok yüksek olduğu bilinmektedir. Ayrıca toprakları korumaya dayalı yönetim önlemleri uygulanmadığı takdirde, risk derecelerinin artacağı bilinmektedir. Dolayısıyla verimli tarım topraklarımızın geriye dönüşümü olmayan verimsiz arazilere dönüşmesi kaçınılmaz bir sondur. Bu durumdan ayrı olarak, hızlandırılmış toprak erozyonu, var olan kısıtlı toprak kaynaklarımızı, önümüzdeki yıllarda çok büyük bir tehdit altında bırakabilir. Türkiye topraklarının %79.4'ü orta, şiddetli veya çok şiddetli erozyona maruzdur. Her yıl erozyon nedeniyle bir milyar ton toprak taşınmakta ve taşınan bu toprağın yarısına yakın bir kısmı Türkiye'nin çok önemli hidroelektrik santralleri olan Keban, Karakaya ve Atatürk barajlarında toplanarak, barajların ekonomik ömürlerini kısaltmaktadır (Ergünay, 2007). Bu duruma göre erozyonun şiddet ve yayılışı dikkate alınarak, yıllık toprak kayıplarını azaltmak için gelişen teknolojilerden de yararlanılarak, gerekli toprak yönetim önlemlerinin hızlı bir şekilde alınması gerekmektedir.

Uzaktan Algılama (UA) ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) beraber kullanılarak geliştirilen modeller (RUSLE, ICONA, LEAM ve CORINE) sayesinde Ülkemiz toprakları analiz edilerek erozyon riskinin tespit edilmelidir ve buna göre erozyona sebep olan faktörlerin giderilmesi veya azaltılması için gerekli çalışmalar yapılmalıdır.

Yukarıdaki anlatılanların ışığı altında, ülkemiz toprakları için erozyon risk durumunun yüksek olduğu görülmektedir. Bu sebeple zaman kaybetmeden topraklarımızın koruma altına alınması gerekmektedir. Hızlandırılmış erozyon aslında doğal süreçlerle oluşan topraklar için risk etmeni olmakta, sonucunda toprak kayıpları ve arazi bozulmaları meydana gelebilmektedir. Bu şekilde devam ederse

Ülkemiz topraklarının her geçen gün üretkenlik kapasitesi daha da azalacak ve bizlerde altın değerindeki verimli topraklarımızın yok olduğunu göreceğiz.

Bu alışma ile Ordu ili Gülyalı ilçesine bağlı olan Turnasuyu mevkiinde dört farklı erozyon risk değerlendirme modelinin (RUSLE, ICONA, LEAM ile CORINE) CBS ve UA teknolojileri kullanılarak erozyon risk haritalarının üretilmesi ve bu risk modelleri arasında karşılaştırmaların yapılması hedeflenmiştir. Bunun yanı sıra çalışma alanından alınan toprak örneklere ile araştırma alanına toprakların erozyon risk durumlarının oluşturulması amacıyla bazı erozyon duyarlılık dereceleri incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Toprak erozyonunun derecesi ve şiddeti bilinirse, gerekli yönetim uygulamaları erozyon problemini minimum düzeye indirmek için etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir. Herhangi bir alanda erozyon belirlenerek toprak erozyon modelleri uygulanabilir. 1930'dan beri toprak risk değerlendirilmesiyle alakalı pek çok erozyon tahmin modeli geliştirilmiştir. Araştırmacılar tarafından günümüz dünyasında erozyon modelleri arasında en çok kullanılan modellerden bir tanesi olan (USLE) Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (Wischmeier ve Smith, 1965) yeniden isimlendirilmesiyle, (RUSLE) Revize Edilmiş Toprak Kaybı Eşitliği (Renard ve ark., 1990) ismini almıştır. Bunun yanı sıra Avrupa Toprak Erozyon Modeli (EUROSEM) (Morgan ve ark., 1992) erozyon risk değerlendirilmesi amacıyla kullanılan modeller arasındadır. Toprakların erozyon risk değerlendirilmesinde toprak kayıplarına karşı risk derecelerini ortaya koymak amacıyla ICONA (1997), LEAM (Manrique, 1988), CORINE (1992) vb. modeller geliştirilmeye devam etmektedir.

2.1. CORINE Modeli ile Yapılmış Çalışmalar

CORINE erozyon modeli, toprak kayıplarına karşı duyarlılığın belirlenmesine yönelik alansal bir yaklaşımdır. CORINE (Coordination of Information on the Environment); toprak erozyonu çalışmalarında uygulanan bir modeldir. CORINE modeli, USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier, 1976) alt tabanlı çalışıp, AB (Avrupa Birliği) tarafından geliştirilen erozyon modelidir (CORINE, 1992). CORINE modelinin diğer modellere oranla avantajlı yönü; çalışma alanının bütün yüzölçümünün tamamına erozyon risk tahminini sağlayabilmesidir. Bu modelle birlikte toprak kayıplarının tehlike haritalarının oluşturulması, Türkiye ile Avrupa Birliği ülkeleri arasındaki gelecekte yapılacak bilimsel araştırmaların bütünlüğü için oldukça önemlidir (CORINE, 1992; Bayramin ve ark., 2003).

Cebel ve Doğan, (1998), Batı Akdeniz'de bulunan Dalaman havzasında CBS tekniklerini CORINE modelini kullanarak havzanın potansiyel erozyon risk alanlarını belirlemişlerdir. CORINE metoduna göre toprakların %16'sının erozyon riski düşük, %45'inin orta ve %35'inin ise yüksek potansiyel risk alanları olduğunu tespit etmişlerdir.

Erol ve anga, (2004), Eskişehir'in Mihalıçık ilçesi topraklarının CORINE modeli kullanılarak potansiyel ve gerçek erozyon risk dağılımını belirlemişlerdir. Harita sonuçlarına göre çalışma alanının %44'ünün az derecede, %52'sinin orta derecede ve %4'ünün yüksek derecede erozyon riskine sahip olduğunu bulmuşlardır. Alana ait gerçek erozyon risk haritası sonucuna göre alanın %31'i düşük seviyede, %20'sini orta derecede ve %49'unun yüksek derecede erozyon riskine sahip olduğunu gözlemlemişlerdir.

Dengiz ve Akgl, (2005), CORINE erozyon risk modelini kullanarak Gölbaşı zel evre Koruma Bölgesi riskini ve çevresinin erozyon risk durumunu belirlemek için haritalama çalışması yapmışlardır. CORINE modeli toprak bünyesini, toprak derinliğini, toprak taşlılığını, araziye ait eğim dağılımını, arazi kullanımını ve arazi örtüsünü içeren altı adımdan oluşmaktadır. Modelin ilk adımımda 1/25.000 ölçekli toprak haritası kullanılarak toprak bünyesi, derinliği ve toprak taşlılığı haritasını oluşturmuşlar, İklım verileri Fournier indeksi ve Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksleri ile hesaplamışlar ve çalışma alanının aşındırma tabakasını oluşturmak için kullanmışlardır. Sonraki aşamasında ise sayısal yükseklik modeli (DEM) yardımıyla araziye ait eğim katmanını oluşturmuşlardır. Dördüncü aşamasında ise araziye ait erosivite, erodibilite ve eğim tabakalarını arpıştırılarak potansiyel erozyon tehlike haritasını hazırlamışlardır. Tüm bu sonuçlara göre, araştırma sahasında %73.0' düşük derecede erozyon risk sınıfına girerken, %1.0 gibi çok küçük bir alanın şiddetli erozyon tehlike sınıfına girdiğini tespit etmişlerdir.

Bayramın ve ark., (2005), Ankara'nın Beypazarı ilçesinde yapmış oldukları çalışmada, bölge topraklarının gerçek erozyon risk durumlarını CORINE modeli ile belirlemişlerdir. Çalışma sonuçlarına göre bölge topraklarının yarısından fazlasının (%60) şiddetli derecede erozyon tehlikesine sahip olduğu, araziye ait toprakların sadece %20'sinde ciddi erozyon problemi olmadığını gözlemlemişlerdir.

Karaş ve ark., (2009), Sakarya'da bulunan Porsuk ayına ait Sarısu Havzasında CORINE modelini kullanarak Coğrafi Bilgi Sistemlerinden de yararlanılarak erozyon tehlike sınıflarını oluşturmuşlardır. CORINE modeli sonuçlarına göre havza topraklarında %98'lik bir dilim ile gerçek erozyon riskinin olmadığı, alanın sadece

%3'lük kısmında az ve orta derecede erozyona duyarlılık olduğunu gözlemlemişlerdir.

Zhu, (2011), Çin'in Danjiangkou bölgesinde toprak erozyonunu önlemek için toprak ve su kaynaklarının korunması için çalışma yapmıştır. Çalışmada yüksek erozyon riski (SER) ile alanları tanımlamak, yeterli derecede erozyon önleme tedbirleri geliştirmek için CBS ve UA yardımıyla SER, DRR ile CORINE modeli bütünleştirilmiştir. Sonuç olarak ise çalışma alanının %59.1'i düşük, %31.2'si orta ve %2.3'ü ise yüksek erozyon riskine sahip olduğunu belirlemiştir.

Savacı, (2012), CORINE modeli ile Kahramanmaraş iline 45 km uzak mesafede bulunan Göz ve Haman deresi havzalarında gerçek erozyon tehlike sınıflarını belirlemişlerdir. Modele göre oluşturulan haritalarda Göz deresinin gerçek erozyon tehlike dağılımında %74'ü düşük derecede erozyon sınıfına girip tehlike oluşturmazken bunun tam tersi olarak Haman deresinin gerçek erozyon tehlike oranında % 77'si yüksek derecede erozyon tehlikesi oluşturmakta olduğunu ve derhal önlem alınması gerektiğini bildirmişlerdir.

Dindaroğlu ve Canpolat (2013), Kuzgun Baraj gölünde yapmış oldukları bir çalışmada toprak kayıplarının etkili olduğu arazileri belirlemek ve problemin çözülmesi amacıyla yönetsel önerilerde bulunmayı hedeflemişlerdir. CORINE modeli göre Erzurum İline ait Landsat uydu görüntüsü yardımıyla arazi kullanım durumlarına göre toprak karakteristikleri belirlenmiş ve modele göre degradasyona uğramış ya da uğrayabilecek yerleri belirlemişlerdir. Harita sonuçlarına bağlı olarak, toprakların %39'unun orta seviyede riskli olduğu, %34'ünün ise şiddetli seviyede degradasyon risk sınıfına girdiğini bulmuşlardır.

Kanar ve Dengiz (2015), yapmış oldukları araştırmada, CORINE modeli yardımıyla Kocaeli ilinde bulunan Kartepe bölgesindeki Madendere havzasının toprak kayıplarını değerlendirmişlerdir. Model sonuçlarına bakıldığında, havzaya ait toprakların %53'ünün şiddetli derecede degradasyon tehlikesine sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca ormanlık alanların yer aldığı toprakların kayıplara karşı korumalarının olmasına rağmen, yüksek eğime sahip tarım arazilerinde ve mera topraklarında kayıplara karşı yönetim çalışmalarının yapılması gerektiğini savunmuşlardır.

2.2. LEAM Modeli ile Yapılmış Çalışmalar

Keskin ve Özden, (2001), LEAM modelini kullanarak, Ankara' da yer alan Zir Vadisi ve yakınlarındaki arazilerin erozyona duyarlılıklarını araştırmışlardır. Arazilerin potansiyel erozyon risk durumlarının Küçükdağ, Çuğlu, Asmalıbağ ve Kesiktaş alanlarında düşük derecede olduğu ve bu yüzden en az yönetim uygulamalarıyla üretim yapılmasına meyilli olduğunu, Kazankaklık topraklarında yüksek derecede olduğunu ve buna bağlı olarak özel yönetim uygulamalarıyla üretim yapılmasına uygun olduğunu, Zir serisi topraklarının ise çok şiddetli derecede erozyon olduğunu ve yalnızca yem bitkileri yetiştiriciliği yapılmasının doğru olduğunu saptamışlardır.

Çakal ve ark., (2002), Tortum gölüne ait bir su toplama havzasında yapmış oldukları bir çalışmada, LEAM modeli ile CBS ve UA teknolojileri yardımıyla erozyon tehlikesi oluşturan arazileri belirleyerek, risk haritalarını yapmışlardır. Harita sonuçlarına bakıldığında, çalışma sahasının tamamına yakın kısmının %91'i şiddetli ve çok şiddetli erozyon sınıfına girdiğini ve alana yönelik koruma önlemlerinin alınması gerektiğini belirlemişlerdir.

Dengiz ve Başkan, (2006), Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi çevresini ve risk derecesini belirlemek için LEAM modelini kullanmışlardır. LEAM modelini hesaplarken eğim, aşındırma etkisi ve erodibilite faktörleri kullanmışlardır. İklim verilerini Fournier indeksi ile hesaplamışlar ve çalışma alanının aşındırma tabakasını oluşturmak için kullanılmışlardır. Sonuçlara göre, araştırma sahasında %73.0'ü düşük ve orta, %21.0'i yüksek ve çok yüksek ve %3.8'i aşırı toprak erozyonu riski olduğunu belirlemişlerdir.

Karaş ve ark., (2009), Sakarya'da bulunan Porsuk Çayına ait Sarısu Havzasında LEAM erozyon modelinden ve CBS tekniklerinden yararlanarak erozyon risk haritasını oluşturmuşlardır. LEAM modeline göre havza topraklarının %66.22'lik kısmında düşük, %30.57'sinde orta, %6.02'sinde orta-yüksek ve %1.19'lük kısmında yüksek erozyon riski belirlemişlerdir.

Kanar ve Dengiz, (2015), Kocaeli iline bağlı Kartepe bölgesi Madendere havzasında yaptığı LEAM model çalışmasında, toprak degradasyonu tehlike durumlarını değerlendirmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, alanın %75'inin yüksek ve çok yüksek

tehlike sınıflarına girdiğini belirlemişlerdir. Alanın ormanlık arazilerindeki toprakların erozyon risk durumlarına karşı korumalı olmalarına rağmen, yüksek derecede eğime sahip kuru tarım alanlarında ve meralarda bulunan toprakların degradasyona karşı yönetim önlemlerinin derhal uygulanmasının önemini ortaya koymuşlardır.

2.3. ICONA Modeli ile Yapılmış Çalışmalar

Cebel ve Doğan, (1998), Batı Akdeniz’de bulunan Dalaman havzasında CBS tekniklerini ve ICONA modeli kullanmışlardır. ICONA erozyon risk haritasına göre havzanın %17’sinde çok hafif ve hafif, %23’ünde orta ve %60’ında şiddetli ve çok şiddetli derecelerde erozyon tehlikesi ile karşı karşıya olduğunu belirtmişlerdir. USLE modeli sonuçlarına göre havzanın %38’inde 25-200 t.ha⁻¹.yıl⁻¹ ve %62’sinde ise 25 t.ha⁻¹.yıl⁻¹ olarak toprak kaybı değerlerini tespit etmişlerdir.

Bayramin ve ark., (2003), Ankara-Beyşehir bölgesinde ICONA modelini Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerine uygulayarak erozyon risk değerlendirmesi çalışmasında kullanmışlardır. Model eğim, jeoloji, arazi kullanımı ve arazi örtüsü, verilerinin kullanıldığı yedi aşamayı içermektedir. Araştırmanın ilk iki aşamasında, sayısal yükseklik metodolojisi ve sayısal jeoloji haritalarından oluşturulan eğim ile kayaçların aşınmaya karşı dirençlilik haritalarının birleştirilmesi sonucu üçüncü aşama olan potansiyel erozyona ait duyarlılık haritasını oluşturmuşlardır. İşlemin sonunda, çalışma alanının potansiyel degradasyon durumlarının; %24’ü yüksek ve %21’i aşırı yüksek riske duyarlılık sınıfında tespit etmişlerdir. LANDSAT uydu görüntüsü yardımıyla aşama dörde ait olan arazi kullanım ve aşama beşe ait olan arazi bitki örtü haritalarını çarparak, toprak koruma haritasını oluşturmuşlardır. Alana ait koruma haritasında %78’lik kısmı korumasız olarak tespit etmişlerdir. Modelin en son aşamasında potansiyel degradasyon duyarlılık ve toprak koruma haritalarını oluşturmuşlardır. Harita sonuçlarına bakıldığında, araştırma topraklarının %46’sı genellikle ormanlık alanları dışında bırakan tepelik ve dağlık arazilerde, şiddetli ve çok şiddetli, kalan kısımları ise hafif derecede erozyona duyarlı olarak belirlemişlerdir.

Dengiz ve ark., (2014), Kastamonu iline bağlı İnebolu havzasında ICONA metodolojisi yardımıyla arazinin tehlike duyarlılık haritalarını oluşturmuşlardır.

ICONA modeline göre havza topraklarının %35'i düşük seviyede, %13'ü orta seviyede ve havzanın geri kalan kısmının %53'ü ise yüksek erozyon riskine sahip olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Oğuz, (2015), ICONA modelini Kurt boğazı barajı havzası topraklarına uygulamış ve havza topraklarının degradasyona duyarlılık derecelerini modelleyip değerlendirmiştir. Havza topraklarının (10340 ha) %20'sinin erozyon için çok tehlikeli sınıfa girdiğini belirlemiş ve Saray köyü ile Yukarı köyü sınırlarına ait toprakların çok şiddetli erozyona maruz kalabilecek alan olduğunu ortaya koymuştur.

2.4 RUSLE Modeli ile Yapılmış Çalışmalar

2.4.1. Türkiye'de RUSLE Yöntemine İlişkin Çalışmalar

Doğan ile Küçükçakır, (1996), Ankara toprakları için yapmış oldukları bir çalışmada USLE model parametrelerini belirlemişlerdir. Modelde yer alan parametrelerin sonuçlarını şu şekilde bulmuşlardır. L için 1.1, S için 0.9, R için 37, K için 0.18, P için 0.55 ve C için 0.24 bulmuşlardır.

Başayığıt, (2002), Eğirdir Gölü Havzasına Landsat 7 ETM+ uydu verisini kullanarak USLE modelini uygulamıştır. Çalışmada havzaya ait toprakların erozyon duyarlılık ve toprak korumaya yönelik haritalarını üretmiş, tehlike derecesi yüksek alanlar için korumaya yönelik yönetim tavsiyeleri vermiştir.

Başaran, (2005), Çankırı'da bulunan Ilgaz Dağı yakın çevresindeki İndağı Geçidi adı verilen bölgede, arazide kullanım sonucu oluşan değişimlerden kaynaklanan toprakların K faktörünü irdelemiştir. Bu araştırmada oluşturulan parametreler, istatistiksel ve jeostatistiksel yöntemler ile birlikte değerlendirilmiştir.

Yılmaz, (2006), yılında Ankara'da yer alan Çamlıdere baraj havzasına USLE erozyon metodolojisini uygulamıştır. Model sonuçlarına göre havzaya ait yıllık toprak kaybını 7.3 t.ha^{-1} bulmuş, havzanda bu durumuna etken olan ana parametrelerin arazi bitki örtüsü ile topoğrafya olduğunu saptamıştır.

İrvem ve ark., (2007), Seyhan nehrinin yıllık toprak kaybını belirlemek için CBS metodu yardımıyla (MFI) Modifiye Fournier İndeksi eşitliğini kullanarak R faktörü hesaplamışlardır. Model sonucuna göre havza toprak kayıplarının $16.4 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$

olduğunu tespit etmişler ve havza topraklarının yarısından fazla miktarının düşük erozyon riski aralığına girdiğini tespit etmiştir.

Özsoy, (2007), Mustafakemalpaşa Havzası'na ait toprakların erozyon risk durumlarını RUSLE toprak kaybı metodolojisini, UA ve CBS teknolojileriyle uygulayarak belirlemiştir. Modelde yer alan bütün faktörler için altlık haritaları üretmiş ve haritaların hepsini birbiri ile çarparak, arazinin erozyon tehlike haritasını üretmiştir. Arazinin yıllık toprak kaybını $11.2 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ olarak belirlemiştir.

Bayramin ve ark., (2008), Çankırı il sınırları içerisinde bulunan beş değişik araziden 290 toprak örneği olarak analizlerini yapmışlardır. Analiz sonuçlarını inceleyerek, jeostatiksel metodlar ile USLE erozyon metodunda kullanmışlardır.

Yıldırım ve Erkal, (2008), RUSLE modelini Sinan paşa ve Şuhut havzalarında uygulayarak erozyon riskini değerlendirmişlerdir. Değerlendirme sonucuna göre taşınan toprak miktarının Sincanlı Havzası için $14 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$, Şuhut Havzası için $24 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ olduğunu belirlemişler, çalışmada ortaya çıkan değerlerin ülkemizin başka yerlerinde de aynı yöntem uygulandığında benzer sonuçlara ulaşılabileceği sonucuna varmışlardır.

Yıldırım ve Erkal, (2009), Afyon Ovası'nın batı kesimi topraklarının CBS ve UA teknikleri yardımıyla RUSLE yöntemi ile erozyon risk tahminini çalışmışlar ve çalışma alanına ait toprak kaybını $15 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ olarak bulmuşlardır.

Karaş ve ark., (2009), Sakarya ilinde yer alan Porsuk Çayına ait Sarısu Havzasını Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerini kullanarak Universal Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) modeline göre uygulamışlardır. Çalışma alanına ait toprakların yıllık kayıp miktarını $1.90 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

Tunç ve Schröder, (2010), Ankara sınırlarının batı bölgesinde yer alan toprakların erozyonun boyutunu belirlemek ve erozyon ile mücadelede destek olacak yönetimleri geliştirmek suretiyle, USLE modeliyle çalışma yapmışlardır. Seçilen istasyonlardan 0-40 cm derinlikte toprak örnekleri almışlar ve analizlerini yapmışlardır. Analiz sonuçlarına göre toprakların organik madde ve permeabilitesi düşük, silt ve erodibilite değerleri yüksek olduğunu belirlemişlerdir. İstasyon topraklarının yıllık toprak kaybını $22 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ – $38 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ arasında bulmuşlardır. Bulunan sonuçların

kabul edilebilir sınırların çok üstünde kritik düzeyde olduğunu ve arazi için vakit kaybetmeden yönetim önerileri gerekliliğini ortaya koymuşlardır.

Çilek ile Berberoğlu, (2012), Seyhan havzası topraklarının CBS ve UA metodolojilerinin önemini göstermek amacıyla USLE modelini kullanarak, alanın erozyon tehlike dağılım haritalarını belirlemişlerdir. Hava fotoğrafları kullanılarak 250 m çözünürlüğüne sahip risk haritalarını oluşturmuşlardır. Model sonuçlarını değerlendirdiklerinde havza topraklarının erozyon risk değerini $21.25 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ bulmuşlardır.

Erkal, (2012), Afyonkarahisar İl'ine bağlı Çobanlar havzasının toprak degradasyonu risk durumunu değerlendirmiştir. Alanın risk durumunu belirlemek için RUSLE modeli ile CBS ve UA tekniklerini kullanmıştır. Modelin sonucunda oluşturulan parametre haritalarının birleştirilmesi sonucu, alanın risk haritası üretmiş ve havza topraklarının yıllık toprak kaybını $0-196 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ değerinde saptamıştır. Bu alandaki toprak erozyonunun değerlendirilmesinde, yıllık toprak kaybı (R)USLE yöntemi ile CBS ve UA tekniklerini kullanmıştır. Alanın erozyondan orta derecede etkilendiğini ortaya çıkarmıştır.

2.4.2. Dünyada RUSLE Yöntemine İlişkin Çalışmalar

Darcy ve ark., (1998), USLE toprak kaybı risk metodolojisini, Amerika Missisipi Nehri Havzası'nda bulunan Goodwin ve Hickahale Havzasına uygulamışlardır. Havzaların her birinin alansal boyutları ayrıdır bu yüzden farklı çözünürlüklerde haritalar kullanmışlardır. Goodwin havzasında senelik ortalama toprak kaybını $11 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$, Hickahale havzasında ise ortalama toprak kaybını $13 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ değerinde bulmuşlardır.

Millward ve ark., (1999), Meksika'nın kuzey bölgesinde RUSLE modelini uygulamışlardır. Araştırma alanı tropikal bölgede olduğundan, toprak kayıplarını yağış olan ve yağış olmayan kurak dönemde ayrı olarak hesaplamışlar ve bunun sonucunda yağışlı dönemdeki erozyon riskini kurak döneme ait erozyon riskine oranla daha yüksek bulmuşlardır.

Wang ve ark., (2001), RUSLE modelini 25 farklı toprak türü bulunan Amerika Birleşik Devletine bağlı Texas bölgesinin güneyinde yer alan arazi için

uygulamışlardır. Alanda bulunan toprak çeşitliliğine bakarak K faktöre ait (aşınabilirlik) duyarlılık durumunu tespit etmeye çalışmışlardır.

Lufafa ve ark., (2003), Uganda'nın merkezinde bulunan yükseklikleri 1200 m ve 1500 m arasında değişen, senelik 1220 mm yağış alan bir arazide yıllık toprak kayıplarını hesaplamışlar ve Uganda'nın merkezinde yer alan diğer arazilere oranla çalışma arazisine ait toprak kaybı riskinin çok yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Lee, (2003), Kore'ye bağlı Boun bölgesi topraklarının erozyon risk duyarlılığını belirlemek için USLE modelini, CBS ve UA metodolojisini de kullanarak araştırma yapmış ve araştırma sonucuna göre arazinin senelik toprak kayıpları dağılımının $0.30 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ - $4.0 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ olarak değiştiğini tespit etmiştir.

Shi ve ark., (2003) Çin'in güney kesiminde yer alan arazide, RUSLE metodunu CBS ve UA teknolojileri kullanarak arazinin erozyon risk derecesinin dağılımını yapmışlardır. Çalışmada kullandıkları teknoloji modellerinin yanında İDRİSİ yazılımını da modelde yer alan parametrelere uygulamışlar ve haritalamasını yapmışlardır. Son aşamada tüm haritalar birbirleri ile çarpılmış, yeniden sınıflandırma yapılmıştır. Harita sonuçlarına göre eğimli arazilerde senelik toprak kaybı $52 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ bulunurken, eğimi düz alanların senelik toprak kaybı $27 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ olarak tespit etmişlerdir.

Diadota, (2005), İtalya'da yapmış olduğu bir araştırmada erozyon tahmin değerlendirmelerine nazaran sağanak yağışın erosif gücünü hesaplamış ve bulduğu sonuçları jeostatiksel metodlarla hesaplamıştır.

Fu ve ark., (2005), RUSLE metodunu Çin'in Sarı Irmak havzasına bağlı Yanhe bölgesinde aşınmaya karşı duyarlılık haritasını CBS teknolojisi kullanarak oluşturmuşlardır. Çalışmada havzada meydana gelen su erozyonunun oluşturduğu toprak kayıplarını belirlemişlerdir. Sonuçları jeostatiksel yöntemler ile hesaplamışlardır.

Onori ve ark., (2006), RUSLE modelini Sicilya Adası'nın güney kıyısındaki Comunelli havzasına uygulamışlar ve arazinin yıllık toprak kaybını $95 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ değerinde bulmuşlardır.

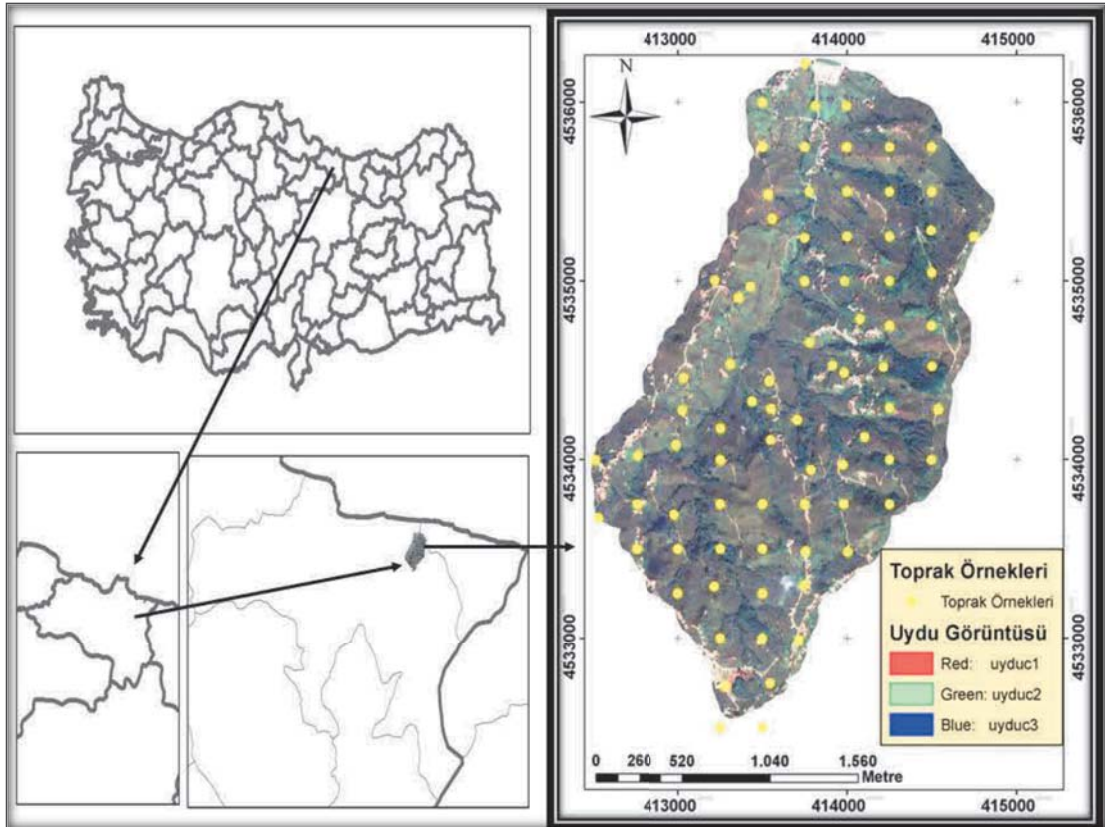
Bahadur, (2008), Kuzey Tayland'a bağlı Yukarı Nam Wa havzası topraklarının erozyon tahmin değerlendirmesini yapmak için CBS ile UA teknolojilerini RUSLE modeliyle birlikte kullanarak çalışma yapmıştır. Çalışma arazisinin yksekliliğinin 480 m – 2070 m arasında değiştiğini, alanın bitki örtüsü (orman) ile örtülü olduğunu belirtmiştir. Araştırmacı tüm parametreleri birleştirmiş ve modele uygulamıştır. Model sonuçlarına göre arazinin %47'sinde senelik toprak kaybının $3 \text{ t.ha}^{-1}.\text{yıl}^{-1}$ 'ın altında olduğunu hesaplamış ve bu sonuca arazinin bitki örtüsüyle kaplı olmasının önemli etkisinin olduğunu belirtmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Araştırma Alanının Yeri

Araştırma arazisi, Ordu ili Gülyalı ilçesi Turnasuyu, Kılavuz, Sıraca, Türkmenoğlu, Dervişoğlu ve Tekekıran mahallelerinde yer almaktadır. Çalışma alanı lokasyon haritası ve örnekleme noktaları Şekil 3.1’de görülmektedir.



