

**T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MADENDERE HAVZASINDA ARAZİ BOZULMA DURUMLARININ İKİ FARKLI
PARAMETRİK MODEL İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE RİSK HARİTALARININ
OLUŞTURULMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
EKREM KANAR**

Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalı

**EYLÜL 2014
SAMSUN**



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



TOPRAK BİLİMİ VE BİTKİ BESLEME ANABİLİM DALI

**MADENDERE HAVZASINDA ARAZİ BOZULMA DURUMLARININ İKİ FARKLI
PARAMETRİK MODEL İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE RİSK HARİTALARININ
OLUŞTURULMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**EKREM KANAR
(12210213)**

Tezin Savuma Tarihi : 30/09/2014

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Orhan DENGİZ

Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Anabilim Dalında
EKREM KANAR Tarafından Hazırlanan

MADENDERE HAVZASINDA ARAZİ BOZULMA DURUMLARININ İKİ
FARKLI PARAMETRİK MODEL İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE RİSK
HARİTALARININ OLUŞTURULMASI

başlıklı bu çalışma jürimiz tarafından 30/09/2014 tarihinde yapılan sınav ile
YÜKSEK LİSANS tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Coşkun GÜLSER
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Jüri Üyeleri : Doç.Dr. Orhan DENGİZ
Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Yrd.Doç.Dr. Ferhat TÜRKMEN
Ordu Üniversitesi

1.Yedek:

2. Yedek:

30/09/2014

Prof.Dr. Hüseyin DEMİR
Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Gerek lisans ve gerekse yüksek lisans öğrenimim boyunca bilginin bir güç kaynağı olduğunu bizlere benimseten, bilgi ve birikimini hiçbir zaman esirgemeyen, çalışmalarımızda her zaman yanımızda olduğunu hissettiren, fikirleri ve düşünceleriyle hayatımıza yön veren değerli hocam danışmanım sayın Doç. Dr. Orhan DENGİZ' e sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Daima güler yüzü ve içtenlikleri ile tez çalışmamda yardımlarını esirgemeyen hocalarım sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa SAĞLAM, Araş. Gör. Fatma Esra GÜRSOY'a sükranlarımı sunarım.

Arazi çalışmalarında yardımlarını esirgemeyen Ordu Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümünden sayın Yrd.Doç.Dr. Ferhat TÜRKMEN'e, Fikret SAYGIN'a, Murat ÇAKIR, Ali İMAMOĞLU, Abdulmuttalip EFENDİLER'e ve desteği olan tüm arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

Sadece iyi günümde değil en zor günlerimde dahi bana umut ve sevgi aşılayan haklarını hiçbir zaman ödeyemeyeceğim babam Hasan KANAR, annem Ayten KANAR, kardeşlerim Seda KANAR, Erkam KANAR ve Furkan KANAR'a her zaman yanımda oldukları için teşekkür ederim.

Tanıştığım ilk günden bu zamana kadar iyi günde kötü günde hep yanımda olan, bana destek olan mutluluğuma mutluluk katan kız arkadaşım Hatice YİĞİT'e teşekkür ederim.

Eylül 2014

Ekrem KANAR
(Ziraat Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
KISALTMALAR	xiii
ÖZET	xv
SUMMARY	xvii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1.CORINE modeli ile yapılmış bazı örnek çalışmalar	3
2.2.LEAM modeli ile yapılmış bazı örnek çalışmalar	6
2.3.Diğer modeller ile ilgili yapılmış olan bazı çalışmalar	6
2.4.Toprakların aşınımına duyarlılıklarda kullanılan bazı erozyon indeksleri ile ilgili yapılmış çalışmalar.....	8
3. MATERYAL METOT	11
3.1.Materyal	11
3.1.1.Araştırma alanının genel özellikleri	11
3.1.1.1.Temel havza karakteristikleri	12
Şekil ifade eden terimler	13
Akarsu ve drenaj ağı karakteristiği.....	17
3.1.2.İklim	20
3.1.3.Çalışmada kullanılan altlık materyaller ve programlar	20
3.2.Yöntem	23
3.2.1.LEAM modeli	23
3.2.2.CORINE modeli	24
3.2.3.Toprakların aşınımına duyarlılıklarda kullanılan bazı erozyon indeksleri.....	26
3.2.4.Örneklerde kullanılan analiz yöntemleri	27
3.2.5.Jeoistatistik ve tanımlayıcı istatistik.....	27
4. BULGULAR	31
4.1.Arazi kullanım ve arazi örtü dağılımı	31
4.2.Havzanın genel eğim dağılımı	32
4.3.Havzanın yükseklik ve bakı özelliği	33
4.4.Model bulguları.....	34
4.4.1.Toprak erozyon risk değerlendirmesinde CORINE modeli.....	34
4.4.2.Toprak erozyon risk değerlendirmesinde LEAM modeli	42
4.4.3.Toprakların aşınımına duyarlılıklarda kullanılan bazı erozyon indeksleri.....	47
4.4.3.1.Erozyon oranı	47
4.4.3.2.Agregat stabilitesi.....	48
4.4.3.3.Dispersiyon oranı	50
5. SONUÇ.....	53
KAYNAKLAR	55
EKLER.....	61
ÖZGEÇMİŞ.....	67