Şekil 3.1. Çalışma alanı lokasyon haritası ve örnekleme noktaları

Örnekleme noktalarının koordinatları, arazi üzerinde GPS aleti ile belirlenmiştir. Her bir toprak örneği 0-30 cm derinlikten alınmıştır.

3.1.2. Araştırma Alanının İklimi

Doğu Karadeniz Bölgesi’nde yer alan Ordu ili, Karadeniz’in etkisinde olup, iklim tipi bakımından Akdeniz ile Okyanus iklimleri arasında bulunmaktadır. Sıcaklık mevsim geçişlerinde önemli farklılıklar göstermemektedir. Yağışlar tüm mevsimlere eşit dağılmasına karşın, kış ve sonbahar aylarında çok fazla miktarda gerçekleşmektedir. Uzun yıllar (1950-2015) ölçüm sonuçlarına göre; en yüksek

sıcaklık 37.3 °C olarak 06.06.1994 tarihinde ve en düşük sıcaklık ise -7.2 °C olarak 29.01.1964 tarihinde yaşanmıştır. Yıl içerisinde görülen yağışların büyük bir bölümü yağmur şeklinde olup, senelik ortalama yağmur miktarı 1035.1 mm ve ortalama sıcaklık 14.3 °C'dir (Çizelge 3.1) (Anonim, 2014).

Çizelge 3.1. 1950-2015 yıllarına ait ortalama sıcaklık ve yağmur verileri

Aylar	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
°C	6.8	6.8	8.0	11.4	15.7	20.4	23.0	23.2	20.0	15.9	11.8	8.8
P (mm)	94.8	78.7	77.9	69.6	54.6	75.9	63.2	68.5	79.4	133.4	127	112.1

3.1.3. Araştırma Alanının Toprakları

Türkmen (2011) yapmış olduğu bir çalışmada Toprak Taksonomisine göre Ordu iline ait beş farklı ordo sınıfını belirlemiştir. Bunlar; Vertisol, Inceptisol, Alfisol, Entisol, Mollisol ordolarıdır. Aynı çalışmada petrografik, minerolojik ve jeokimyasal analiz sonuçları, toprakların oluşumu ve karakter kazanmasında ana kayaların etkili olduğunu, ayrışma indekslerine göre toprakların büyük çoğunluğunu temsil ettiği belirlemiştir. Ordu iline ait topoğrafyanın, toprak içi drenaja yön vermesiyle, toprak oluşumuna neden olan faktörler içerisinde büyük öneme sahip olduğunu belirtmiştir.

3.1.4. Araştırma Alanının Jeolojisi

Çağlayan Formasyonu (Kç): Aybastı, Korgan, Kumru ilçeleri, Tekkiraz beldesi ile Karadeniz arasında oldukça geniş bir alanda, volkano-sedimanter özellikler taşıyan birim yüzeyler. Birim Terlemez ve Yılmaz (1980) tarafından Mesudiye formasyonu (ayrıtlanmamış) adıyla tanıtılmıştır. Çınar ve ark., (1987) tarafından “Andezit-Bazalt Lav ve Piroklastları” adı verilerek tanıtılan aynı birime Güven (1993) tarafından Çağlayan formasyonu adı verilmiştir.

Çağlayan formasyonu aglomera, tüfit, bazaltik-andezitik lav, kumtaşı, silttaşı, çakıltaşı, kiltası, killi kireçtaşı, kireçtaşından oluşur. Bu seviyeler çoğu yerde ardalanmalı, yanal ve düşey yönde birbirleri ile geçişlidir. Formasyon içinde yer yer

andezit, traikiandezit ve dasitik bileşimli dayklar (ayrılanmamış) izlenir (Ateş ve ark., 2004).

Bu kaya türlerinden haritalanabilecek boyutta yayılım sunan pelajik kireçtaşı, killi kireçtaşı, kumtaşı, kıltaşı (Yazıcı üyesi, Kçy), aglomera seviyeleri (Gökçebel üyesi, Kçg) ayrılanarak üye aşamasında tanıtılmıştır.

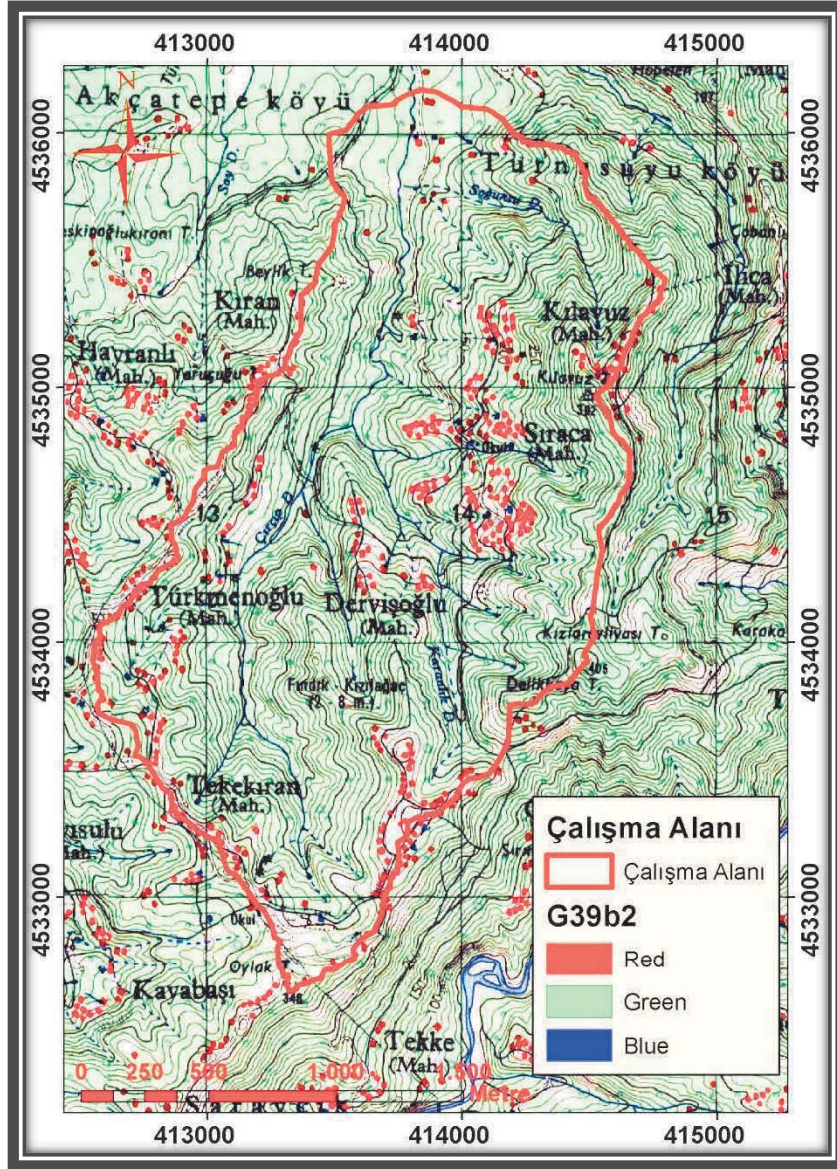
Formasyonun içinde daha yaygın izlenen aglomeralar koyu gri, kahverengi, kırmızı, yeşilimsi gri renkli, tabakalanmasız, yer yer kalın tabakalı, çoğunlukla andezit, bazalt, seyrek olarak çört, volkanik kumtaşı çakıllı ve blokludur. Tüfitler sarımsı gri, sarımsı yeşil renkli, ayrılmış seviyeleri mor, pembe renkli, yer yer andezit, bazalt çakıl serpintili, ince-orta-kalın tabakalı, bazen masif görünlü, çoğunlukla gevşek tutturulmuştur. Aglomera ve tüfler yer yer çok ayrılmış olarak izlenir.

Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı; sarı, sarımsı gri, yeşil, koyu yeşil renkli, eklemli, orta-kalın tabakalı, kumtaşı-silttaşı seviyeleri düzgün, paralel devamlı tabakalıdır. Taneleri volkanik kökenli, orta yuvarlak, kötü-orta boylanmalı, kumtaşı seviyeleri yer yer küresel ayrışmalıdır.

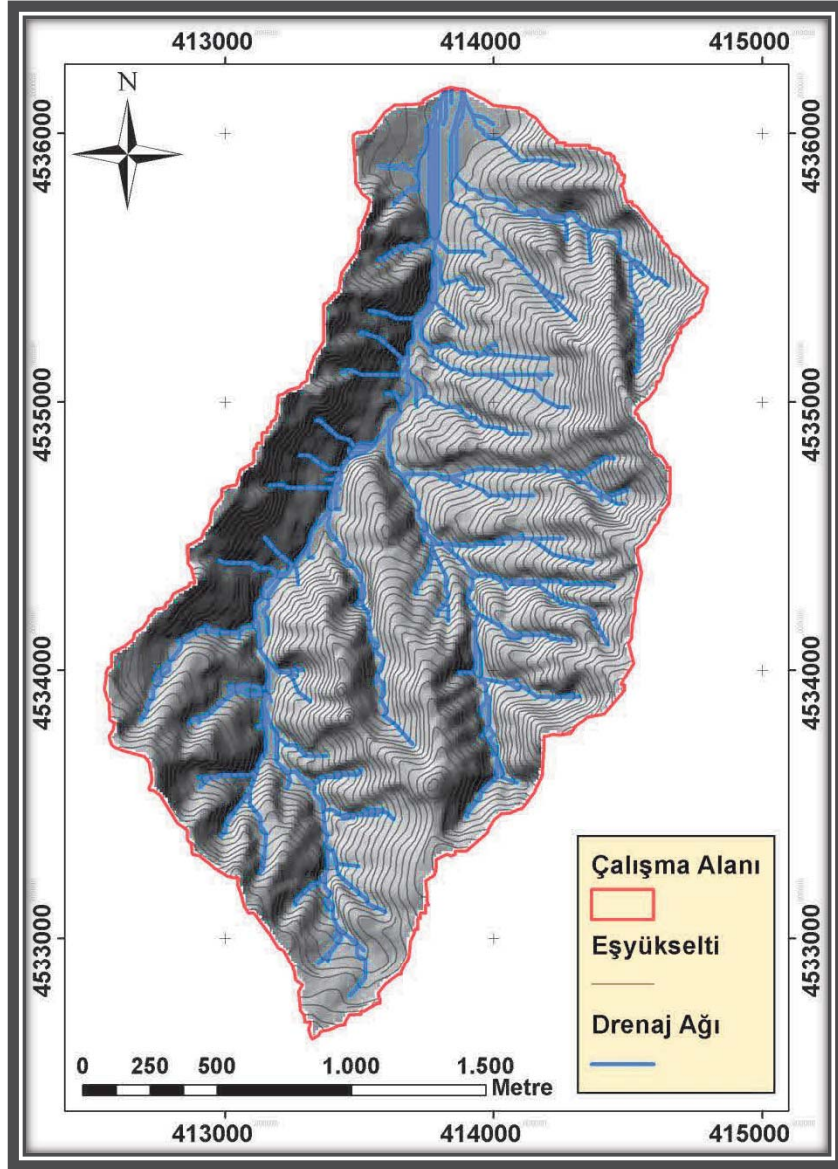
Andezit-bazaltik lavlar, formasyonun değişik düzeylerinde gözlenir. Andezitler koyu gri, gri, kahverenkli, sık eklemli, çatlaklı, sert, sağlam dayanımlı, bazen ışınsal, sütunsal soğuma yapılıdır. Bazaltlar koyu gri, siyah, kahve renkli, sık eklemli, çatlaklı, sert, sağlam dayanımlı, yer yer sütunsal soğuma yapılı, bazen gaz boşlukludur. Keskin ve diğerleri (1998)'ne göre formasyon Santoniyen-Kampaniyen yaşındadır.

3.1.5. Çalışmada Kullanılan Altlık Materyaller ve Programlar

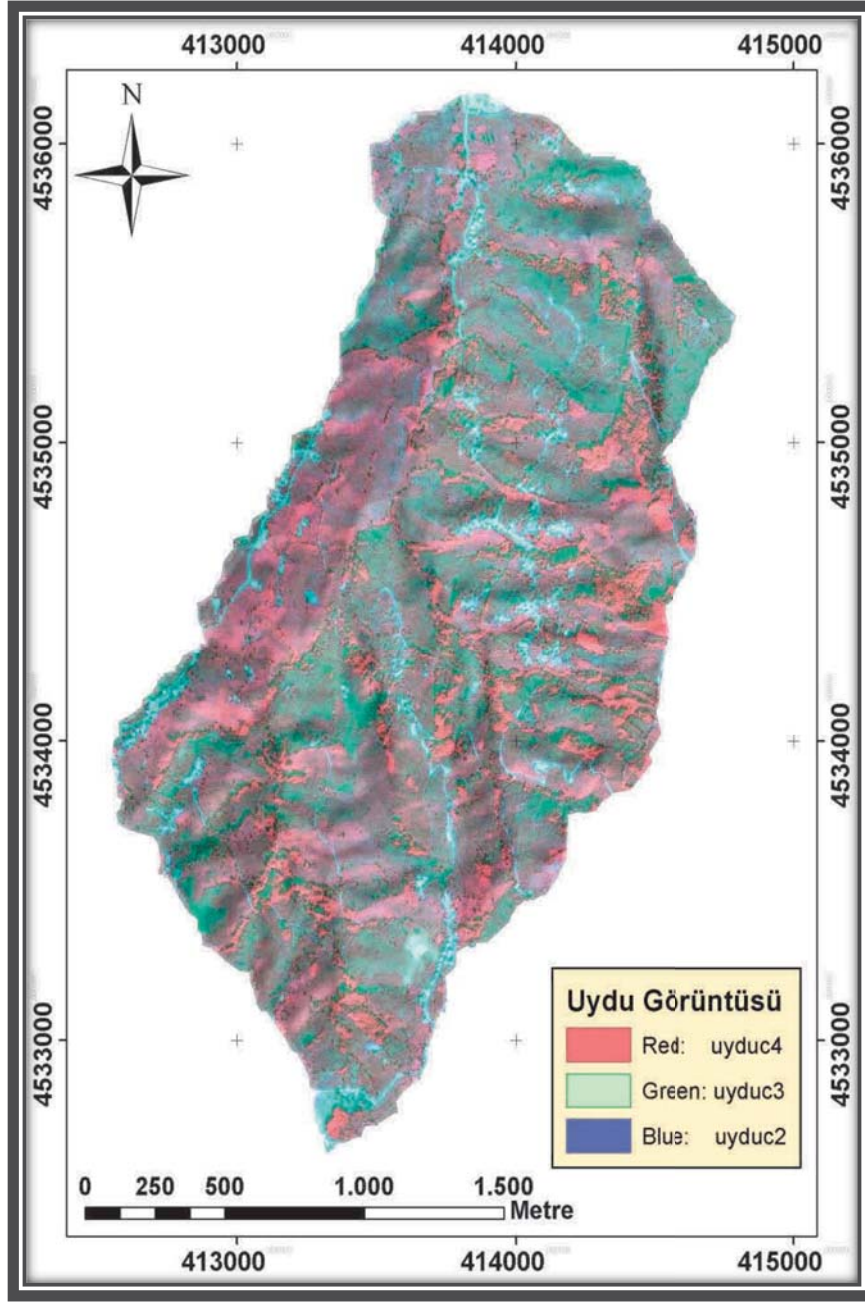
Çalışmada, araştırma alanına ait topoğrafik harita (1/25.000 ölçekli G39b2 paftası) temel altlık materyal olarak kullanılmış ve sayısallaştırılmıştır. Şekil 3.2'den görüleceği gibi çalışma alanı dik eğimlere sahip olup, yükseklik çalışma alanının kuzeyinde 20 m'den güneyde 900 m'ye kadar çıkmaktadır. (Şekil 3.2. ve 3.3.). Ayrıca araştırma alanına ait toprak kullanım ile arazi bitki örtüsü sınır değerlerini oluşturmak amacıyla 0.5 × 0.5 m piksel çözünürlükte SPOT Eylül 2015 uydu görüntüsü kullanılmıştır (Şekil 3.4.). Topoğrafik haritaların sayısallaştırılması, erozyon risk haritalarının oluşturulması ve erozyona duyarlılık haritalarının yapılmasında ArcGIS 10.3 yazılımından yararlanılmıştır.



Şekil 3.2. Çalışma alanı 1/25.000 ölçekli topoğrafik haritası (G39b2 paftası)



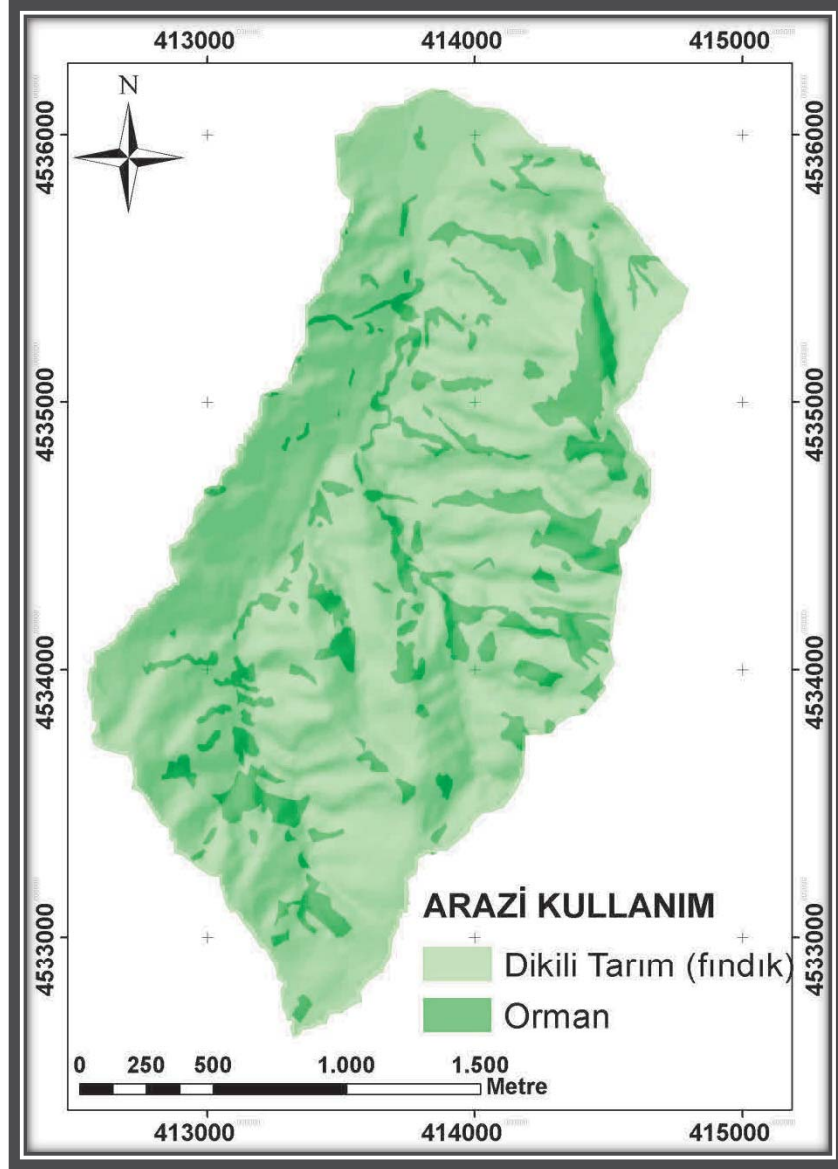
Şekil 3.3. Araştırma sahasına ait eş yükselti haritası (1/25000)



Şekil 3.4. Araştırma alanına ait SPOT uydu görüntüsü, Eylül 2015 (false color)

3.1.6. Çalışma Alanı Arazi Kullanımı ve Arazi Örtü Dağılımı

Araştırma alanına ait mevcut arazi kullanımı ve bitki örtüsü dağılımını oluşturmak amacıyla, 2015 yılına ait 0.5×0.5 m çözünürlükte SPOT uydu görüntüsünden yararlanılmıştır. Oluşturulan harita sonucunda; arazi 4289.1 da olarak belirlenmiştir. Toplam alanın %83.7'sini (3590 da) dikili tarım (fındık) alanları oluştururken, %16.3'ü (699.1 da) orman alanları oluşturmaktadır (Şekil 3.5).



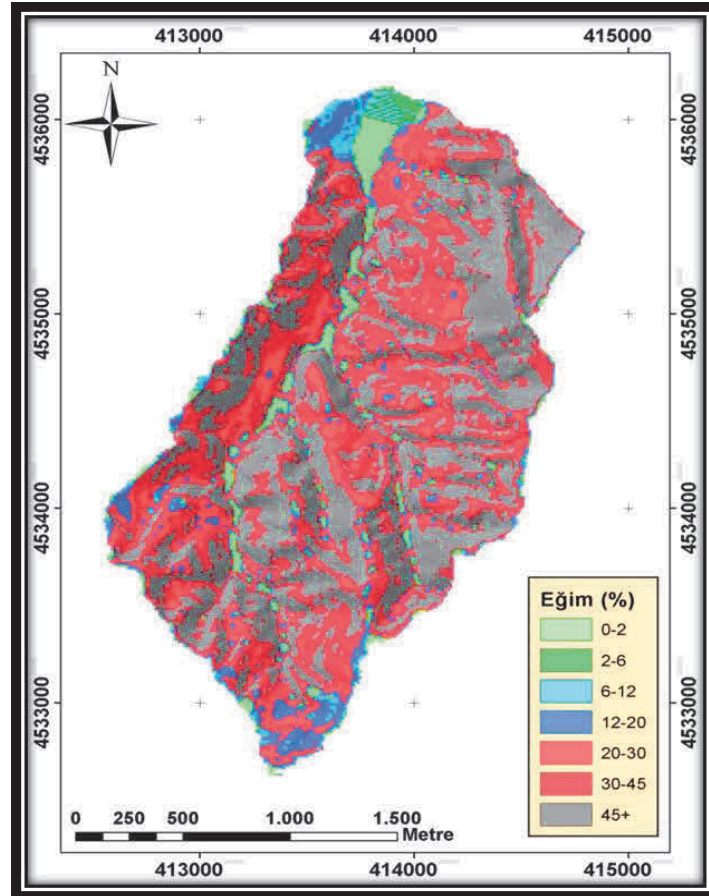
Şekil 3.5. Araştırma topraklarının arazi kullanım ve bitki örtüsü haritası

3.1.7. Çalışma Alanı Genel Eğim Dağılımı

Araştırma sahası, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünce yapılan il arazi varlığı haritalarında kullanılan standart eğim sınıfları dağılımına yönelik yedi sınıf içerisinde değerlendirildiğinde (Şekil 3.6 ve Çizelge 3.2), düz düze yakın ve hafif eğimli (%2-6) araziler toplam alan içerisinde %21,6'sını oluştururken, çalışma alanının büyük bir kısmını ise (%58) dik ve sarp araziler oluşturmaktadır.

Çizelge 3.2. Araştırma sahasına ait eğim dereceleri dağılımı

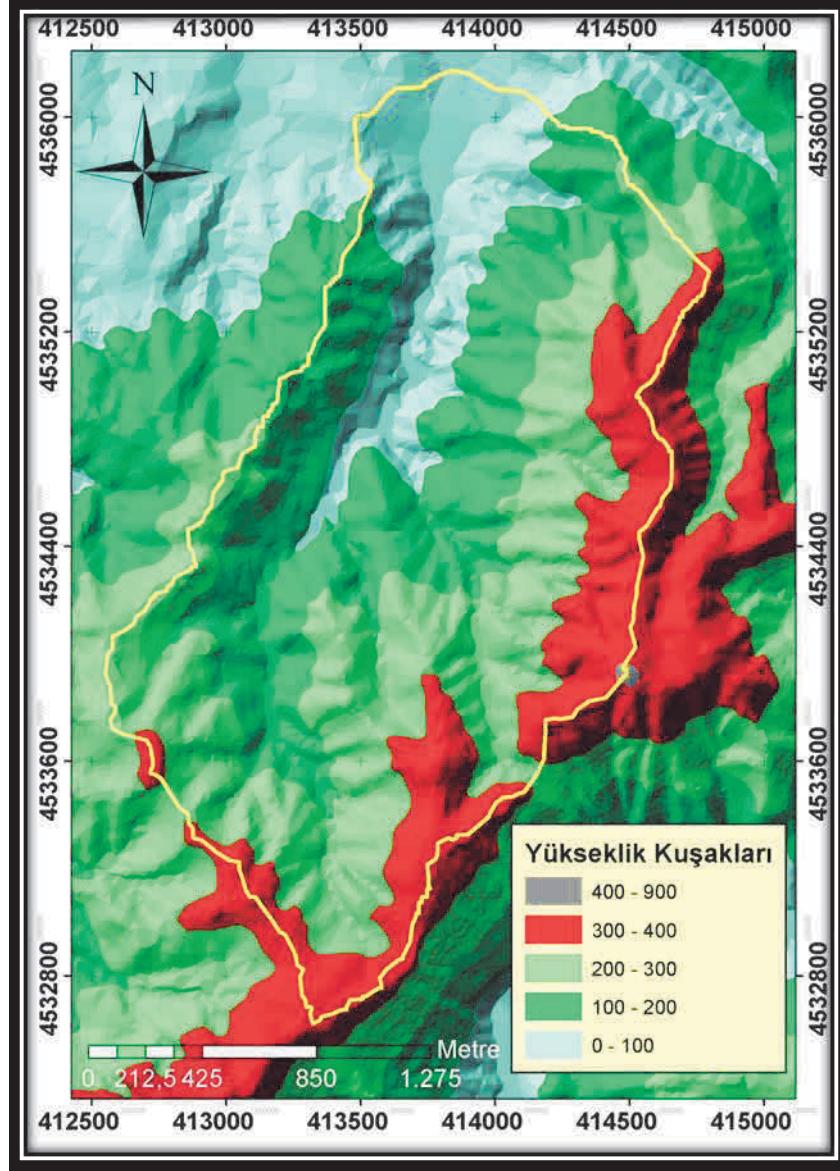
Eğim Sınıfları (%)	Alan (da)	Oran(%)	
Düz- düze yakın	0-2	347.9	8.1
Hafif	2-6	580.7	13.5
Orta	6-12	872.3	20.3
Dik	12-20	993.0	21.3
Çok dik	20-30	788.3	18.4
Sarp	30-45	520.9	12.1
Çok sarp	45+	187.0	4.4
Toplam	4290.1	100.0	



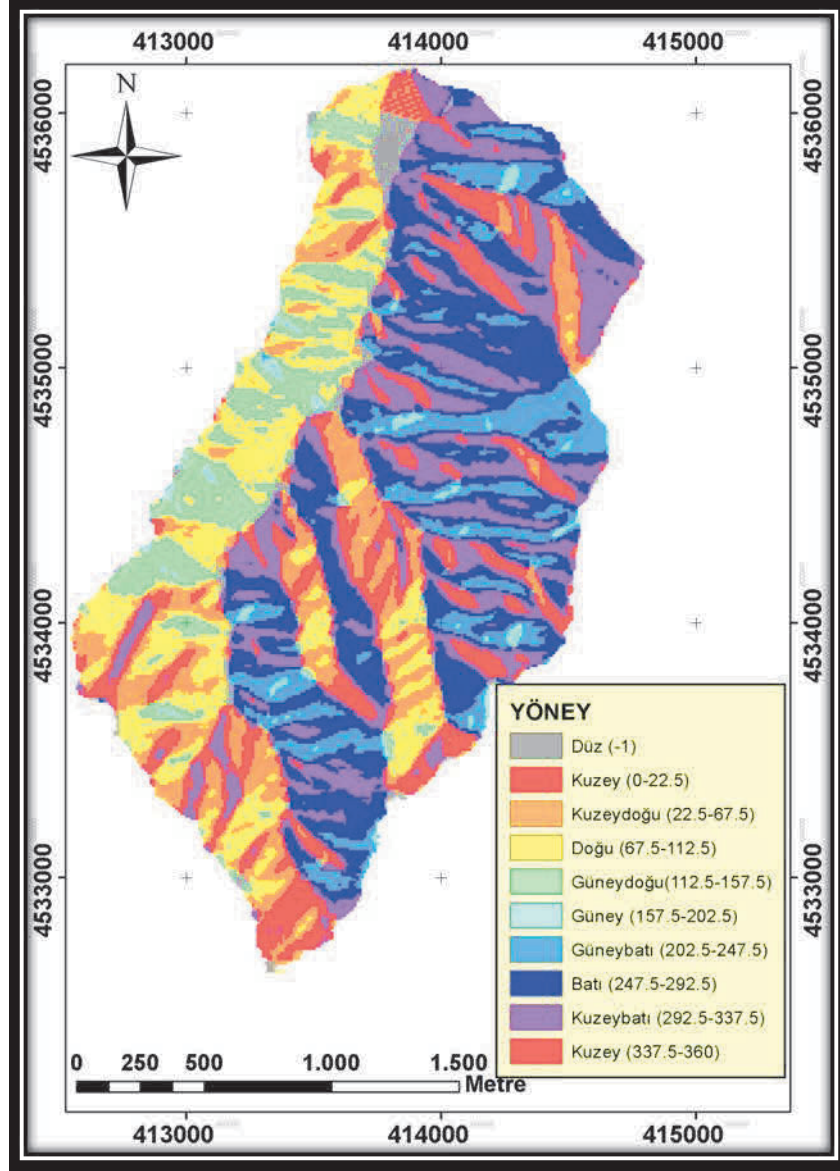
Şekil 3.6. Araştırma sahasına ait eğim dereceleri dağılımı haritası

3.1.8. Çalışma alanında yükseklik ve baki

Çalışma alanının yükseklik kuşakları ve yöney haritaları Şekil 3.7 ile Şekil 3.8’de verilmiştir. Çalışma alanı deniz seviyesine göre 20 m yükseklikten başlamakta 900 m yüksekliğe kadar ulaşmaktadır. Çalışma alanının genel yöney dağılımı ise Doğu, Güney ile Güneydoğu yönlerindedir.



Şekil 3.7. Çalışma alanı yükseklik haritası



Şekil 3.8. Çalışma alanı yöney haritası

3.2. Yapılan Analiz ve Yöntemler

Agregat Stabilitesi: Islak eleme metoduna göre, yoder tipi eleme setinde ölçülmüştür (Kemper ve Rosenau, 1986).

Tekstür: Toprakların tekstür sınıfları hidrometre yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Bouyoucos, 1951).

Organik Madde: Walkley-Black yöntemine göre belirlenmiştir

Hidrolik iletkenlik: Toprakların hidrolik iletkenlik değerleri, su seviyesinin sabit olduğu hidrolik geçirgen setler yardımıyla hesaplanmıştır (Klute ve Dirksen, 1986).

3.3. Çalışmada kullanılan programlar ve hesaplamalar

Mesafenin Tersine Göre Enterpolasyon (IDW):ArcGIS 10.3 programı ve programa ait IDW (mesafenin tersine göre enterpolasyon) modülü kullanılmıştır.

Bu yöntemde enterpolasyon noktasının değeri, çevresinde bulunan dayanak noktalarının değerlerinden ağırlıklı olarak hesaplanır. Her bir dayanak noktasının değerine verilecek olan ağırlık değeri o noktanın enterpolasyon noktasına uzaklığının bir fonksiyonudur. Bir enterpolasyon noktasının değeri bulunduğundan sonra, ağırlık fonksiyonu olarak, (x_i, y_i) herhangi bir dayanak noktasının, (x_0, y_0) değeri belirlenecek enterpolasyon noktasının koordinatları olduğuna göre;

$$p_i = [(x_i - x_0)^2 + (y_i - y_0)^2]^{-k} = (s_i^2)^{-k}, \quad i=1,2,\dots,m \quad 2k=1,2,3$$

Eşitliği kullanılır.

IDW enterpolasyon tekniği, enterpole edilecek yüzeyde yakındaki noktaların uzaktaki noktalardan daha fazla ağırlığa sahip olması esasına dayanır (Güler ve Kara, 2007). Bu teknik, enterpole edilecek noktadan uzaklaştıkça ağırlığı da azaltan ve örnek noktaların ağırlıklı ortalamasına göre bir yüzey enterpolasyonu yapar (Arslanoğlu ve Özçelik, 2005).

Erodabilite (K) faktörü: K faktör değeri, bütün toprak örnekleri için yapılacak olan laboratuvar ortamındaki analizlere bağlı olarak belirlenir ve aşağıda yer alan ampirik denklemden faydalanılarak tespit edilir (Wischmeier and Smith, 1978).

$$100 \times K = (2.1 \times 10^{-4}) \times (12 - OM) \times M^{1.14} + 3.25 \times (S - 2) + 2.5 \times (P - 3) / d$$

formülünü kullanmış ve denklemdaki parametreler şu şekildedir.

K= Toprağın erozyona duyarlılık faktörü

OM= % Organik madde

S= Toprak strüktür sınıfı kodu (1-6)

P= Toprak su geçirgenliği kodu (permeabilite)

M= Zerre irilik dağılım parametresi

d= Metrik sisteme dönüştürme katsayısı (d= 7.59)

Ayrıca bu denklem içerisindeki M faktörünün hesaplanmasında $M = (\% \text{ silt} + \% \text{ çok ince kum}) \times (100 - \% \text{ kil})$ formülü kullanılmıştır (Wischmeier ve Smith, 1978).

3.4. Erozyon Tahmin Modelleri

3.4.1. CORINE Erozyon Modeli

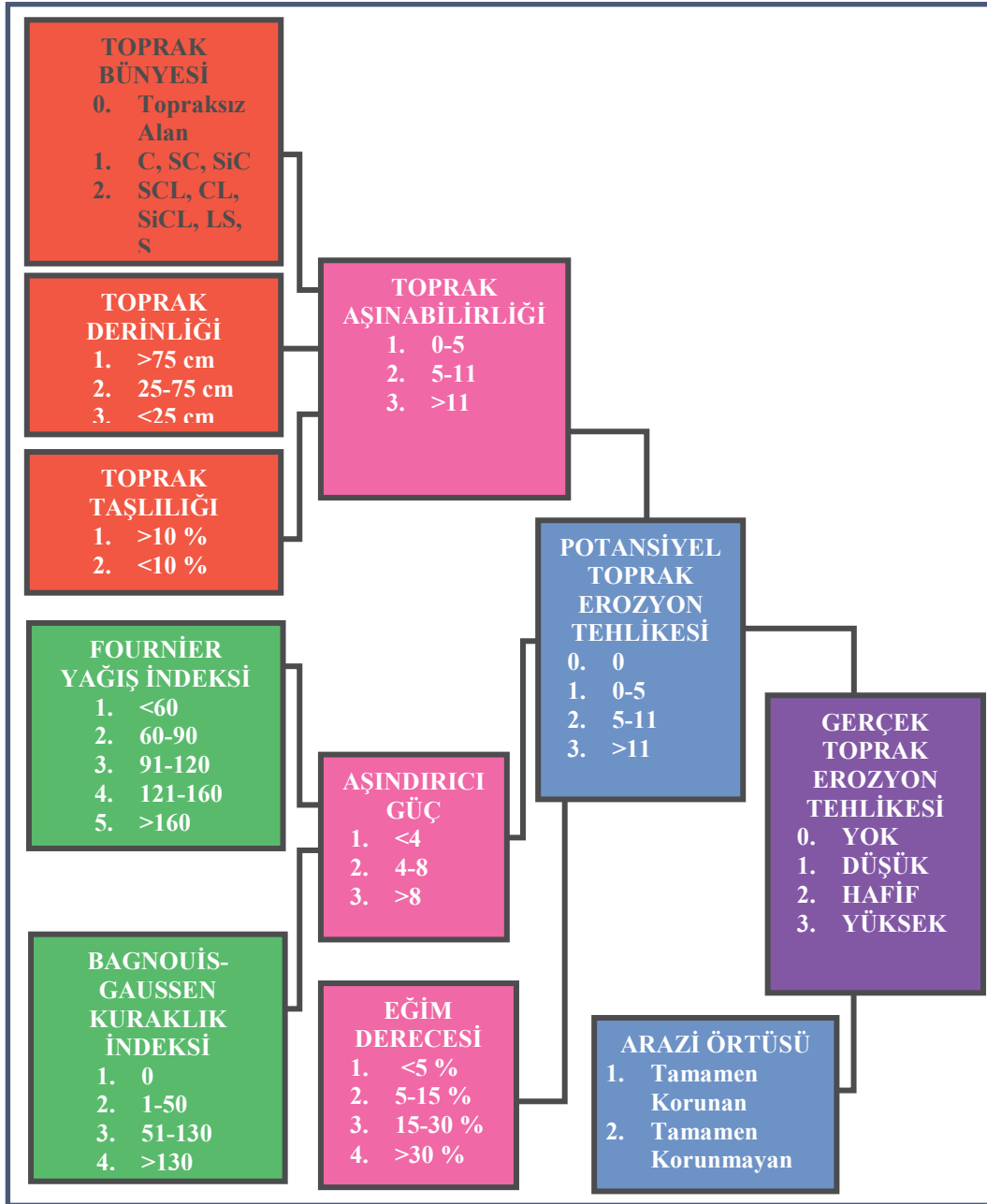
CORINE erozyon modeli için, eğim haritasının oluşturulmasında sayısallaştırılmış 1/25.000'lik topoğrafik harita, toprak aşınabilirliği parametresinin hesaplanmasında; toprak bünyesi, toprak derinliği ve toprak taşlılığı değerlerinin elde edilmesinde 1/100.000 ölçekli toprak haritası, arazi örtüsü parametresinin elde edilmesinde 0.5×0.5 m çözünürlükte SPOT Uydu Görüntüsü kullanılmıştır.

Çevre sorunları ile ilgili çalışmalar, Avrupa Topluluğu tarafından Çevre Programının 1973 yılında oluşturulması sonucu önemli hale gelmiştir. Bu özel birlik içinde bulunan ülkelerin, mevcut topraklarını doğal kaynaklara yönelik bir şekilde kullanmak, çevresel değişimleri belirlemek vb. amaçlar Avrupa Topluluğu meclisinde CORINE programı olarak 27 Haziran 1985 tarihinde kabul edilmiştir.

CORINE modeli kullanılarak, erozyon tehlike duyarlılık değerlendirilmesi araştırmalarında, toprakta aşınabilirlik durumu (erodobilite), toprağa uygulanan aşındırıcı güç (erosivite), arazi topografyası (eğim derecesi) ile araziye ait bitki örtü dağılımı olmak üzere dört ana faktör uygulanmaktadır. CORINE metodolojisi akış diyagramı Şekil 3.9'da yer verilmiştir.

Toprak aşınabilirliği, toprağın rüzgar ve yağmur vb. güçlere karşı gösterdiği hassasiyettir. CORINE modeline göre toprak taşlılığı, toprak tekstürü ile toprak derinliği katmanları beraber ele alınmakta olup, katmanlara ait parametreler arazi şartlarında ve toprak etüd haritalama araştırmalarından yararlanılmak suretiyle elde edilmiştir. Toprak tekstürüne ait sınıflama, USDA tekstür sınıflamasına bakılarak yapılmakta olup, CORINE modeline ait kod değerleri verilmektedir. Toprak taşlılığı, toprak degradasyonunun simgelerinden birisidir. Taşlılık sınıflaması yapılırken toprak haritalarından faydalanılmıştır. Toprak derinliği, toprağın yüzey kısmından ana materyale kadar olan dikey mesafe olarak adlandırılmakta ve sınıflandırılmaktadır. Toprak derinliği erozyonun derecesini belirleme açısından önemli parametreler olan su tutma kapasitesi ve geçirgenliğini belirler. Tüm bu katmanların yani toprağın derinlik, taşlılık ve tekstür parametrelerinin birbirleri ile

çarpılması sonunda, toprak aşınabilirliği (erodobilite) indeks değeri hesaplanmaktadır.



Şekil 3.9. CORINE modeli akış şeması

Aşındırıcı güç olarak bilinen erozivite; Fournier yağış indeksi (FI) ve Bagnouls-Gausse kuraklık indeksi kullanılarak belirlenmiştir. CORINE modeline göre yağmurun erozyona vermiş olduğu etki şu formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

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

Formülde;

Pi: (i) ayına ait toplam yağış miktarı (mm)

P: Yıllık ortalama toplam yağış miktarı (mm)

CORINE modeline göre kuraklık derecesini bulmak için sıcaklık ve yağış verilerinin beraber kullanıldığı Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi ise aşağıda yer alan formül kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\text{Bagnouls – Gaussen kuraklık indeksi} = \sum_{i=1}^{12} ((2t_i - P_i) \cdot k_i)$$

Formülde;

ti: (i) ayına ait ortalama sıcaklık değeri

Pi: (i) ayına ait toplam yağış miktarı (mm) ve

Ki: (2ti-Pi>0) olan ayların oranı demektir.

Erozyonu belirlemede, eğim uzunluğu ile eğim derecesi arasındaki ilişki çok önemlidir. CORINE modeline göre eğim, yüzde (%) cinsinden hesaplanmıştır.

Arazi kullanım türlerinin çeşitli olması, erozyon derecelerinde de farklılıklara neden olmaktadır. Arazi kullanım türleri (tarım alanı, çıplak alan, orman ve mera alanları vs.) üzerinde olabilecek değişiklikleri belirlemek için CORINE Land Cover yöntemi kullanılmıştır.

CORINE modelinde kullanılacak katmanlar oluşturulduktan sonra, modele göre sınıflandırma, kodlama ve hesapların yapılması sonucu, arazinin potansiyel ve aktüel erozyona duyarlılık haritaları üretilmiştir.

Potansiyel erozyon riskiyle beraber, arazi örtüsü ve mevcut arazi kullanım durumunun incelenmesi ve değerlendirilmesi sonucunda aktüel erozyon risk durumu tespit edilmektedir. CORINE modeline göre potansiyel erozyon risk haritasını belirlemek için şu denklem kullanılmıştır.

$$\text{Potansiyel Erozyon Riski} = \text{Aşındırıcı Güç} \times \text{Eğim} \times \text{Aşınabilirlik}$$

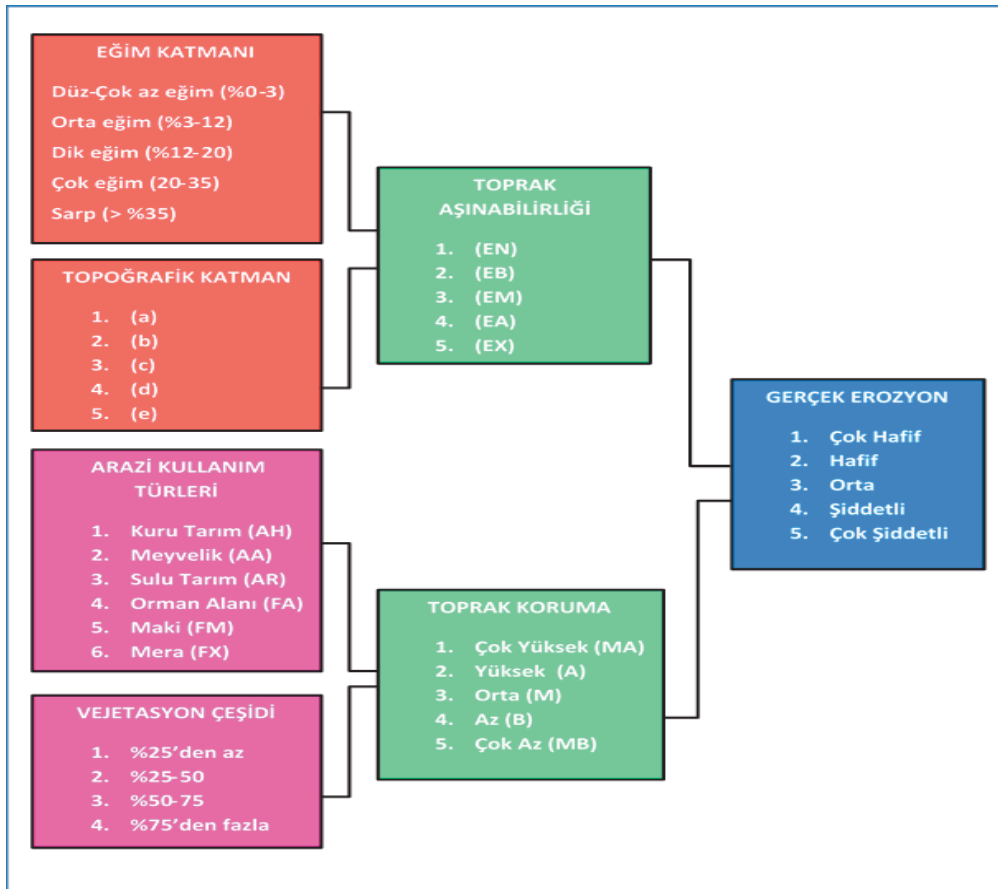
CORINE modeli gerçek erozyon tehlike değerlendirmesi, Çizelge 3.2’de verilen Potansiyel erozyon tehlike değerinin, bitki örtüsü matriks çizelgesi yardımıyla hesaplanmıştır.

Çizelge 3.3. Potansiyel erozyon tehlike değeri ile bitki örtüsünün matriks çizelgesi

Potansiyel Erozyon Risk İndeksi		Yok	Düşük	Orta	Yüksek
		0	1	2	3
Bitki Örtüsü	1	0	1	1	2
	3	0	1	2	3

3.4.2. ICONA Erozyon Modeli

Çalışmada arazi kullanım haritası ve bitki örtüsü yoğunluğu haritası uydu görüntülerinden elde edilmiştir. 1/25000 ölçekli topoğrafik haritadan eğim haritası oluşturulmuştur. Çalışmada ayrıca jeoloji haritasından da yararlanılarak ICONA modeliyle erozyon risk haritası oluşturulmuştur. Modelin oluşturulmasında kullanılan diyagram Şekil 3.10’da verilmiştir.



Şekil 3.10. ICONA model diyagramı

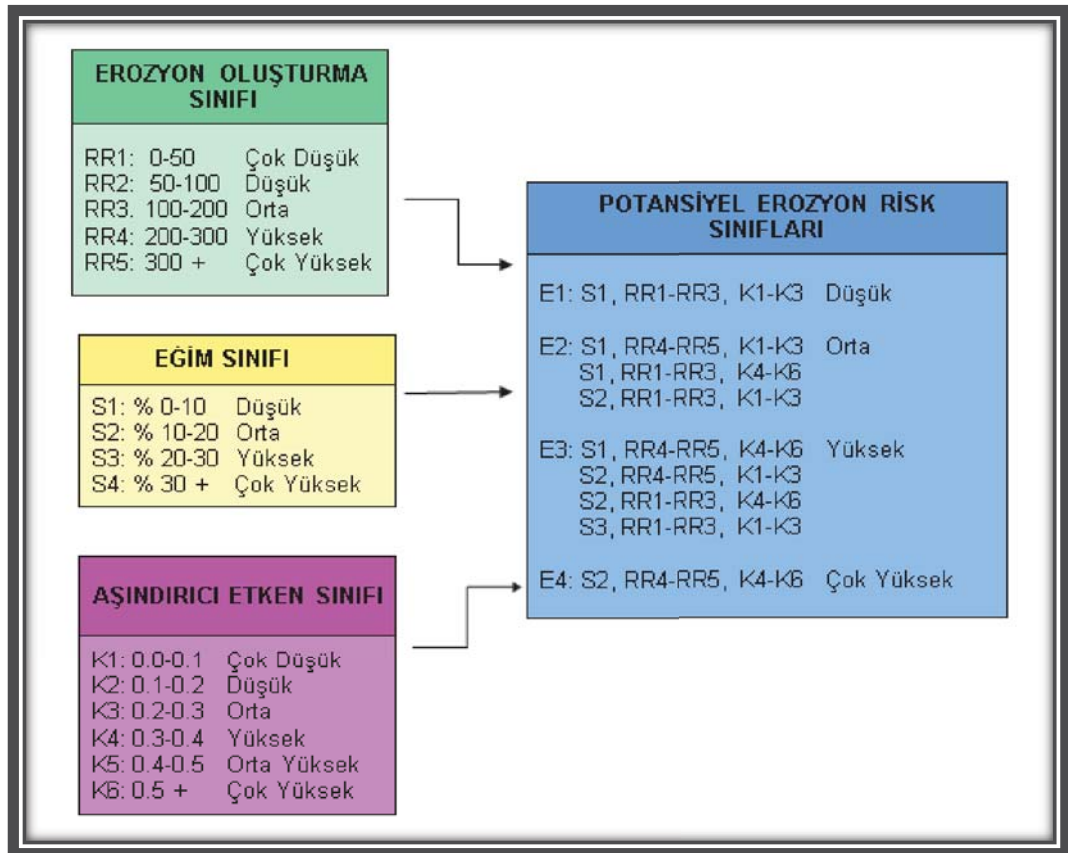
3.4.3. LEAM Erozyon Modeli

LEAM (Land Erodibility Assessment Model), (Manrique,1988) metodu, potansiyel erozyon tehlike değerlendirilmesinde yararlanılan metotlardandır. Metoda göre toprakların erozyona dayanıklılık değerlendirmesi üç ana kritere dayanılarak yapılmaktadır. Yararlanılan kriterler şu şekildedir:

- Araziye ait eğimin risk derecesi (S),
- Yağışın Erozyonu Oluşturma Tehlikesi (Erosivite - RR) ve
- Toprağın Erozyona Duyarlılığı (Erodibilite - K)'dır.

Yukarıdaki kriterler aşağıda yer alan metodlar ile belirlenir.

- Eğim risk derecesi topoğrafik harita kullanılarak,
- Yağışın erozyonu oluşturma tehlikesi Modifiye Fournier İndeksi yardımıyla,
- Toprağın erozyona olan duyarlılığını ise erodibilite denklemi (Wischmeier ve Smith, 1978) yardımıyla belirlenir. Model akış diyagramı Şekil 3.11'de verilmiştir.



Şekil 3.11. LEAM model akış diyagramı

3.4.4. RUSLE Erozyon Modeli

RUSLE erozyon risk tahmini modeli, birim alandaki toprak kayıplarını $t \cdot ha^{-1} \cdot yıl^{-1}$ olarak belirleme amacıyla faydalanılan USLE erozyon modelinin 1987 yılında revize edilerek, yapılan birçok araştırmaların geliştirilmesi sonucu ortaya çıkarılan yeni modeldir. RUSLE erozyon modeli ülkemizde birçok araştırmalar yapılarak çeşitli araştırma sahalarında uygulamaya dökülmüştür (Ekinci, 2005; Ekinci, 2007; Cürebal ve Ekinci, 2006; İrvem ve Tülücü, 2004; Değerliyurt, 2013).

Wischmeier ile arkadaşları tarafından geliştirilen USLE modeli öncelikle tarım alanlarında uygulanmak üzere geliştirilmiş ve bu modele 1972 yılında inşaat alanları, daha sonraki yıllarda ise mera ve orman alanları da geliştirilmek üzere kullanıma ilave edilmiştir (Erkal, 2012). RUSLE modeline ait her bir parametre aşağıdaki eşitlikte açıklanmıştır (Wischmeier ve Smith, 1978).

$$A=R \times K \times LS \times C \times P$$

A: Yıllık toprak kaybı [t/ha/yıl]

R: Yağış erosivitesi (yağışın erozyon oluşturma gücü) [$MJ \text{ mm ha}^{-1} \text{ saat}^{-1}$]

K: Toprak erodibilitesi (erozyona karşı duyarlılığı) [$\text{ton ha saat ha}^{-1} \text{ MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$]

L: Eğim uzunluğu (birimsiz)

S: Eğim dikliği (birimsiz)

C: Ürün (bitkisel örtü) yönetimi (birimsiz)

P: Toprak koruma yöntemleri (birimsiz)

3.4.4.1. Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (R)

RUSLE modeline ait ilk parametre olan R faktörü, yağış şiddetinin gücü sonucu topraklarda meydana gelebilecek kayıpları yani potansiyel erozyon riski durumunu ifade eder (Chen ve ark., 2009).

Özsoy'un yaptığı bir araştırmada, RUSLE modeline göre R faktör dışında diğer bütün parametreler sabit kaldığında işlemeli tarım yapılan alanlardaki toprak erozyon durumunun doğrudan yağış faktörüyle ilişkili olduğunu tespit etmiştir (Özsoy, 2007).

R faktörü yağış süresinin, şiddetinin, her bir yağmur damlası çapının, kütesinin ve yağmur damlalarının düşme hızının bir fonksiyonudur (Renard ve ark., 1997). Yıllık yağış miktarındaki artış R faktörünün aşındırma etkisini arttırmaktadır. R faktörü bir yılda gerçekleşen tüm yağışların fırtına kinetik enerjisi ve maksimum 30 dakikalık fırtına süresi yağış yoğunluğu işleme alınarak hesaplanır. Yağışa ait süre ve yağışın yoğunluk değerleri biliniyorsa aşağıdaki formül yardımıyla hesaplama yapılır.

$$R = E \times I30 / 100$$

R= Yağışın erozyon oluşturma faktörü ($MJ ha^{-1} yıl^{-1} \times mm h^{-1}$)

E= Erozyon oluşturan yağışların toplam kinetik enerjisi ($MJ ha^{-1} yıl^{-1}$)

I30= 30 dakikalık maksimum yağış şiddeti ($mm h^{-1}$)

Formülde bulunan değerler birçok meteoroloji istasyonunda ülkemizde ölçümü yapılmayan değerlerdir. Bu nedenle birçok çalışmada R faktörünün hesaplanmasında farklı yöntemler geliştirilmiştir. Yaygın olarak kullanılan metod Modifiye Fournier İndeksi'nin (MFI) hesaplanmasıdır. Fournier indeksin hesaplanmasında aylık ve yıllık yağış değerleri kullanılmaktadır.

$$MFI = \sum_{1}^{12} \frac{P_i}{P}$$

MFI= Her bir meteorolojik istasyonuna ait MFI değerleri

P_i= Aylık yağış miktarı (mm)

P= Yıllık yağış ortalaması (mm)

Araştırmada Ordu ili ve çevresinde içerisinde yer alan meteoroloji istasyonu verileri uzun yıllar kullanılmıştır. Formülden yardım alınarak her bir meteoroloji istasyonunun MFI değeri belirlenmiştir. MFI değerleri belirlenen istasyonların R değerlerinin belirlenmesinde ise şu denklem kullanılmıştır (Özsoy, 2007).

$$R = 0,1215 \times MFI^{2.2421}$$

Özsoy'un (2007) yapmış olduğu bir çalışmada kullanmış olduğu R formülü ile hesapladığı R değerleri meteoroloji istasyonlarına ait değerlerdir. Bu değerlerden çalışma alanına ait verilerin elde edilebilmesi için yani noktasal verilerin topoğrafya yüzeyine yayılabilmesi için farklı araştırmacılar çeşitli yöntemler geliştirmişlerdir. $R_y = R_b \cdot (P_y)^{1.75} / P_b$ denklemi birçok çalışmada kullanılan eşitliklerden bir tanesidir

(Toy ve Foster, 1998; Erkal, 2012). Eşitliği inceleyecek olursak denklemde kullanılan;

Ry=Değeri bilinmeyen nokta için hesaplanan R değeri,

Pb=Değeri bilinen referans istasyonunun yıllık yağış miktarını ifade etmektedir.

3.4.4.2. Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)

Toprağın aşınabilirlik (K) faktörü; toprakların tekstür sınıflarındaki çeşitli nedenlerden kaynaklanan aşındırıcı güçlere karşı direncini ve erozyona uğrama oranını gösterir.

K faktörü, devamlı nadas halde %9 eğimli ve 22.1 metre uzunluğunda standart bir alan üzerinde ölçülen toprak erozyonundan elde edilen toprak kaybı değeridir (Fernandez ve Nunez, 2011; Değerliyurt, 2013).

3.4.4.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi Faktörü (LS)

LS değerleri mutlak değerler değildir. Bu yüzden %9 eğimli ile 22.1 metre uzunluğundaki bir arazideki LS değeri 1'dir (Wischmeier ve Smith, 1978). Arazinin diğer bütün özellikleri eşit kabul edildiğinde LS faktörü için eğim ve uzunluk oranı 1 kabul edilmektedir. Eğim faktörü, erozyonun derecesi ile doğrudan ilişkili bir topoğrafya parametresidir. Özellikle eğimin arttığı yerlerde toprağın aşınma ve taşınmasının fazla olduğu bilinmektedir.