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1:Ulusal ve uluslararası havza büyüklük sınıflandırması.....	13
Çizelge 3.2:Çalışma alanı meteorolojik verileri	20
Çizelge 3.3:Potansiyel erozyon risk indeksi ile arazi örtüsünün matris tablosu.....	26
Çizelge 3.4:K sınıf değerleri.....	27
Çizelge 4.1:Çalışma alanı eğim sınıfları dağılımı.	32
Çizelge 4.2:CORINE metoduna göre havza topraklarının eğim dağılımı.....	37
Çizelge 4.3:CORINE metoduna göre havza topraklarının potansiyel erozyon risk dağılımı.	39
Çizelge 4.4:CORINE metoduna göre havza topraklarının örtü durumu.	40
Çizelge 4.5:Havzanın CORINE modeline göre gerçek erozyon risk dağılımı.....	41
Çizelge 4.6:LEAM metoduna göre havza topraklarının eğim dağılımı.	42
Çizelge 4.7:Çalışma alanına ait K değerlerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları.....	44
Çizelge 4.8:LEAM modeline göre erozyon risk dağılımı sınıfı ve oranları.	46
Çizelge 4.9:Havzanın erozyon oranı tanımlayıcı istatistik değerleri.....	47
Çizelge 4.10:Havzanın agregat stabilitesi tanımlayıcı istatistik değerleri.....	49
Çizelge 4.11:Havzanın dispersiyon oranı tanımlayıcı istatistik değerleri	51
Çizelge EK-1:Havzaya ait yüzey toprak örneklerinin bünye dağılımları	61
Çizelge EK-2:Yüzey toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri	62
Çizelge EK-3:Yüzey topraklarının aşınım duyarlılıklarda kullanılan bazı erozyon indeks değerleri.....	64

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3.1:Çalışma alanı lokasyon harita.....	11
Şekil 3.2:Havzanın drenaj ağı ile dere sayısı.....	18
Şekil 3.3:Madendere havzanda ana derenin eğimi	19
Şekil 3.4:Çalışma alanı 1:25000 ölçekli G24a3 topoğrafik harita.....	21
Şekil 3.5:Çalışma alanına ait sayısal eşyüksekti haritası.....	22
Şekil 3.6:Çalışma alanına ait Geo-eye uydu görüntüsü.....	22
Şekil 3.7:Erozyon haritalamada LEAM metodu	23
Şekil 3.8:CORINE metodolojisi akış diyagramı	24
Şekil 3.9:Çalışma alanında dağılım gösteren yüzey toprak örnekleme deseni.....	28
Şekil 4.1:Çalışma alanına ait arazi kullanım ve arazi örtü haritası.....	31
Şekil 4.2:Çalışma alanı genel eğim dağılım haritası	32
Şekil 4.3:Havzanın yükseklik haritası	33
Şekil 4.4:Havzanın bakı haritası	34
Şekil 4.5:CORINE modeline göre havzanın aşınım duyarlılık haritası.....	36
Şekil 4.6:CORINE modeline göre havzadaki eğim gruplandırması.....	38
Şekil 4.7:CORINE modeline göre havzanın potansiyel erozyon risk sınıfları haritası	39
Şekil 4.8:CORINE modeline göre havza topraklarının bitki örtüsü haritası	40
Şekil 4.9: CORINE modeline göre havzanın gerçek erozyon risk sınıfları haritası..	41
Şekil 4.10:LEAM modeline göre havzanın eğim gruplandırılması.....	43
Şekil 4.11:LEAM modeline göre toprakların erozyona karşı duyarlılık haritası.....	45
Şekil 4.12:LEAM modeline göre havzanın erozyon risk dağılım haritası.	46
Şekil 4.13:Havzanın erozyon oranı dağılım haritası.....	48
Şekil 4.14:Havzanın agregat stabilitesi dağılım haritası.....	50
Şekil 4.15:Havzanın dispersiyon oranı dağılım haritası	52