Eğim uzunluğu değerinin sayısal ortamda belirlenmesi amacıyla birçok yöntem geliştirilmiş ve Kinnell'in (2001) önerdiği yöntem uygulanmıştır. Bu yöntemin uygulanmasıyla ArcGIS programında hidroloji toolları kullanılmıştır. İlk adım olarak çalışma alanının 10m×10m çözünürlüğündeki DEM görüntüsü elde edilmiştir. Bu görüntü sırasıyla Fiil skins, Flow direction ve Flow accumulation işlemlerine tabi tutulmuştur. Flow accumulation eğim uzunluğu değerine denk gelmektedir.

Araştırmada kullanılan formül şu şekildedir: (Wischmeier ve Smith, 1978)

$$LS = 1.6 * Pow(((facc) * resolution) / 22.1 * 0.6) * Pow(Sin([slope] * 0.01745) / 0.09 * 1.3)$$

Pow= üs

Resolution= çözünürlük

Sin= sinüs

Slope= eğim

Yukarıdaki eşitliğin uygulanmasında kullanılan DEM görüntüsünün çözünürlüğüne dikkat etmek gerekmektedir. Çalışmaya ait kullanılan DEM görüntüsü 10 m çözünürlüktedir ve bu yüzden Resolution yerine 10 yazılmıştır. Çözünürlük değeri, başka araştırma çalışmalarında farklı değerler olabilir.

3.4.4.4. Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Faktörü (C)

RUSLE modelinde ürün yönetimi faktörü, belirli koşullar altında bir ürünün varlığında oluşan toprak kayıplarının, aynı alanın bitki örtüsüz ve devamlı nadasa bırakıldığı zamanda oluşan toprak kayıplarına oranını gösteren değerdir.

Zayıf veya güçlü bir bitki örtüsü, bulunduğu bölgelere ve mevsimlere bağlı olarak değişkenlik gösterir. Ayrıca her bölgede ürün yetiştirme durumu, senelik yağış potansiyeli ve bitkinin gelişme evresi gibi farklılıklar olması nedeniyle C faktörünün analizsel olarak bulunması gerekmektedir (Özsoy, 2007).

3.4.4.5. Toprak Koruma Önlemleri Faktörü (P)

RUSLE modeline ait son parametre olan toprak koruma önlemleri faktörü (P) veya destek uygulama faktörü; topraklara destek olabilecek özel bir yönetim uygulaması ile toprak kayıplarının, eğime paralel şekilde toprak işleme sonucu meydana gelen toprak kayıplarına olan orantısıdır (Özsoy, 2007). Prensip bakımından bu uygulama yönetimleri yüzey akışını şiddetsel ve miktarsal boyutta düşürerek, toprağın degradasyonunu etkiler (Renard ve Foster, 1983).

RUSLE erozyon modeline göre, araziye ait toprağı korumaya yönelik tedbirler alınmıyorsa $P=1.0$ alınır (Wischmeier ve Smith, 1978; Çanga,1985).

4. BULGULAR

4.1. Çalışma Alanı Topraklarının Analiz Sonuçları

Çalışma alanından alınan toprak örneklerinde yapılan analizlere ait sonuçlar Çizelge 4.1’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Çalışma alanı topraklarının analiz sonuçları (n=80)

No	Koordinatlar. (UTM. ZONE 37. m)		DHA t m ⁻³	OM %	AS %	Hİ cm h ⁻¹	Mekanik analiz. %			Bünye Sınıfı
	Doğu	Kuzey					Kil	Silt	Kum	
1	413282	4532728	1.28	3.59	43.45	4.95	44.5	11.7	43.7	C
2	413546	4532748	1.21	4.63	45.72	5.13	47.7	17.6	34.7	C
3	413250	4533000	1.47	3.56	38.59	1.33	53.6	7.5	38.9	C
4	413500	4533000	1.17	3.62	72.56	5	51.8	14.4	33.8	C
5	413715	4532988	1.38	2.97	66.27	1.15	41.5	8.3	50.3	SC
6	413000	4533250	1.29	2.95	74.39	6.4	25.4	5.9	68.7	SCL
7	413215	4533289	1.16	4.87	74.45	9.84	42.9	7.8	49.3	SC
8	413500	4533250	1.12	5.15	71.98	0.7	47.2	7	45.8	SC
9	413747	4533297	1.34	3.8	57.04	8.77	48.8	6.2	45	C
10	412750	4533500	1.1	2.73	60.22	3.32	40.2	9.9	49.9	SC
11	413000	4533500	1.41	4.61	48.9	14.84	51.7	7.2	41.1	C
12	413250	4533500	1.32	4.1	81.92	1.43	45.1	10.5	41.1	SC
13	413500	4533500	1.29	4.94	95.01	5.13	44.2	7.4	44.5	SC
14	413756	4533487	1.23	2.96	72.17	4.11	44.7	6.9	48.4	SC
15	414003	4533484	1.16	3.67	53.7	4.64	50	14.3	35.7	C
16	412521	4533673	1.31	3.28	71.01	5.51	46.5	15.9	37.6	C
17	412750	4533750	1.36	2.37	83.39	7.65	31.7	7.9	60.5	SCL
18	412976	4533692	1.36	2.74	62.51	2.23	42.9	14.5	42.6	C
19	413250	4533750	1.35	2.18	56	8.72	33.2	11	55.8	SCL
20	413500	4533750	1.22	2.68	43.31	0.66	45.1	11.1	43.8	C
21	413750	4533750	1.14	4.27	71.91	13.44	45.6	8.7	45.6	C
22	413983	4533751	1.29	2.93	52.59	0.88	43.3	14.2	42.5	C
23	414250	4533750	1.4	2.75	74.67	1.66	41.2	14.7	44.2	C
24	412500	4534000	1.39	4.02	73.14	1.24	39.1	11.5	49.5	SC
25	412756	4534023	1.53	2.83	63.36	6.17	48	14.3	37.6	C
26	412989	4534082	1.14	4.56	68.6	4.26	52.5	10	37.5	C
27	413250	4534000	1.6	3.26	83.51	5	55.3	10.6	44.7	C
28	413548	4534110	1.53	2.26	86.89	9.43	48	6.7	52	SC
29	413787	4533945	1.65	4.12	64.46	10.5	35.6	7.7	64.4	SCL
30	413976	4533972	1.12	3.51	67.88	7.49	42.1	13.2	57.9	SCL
31	414250	4534000	1.33	2.98	71.18	14.43	35.1	5.9	59	SC
32	414500	4534000	1.19	2.22	50.34	7.55	30.8	15.5	53.7	SCL
33	413026	4534278	1.01	2.95	91.32	9.49	32.4	7.7	59.9	SCL
34	413437	4534325	1.3	1.83	81.12	7.24	37.4	11.5	51.1	SC

DHA:Doğal hacim ağırlığı, OM: Organik madde, AS:Agregat stabilitesi, Hİ:Hidrolik iletkenlik

Çizelge 4.1. Çalışma alanı topraklarının analiz sonuçları (n=80) (devamı)

No	Koordinatlar. (UTM. ZONE 37. m)		DHA t m ⁻³	OM %	AS %	Hİ cm h ⁻¹	Mekanik analiz. %			Bünye Sınıfı
	Doğu	Kuzey					Kil	Silt	Kum	
35	413551	4534285	1.39	3.37	76.95	11.65	40.4	16.2	43.4	C
36	413707	4534223	1.26	3.38	72.28	12.68	39.2	16.4	44.4	SC
37	414105	4534127	1.57	3.99	69.66	11.65	29.6	11	59.4	SCL
38	414250	4534291	1.33	3.19	77.21	1.15	36.5	12.3	51.2	SC
39	414540	4534281	1.36	3	54.62	9.33	42.5	10	47.5	SC
40	413034	4534456	1.36	3.38	84.28	1.29	41.8	15	43.3	SC
41	413312	4534535	1.46	3.29	92.52	2.97	38.8	13.9	47.3	SC
42	413541	4534440	1.32	3.12	65.97	3.07	34.6	15.3	50.1	SCL
43	413914	4534527	1.31	4.91	68.73	10.3	36.3	11.9	51.8	SC
44	413984	4534487	0.98	3.32	80.64	5.3	29.4	14.3	56.3	SCL
45	414217	4534517	1.26	3.1	75.71	5.84	49	8.5	42.5	C
46	414503	4534522	1.06	2.73	77.88	3.91	39.3	8.5	52.2	SC
47	413253	4534174	1.6	1.98	70.67	1.02	40.2	8.5	51.3	SC
48	413360	4534906	1.27	4.34	77.04	3.43	50.2	16.9	32.9	C
49	413781	4534656	1.31	5.06	81.69	6.15	48.5	11.8	39.8	C
50	414075	4534787	1.26	4.75	78.21	5.3	32.2	8.1	59.7	SCL
51	414250	4534750	0.97	4.62	84.86	11.58	36.9	6.8	56.3	SC
52	414500	4534750	1.31	1.88	52.35	8.37	30.7	6.8	62.5	SCL
53	413219	4535006	1.15	2.62	64.32	3.98	33.5	10.1	56.3	SCL
54	413427	4534970	1.28	3.75	67.3	10	34.4	14	51.6	SCL
55	413750	4535000	1.08	3.07	44.64	9.08	43.4	13.4	43.3	C
56	413988	4535000	1.47	3.36	53.07	6.71	39.8	8.8	51.5	SC
57	414250	4535000	1.37	2.49	62.62	4.51	38	13.8	48.2	SC
58	414501	4535047	1.33	3.2	90.22	11.96	43.3	8.8	47.8	SC
59	413559	4535348	1.25	3.16	65.79	9.36	48.8	15	36.2	C
60	413749	4535242	1.55	2.53	66.74	7.95	46.3	7.8	46	SC
61	414000	4535250	0.88	2.41	70.23	11.62	35.7	7.4	57	SC
62	414250	4535250	1.06	4.33	79.37	10.09	36.6	14	49.4	SCL
63	414497	4535283	1.02	3.11	54.51	3.14	30.7	7	62.3	SCL
64	414750	4535250	1.16	4.21	66.92	7.24	38	11	51	SC
65	413535	4535484	1.46	2.74	65.48	2.21	47.3	11.7	41	C
66	413777	4535501	1.26	3.12	70.87	21.72	40.4	11.6	48	SC
67	414000	4535500	1.66	3.15	64.12	15.8	29.4	10.2	60.4	SCL
68	414250	4535500	0.72	3.52	71.34	20.19	33.3	12.8	53.9	SCL
69	414500	4535500	0.94	3.53	83.33	14.31	35.1	13.7	51.2	SCL
70	413502	4535750	1.11	2.01	54.89	8.49	29.8	11.7	58.5	SCL
71	413750	4535750	1.5	3.21	85.04	4.92	33.6	11.9	54.5	SCL
72	414000	4535750	1.48	2.93	80.28	3.24	37.1	7.7	55.2	SC
73	414250	4535750	1.05	2.93	85.15	4.23	46.3	9.4	44.3	SC
74	414500	4535750	1.4	3.06	80.25	2.6	45.5	7.9	46.6	SC
75	413500	4536000	1.19	2.52	69.74	4.23	37.6	10.6	51.7	SC
76	413811	4535981	1	2.9	62.25	5.84	35.4	10.8	53.8	SC

DHA:Doğal hacim ağırlığı, OM: Organik madde, AS:Agregat stabilitesi, Hİ:Hidrolik iletkenlik

Çizelge 4.1. Çalışma alanı topraklarının analiz sonuçları (n=80) (devamı)

No	Koordinatlar. (UTM. ZONE 37. m)		DHA t m ⁻³	OM %	AS %	Hİ cm h ⁻¹	Mekanik analiz. %			Bünye Sınıfı
	Doğu	Kuzey					Kil	Silt	Kum	
77	413998	4535983	1.28	2.91	79.4	4.79	42.3	9.8	48	SC
78	413752	4536223	1.4	2.22	75.44	1.97	32.6	11	56.4	SCL
79	413250	4532500	1.26	2.41	83.46	2.99	40.6	12.8	46.5	SC
80	413500	4532500	1.36	2.94	87.25	2.62	43.1	13	43.9	SC
Maksimum			1.66	5.15	95.01	21.72	55.3	17.6	68.7	
Minimum			0.72	1.83	38.59	0.66	25.4	5.9	32.9	
Ortalama			1.3	3.3	70.0	6.6	40.5	10.9	49.0	

DHA:Doğal hacim ağırlığı, OM: Organik madde, AS:Agregat stabilitesi, Hİ:Hidrolik iletkenlik

Çizelge 4.1’de görüleceği üzere, çalışma alanına ait toprak örneklerinin, 23 tanesi kil (C), 35 tanesi kumlu kil (SC), 22 tanesi ise kumlu killi tın (SCL) tekstür sınıfında yer almıştır. Çalışma alanındaki toprakların %43.75’i ince bünyeli toprak sınıfına, %56.25’i orta bünyeli toprak sınıfına dahil edilmiştir.

Çalışma alanına ait hacim ağırlığı değerleri 0.72 t m⁻³ ile 1.66 t m⁻³ arasında değişmekte olup, ortalama değer olarak 1.28 t m⁻³ elde edilmiştir. Arshad ve ark. (1996), topraklarda tipik olarak hacim ağırlığı değerlerinin 1.0 t m⁻³ ile 1.7 t m⁻³ arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Araştırma alanına ait toprakların organik madde değerleri, %1.83 - %5.15 arasında değişmekte olup, %3.30’lük ortalama değere sahip olup, çalışma alanına ait toprakların organik madde yönünden zengin olduğu ifade edilebilir.

Toprakların agregat stabilitesi içeriklerine bakıldığında, %38.59 ile %95.1 arasında değişmiş olup, %69.99’lük ortalama değer dikkate alındığında araştırma alanı topraklarının birim ağırlığındaki toprakların aşınımına karşı dayanıklı olduğu tespit edilmiştir.

Son olarak araştırma alanı topraklarının hidrolik iletkenlik değerleri %0.66 ile %21.72 arasında olup, ortalama değerleri %6.64 olduğu ve araştırma alanı topraklarının birim zamanda akan su miktarının düşük olduğu ve bu durumun toprağın tekstür sınıfıyla ilişkili olduğu tespit edilmiştir.

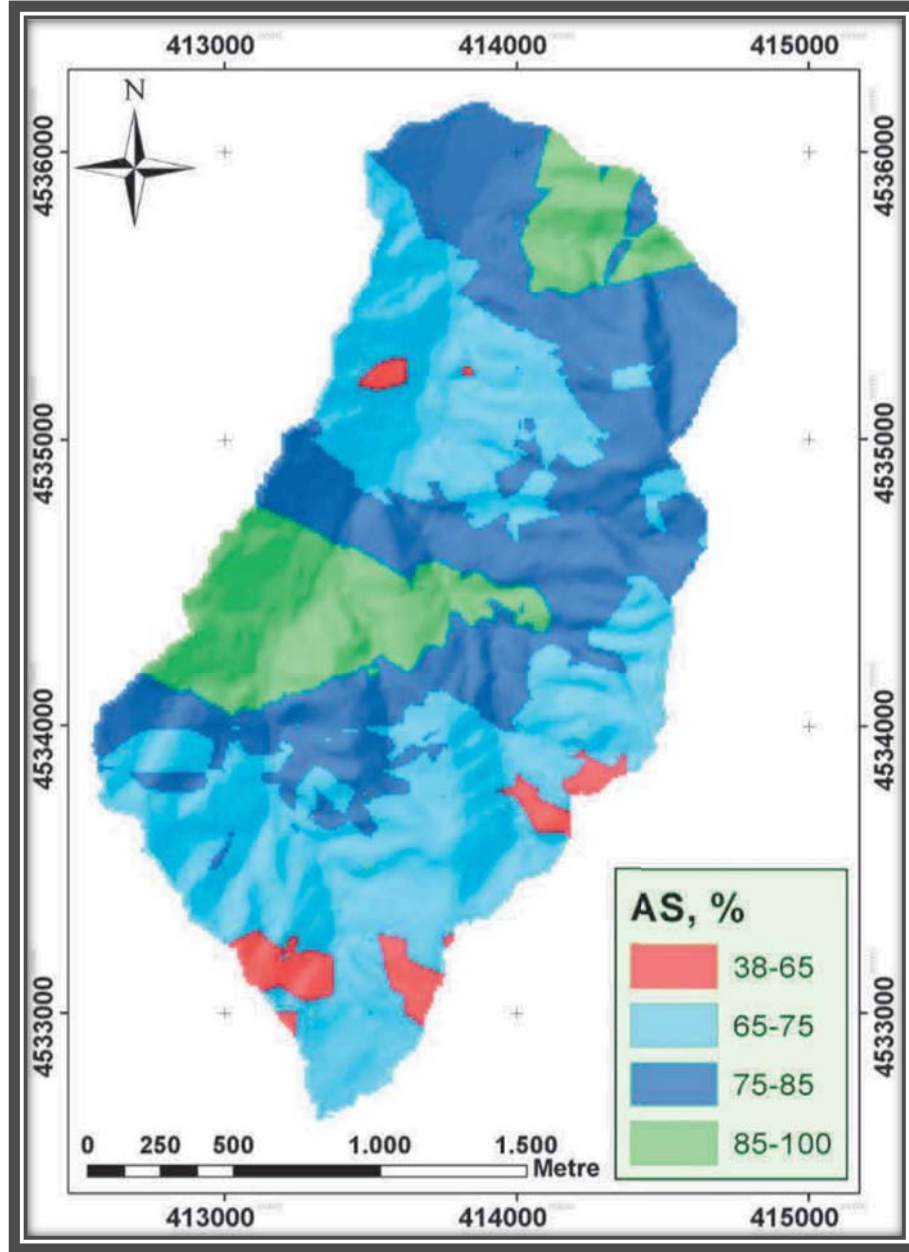
Araştırma alanı topraklarına ait agregat stabilitesi dağılım aralıkları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çalışma alanına ait agregat stabilitesi dağılımı

Dağılım Aralığı (AS, %)	Alan (da)	Oran (%)
38-65	148.1	3.5
65-75	1909	44.5
75-85	1575	36.7
85-100	658	15.3
Toplam	4290.1	100.0

Çizelge 4.2 incelendiğinde çalışma alanının agregat stabilitesi %65-75 arasında olan araziler olup, %44.5’lik bir oranla 1909 da’lık bir alana karşılık gelmektedir. Agregat stabilitesi dağılım aralığı %38-65 arasında olan araziler %3.5’lik oran ile 148.1 da’lık alana karşılık gelip, arazinin %96.5’lik kısmında agregat stabilitesinin %65’ten büyük olduğu görülmektedir. Dolayısıyla arazideki toprakların büyük çoğunluğunun aşınmaya karşı dirençli durumda olduğu söylenebilir.

Çalışma alanının agregat stabilitesine ait dağılım aralığı haritası Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1. Çalışma alanına ait agregat stabilitesi dağılım haritası

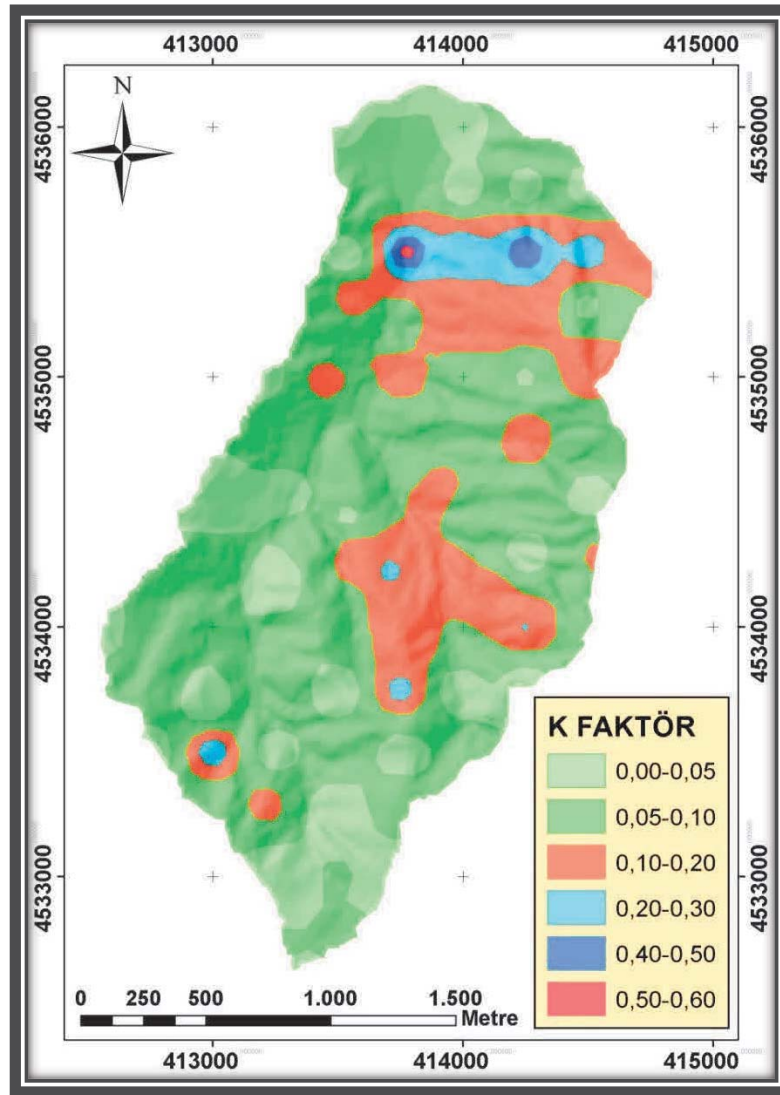
Şekil 4.1’de görüldüğü gibi araştırma alanı topraklarının büyük çoğunluğunda agregat stabilitesi 60.0’ın üzerinde değerlere sahiptir. Yüksek değerler araştırma alanına ait haritada Kuzey, Kuzey Doğu ve Güney kesimlerde yayılım göstermektedir.

Erodibilite (K) faktörü: K faktör değeri, Wischmeier ve Smith (1978) tarafından belirtilen ampirik denklemden faydalanılarak tespit edilmiştir. Bu denkleme göre çıkan sonuçlar Çizelge 4.3’e bakılarak K sınıf değerleri belirlenmiştir.

Çizelge 4.3. K sınıf değerleri

K Sınıf	Değer
1	0.00-0.05
2	0.05-0.10
3	0.10-0.20
4	0.20-0.30
5	0.40-0.50
6	0.50-0.60

Sonuçlara göre hazırlanan K değeri dağılım haritası Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2. K faktör dağılım haritası

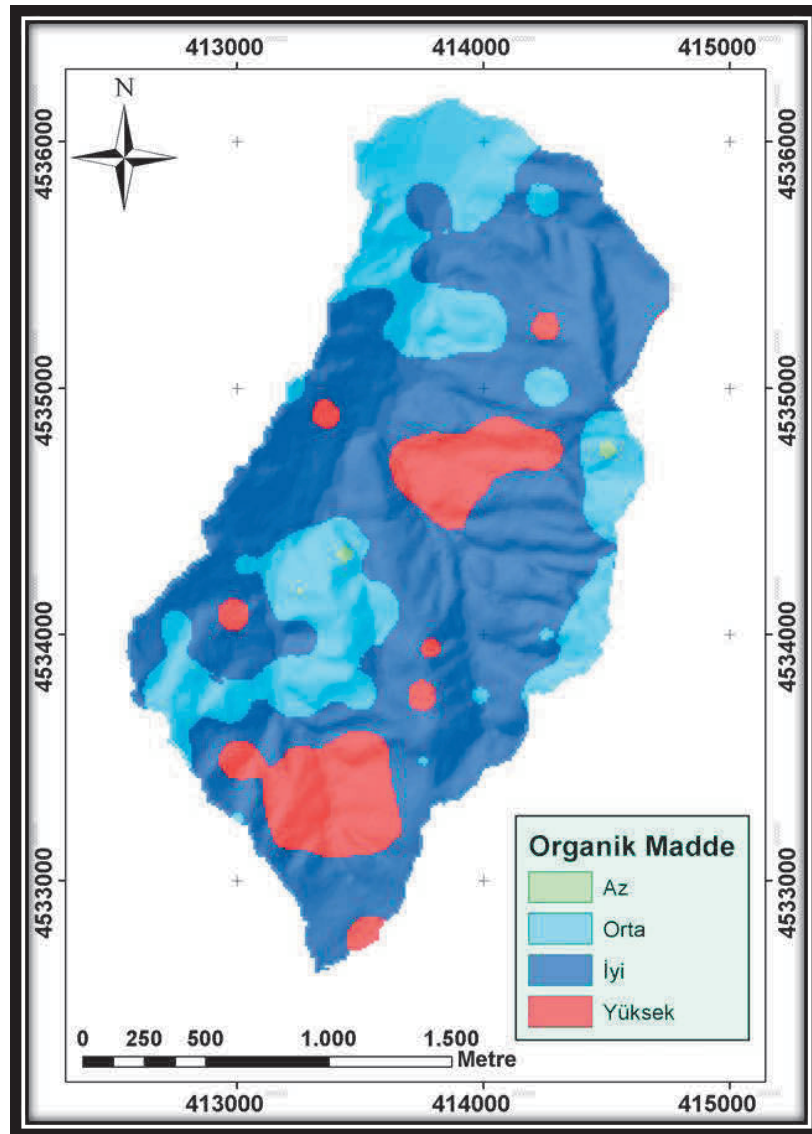
Şekil 4.2 incelendiğinde K faktörü değerleri çalışma alanının çoğunda 0.10’den daha düşük olduğu görülmektedir.

Organik Madde: Araştırma alanına ait toprak örneklerinin organik madde dağılım oranları Çizelge 4.4’te ve dağılım haritası Şekil 4.3’de verilmiştir.

Çizelge 4.4. Çalışma alanına ait organik madde dağılımı

Dağılım Aralığı (%)	Derecesi	Alan (da)	Oran %
1-2	Az	6	0.1
2-3	Orta	1108.3	25.8
3-4	İyi	2675.1	62.4
4 +	Yüksek	499.7	11.2
Toplam		4290.1	100.0

Çizelge 4.4 incelendiğinde arazinin büyük çoğunluğunun organik madde yönünden zengin olduğu görülmektedir.



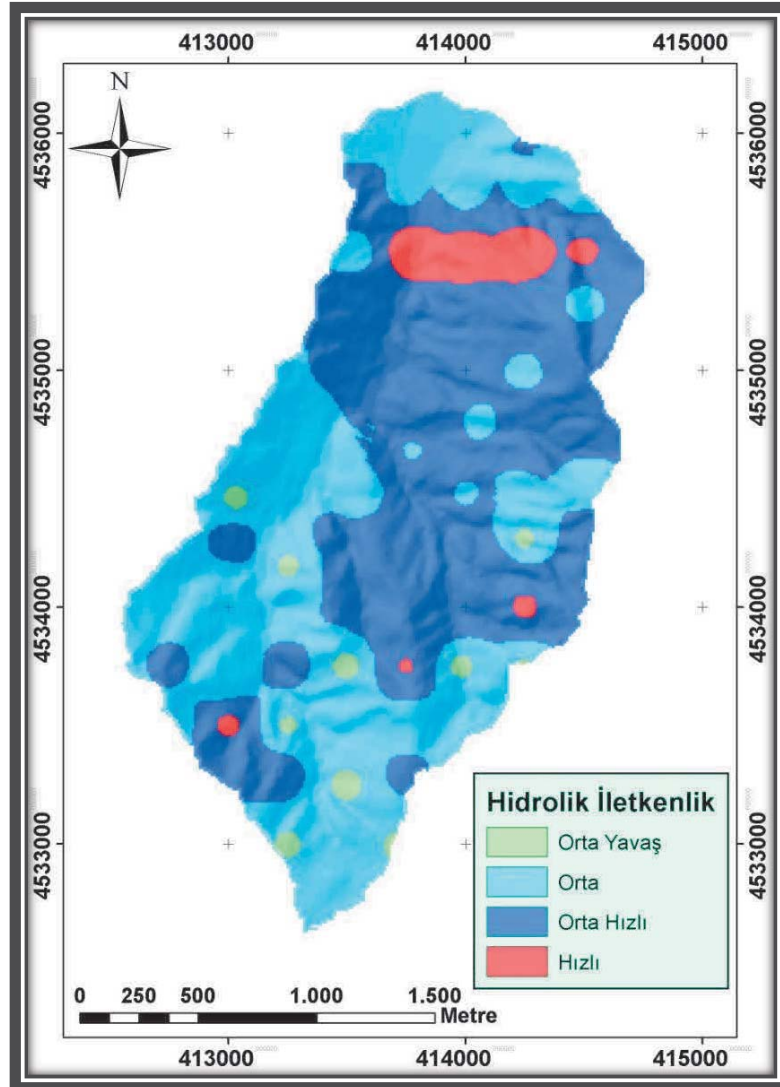
Şekil 4.3. Çalışma alanına ait toprakların organik madde dağılım haritası

Geçirgenlik: Toprakların hidrolik iletkenlik değerleri, Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Çalışma alanına ait toprakların hidrolik iletkenlik değerleri

Dağılım Aralığı (cm h ⁻¹)	Alan (da)	Oran %
0.50-2.00	53.2	1.2
2.00-6.35	1977	46.1
6.35-12.70	2088.2	48.7
12.70-25.00	171.7	4.0
Toplam	4290.1	100.0

Çizelge 4.5 incelendiğinde toprakların hidrolik iletkenlik değerlerinin %46.1'i 2.00-6.35 cm h⁻¹ arasında, %48.7'si 6.35-12.70 cm h⁻¹ arasında yer almaktadır. Çalışma alanına ait toprakların hidrolik iletkenlik dağılım haritası Şekil 4.4'te verilmiştir.



Şekil 4.4. Çalışma alanına ait toprakların hidrolik iletkenlik dağılım haritası

4.2. Çalışma Alanında Erozyon Model Bulguları

4.2.1. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında CORINE Modeli

CORINE (Coordination of Information on the Environment) erozyon metodu; toprakta erozyon risk araştırmalarında arazilerin erozyona duyarlılıklarını belirlemede kullanılan metottur (CORINE, 1992). CORINE erozyon modelini diğer modellerden ayıran en önemli özelliği, çalışma alanına ait toprakların tümünün değredasyon risk tahminini sağlamasıdır. CORINE modeliyle erozyon tehlike haritalarının oluşturulması, Türkiye'nin AB ile gelecekte oluşacak olan bilimsel araştırmaların bütünlüğünde önem derecesi yüksektir (CORINE, 1992; Bayramin ve ark., 2003). Potansiyel erozyon tehlikesi ile araziye ait örtü parametrelerinin birleşmesi sonucunda, gerçek erozyon tehlike haritası oluşturulur. Potansiyel erozyon tehlike katmanının oluşumunda; erodobilite (aşınabilirlik), erozivite (aşındırıcı güç) ile topoğrafya katmanından yararlanır. Arazi örtü indeksi, erozyon modellerinde oldukça önemli bir faktördür. Bu yüzden arazi örtü durumu erozyonun derecesine büyük oranda etki etmektedir.

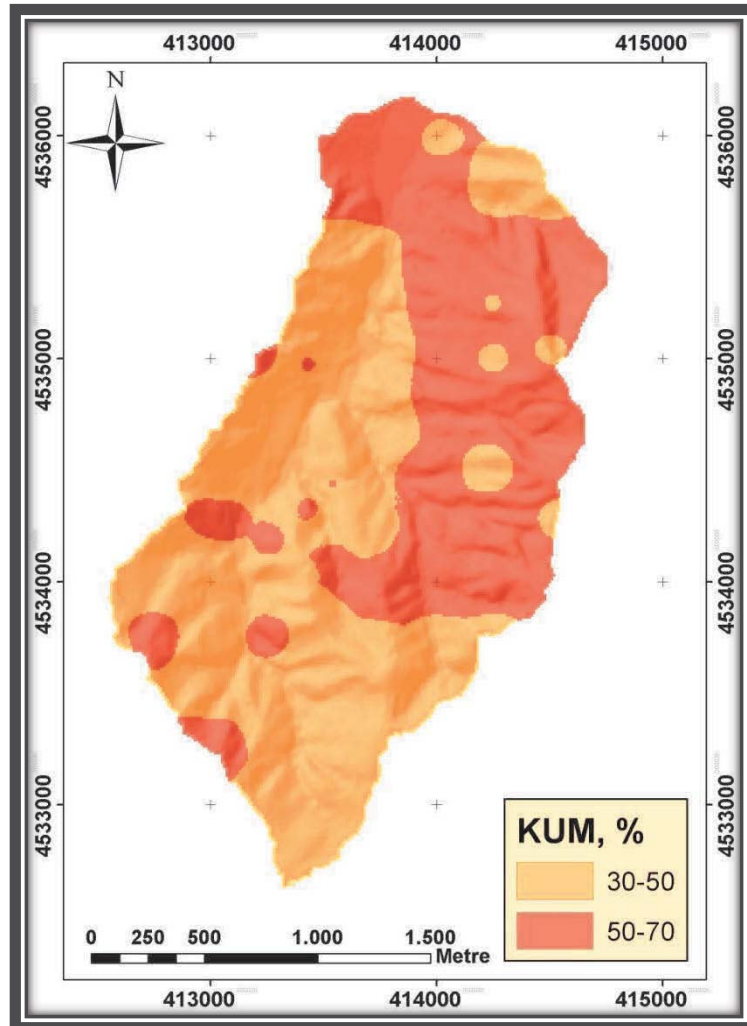
CORINE modeline göre çalışma alanının erodobilite (aşınabilirlik) faktörünün tespit edilmesinde toprağın derinliği, toprağın bünyesi ile toprakta yüzey taşlılığı parametrelerinden yardım alınmıştır. Araştırma topraklarının bünye dağılım özelliklerinin belirlenmesinde, yüzeyden alınan (0-30 cm) 82 adet toprak örneği kullanılmış ve modelde kullanılan üç bünye sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir. Model sınıflamasına göre ince bünyeli (killi) ve kaba bünyeli (kumlu) toprakların erozyona karşı duyarlılıkları az iken, orta bünyeli (siltli) toprakların duyarlılıkları yüksek derecede olduğu belirlenmiştir. Bunun sonucunda çalışma alanı topraklarının %40.49'u killi, %48.96'sı kumlu ve %10.94'ü siltli bünye sınıfına girmiştir.

Toprak derinliği ve yüzey taşlılığı faktörleri toprakta aşınımına karşı duyarlılıkta yararlanan parametrelerdendir. Toprak derinliği toprakların özellikle su tutma kapasitelerinin ve buna bağlı olarak yüzey akışların oluşumunda önemli bir faktördür. Yüzey taşlılığı ise, toprak yüzeyindeki akış hızının azaltılmasında önemli etkiye sahiptir. CORINE modelinde yararlanan bu faktörler, önceki araştırma çalışmalarından ve çalışma alanına ait ayrıntılı olarak hazırlanmış 1/25.000 ölçekli toprak etüd haritalarından elde edilmiştir. Bütün bu verilerden yola çıkarak çalışma

alanının toprak derinliği (20-50 cm) orta derin toprak sınıfına girmektedir. Aşınımaya karşı duyarlılıkta kullanılan diğer parametre olan yüzey toprakları taşlılık yönünden %10'dan azdır. Aşağıda çalışma alanına ait % kum değerleri (Şekil 4.5, Çizelge 4.6), % kil değerleri (Şekil 4.6, Çizelge 4.7) ve % silt dağılımları (Şekil 4.7, Çizelge 4.8) verilmiştir.

Çizelge 4.6. Çalışma alanına ait % kum dağılımları

Kum Değerleri (%)	Alan (da)	Oran (%)
30-50	2444	57.0
50-70	1845	43.0
Toplam	4290.1	100.0



Şekil 4.5. Çalışma alanına ait % kum dağılımı haritası

Çizelge 4.7. Çalışma alanına ait % kil değerleri

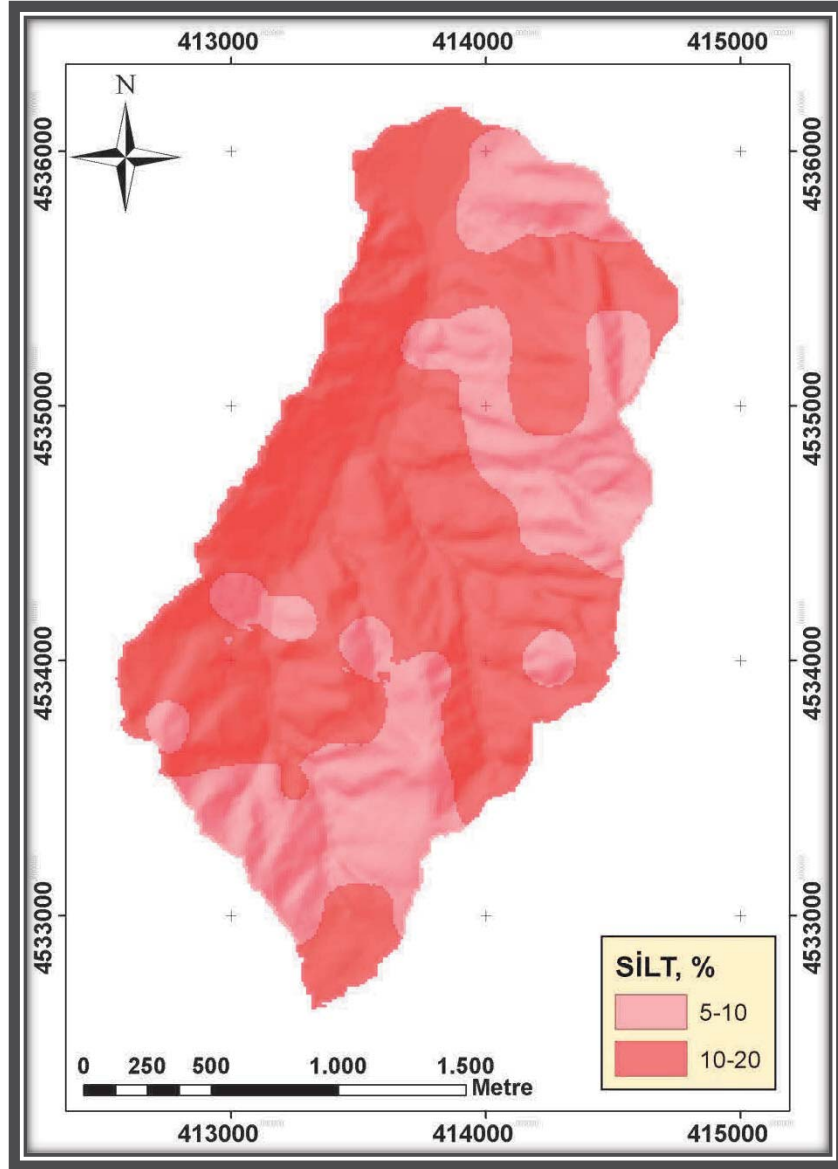
Kil Değerleri (%)	Alan (da)	Oran (%)
20-40	2195.7	51.2
40-60	2094.4	48.8
Toplam	4290.1	100.0



Şekil 4.6. Çalışma alanına ait % kil dağılım haritası

Çizelge 4.8. Çalışma alanına ait % silt değerleri

Silt Değerleri (%)	Alan (da)	Oran (%)
05-10	1516	35.3
10-20	2774.1	64.7
Toplam	4290.1	100.0



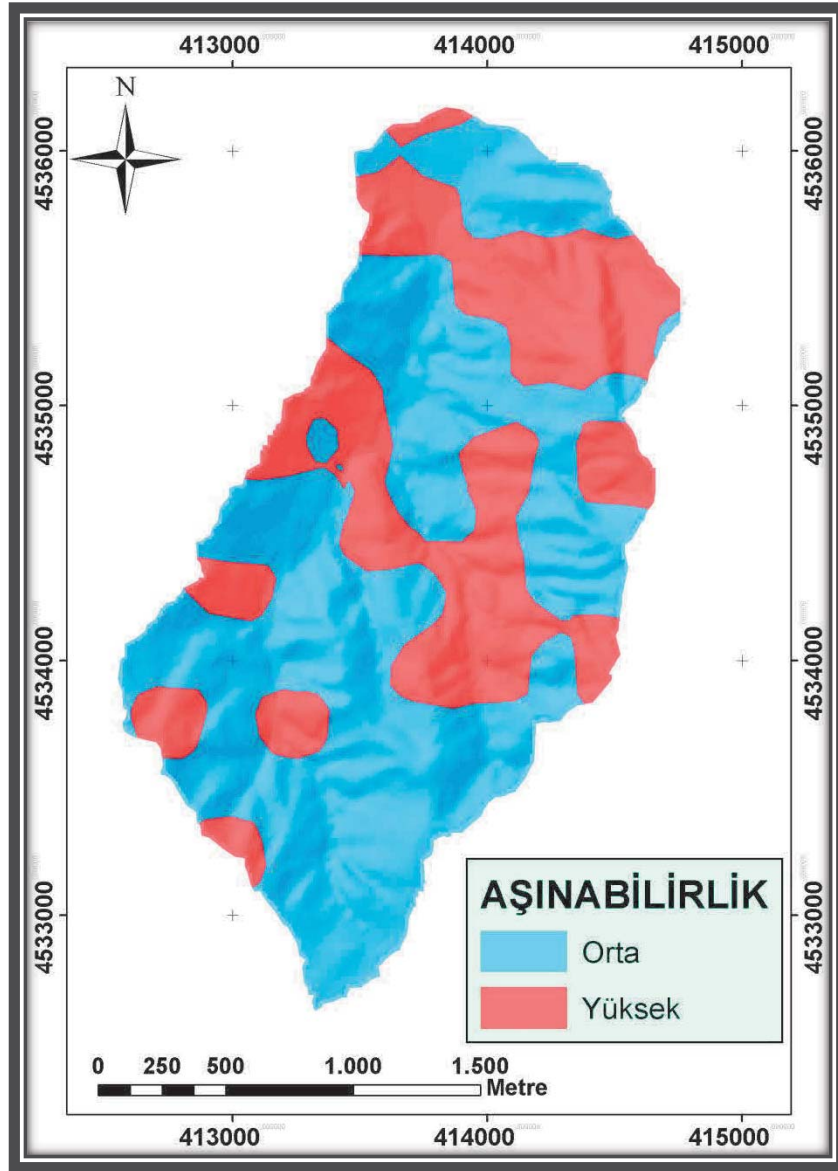
Şekil 4.7. Çalışma alanına ait % silt dağılımı haritası

Araştırma sahası topraklarında, aşınımına karşı duyarlılıklarının belirlenmesi amacıyla, toprak tekstürü, toprak derinliği ile toprağın yüzey taşlılığı katmanlarına ait kodların birbirleri çarpılmış ve aşınım duyarlılık haritası oluşturulmuştur. Aşınım derecesine göre çalışma alanı topraklarına indeks değerleri verilerek düşük, orta ve yüksek olarak sınıflara ayrılmışlardır. Çalışma alanının yarısından fazlası aşınımına karşı aşırı

hassas özellik gösterirken, mavi renkle boyanmış alanın yamaç ile vadi kısımlarını oluşturan, fındık bitki örtüsü ile kaplı alanlar aşınımına karşı orta duyarlılık olan 2. sınıf olarak belirlenmiştir (Şekil 4.8, Çizelge 4.9).

Çizelge 4.9. Çalışma alanına ait toprakların aşınımına duyarlılık dağılım aralığı

Dağılım Aralığı	Aşınabilirlik Derecesi	Alan (da)	Oran (%)
1	Orta	2718.6	63.4
2	Yüksek	1571.5	36.6
Toplam		4290.1	100.0



Şekil 4.8. CORINE modeline göre çalışma alanının aşınımına duyarlılık haritası

Modelin bir başka faktörü erozivite (aşındırıcı güç) özelliğidir. Aşındırıcı güç; Fournier yağmur indeksi ve Bagnouls-Gausson kuraklık indeksinin birlikte

hesaplanmasıyla oluşan indekslerin matrisi sonucunda oluşturulmuştur. İndekslerin sınır değerleri;

Fournier yağış indeksi

1. <60
2. 60-90
3. 90-120
4. 120-160

Bagnouis-Gaussen kuraklık indeksi

1. 0
2. 1-50
3. 51-130
4. >130 şeklindedir.

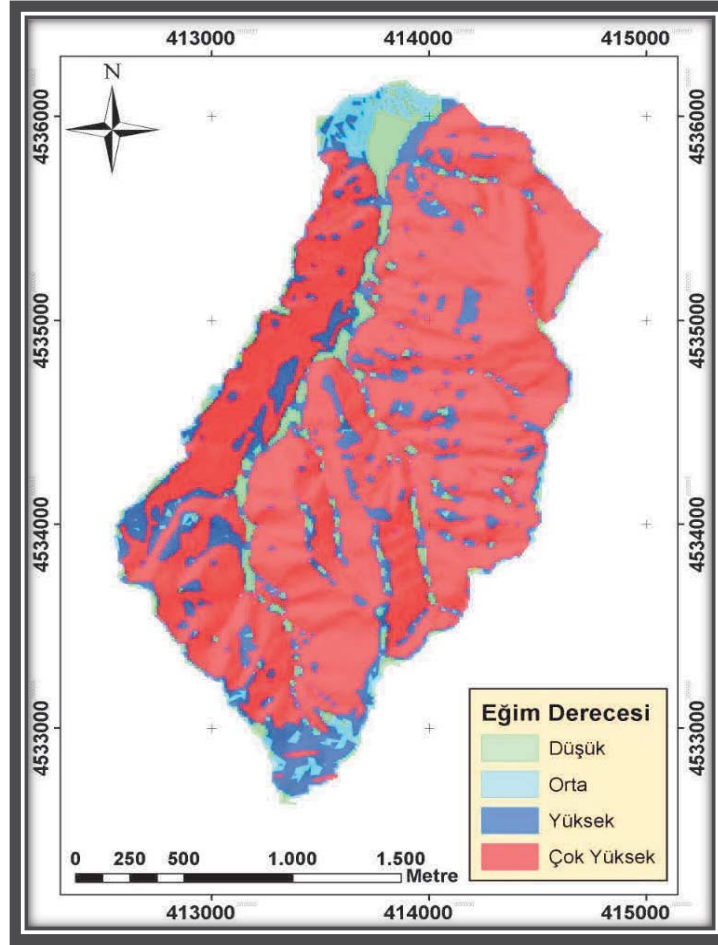
Yapılan hesaplamaların sonucunda Fournier yağmur indeksi 93 ile 3.sınıf, Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi ise 27.8 ile 2.sınıf olarak hesaplanmıştır.

Potansiyel erozyon riskinin oluşturulmasında yararlanılan son katman eğim derecesi katmanıdır. Eğim katmanı, toprakta suyun hareket etmesinde özellikle toprakların taşınım olaylarında önemli etmenlerden birisidir. Arazi şartlarında toprak üzerinde koruyucu bitki örtü katmanı bulunmuyorsa, eğim derecesinin artmasına bağlı olarak erozyona duyarlılık tehlikesi de artış göstermektedir. Bu sebeple eğim derecesi, toprakta erozyon riski model araştırmalarında ele alınması gereken önemli parametrelerden biridir. Çalışma alanının CORINE modeline göre eğim gruplandırılması CBS ortamında sayısal topoğrafik harita kullanılarak oluşturulmuştur (Şekil 4.9). Buna göre çalışma alanı <5%, %5-15, %15-30, %30'dan büyük olmak üzere dört eğim grubu oluşturularak, 1-4 arası değerler verilmiş ve yeniden kodlanarak çalışma alanı topraklarının eğimi belirlenmiştir. Bu dağılımın alansal ile yüzde dağılımları Çizelge 4.10'da verilmiştir.

Çizelge 4.10. CORINE modeline göre çalışma alan topraklarının eğim dağılımı

Eğim Sınıfları (%)		Alan (da)	Oran (%)
0-5	Düşük	177.3	4.1
5-15	Orta	239.5	5.6
15-30	Yüksek	630.4	14.7
30 +	Çok Yüksek	3242.9	75.6
Toplam		4290.1	100.0

Çizelge 4.10'a göre çalışma alanının %24.4'ünde eğim %30'un altında iken, %75.6'sında eğim derecesinin %30'dan fazla olduğu görülmektedir.



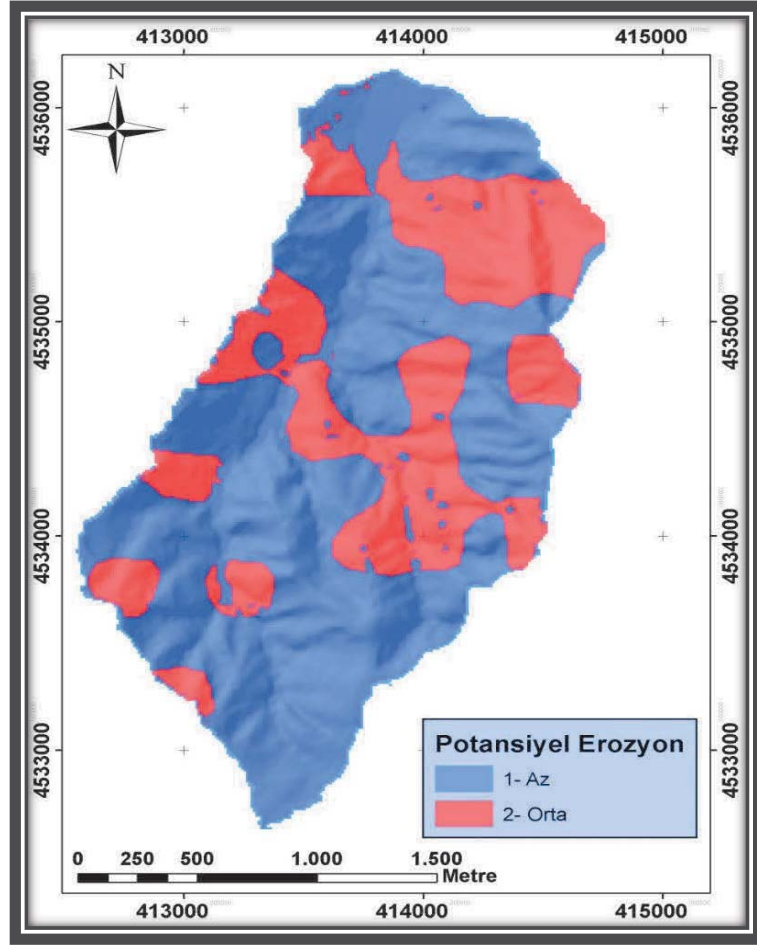
Şekil 4.9. CORINE modeline göre çalışma alanı eğim gruplandırması

Çalışma alanının potansiyel erozyon risk dağılımı toprakta aşındırıcı güç, toprağın aşınım durumu ile eğim grubuna ait kodların çarpıştırılması sonunda üretilmiş ve yeniden sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.11). CORINE modeline göre alanın potansiyel erozyon tehlike dağılımı Şekil 4.10’da sunulmuştur. Harita sonuçlarına göre, düşük derecede tehlikeli alanlar 1 ile, hafif derecede tehlikeli alanlar ise 2 ile gösterilmiştir.

Çizelge 4.11. CORINE modeline göre çalışma alanına ait potansiyel erozyon risk dağılımı

Potansiyel Erozyon	Alan (da)	Oran (%)
1-Az	2852.1	66.5
2-Orta	1437	33.5
Toplam	4290.1	100.0

Araştırma sahasında toplam alanın 2852.1 da’lık kısmı potansiyel erozyon tehlikesine az duyarlılıkta, alanın 1437 da’lık kısmı potansiyel erozyona karşı orta derecede duyarlılık sınıfına sahiptir.



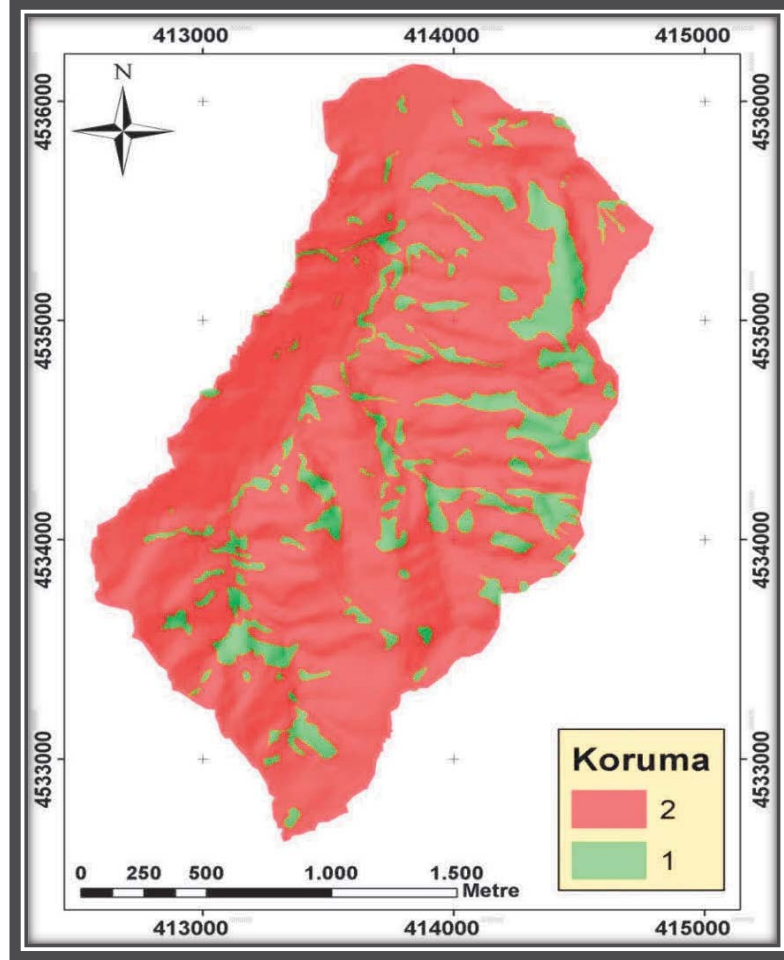
Şekil 4.10. CORINE modeline göre çalışma alanının potansiyel erozyon risk sınıfları

Çalışma alanına ait toprakların örtü durumları, arazi kullanım haritasında belirtilen kullanım biçimleri dikkate alınarak, CORINE modeline göre korunan ve korunmayan alan olmak üzere sınıflandırılmıştır (Şekil 4.11). Buna göre orman alanları tamamen korunan alanlar olarak 1 kodu ile tanımlanırken, bunun dışında kalan alanlar dikili tarım arazisi (fındık) olduğundan 2 kodu ile sınıflandırılmıştır (Çizelge 4.12).

Çizelge 4.12. CORINE modeline göre çalışma alanına ait bitki örtü durumu dağılımı

Örtü durumu	Alan (da)	Oran (%)
1-Korunan Alan	671.05	15.6
2-Korunmayan Alan	3621.05	84.4
Toplam	4290.1	100.0

Yapılan sınıflandırmaya göre çalışma alanı topraklarının %84.4'lük büyük bir kısmı korunmayan veya örtü durumu zayıf olan alanları oluşturmaktadır.



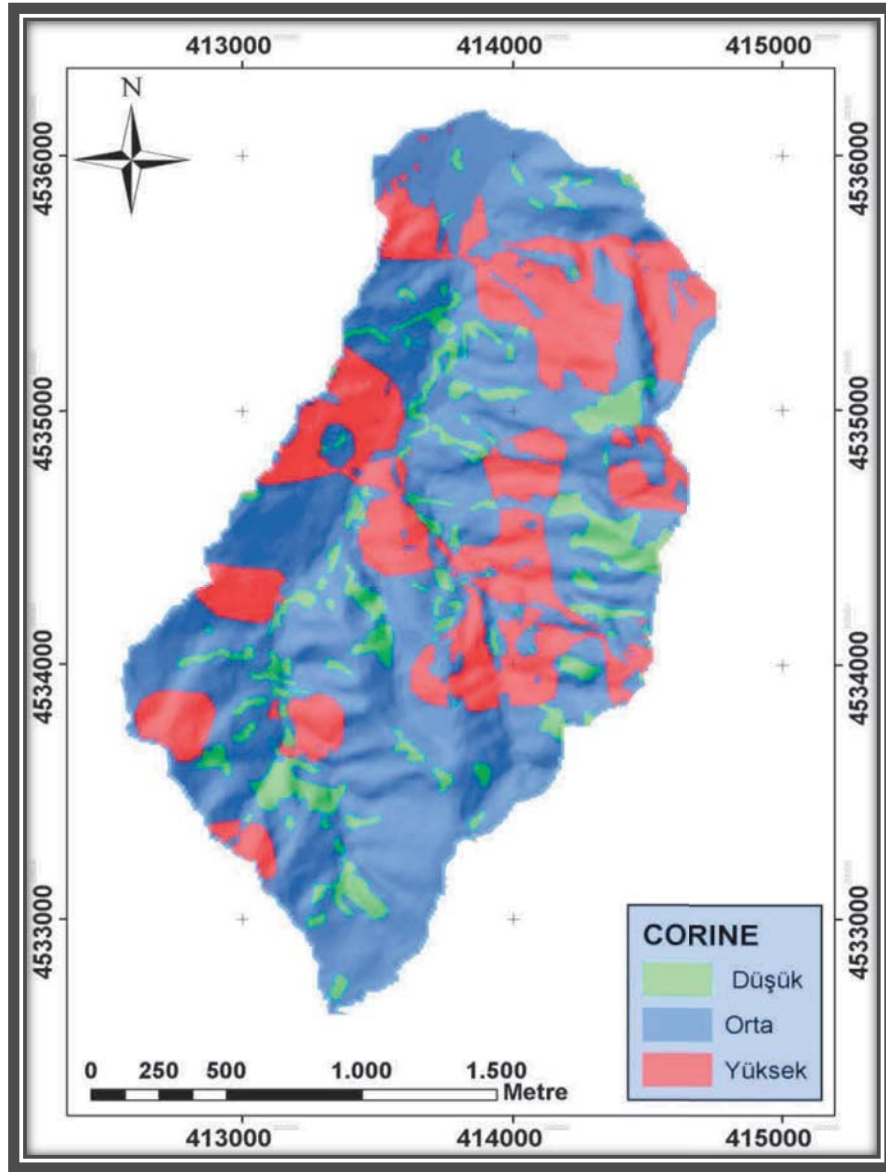
Şekil 4.11. CORINE modeline göre çalışma sahasına ait bitki örtüsü haritası

Modelin son aşaması olan gerçek erozyon riski haritası araziye ait bitki örtüsü indeksi ile potansiyel erozyon risk değerlerinin birbirleri ile çarpımları sonucu oluşturulmuştur. Sonuçlar Çizelge 4.13'de ve Şekil 4.12'de verilmiştir. Buna göre düşük riskli alanlar 1 ile orta riskli alanlar 2 ile yüksek riskli alanlar ise 3 ile kodlanmıştır.