KISALTMALAR

CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemi
DEM	: Sayısal Yükselti Modeli
GPS	: Global Positioning System (küresel yer belirleme sistemi)
C	: Kil
CL	: Killi tın
L	: Tın
Si	: Silt
SiL	: Siltli tın
SiC	: Siltli kil
SL	: Kumlu tın
LS	: Tınlı kum
SCL	: Kumlu killi tın
SiCL	: Siltli killi tın
OM	: Organik madde
HA	: Hacim ağırlığı
HKT	: Hata Kareler Toplamı
UA	: Uzaktan Algılama
USLE	: Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği
RUSLE	: Revize Edilmiş Toprak Kaybı Eşitliği
EPIC	: Erozyon Verimlilik Etkisi Hesaplaması
EUROSEM	: Avrupa Toprak Erozyon Modeli
WEPP	: Su Erozyon Tahmin Projesi
HFF	: Havza Form Faktörü

**MADENDERE HAVZASINDA ARAZİ BOZULMA DURUMLARININ İKİ
FARKLI PARAMETRİK MODEL İLE DEĞERLENDİRİLMESİ VE RİSK
HARİTALARININ OLUŞTURULMASI**

ÖZET

Dünyanın bir çok bölgesi için, bereketli toprak katmanlarını taşıyıp toprak verimliliği azaltan, topraktaki organik madde miktarını ve besin maddelerini azaltıp toprağı sığlaştıran en önemli arazi bozulmasına neden olan olaylardan birisi toprak erozyonudur. Bu nedenle erozyon araştırmaları toprakla ilgili yapılan araştırmalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Toprakların erozyon risk durumlarının belirlenmesi direk olarak arazi, laboratuvar gibi çalışmaların yanı sıra, dolaylı olarak geliştirilen modeller sayesinde özellikle büyük alanlar için risk tahminleri de yapılabilmektedir. Bu çalışmanın amacı, Kocaeli-Kartepe bölgesinde yer alan Madendere havzasında CORINE ve LEAM modelleri kullanarak erozyon risk durumlarının değerlendirilmesi ve bazı erozyon duyarlılık indekslerinin belirlenerek modeller ile karşılaştırılmasıdır. Analiz sonuçlarına göre, CORINE modelinde toplam alanın %53 yüksek erozyon riski altında iken, benze bir sonuç ile LEAM modelinde %75 ile toplam alanın yüksek ile ekstrem erozyon riski altında olduğu belirlenmiştir. Bu farklılık modellerde kullanılan bazı farklı parametrelerden ve modellerin farklı sınıf değerlerine sahip olmasından kaynaklanmaktadır. Fakat iki modellen elde edilen sonuç paralellik göstererek havzanın yarıdan fazlası yüksek erozyon risk altında olduğu belirlenmiştir. Ayrıca dört erozyon duyarlılık indeksi (erozyon oranı, dispersiyon oranı, erodobilite, agregat stabilitesi) incelenmiş ve indekslere göre havza topraklarının erozyona karşı çok duyarlı olduğu belirlenmiştir. Özellikle orman örtüsü altında bulunan topraklar erozyona karşı korunmaları olmasına karşın, eğimi yüksek tarım alanlarında ve mera alanlarında yer alan toprakların erozyona karşı koruyucu önlemlerin alınması gerekmektedir