Çizelge 4.13. Çalışma alanının CORINE modeline göre gerçek erozyon risk dağılımı

Gerçek Erozyon Risk Sınıfı	Alan (da)	Oran (%)
Düşük	426.7	9.9
Orta	2672.2	62.3
Yüksek	1191.2	27.8
Toplam	4290.1	100.0

CORINE modeline göre çalışma alanının %27.7'si 3 ile kodlanan yüksek derecede erozyon riski altında iken, % 62.3'ü 2 ile kodlanan orta derecede erozyon riski altında olup, arazinin çok küçük bir bölümü olan %9.9'u düşük seviyede erozyon riski taşımaktadır.



Şekil 4.12. CORINE modeline göre çalışma alanına ait gerçek erozyon risk haritası

4.2.2. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında LEAM Modeli

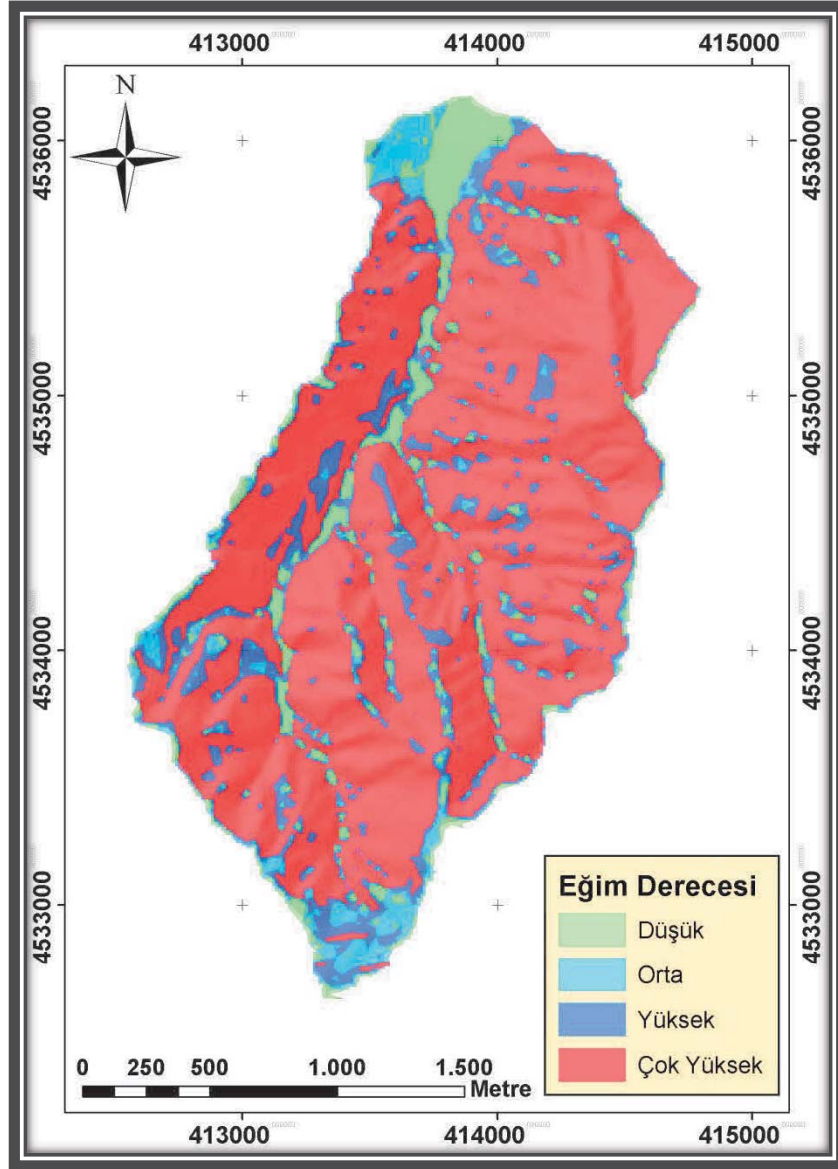
LEAM (Land Erodability Assessment Model, (Manrique, 1988)) modeli potansiyel erozyon risk değerlendirmesinde kullanılan modellerden biridir. LEAM modeli 3 ana parametreden oluşmaktadır. Bunlar; eğim, yağışın erozyon oluşturma gücü olan iklim (erozivite) ve toprağın erozyona duyarlılık özelliğini gösteren (erodabilite) aşındırıcılık indeksi parametreleridir. Eğim parametresi, çalışma alanına ait topoğrafik haritanın sayısallaştırılmasıyla elde edilen sayısal yükselti haritası yardımıyla, erozivite Modifiye Fournier İndeksi ile ve erodabilite ise erodabilite formülü ile tespit edilmiştir.

LEAM modelinde kullanılacak olan ilk katman eğim parametresidir. LEAM modelinde eğim derecesi %0-10 olanlar düşük derecede, %10-20 olan alanlar orta derecede, %20-30 arasındaki alanlar yüksek derecede ve %30'dan daha fazla eğimde olan alanlar ise çok yüksek derecede eğim sınıfına sahip olarak 4'e ayrılmaktadır (Şekil 4.13). LEAM modeline göre çalışma alanı topraklarının eğim dağılımı Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.14. LEAM modeline göre çalışma alanı topraklarının eğim dağılımı

Eğim Sınıfları (%)	Alan (da)	Oran (%)	
Düşük	0-10	2816	6.6
Orta	10-20	2935	6.8
Yüksek	20-30	4743	11.1
Çok Yüksek	30 +	3240.7	75.5
Toplam		4290.1	100.0

Çizelge 4.14'e göre havzanın yaklaşık %13.4'ü eğimin %20'in altındaki değerleri oluştururken, %86.6'sı ise eğimin yüksek ve çok yüksek özellik gösterdiği %20' den fazla olduğu alanları oluşturmaktadır.



Şekil 4.13. LEAM modeline göre çalışma alanı eğim haritası

LEAM modelinde oluşturulan bir diğer katman ise yağışın erozyon oluşturma etkisi olan iklim (erozivite), Modifiye Fournier İndeksi eşitliğine göre hesaplanmıştır. Bu eşitlikte erozivite, 0-50 arasında çok düşük, 50-100 arasında düşük, 100-200 aralığında orta, 200-300 aralığında ise yüksek ve 300'den büyük olan alanlar ise çok yüksek olarak sınıflandırılmaktadır. Çalışma alanı topraklarının Fournier İndeksi 93 ile düşük ve 2. Sınıf olarak bulunmuştur.

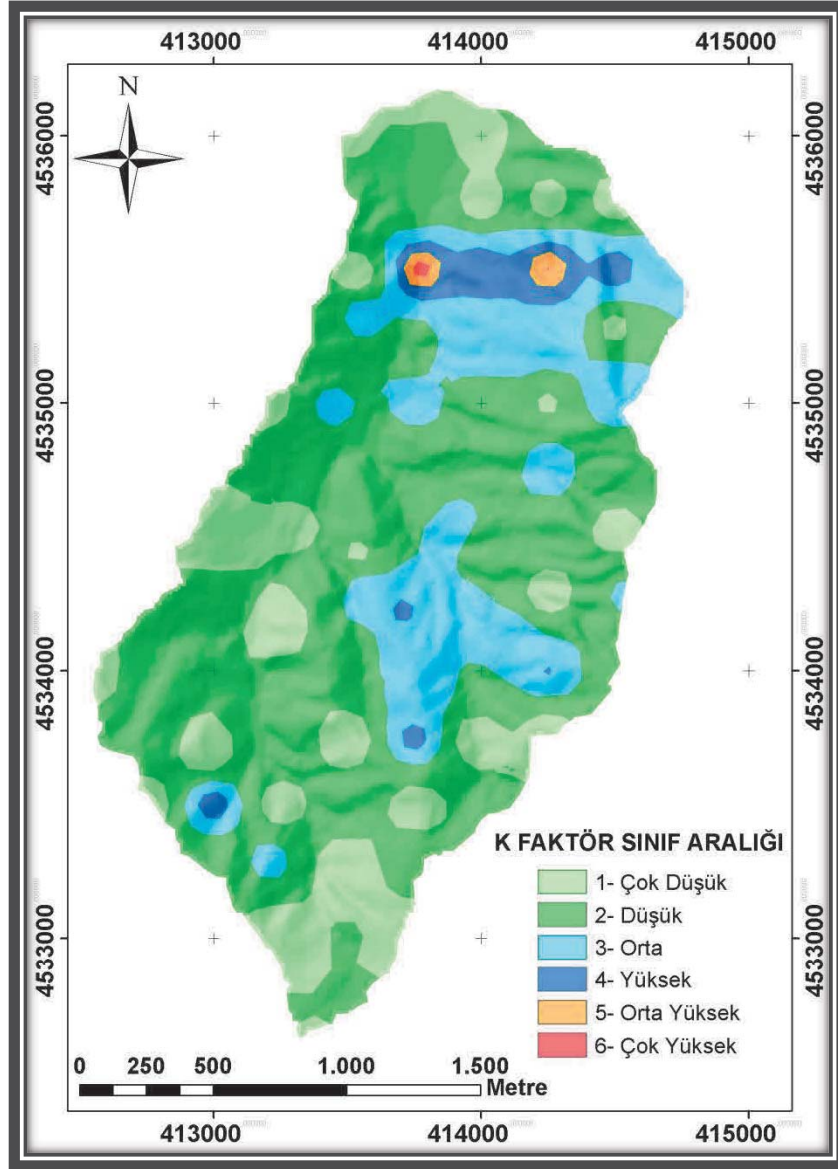
LEAM modelinde potansiyel erozyon riskinin belirlenmesine yönelik ele alınan en son aşama ise toprakların erozyona duyarlılık (Erodibilite-K faktörü) sınıflarının belirlenmesidir. Modele göre çalışma alanının aşınabilirlik (Erodobilite) özelliğinin

belirlenmesinde çalışma alanından alınan 80 adet yüzey toprağında; toprak bünyesi, toprak geçirgenliği, strüktür, organik madde gibi parametreler kullanılarak Wischmeier ve Smith, (1978) tarafından geliştirilen eşitlik kullanılarak belirlenmiştir. Belirlenen her bir toprak erodibilite değeri (K) IDW yardımıyla K dağılım haritası oluşturulmuş ve Şekil 4.14’de verilmiştir. Belirlenen K sınıfları; 0.0-0.1 arasındaki çok düşük, 0.1-0.2 düşük, 0.2-0.3 arasındaki değerler orta, 0.3-0.4 arasındaki değerler yüksek, 0.4-0.5 arasındaki değerler orta-yüksek, 0.5-0.6 aralığındaki değerler ise çok yüksek olarak altı sınıfta sınıflandırılmaktadır. 80 adet toprak örneğine ait K değerleri dağılımı Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Çalışma alanına ait K faktör değerleri

K Faktör (t ha ha ⁻¹ MJ ⁻¹ h mm ⁻¹)	Alan (da)	Oran %
0.0-0.1	770.1	17.95
0.1-0.2	2503.6	58.36
0.2-0.3	845.6	19.71
0.3-0.4	143.6	3.35
0.4-0.5	24.8	0.58
0.5-0.6	2.4	0.06
Toplam	4290.1	100.00

Çizelgeden de görüldüğü gibi çalışma alanının büyük bir bölümü 0.1-0.2 arasında olmakta olup, erozyona duyarlılığı düşük derecededir.



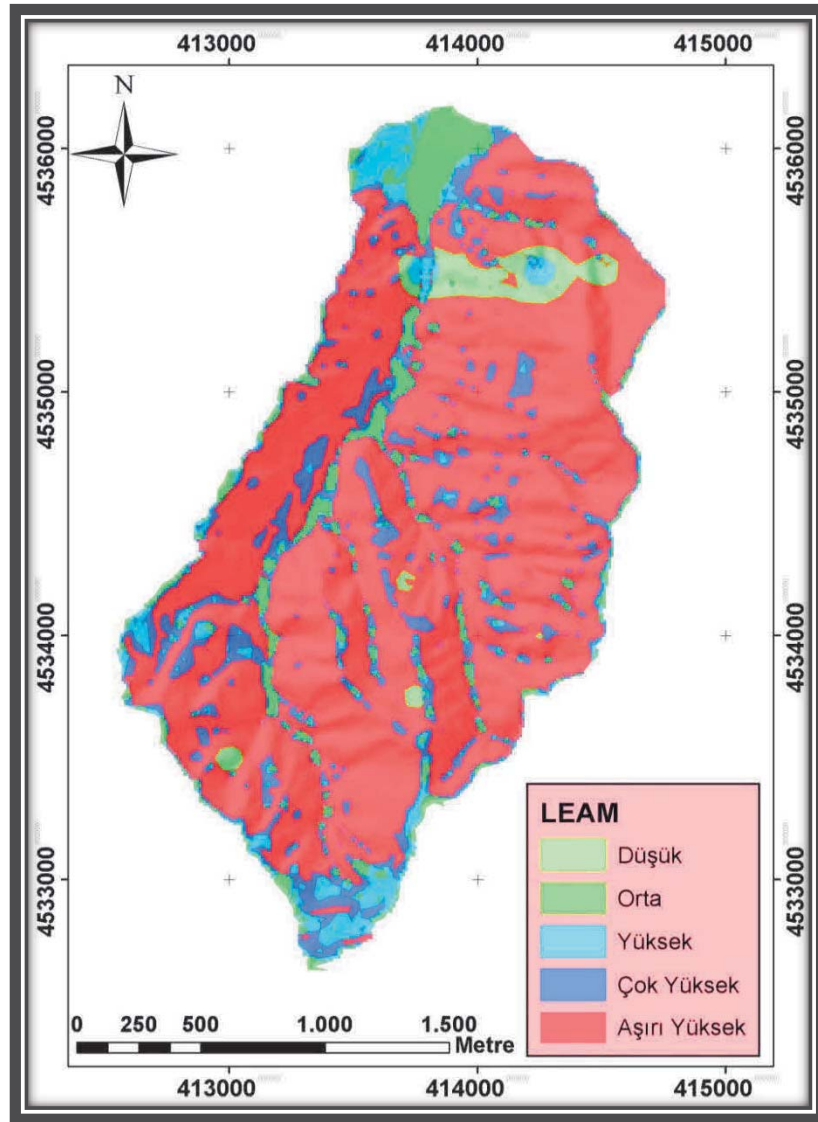
Şekil 4.14. LEAM modeline göre toprakların erozyona karşı duyarlılık haritası

LEAM modelinin en son aşaması olan potansiyel risk haritasının belirlenmesinde Fournier indeksi, eğim ve K faktörlerine ait katmanlar CBS ortamında haritaların birleştirilmesiyle alana ait potansiyel erozyon risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.15). Çalışma alanına ait potansiyel erozyon risk haritası Çizelge 4.14'te verilmiştir.

Çizelge 4.16. Çalışma alanına ait potansiyel erozyon risk haritası

LEAM Erozyon Risk Sınıfları	Alan (da)	Oran (%)
E1-Düşük	273.7	6.4
E2-Orta	314.2	7.3
E3-Yüksek	464.8	10.8
E4-Çok Yüksek	3114.9	72.6
E5-Aşırı Yüksek	122.5	2.9
Toplam	4290.1	100.0

Çizelge 14'e göre çalışma alanının potansiyel erozyon risk dağılımı, alanın %10.8'i E3 sınıfına girip yüksek seviyede erozyon sınıfında yer almakta ve %72.6'sı E4 sınıfına girmekte olup, çalışma alanına ait çok yüksek seviyede erozyon riski olduğu görülmektedir.



Şekil 4.15. LEAM modeline göre potansiyel erozyon risk dağılım haritası

4.2.3. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında ICONA Modeli

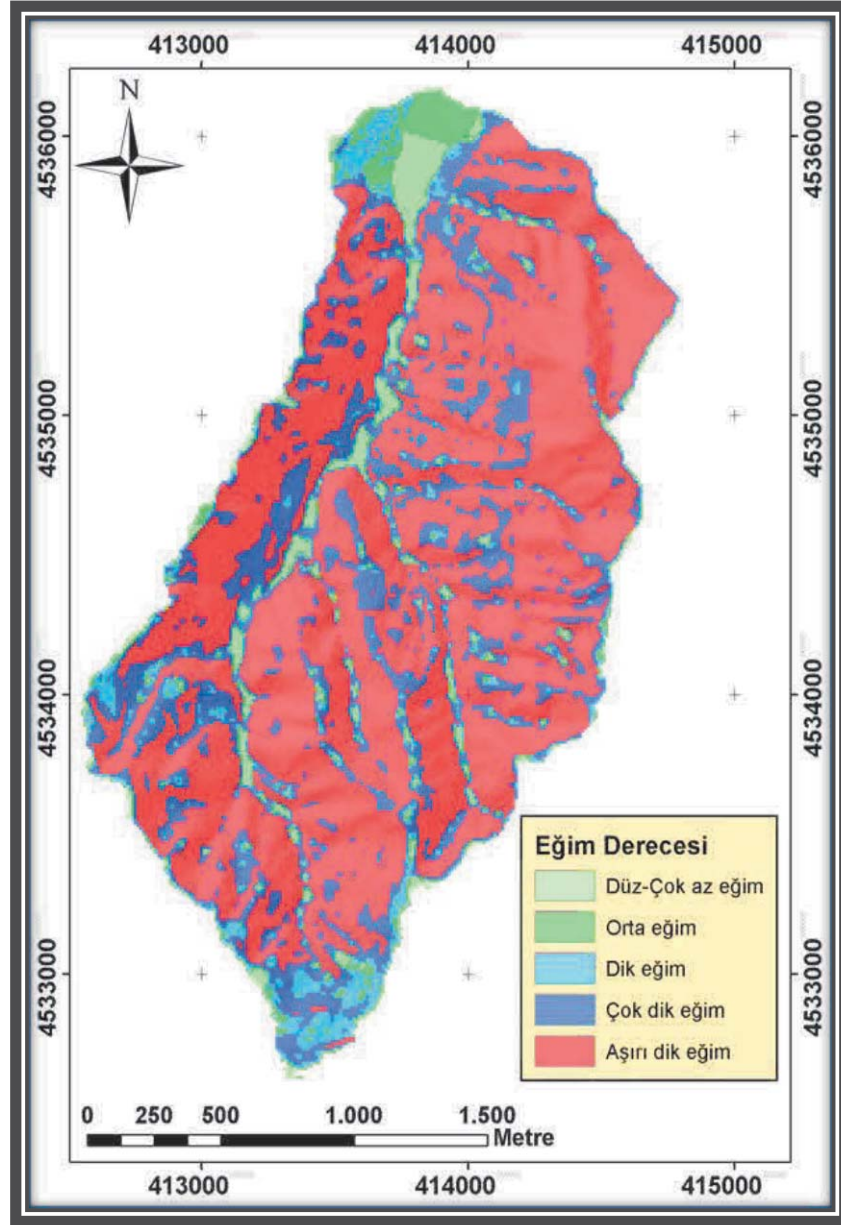
ICONA erozyon risk modellemesi 4 ana katmanın bir araya getirilmesine yönelik 7 aşamadan oluşmaktadır (ICONA, 1997) ICONA modeline göre ilk adım olarak çalışma alanına ait eğim haritası oluşturulmuştur. Bunun için çalışma alanının 1:25.000 ölçekli topoğrafik haritası kullanılarak, çalışma alanına ait sayısal yükselti modeli (DEM) haritası oluşturulmuştur. Modelin ikinci adımında litoloji katmanı oluşturulmuştur. Litoloji haritasının oluşturulmasında çalışma alanına ait toprak ve jeoloji haritaları kullanılmıştır. Modele ait son adımda ise oluşturulan eğim ve litoloji haritaları CBS ortamında ArcGIS yazılımı kullanılarak birleştirilmiş ve potansiyel erozyon risk haritası oluşturulmuştur. ICONA modelinin dördüncü aşamasında arazi kullanım ve araziye ait örtü haritası oluşturulmuştur. Modelin beşinci adımında 2015 yılına ait SPOT uydu görüntüsü kullanılarak çalışma alanına ait bitki yoğunluk indeksi olan NDVI haritası yapılmış ve bitki örtüsü haritası oluşturulmuştur. Altıncı adımda ise arazi kullanım ve arazi örtüsü katmanı birleştirilerek, arazinin toprak koruma haritası oluşturulmuştur. Modelinin son aşamasında ise elde edilen toprak koruma ve potansiyel erozyon risk haritalarının birleştirilmesi sonucu ICONA haritası oluşturulmuştur.

Çalışma alanının eğim haritası sayısal yükselti modeli (DEM) görüntüsü kullanılarak beş sınıfta (Çizelge 4.17) hazırlanmış ve Şekil 4.16'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.17. Çalışma alanı eğim sınıfları

Eğim Sınıfları (%)	Alan (da)	Oran (%)	
Düz-Çok az	0-3	145.0	3.4
Orta	3-12	190.3	4.5
Dik	12-20	246.4	5.8
Çok dik	20-35	843.9	19.7
Aşırı dik	35 +	2864.5	66.8
Toplam		4290.1	100.0

ICONA eğim dağılım haritasına göre alanın büyük bir çoğunluğunun çok dik ve aşırı dik eğim gösterdiği görülmektedir (%86.5). Vadi tabanlarında ise eğim düz ve çok az eğim (%3.4) ve orta derecede eğim (%4.4) sınıflarından oluşmaktadır.



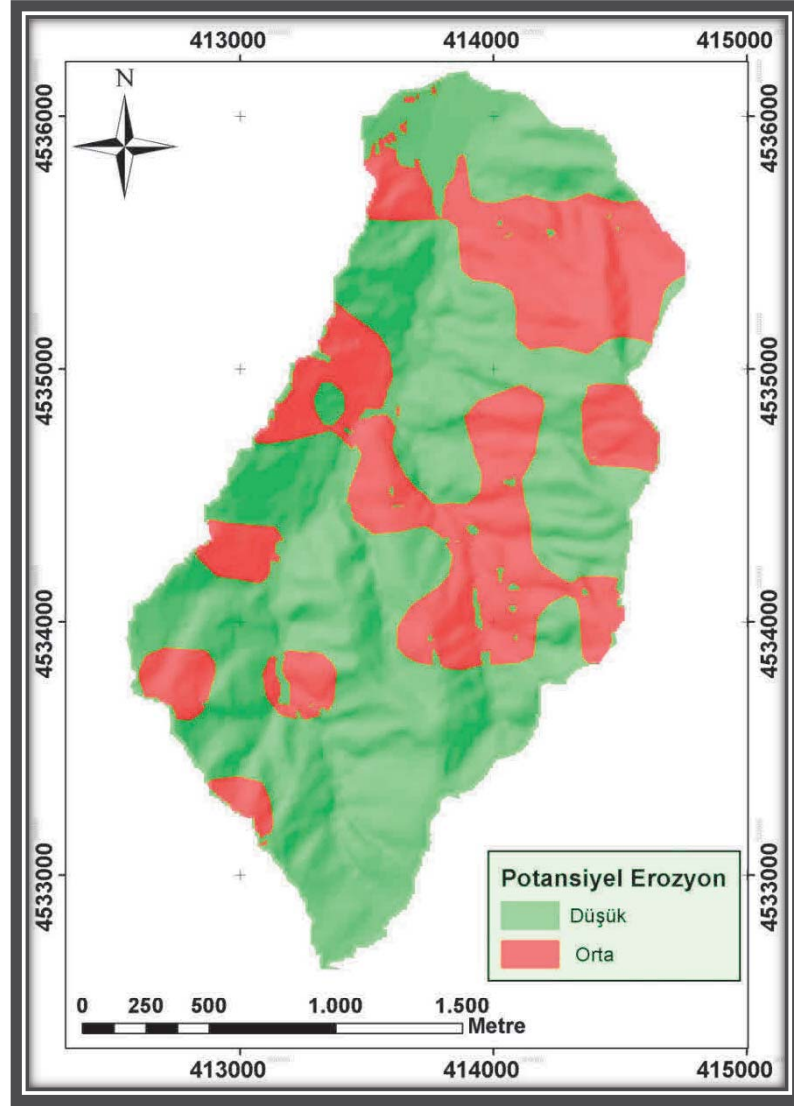
Şekil 4.16. ICONA modeline göre çalışma alanı eğim dağılım haritası

Eğim haritası, jeoloji haritası ile birleştirilerek araştırma alanına ait toprakların aşınabilirlik durumu yani potansiyel erozyon risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.17). Çalışma alanı potansiyel erozyon risk sınıfları Çizelge 4.18’de verilmiştir..

Çizelge 4.18. Çalışma alanı potansiyel erozyon risk sınıfları

Dağılım Aralığı ve Sınıfları	Alan (da)	Oran (%)
Düşük	2854.165	66.5
Orta	1431.82	33.40
Toplam	4290.1	100.0

Yapılan çalışma sonucunda, araştırma alanının potansiyel olarak erozyon tehlikesinin düşük (%66.5) ve orta (%33.40) olduğu görülmektedir



Şekil 4.17. ICONA modeline göre çalışma alanı potansiyel erozyon risk haritası

Modelde arazi bitki örtü yoğunluğu sınıflamasının belirlenmesi için Çizelge 4.19'a göre NDVI haritası üretilmiş (Şekil 4.18) ve bitki örtü yoğunluk dağılımı Çizelge 4.20'de verilmiştir.

Çizelge 4.19. Çizelge 1.BB (Braun-Blanquet 1964) ve NDVI sınıflarına uyarlanması

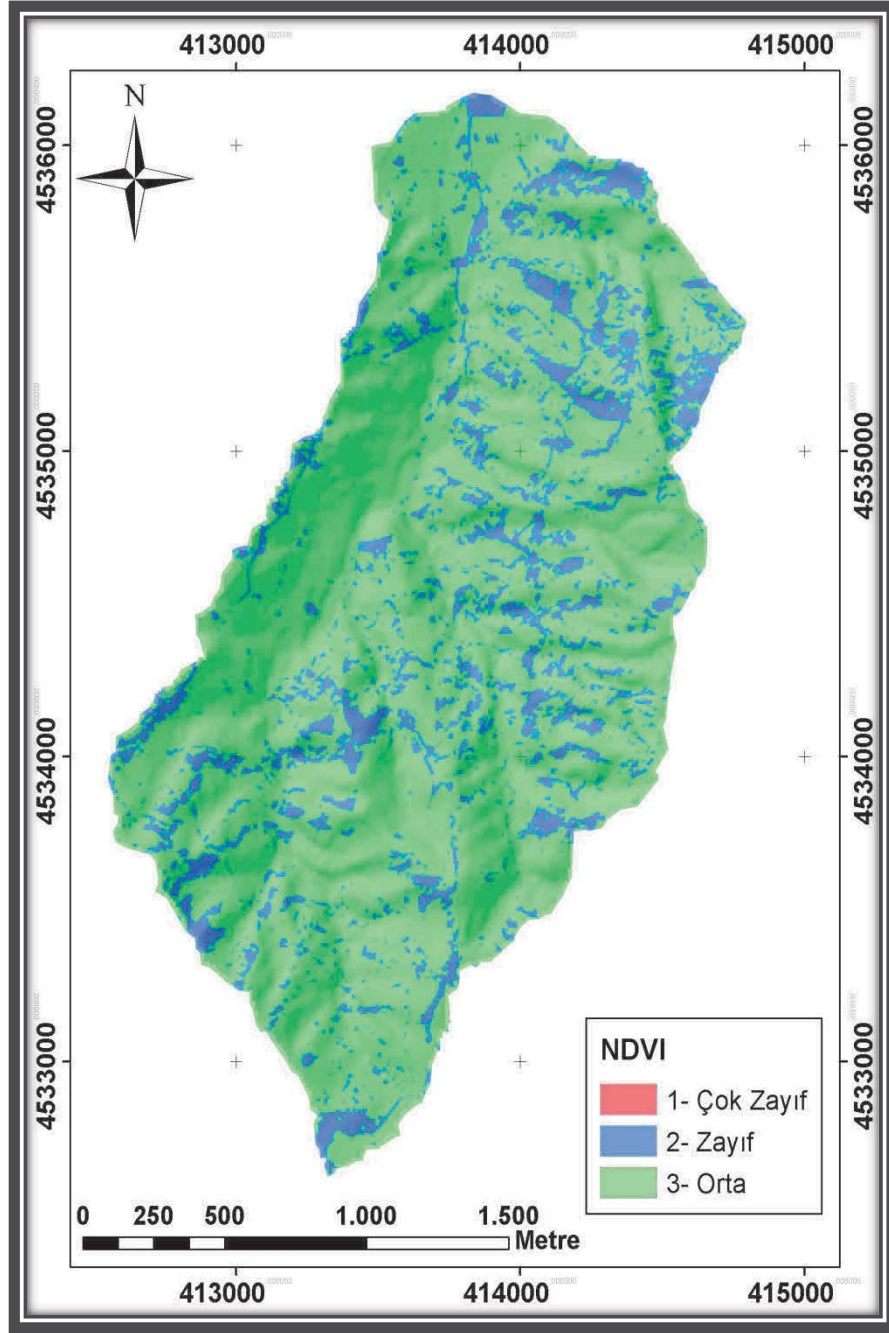
BB (%)	BB	NDVI Sınıfları	NDVI Sınıf isimleri	NDVI Değerleri
5<;az sayıda birey	1	1	Çok Zayıf	19-77
5<;çok sayıda birey	1	1	Çok Zayıf	19-77
5-25	2	1	Çok Zayıf	19-77
25-50	3	2	Zayıf	78-134
50-75	4	3	Orta	135-192
75-100	5	4	Yoğun	193-249

NOT: Çok zayıf: Yüzeyin %25'inden daha az bitki örtüsü ile kaplanmış, Zayıf: Yüzeyin %25-50'si bitki örtüsü ile kaplanmış, Orta: Yüzeyin %50-75'i bitki örtüsü ile kaplanmış. Yoğun: Yüzeyin %75'inden daha fazlası bitki örtüsü ile kaplanmış

Çizelge 4.20. Araştırma alanına ait arazi örtüsü sınıfları

Dağılım Aralığı (NDVI)	Alan (da)	Oran (%)
1-Çok zayıf	0.014	0.0003
2-Zayıf	774.9	18.1
3-Orta	3515.2	81.9
Toplam	4290.1	100.0

Çizelge 4.20'e göre çalışma alanının büyük bir bölümü (%81.9) bitki örtüsünün yoğun olduğu alanda erozyon riski göstermezken, çalışma alanının (%18.1)'i %50'den daha düşük bitki yoğunluğu gösterdiği için erozyon riski fazladır.



Şekil 4.18. ICONA modeline göre çalışma alanı bitki örtüsü yoğunluğu haritası

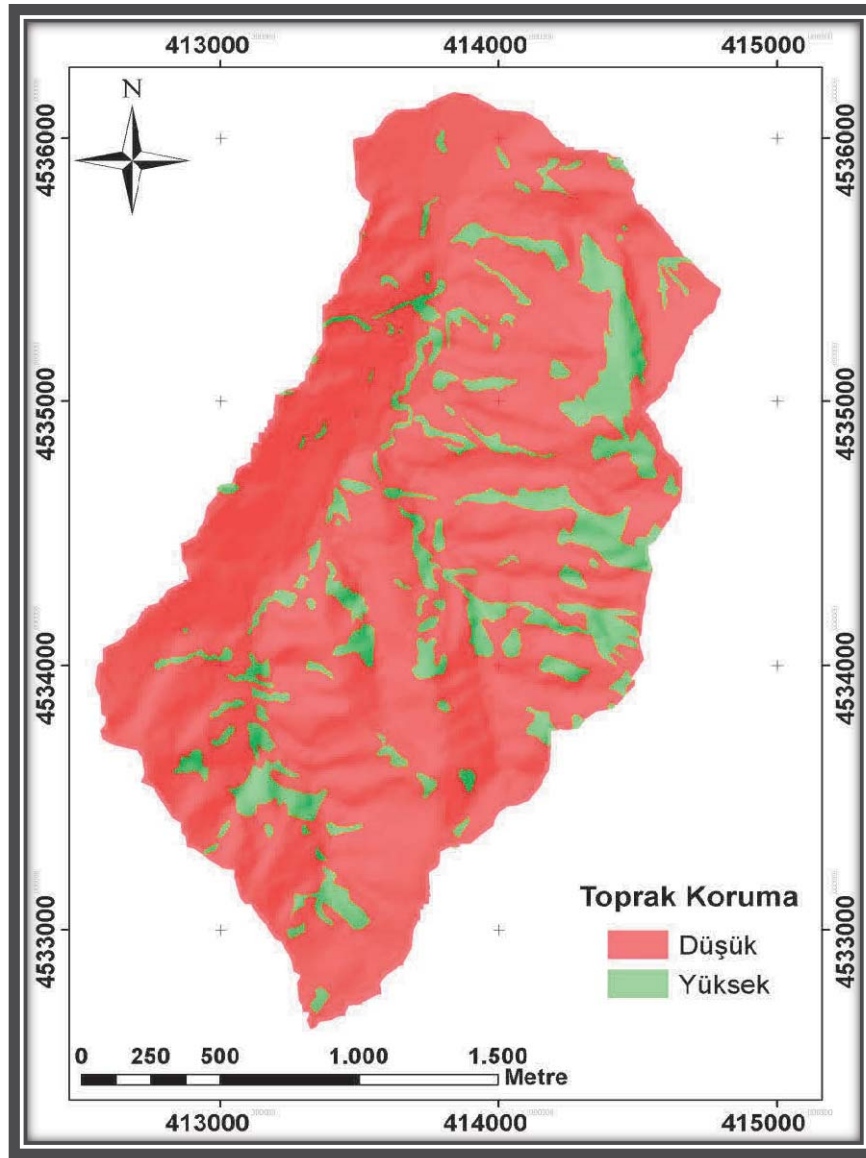
Arazi kullanım türlerine yönelik oluşturulan harita ile bitki örtüsü haritası birleştirilerek toprak koruma haritası oluşturulmuştur.

Oluşturulan haritadan görüleceği üzere (Şekil 4.19), özellikle bitki örtüsünün yoğun olduğu ormanlık alanlarda korumanın yüksek olduğu 2. sınıf (yaklaşık alanın %83.7'si), diğer yandan arazi kullanım türlerinden dikili tarım (fındık) alanları 4. sınıf yani düşük toprak koruma özelliği gösteren alanlar (yaklaşık alanın

%16.3'ünde) olarak belirlenmiş ve gösterdikleri dağılım tablosu Çizelge 4.21'de verilmiştir.

Çizelge 4.21. Çalışma alanı toprak koruma sınıfları

Derece	Sınıf	Alan (da)	Oran (%)
Düşük	4	3590	83.7
Yüksek	2	700.1	16.3
Toplam		4290.1	100.0



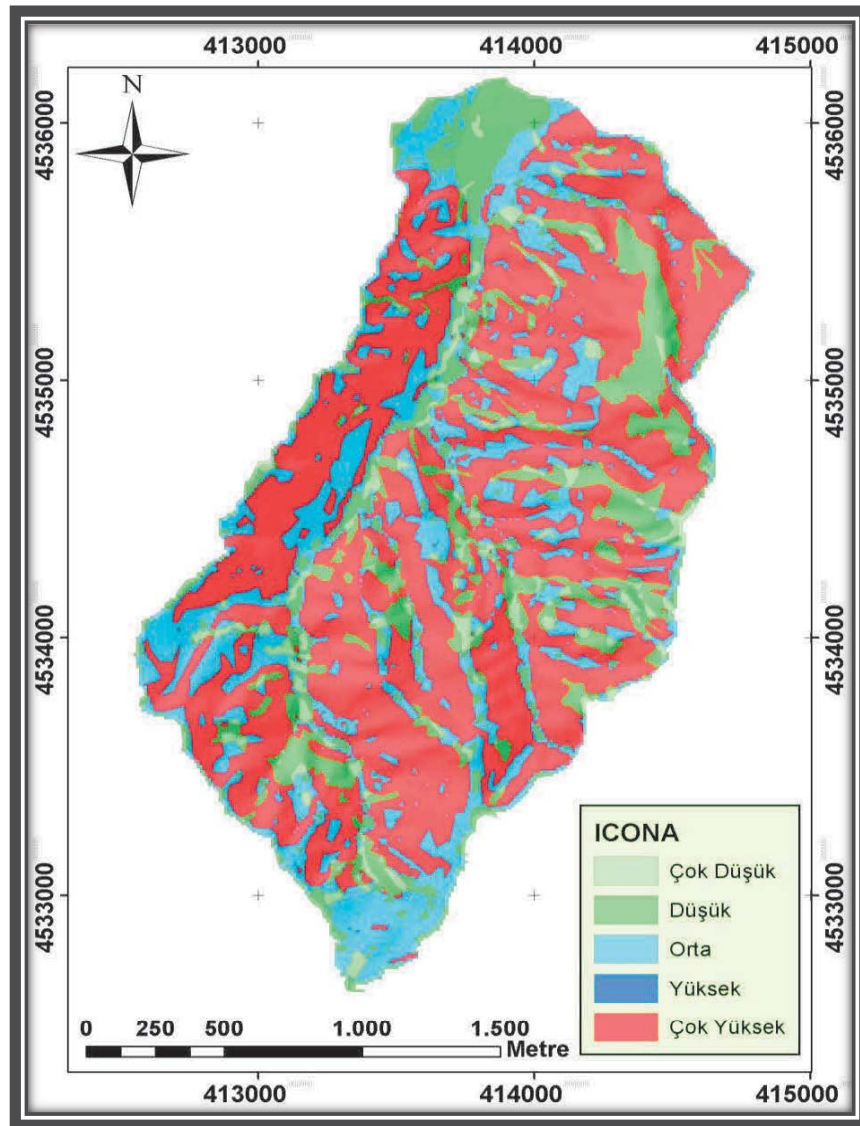
Şekil 4.19. ICONA modeline göre çalışma alanı toprak koruma haritası

Oluşturulan potansiyel erozyon haritası ile toprak koruma haritası matris kodları kullanılarak çarpılmış ve ICONA erozyon risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.20). Bu haritada dereceli olarak 1'den 5'e doğru düşük erozyon risk bölgelerinden

başlayarak çok yüksek erozyon risk bölgelerine doğru bir sınıflama yapılmıştır (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.22. Çalışma alanına ait ICONA erozyon risk sınıf değerleri

Erozyon Derecesi	Erozyon Sınıfı	Alan (da)	Oran (%)
Çok Hafif	1	183.7	4.3
Hafif	2	778.5	18.1
Orta	3	977.3	22.8
Şiddetli	4	0.3	0.0070
Çok Şiddetli	5	2350.3	54.8
Toplam		4290.1	100.0

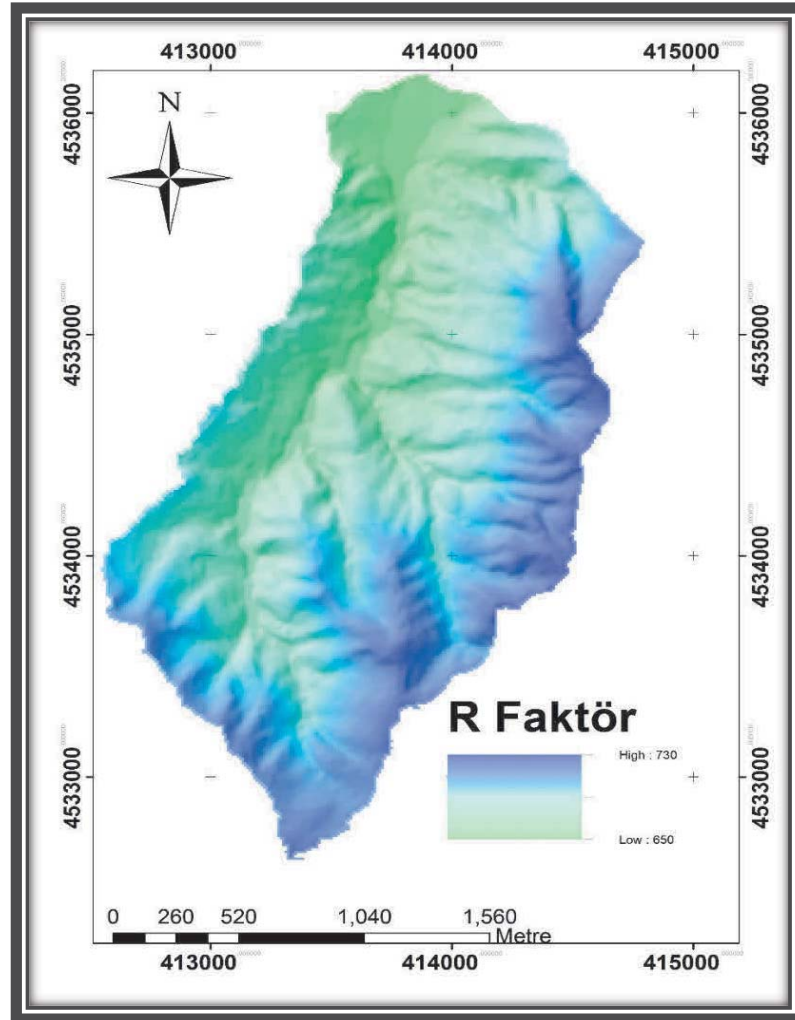


Şekil 4.20. Çalışma alanına ait ICONA haritası

4.2.4. Toprak Erozyonu Risk Çalışmalarında RUSLE Modeli

4.2.4.1. Yağışın Erozyon Oluşturma Faktörü (R)

Çalışma alanı içerisinde R faktörünün topoğrafya yüzeyine dağılımının belirlenmesinde Kaya 2008’de belirtilen meteoroloji ordu iklim istasyonu R değeri kullanılmış ve arazide topoğrafyaya bağlı olarak dağılım haritası oluşturulmuştur. Buna göre; araştırma alanına ait R faktörü haritasında değerler 650 ile 730 $\text{MJ ha}^{-1} \text{ yıl}^{-1} \times \text{mm h}^{-1}$ arasında dağılım göstermektedir. R haritasının çalışma alanına ait yağış haritası ile benzerlik gösterdiği görülmekle beraber çalışma alanının R faktörü yağışın yükseltiyle ilişkisini doğrulayacak şekilde ortaya çıkmış, yükselti arttıkça yağış miktarının da arttığı görülmüştür (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. RUSLE modeline göre R faktör haritası

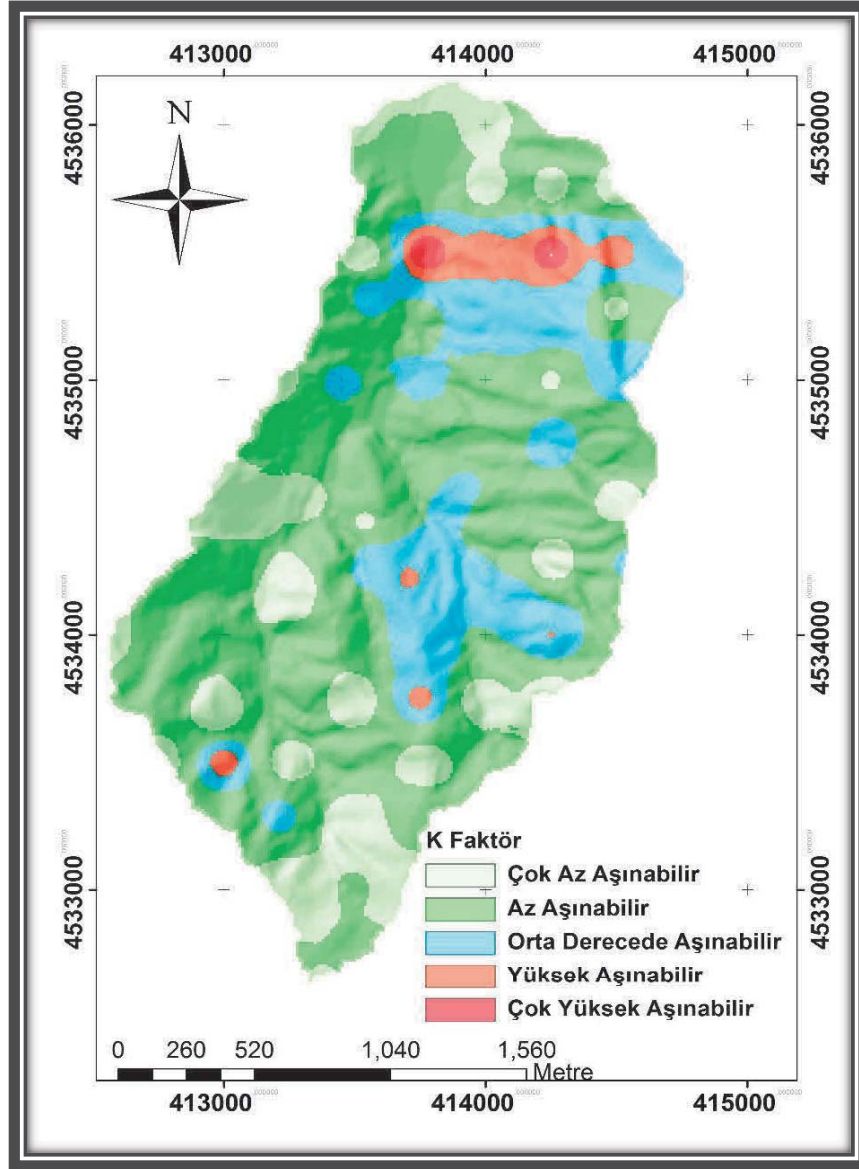
4.2.4.2. Toprağın Erozyona Duyarlılık Faktörü (K)

Agregasyonda kil ve organik madde iki önemli özelliktir. Toprak strüktürünün gelişmesi K faktörün küçülmesi ile sonuçlanmaktadır. Ayrıca K değeri toprağın kum içeriği ve nem durumu ile de ilişkilidir. Silt, hidrolik iletkenlik ve hacim ağırlığı ile de arasında negatif bir ilişki vardır. Bu durumda K faktörünün kil ve kum miktarı yükseldiğinde arttığı, silt miktarı yükseldiğinde ise azaldığı görülmektedir. Hidrolik iletkenlik arttıkça K faktörü azalmaktadır. Araştırma alanına ait K faktörü dağılım haritası da incelendiğinde kil ve kum miktarının arttığı, arazi de eğimin yüksek olduğu alanlarda K değerinin yüksek olduğu görülmektedir. Eğim ve yükseklik arttıkça toprağın erozyona duyarlılığının da arttığı görülmektedir.

K faktör değerlerine bakacak olursak, minimum 0.01 ve maksimum 56 değerlere göre çok az aşınabilir değerler gösteren K faktörünün %18 olduğu, az aşınım gösteren alanların ise %58.3 olduğu gözlemlenirken, çok yüksek ve aşırı derecede yüksek sınıfına giren K faktör sınıfları %0.6 olduğu ve bunun sonucunda araştırma alanına ait toprakların erozyona duyarlılıkları düşük derecede olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.22 ve Çizelge 4.23).

Çizelge 4.23. Çalışma alanına ait toprakların K sınıf dağılımı

Aşınım Sınıfı	Aşınım Sınıf Değeri	Alan (da)	Oran (%)
Çok Az Aşınabilir	0.0-0.05	771.2	18.0
Az Aşınabilir	0.05-0.10	2501.5	58.3
Orta Derecede Aşınabilir	0.1-0.20	846.4	19.7
Yüksek Aşınabilir	0.2-0.30	143.7	3.3
Çok Yüksek Aşınabilir	0.3-0.40	27.3	0.6
Aşırı Derecede Aşınabilir	0.4-0.60	0	0.0
Toplam		4290.1	100.0



Şekil 4.22. RUSLE modeline göre K faktör haritası

4.2.4.3. Eğim Uzunluğu ve Eğim Derecesi Faktörü (LS)

Eğim derecesini ortaya koymak amacıyla (Sayısal Yükseklik Modeli) DEM görüntüsü kullanılarak eğim haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan eğim haritası Reclassify komutu ile arazi eğim sınıf değerlerine göre yeniden sınıflandırılmıştır. Bu adımdan sonra LS faktörünün elde edilmesi için oluşturulan bu iki harita kullanılarak “Raster Calculator” komutu ile aşağıdaki eşitlik yardımıyla analizi yapılmıştır. Araştırmada kullanılan formül şu şekildedir: (Wischmeier ve Smith, 1978)

$$LS = 1.6 * \text{Pow}(\frac{[facc] * \text{resolution}}{22.1 * 0.6}) * \text{Pow}(\frac{\text{Sin}([slope] * 0.01745)}{0.09 * 1.3})$$

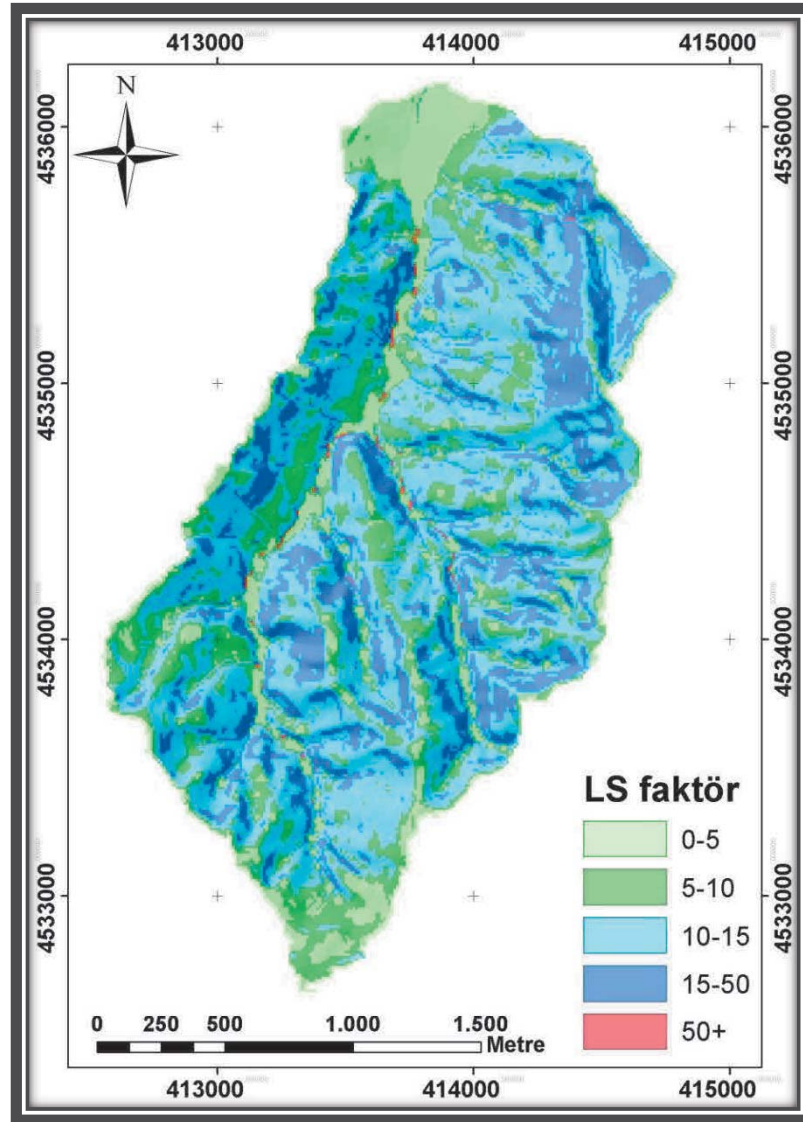
Pow= üs

Resolution= çözünürlük

Sin= sinüs

Slope= eğim

LS faktörüne ait oluşturduğumuz haritayı incelediğimizde eğim haritası ile yakından ilişkisi olup benzerlik gösterdiği görülmektedir. Eğim haritasında da olduğu gibi LS haritasında da özellikle yükseltinin arttığı alanların derin vadi yamaçları olduğu ve erozyon potansiyelinin yüksek derecede yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. RUSLE modeline göre LS faktör haritası

4.2.4.4. Arazi Kullanım ve Arazi Örtüsü Faktörü (C)

Çalışma alanına ait toprakların, erozyon risk duyarlılığının belirlenmesinde arazi kullanım durumu büyük önem taşımaktadır. Çalışma alanına ait arazi kullanım haritasını oluşturmak için NDVI görüntüleri kullanılarak sınıflandırma metodu uygulanmıştır. Oluşturulan haritanın arazi kullanım alanlarına ait C faktörlerin değerlendirilmesinde AB araştırma enstitüsünün kullanmış olduğu değerlerden yardım alınmıştır (Çizelge 4.24). Sonuç olarak araştırma alanına ait arazi kullanım alanları C faktör değerleri Çizelge 4.25'te verilmiştir.

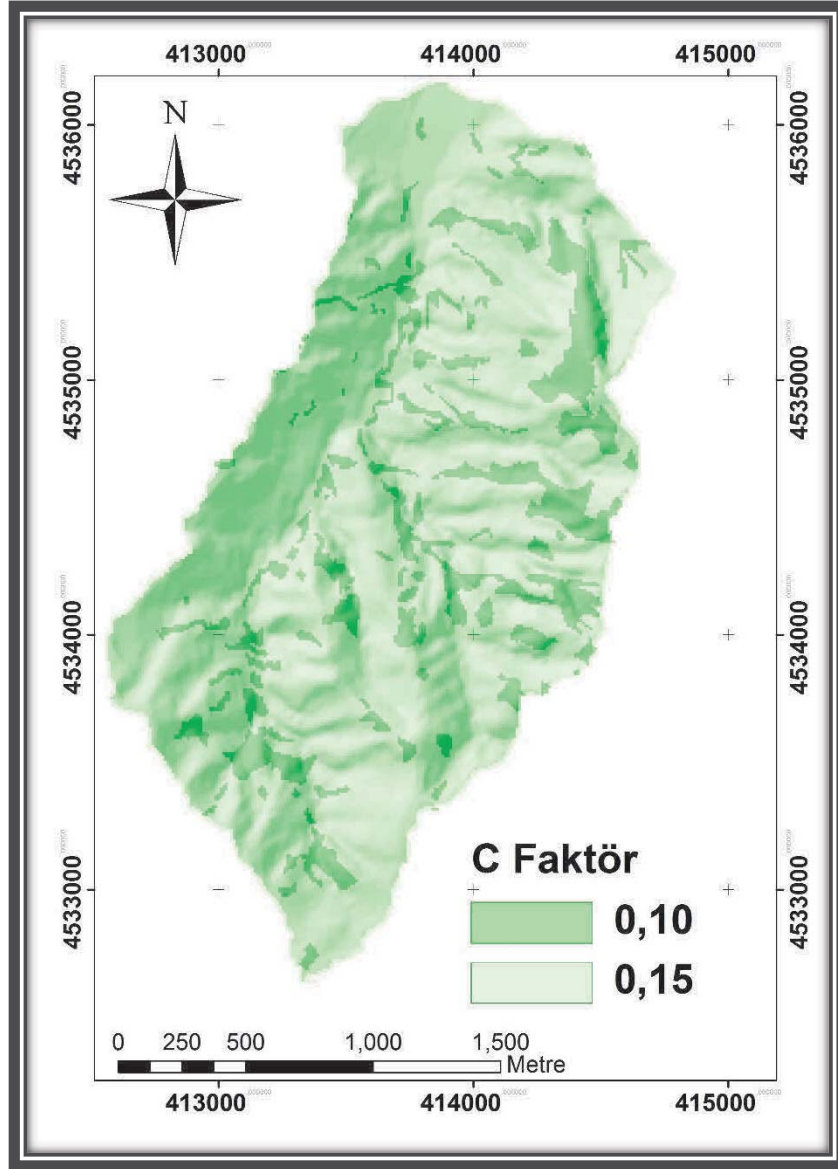
Çizelge 4.24. RUSLE modeline göre arazi kullanımı ve C faktör değerleri

Arazi Kullanma Şekli	Sembol	Ürün Yönetimi Faktörü (C)
Sulu tarım	S	0.40
Sulu tarım (yetersiz)	S _y	0.45
Kuru tarım (nadaslı)	K	0.35
Kuru tarım (nadassız)	N	0.20
Bahçe (kuru)	B	0.50
Bahçe (sulu)	B _s	0.40
Mera	M	0.10
Çayır	Ç	0.02
Orman	O	0.10
Fundalık	F	0.15

Çizelge 4.25. Çalışma alanına ait C değerleri

Arazi Kullanma Şekli	C Faktörü	Alan (da)	Oran (%)
Orman	0.10	673.4	15.7
Dikili tarım (findık)	0.15	3616.7	84.3
Toplam		4290.1	100.0

Çizelge 4.25'e göre C faktör değerlerine baktığımızda araştırma alanına ait arazi kullanım haritasında iki farklı sınıf bulunmaktadır (Şekil 4.24).



Şekil 4.24. RUSLE modeline göre C faktör haritası

4.2.4.5. Toprak Koruma Önlemleri Faktörü (P)

Ülkemizde genel olarak çalışma alanlarında ve arazilerde toprak koruma amacıyla uygulanmış yönetimler ya sınırlı düzeylerde yapılmakta ya da hiç yapılmamaktadır. Arazi çalışmaları sırasında yapılan gözlemler sonucunda da çalışma alanına ait toprak korumaya yönelik uygulamalar olmadığından $P= 1.0$ alınmıştır.

4.2.4.6. RUSLE Toprak Kaybı Miktarı

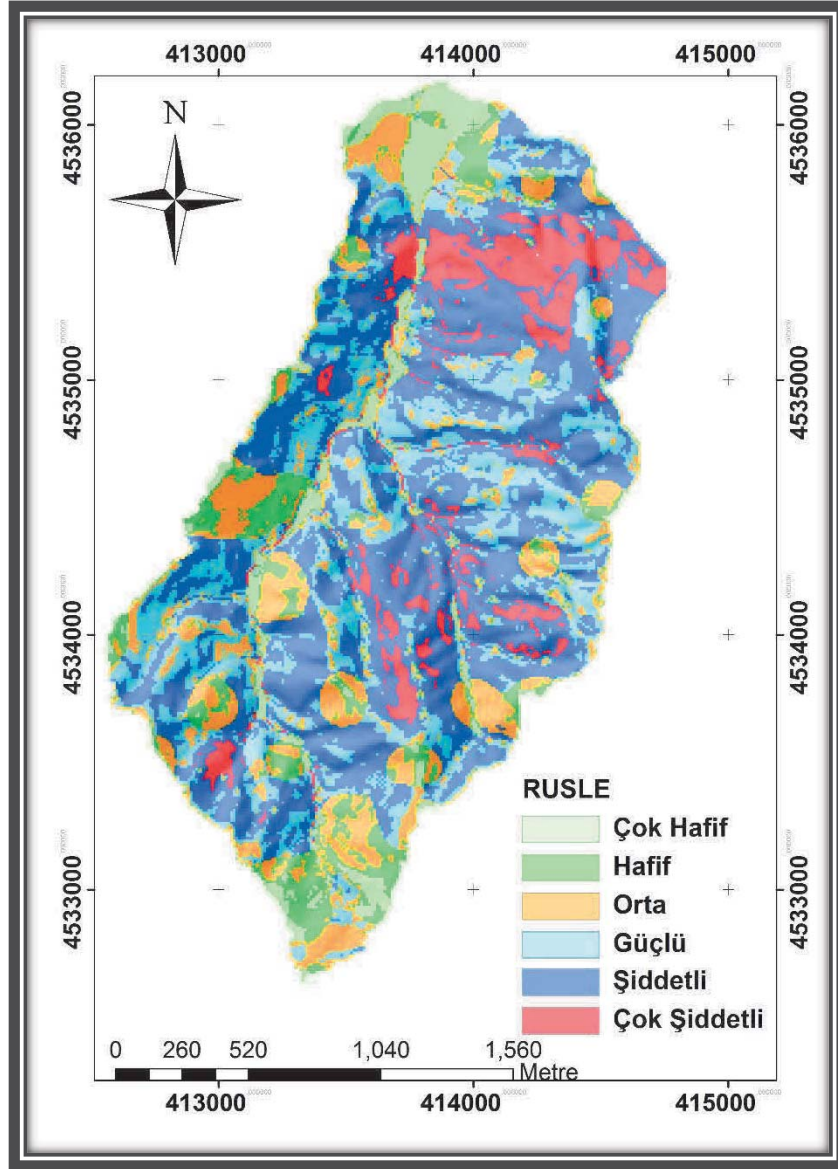
Son adım olarak erozyona duyarlılık (A faktör) haritasının oluşturulması için üretilen haritaların hepsi ArcGIS yazılımı yardımıyla 'Raster Calculator' komutu kullanılarak birbirleriyle çarpılır. Bu işlem yapılırken bütün altlık haritaların aynı çözünürlükte

olması gerekmektedir. Çarpma işlemi sonucu elde edilen A faktöre ait harita yeniden sınıflandırılmıştır. Çalışma alanına ait toprakların erozyona duyarlılık sınıflarının belirlenmesinde Bergsma ve ark., (1996)'nın yapmış olduğu sınıflandırma kullanılmıştır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26. Çalışma alanına ait erozyon duyarlılık sınıflarının alansal ve oransal dağılımı

Erozyon Duyarlılık Sınıfı	Erozyon Duyarlılık Sınıf Değeri (t.ha ⁻¹ .yıl ⁻¹)	Alan (da)	Oran (%)
Çok Hafif	0-5	280.5	6.5
Hafif	5-12	352.9	8.2
Orta	12-35	614.7	14.3
Güçlü	35-60	952.2	22.2
Şiddetli	60-150	1703.3	39.7
Çok Şiddetli	150 +	386.5	9.0
Toplam		4290.1	100.0

Ortaya çıkan erozyon duyarlılık (A faktör) haritasına bakıldığında alanın %14.7'si hafif ve çok hafif, %36.5'i orta ve güçlü, %39.7'si Şiddetli ve %9'luk kısmı ise çok şiddetli erozyon duyarlılık sınıfına girmiştir. Çalışma alanına ait RUSLE erozyon duyarlılık haritası Şekil 4.25'te verilmiştir.



Şekil 4.25. Araştırma alanına ait RUSLE modeli erozyon duyarlılık haritası

Erozyon duyarlılık haritasına bakıldığında erozyon alanlarının eğim haritası ve LS haritasına uyumu dikkate değerdir. Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmüştür. Özellikle eğim derecesi yüksek alanlarda erozyon miktarının da yüksek olduğu görülmektedir. R haritasına baktığımızda R'nin topoğrafyayla uyum gösterdiği görülmekte ve yükseltiye bağlı yağış miktarı artmaktadır. Harita sonuçlarına göre eğim dereceleri ve yağış miktar değerleri arttıkça LS ve R faktörleri de birbirleri ile uyum içerisindedir.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Toprak erozyonu dünyanın birçok yerinde verimli toprak tabakalarını taşıyıp, topraktaki mevcut organik madde düzeyini ve toprağın besleyici maddelerini yok edip toprağın verimliliğini azaltan, toprağı sığlaştıran ve bunun sonucunda önem derecesi yüksek bozulmalara neden olan olayların başında gelir. Bu sebeple erozyon araştırmaları toprakla ilgili yapılan en önemli çalışmalar arasında büyük ve önem derecesi yüksek bir yer kaplamaktadır. Topraklarda erozyon tehlikesinin belirlenmesinde doğrudan arazi, laboratuvar vb. çalışmalarının yanı sıra, dolaylı olarak geliştirilen modeller yardımıyla özellikle büyük ölçekli araziler için tehlike tahminleri de yapılabilmektedir. Geçmişten günümüze erozyonun ve sediment iletiminin tespiti için farklı ölçeklerde ve farklı tiplerde birçok model geliştirilmiştir. Günümüzde bilgisayar teknolojisindeki gelişimin artmasının yanı sıra CBS (Coğrafi Bilgi Sistemi) ile UA (Uzaktan Algılama) teknolojilerinin hızla gelişmesi ile erozyon risk değerlendirme çalışmalarında ve kullanılan metodolojilerin geliştirilmesinde önemli ilerlemeler ve kolaylıklar elde edilmiştir.

Kullanılan iki model (CORINE ve LEAM) incelendiğinde; arazi topraklarının yüksek risk altında olduğu belirlenmiştir. Özellikle arazinin eğiminin fazla olması araştırma alanı topraklarının yüksek erozyon riski altında olmasına neden olmaktadır.

CORINE modeline göre çalışma alanına ait toprakların yarısından fazlasının erozyon riski altında olduğu belirlenmiştir. LEAM modeliyle sonuçlar birbirine paralellik gösterse de oranlarda bulunan fark, modellerde kullanılan parametrelerdeki farklılıktan ileri gelmiştir. Örneğin her iki modelde de toprakların erozyona karşı duyarlılık göstergesi olan aşınabilirlikte CORINE modelinde bünye, derinlik ve yüzey taşılılığı kullanılırken, LEAM modelinde ise erodobilite Wischmeier ve Smith (1978)'e göre belirlenmektedir. Aşındırıcı güç (erozivite) belirlenmesinde her iki modelde de Fournier yağış indeksi kullanılmaktadır. Bunun yanı sıra düşen yağışın alandaki dağılımının her yerde aynı olduğu kabul edilmiştir. Çalışma alanından her 250 m mesafede olacak şekilde alınan 80 adet toprak örneğinde ayrıca erozyon oranı, dispersiyon oranı, agregat stabilitesi belirlenerek araştırma topraklarının erozyona karşı duyarlılıkları belirlenmiştir. Bütün erozyona duyarlılık sınıflarında araştırma alanına ait toprakların erozyona karşı dayanıksız durumda olduğu söylenebilir. Bu durum özellikle eğimi yüksek olan toprakların yer aldığı findık dikili alanlarda daha

da belirgindir. Bu nedenle bu alanların korunması için arazi kullanımında araziyi daha az koruyacak kullanımlara dönüştürmekten kaçınmak gerekir.

Erozyon risk belirlemede bir diğer model olan ICONA erozyon modeli değerlendirmeye yönelik yapılan modelleme çalışmalarından birisidir. Bu modelde araştırma sahasının arazi kullanımı, bitki örtüsü, eğimi, jeolojisi ve toprak özellikleri gibi bazı katmanlar CBS ortamında sorgulanarak Ordu ili Gülyalı ilçesi Turnasuyu mahallesine yönelik erozyon risk dağılım haritası oluşturulmuştur. ICONA modeline göre oluşturulan risk haritasında, çalışma alanının %54.8'lik kısmının çok yüksek derecede erozyon riskine sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma alanının potansiyel erozyon riski çok yüksek olan bir alan olmasına karşın, risk derecesinin azalmasında araziye ait bitki örtüsü oldukça önemli role sahiptir. Bu durumda erozyon tehlike derecesinin çok yüksek olduğu alanların özellikle fındık ile kaplı alanlar olduğu belirlenmiştir.

Araştırma alanına ait toprakların erozyon risk derecesini belirlemek için RUSLE erozyon modeli değerlendirmede kullanılan son modeldir. RUSLE modeline ait olan K, LS, C, P, R faktörleri incelenmiş, her birinin haritaları oluşturulmuş ve model parametreleri birbirleri ile çarpılması sonucu yıllık kaybolan toprak miktarı (A) haritası oluşturulmuştur. Oluşturulan erozyon duyarlılık haritasına göre alanın neredeyse yarısı şiddetli ve çok şiddetli erozyonu kapsamaktadır. Çalışma alanının eğim haritasına baktığımızda, eğim dereceleri ve yükselti değerlerinin çok yüksek olduğu, bu durumun erozyon sürecine etkisi olduğu belirlenmiştir. Bu sebeple, eğim derecelerinin yüksek olduğu alanlarda toprak koruma önlemleri alınarak araziden olabilecek toprak kayıplarının önüne geçilmelidir.

CORINE modelinde toplam alanın %62.3'ü orta derecede erozyon riskine sahip, ICONA modelinde toplam alanın %54.8'i çok şiddetli derecede erozyon riskine sahip iken, LEAM modelinde toplam alanın %72.6'sının çok şiddetli erozyon riskine sahip olduğu ve RUSLE modeline göre toplam alanın %48.7'si şiddetli ve çok şiddetli erozyon riskine sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre çalışma alanının yüksek erozyon riski altında olduğunu, toprak koruma önlemlerinin uygulanması gerektiğini söyleyebiliriz.

Araştırma alanı topraklarının büyük bir bölümü fındık örtüsü ile kaplı olması ve yağış miktarının kış mevsiminde fazla olması sebebiyle bölge topraklarında erozyon şiddetinin artmasına sebep olmaktadır. NDVI haritasında toprak derinliğinin az

olması ve fındık vejetasyonunun buna bağlı olarak zayıf olması sebebiyle, NDVI değerlerinin zayıf ve orta çıkması, bitki vejetasyonunun yüksek çıkması erozyon tahminini arttırmaktadır.

Arazinin genelinin yüksek eğime sahip olması topraklarda erozyon risk seviyesinin yüksek çıkmasında başlıca faktördür.

Araştırma alanı topraklarının erozyon risk seviyesinin azaltılması için alanlara özgü cep teraslar uygulanmalı, organik madde ilavesi ile agregasyon arttırılarak erozyonu önlemeye çalışılmalıdır.

Erozyonu hızlandıracak kültivasyon işlemlerinden ve arazi kullanımı değişimlerinden kaçınılmalıdır.

Türkiye topraklarının başlıca sorunu olan erozyon tehlikesinin zmlenmesinde, doğal kaynakların sürdürülebilir Şekilde kullanılması ve bunun planlı bir Şekilde yapılması gerekmektedir. Bu durumun sağlanabilmesi için niceliksel veriler elde edilebilen araştırmalar yapılmalı ve elde edilen sonuçlara göre sürdürülebilirlik durum analizi planlamaya konulmalıdır. Ayrıca tarım topraklarında, erozyon ile mücadeleye uygun metod ve teknikler kullanılmalıdır.

Ülkemize ait toprakların korunması ve yetenek sınıflarına göre kullanılması amacıyla toplumda bilinç oluşturulmalıdır. Özellikle alışma sahası gibi eğimin fazla olduğu alanlarda toprak yüzeyi yağışlı dönemlerde plak bırakılmamalı, yüzey örtüsü korunmalıdır.

Ülkemiz topraklarında erozyon önemli bir problemdir. Toprak erozyonu ve yol açtığı zararlar konusunda insanlarımız bilinçli değildir. Bu yüzden topraklarımız için erozyonun sebep olduğu zararları insanlarımıza anlatmak düşüncesiyle her türlü basın organından faydalanılmalı, tarım ile geçinen insanlarımızı bilgilendirme amacıyla, çeşitli öğretici seminerler ve eğitimler verilmelidir. Erozyon hakkında gelecekte bilinçli bir toplum yetiştirilmesi için eğitim basamağının temelinden (ilkokuldan) başlanarak gerekli eğitimler sağlanmalıdır.

6. KAYNAKLAR

- Anonim, 2014. Ordu iklim değerlendirmesi, Erişim adresi. www.samsun.mgm.gov.tr/FILES/iklim/ordu.pdf Erişim tarihi: 10.12.2016
- Anonymous, 1951. Soil survey manual. agriculture handbook 18. U.S. Department. Agriculture Washington, 503.
- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y., 1969. Klimatoloji tatbikatı, İstanbul Üniversitesi Yayınları, 1123. Edebiyat Fakültesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları, 40.
- Arshad, M.A., Lowery, B., Grossman, B., 1996. Physical tests for monitoring soil quality. methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America Special Publication, 123-142, Madison.
- Ateş, ř., Keğer, M., Mutlu. G., Bulut. A., Osmanęelebioęlu, R., Özberk, O.C., Özata, A., şule, S., Karakaya, F., 2004. Ordu ilinin yerbilim verileri ve doğal afet özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Etüdleri Dairesi, Ankara.
- Bahadur, A., 2008. Mapping soil erosion susceptibility using remote sensing and geographical information systems: a case of the upper nam wa, Watershed, Nan Province Environment Geology, Thailand.
- Başaran, M., 2005. Arazi kullanımındaki değişmelerin toprak erozyonu üzerine etkisi: Çankırı ili İndağı bölgesi örnek çalışması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Başayığit, L., 2002. Eğirdir gölü havzasında erozyon riskinin saptanması üzerine araştırmalar, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi. 109, Ankara.
- Bayramin, İ., Başaran, M., Erpul, G., Canga, R.M., 2008. Assessing the effect of land use changes on soil sensitivity to soil erosion in a highland ecosystem of semi-arid Turkey. Environmental Monitoring and Assessment.
- Bayramin, İ., 2003. Soil erosion risk assessment with LEAM model; case study: Beypazarı area. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23: 105-116. Ankara.
- Bayramin, I., Dengiz, O., Başkan, O., Parlak, M., 2003. Soil erosion risk assessment with ICONA model; case study: Beypazari area Turkish Journal of Agriculture and Forestry 27 (2): 105-116
- Bayramin, I., Erpul, G., Erdoğan, H.E., 2006. Use of CORINE methodology to assess soil erosion risk in the semi-arid area of Beypazarı, Ankara Turkish Journal of Agriculture and Forestry 30(2): 81-100
- Bayramin, İ., Dengiz, O., Başkan, O., Parlak, M., 2003. Soil erosion risk assesment with ICONA model; case study : Beypazari Area. Turkish Journal of Agriculture and Forest, 27: 105-116.

- Bouyoucoucous, G.J., 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soil *Agronomy Journal*, 43: 434-438.
- Cebel, H., Doğan O., 1998. Türkiye’de erozyon probleminin durumu ve Dalaman havzası erozyon haritalama çalışması sonuçları, afet zararlarının azaltılması ve fiziksel planlama faaliyetlerinde uzay teknolojilerinin sunduğu olanaklar. T.C Bayındırlık ve İskan Bakanlığı Teknik Araştırma ve Uygulama Genel Müdürlüğü ve Avrupa konseyi Büyük Doğal Teknolojik Afetler (STRIM) ile Ortak Sempozyum, Yayın No:101, 24-26 Haziran-Ankara.
- Chen, T., Niu Rui, Q., Li, P.X., Zhang, L.P., Du, B., 2010. Regional soil erosion risk mapping using RUSLE, Geographical Information Systems and Remote Sensing: a case study in miyun watershed, Nort China. *Environ Earth Science*, 63: 533-541.
- Colin, H., 1955. Afyonkarahisar 1:100.000 72/4 ve 72/2 nolu paftaları. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu (Yayımlanmamıştır).
- CORINE 1992. Commission of the European communities. Soil Erosion Risk and Important Land Resources, Luxembourg.
- Çakal, M.A., Birhan, H., Özlü, A., Coşkun, T., Yıldırım, N.Z., Sevim, Z., Bakır, H., 2002. LEAM metoduyla Tortum gölü havzasında erozyon riski taşıyan alanların coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama kullanılarak belirlenmesi. Su Havzalarında Toprak ve Su Kaynaklarının Korunması Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu. ISBN:975-7989-19-3, 385-389.
- Çınar, S., 1987. Ordu-Ulubey-Perşembe-Fatsa yöresinin jeoloji raporu. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Derleme Raporu No:8854, Ankara.
- Darcy, K., Molnar, K., Julien, P.Y., 1998. Estimation of upland erosion using geographical information systems. *Computers and Geosciences*.
- De Graff, J., 1996. Price of soil erosion: an Economic Evaluation of Soil Conservation and Watershed development, Landbouw University Wageningen (LUW), 300.
- Değerliyurt, M., 2013. Antakya şehri ve yakın çevresinde meydana gelen erozyonun coğrafi dağılışı ve analizi. *International Periodical For The Languages, Literature and History of Turkish or Turkic Volume: 8/8, 1745-1764, Ankara Turkey*.
- Dengiz, O., İmamoğlu, A., Saygın, F., Göl, C., Ediş, S., Doğan, A. 2015. İnebolu havzasının ICONA modeli ile toprak erozyon risk değerlendirmesi, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 29(2): 136-142, *Anadolu Journal of Agricultural Sciences*, 29(2):136-142, ISSN: 1308-8750.
- Dengiz, O., Baskan, O., 2006. Comparison of three different erosion risk assessment models; case study: Ankara-Golbasi specially protected area. *International Soil Meeting (ISM) on Soil Sustaining Life on Earth, Managing, Soil and Technology*, May 22-26. Congress Book Volume I. 369-376.

- Dengiz, O., Akgül S., 2005. Soil erosion risk assessment of the Gölbaşı environmental protection area and its vicinity using the CORINE model, Ankara. Turkish Journal of Agriculture & Forestry. Volume 29, 439-448.
- Diadota, N., 2005. Geostatistical uncertainty modeling for the environmental hazard assessment during single erosive rainstorm events, Environmental Monitoring and Assessment.
- Dindaroğlu, T., Canpolat M.Y., 2013 Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Doğa Bilimleri Dergisi, 16(4).
- Doğan, O., Küçükçakar. N., 1994. Erozyon haritalamasında bazı metodolojiler. Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları Ankara. 32sayı. Bornova-İzmir, 45-55
- Doğan, O. Küçükçakar, N., 1996. Ankara şartlarında universal toprak kaybı parametreleri (1967-1988), Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Genel Yayın No.203
- Doğan, O., 2002. Türkiye yağışlarının erozyon oluşturma gücü ve universal toprak kaybı eşitliğinin yağış erozyon indeks değerleri, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Ankara Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, Genel Yayın No.220, Rapor Yayın No.R-120, Ankara.
- Erkal, T., Yıldırım, Ü., Taş, B., 2012. RUSLE yöntemi ile Akarçay havzası orta kesiminin erozyon risk tahmini ve erozyonun beşeri faaliyetlere etkileri .Afyon Kocatepe Üniversitesi BAP09.FENED.14 No.lu Proje Sonuç Raporu, Afyonkarahisar (Yayımlanmamıştır).
- Erol, E., Çanga, R.M., 2004. Coğrafi bilgi sistemi tekniği kullanılarak erozyon risk değerlendirmesi, Tarım Bilimleri Dergisi 10(2): 136-143
- Erpul, G., Saygın, S., 2012. Ülkemizdeki toprak erozyonu sorunu üzerine ne yapmalı? Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi, 1(1): 26- 32.
- Fernandez Martin, L., Nunez Martinez, M., 2011. An empirical approach to estimate soil erosion risk in Spain. Science of the Total Environment 409: 3114-3123.
- Flanagan, D.C., Nearing, M.A., 1995. United States Department of Agriculture-water erosion prediction Project: hillslope and watershed model documentation. NSERL Report No.10.
- Foster, G.R., Renard, K.G., Yoder, D.C., McCool, D.K., Weesies, G.A., 1996. USLE user's guide. Soil and Water Conservation Society, 69.
- Fu, B.J., Zhao, W.W., Chen, L.D., Zhang, Q.J., Lu, Y.H., Gulinck, H., Poesen. J., 2005. Assessment of soil erosion at large watershed scale using RUSLE and geographic information system: a case study in the less plateau of China. Land Degradation and Development.
- Güven, Ğ.H., 1993. Giresun F39-G39 Paftalarının jeoloji haritası, Maden Tetkik ve Arama, Arşiv No: 42896/5.

- Harmsen, K., 1996. Assessment of Current Erosion Damage Land Druck, Liebefeld, 111.
- Hudson, N., 1986. Soil conservation. Cornell University Press, 27.
- ICONA, 1997. Guidelines for mapping and measurement of rainfall-induced erosion proceses in the mediterranean coastal areas, Priority Action Programme Regional Activity Centre Split, Croatia. ISSN: 1308-8750
- İrvem, A., Topaloğlu, F., Uygur, V., 2007. Estimating spatial distribution of soil loss over Seyhan river basin in Turkey, Journal of Hydrology.
- Jackson, M.L., 1958. Soil chemical analysis. Prentice Hall Incorporation, Englewood Cliffs, New Jersey.
- Kanar, E., Dengiz, O., 2015. Madendere havzasında potansiyel erozyon risk durumunun iki farklı parametrik model kullanarak belirlenmesi ve risk haritalarının oluşturulması, Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi, Türkiye Journal Agricultural Research 2: 123-134.
- Kanar, E., 2014. Madendere havzasında arazi bozulma durumlarının iki farklı parametrik model ile değerlendirilmesi ve risk haritalarının oluşturulması, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Karagüllü, O., Kendüzler, M., 2008. CORINE sınıflandırılması raporu. Orman Genel Müdürlüğü, Orman Harita ve Fotoğrametri Müdürlüğü, Ankara. (http://www.ogm.gov.tr/dokumanlar/CORINE_LAND_COYER.doc, 17.06.2008.
- Karakaş, E., 2005. Küçükemalı ve Güvenç havzalarının su ve sediment verimlerine göre sürdürülebilir yönetimi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi.
- Karakaş, E., Oğuz İ., Türkseven E., Keskin S., 2009. Sakarya-Porsuk-Sarısu havzasında CORINE, LEAM ve USLE metodolojilerinin kullanılarak erozyon risk haritalarının hazırlanması, 1.Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu 16-18 Haziran, Konya, 106-112.
- Kaya, P., 2008. Türkiye'de uzun dönem yağış verileri kullanılarak ulusal ölçekte RUSLE-R faktörünün belirlenmesi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C., 1986. Agregate stability and size distiribution, methods of soil analysis-physical and mineralocigal methods, Soil Science Society of America Book Series No:5, Madison, 425-442.
- Kinnell, P.I.A., 2001. Slope lenght factor for applying the USLE-M to erosion in grid cells. Soil Tillage Research, 58, 11-17.
- Klute, A., Dirksen, C., 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity, methods of soil analysis agronomy 9:687-732. American Society of Agronomy Incorporation, Madison, USA.

- Lal, R., 1988. Soil erosion research methods, Soil and Water Conservation Society, USA
- Lal, R., 2001. Soil degradation by erosion. Land Degradation. Development 12: 519-539.
- Lee, S., 2003, Soil erosion assessment and its verification using the universal loss equation and geographic information system: a case study at Boun, Korea. Environmental Geology.
- Lufafa, A., Tenywa, M.M., Isabirye, M., Majaliwa, M.J.G., Woomer, P.L., 2003. Prediction of soil erosion in a lake victoria basin catchment using based universal soil loss model. Agricultural Systems.
- Manrique, L.A., 1988. LEAM: Land Erodibility Assessment Methodology. Honolulu, Hawaii.
- Millward, A.A., Mersey, J.E., 1999. Adapting the RUSLE to model soil erosion, Potential in a Mountainous Tropical Watershed, Catena.
- Morgan, R.P.C, Quinton, J.N. Rickson, J.R.J., 1992. Soil erosion prediction model for the european community. International Soil Conservation Organisation-World Association of Soil and Water Conservation.
- Nazik, M., Boytaş, T., Altuğ, A., 1967a. Büyük Sincanlı ovası hidrojeolojisi hakkında not, rapor no.1104/2, Devlet Su İşleri Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Nazik, M., Boytaş, T., Altuğ, A., 1967b. Şuhut ovası hidrojeolojisi hakkında not, rapor no.1106/1, Devlet Su İşleri Jeoteknik Hizmetler ve Yeraltısuları Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Oğuz, K., 2015. Kurtboğazı barajı havzasında erozyon risk alanlarının belirlenmesi, Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi/Anadolu Journal Agricultural Sciences, 30: 176-181.
- Onori, F., Bonis, D.P. Grauso, S., 2006. Soil erosion prediction at the basin scale using revised universal soil loss equation in a catchment of sicily, Environmental Geology. Southern Italy.
- Özcan, A.U., Erpul, G., Başaran, M. Erdoğan, H.E., 2008. Use of USLE/geographic information system, technology integrated with geostatistics to assess soil erosion risk in different land uses of İndağı mountain, Environmental Geology. Çankırı, Turkey.
- Özdemir, N., 1998. Toprak fiziği. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:30, Samsun.
- Özdemir, N., 2002. Toprak ve su koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:22, 2. Baskı, Samsun.

- Özsoy, G., 2007. Uzaktan algılama (UA) ve coğrafi bilgi sistemi kullanarak (CBS) erozyon riskinin belirlenmesi, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Bursa.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, J.P., 1991. RUSLE, revised universal soil loss equation, *Journal Soil Water Conservation*, 46(1): 30-33.
- Savacı, G., 2012. Kahramanmaraş ili Göz ve Haman deresi yağış havzalarında CORINE metodolojisi ile erozyon risk haritalarının oluşturulması, Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi (yayınlanmamış).
- Shi, Z.H., Cai, C.F., Ding, S.W., Wang, T.W., Chow, T.L., 2003. Soil conservation planning at the small watershed level using RUSLE with geographic information system: a case study in the three gorge area of China, *Journal Soil Water Conservation*.
- Terlemez, Ğ., Yılmaz, A., 1980. Ünye-Ordu-Koyuhisar-Reşadiye arasında kalan yörenin stratigrafisi. *Türkiye Jokey Kulübü Bülteni*, 23(2): 179-191, Ankara.
- Tolun, N., 1952. Afyon ilinin jeolojik ve maden durumu. Maden Tetkik ve Arama Rapor No.1985, Ankara.
- Tunç ve Schröder., 2010. Ankara'nın batısındaki tarım topraklarında USLE ile erozyon boyutunun tespiti, *Ekoloji* 19(75): 58-63.
- Türkmen, F., 2011. Ordu ili topraklarının jeokimyasal özellikleri, genesisi ve sınıflandırılması. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Anabilim Dalı, Doktora Tezi, Ankara.
- Vrieling, A., 2006. Satellite remote sensing for water erosion assessment, United Status Department of Agricultural Handbook, 2-18, CATENA.
- Wang, G., Gertner, G., Liu, X., Anderson, A., 2001. Uncertainty assessment of soil erodibility factor for revised universal soil loss equation, United Status Department of Agricultural Handbook, CATENA.
- Wischmeier, W.H., Smith. D.D., 1978. Predicting rainfall erosion losses. United Status Department of Agricultural Handbook, 537, Washington.
- Wischmeier, W.H., 1976. The use and misuse of the universal soil loss equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 31(1), 5-9.
- Yıldırım, Ü., Erkal, T., 2009. RUSLE yöntemi ile Afyon ovasının batı kesiminin erozyon risk tahmini. Afyon Kocatepe Üniversitesi, BAP 07.FENED.06 Nolu Proje Final Raporu, Afyonkarahisar.
- Yılmaz, E., 2006. Çamlıdere baraj havzasında erozyon problemi ve risk analizi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.

Zhu, M., 2012. Soil erosion risk assessment with CORINE model: case study in the Danjiangkou reservoir region, China. *Stoch Environ Resarch Risk Assessment*, 26: 813–822

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Meltem ERDEM
Doğum Yeri :
Doğum Tarihi :
Yabancı Dili : İngilizce
E-mail :
İletişim Bilgileri : Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/ Program	Üniversite	Yıl
Lisans	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Ordu Üniversitesi	2010-2014
Y. Lisans	Toprak Bilimi ve Bitki Besleme	Ordu Üniversitesi	2014-2017

İş Deneyimi:

Görev	Görev Yeri	Yıl
Ziraat Mühendisi	Ordu Orman İşletme Müdürlüğü	2014-2015
Ziraat Mühendisi	Perşembe Ç.H.S Köyleri Kırsal Kalkınma Kooperatifi	2015-2016