Anahtar Kelimeler: Arazi bozulması, erozyon, CORINE, LEAM, Madendere Havzası

**ASSESSMENT OF LAND DEGRADATION WITH TWO DIFFERENT
PARAMETRIC MODEL AND MAKING OF RISK MAPS IN MADENDERE
WATERSHED**

ABSTRACT

In many regions of the world, soil erosion is one of the main land degradations process that reduces the soil productivity by removing fertile topsoil layers, thus decreasing levels of organic matter and the nutrients. Therefore erosion researches are constituting an important part of the research on the soils. The erosion risk of soils can be evaluated directly carried out in the field, greenhouses or laboratory by means of some experiments or indirectly based on developing and applying models that gives risk expectations for large areas. The aims of this research are to determine soil erosion risk assessment using CORINE and LEAM models and also to determine some soil erosion sensitivity index (erosion ratio, erodibilite-K, dispersion ratio, aggregate stability) for comparison with models in Madendere watershed of Kocaeli-Kartepe district. According to analysis results, while it was found that about 53% of the total area has high level erosion risk according to CORINE model, approximately the same result was found from LEAM model and about 75% of the total area has between high and extreme erosion levels. On the other hand, there was difference between two models due to their using some different parameters and class. Moreover, models' results showed parallel each other. It was found more than half of the total area has under high erosion risk. In addition four erosion sensitivity index were used to determine soil erodibility case. According to all them, basin soil has so sensitivity for soil erosion. Particularly, soil can be protected under forest land whereas, arable land and some pasture land located on high slope degree should be taken some measurement to protect soil against to erosion

Key words: Land degradation, erosion, CORINE, LEAM, Madendere Watershed

1. GİRİŞ

Yer kabuğunu oluşturan kayalar, mineraller ve organik maddelerin karışımı olan toprak, yaşam için gerekli olan dört unsurdan biridir. Güneş ışığı hava ve su ile birlikte toprak bütün canlıları besler. Bir toplumun bugün ve gelecekteki refahı geniş ölçüde toprakların doğal verim gücüne ve bu gücünün sürdürülebilir kullanılmasına bağlıdır. Toprak, insanlar, bitkiler ve hayvanlar âlemi için vazgeçilmez bir hayat kaynağıdır. Bu kaynağı korumak yalnız onunla uğraşanların değil üzerinde yaşayan her ferdin görevidir. Toprak oluşumunu hızlandırmak mümkün olmadığı gibi, toprak varlığını suni olarak arttırmak da mümkün değildir. Bu nedenle toprak konusunda diğer doğal kaynaklara oranla daha hassas olmak gerekir. İnsan, bitki ve hayvan hayatında önemli bir etkisi olan toprak, ekolojik, biyolojik, ekonomik ve kültürel fonksiyonları ile en önemli doğal kaynaklarımızdan birisidir. Ancak gerekli önlemlerin alınmaması, aşırı kullanım ve doğal etmenlere karşı etkili korunmaması nedeniyle giderek kaybolmaktadır. Her yıl denizlere veya akarsulara ulaşan 500 milyon ton verimli toprak, ülkemiz tarımsal potansiyelinin giderek azalmasına neden olmaktadır (Doğan ve Küçükçakar, 1994).

Ülkemiz toprak ve su kaynaklarından verimli ve sürdürülebilir bir şekilde yararlanılması, nüfus artışı dikkate alındığında daha da önem kazanmaktadır. Toprak ve su kaynaklarımızı tehdit eden en büyük problem ise erozyondur. Erozyona etkili olan faktörler başlıca toprak, topoğrafya, iklim, vejetasyon ve insan olarak sınıflandırılmaktadır. Bu faktörlerin etkisi altında ülke topraklarının büyük bir kısmı su ve rüzgar erozyonunun etkisi altındadır.

Erozyon toprak partiküllerinin su, rüzgar ve yerçekimi etkisiyle taşınması sürecidir. Türkiye'de iklim ve topoğrafik yapıdan dolayı, erozyon olayının oluşması için çok uygun şartlar bulunmaktadır. Yanlış arazi kullanımları, dik eğimler düzensiz yağışlara karşın erozyon kontrol önlemlerinin çok yetersiz kalması her yıl erozyon alanlarının artışına neden olmaktadır. Erozyon problemlerine karşın erozyon kontrol önlemlerinin alınabilmesi için çok hızlı bir şekilde erozyonun etkili olduğu alanların belirlenmesi gerekmektedir. Klasik etüdlere dayalı yöntemlerle yapılan erozyon çalışmaları çok uzun zaman gerektirmekte olup maliyet açısından da fazla yükler getirmektedir.

Çevresel bozulmanın temel kaynağı olan toprak erozyonu büyük arazi bozulmalarına yol açmaktadır (Vrieling, 2006). Doğal güçlerin neden olduğu toprak

erozyonu jeolojik bir süreçtir. Bu süreç insan aktivitelerinden dolayı daha da hızlanabilir. Bu hızlandırılmış toprak erozyonunun ciddi küresel problem olduğu kabul edilmektedir (de Graaf, 1996). Toprak erozyonu hızlandırılmış erozyon ile tarımsal/biyokütle verimliliği ile sel, rezervuarların sedimantasyonu, tarım alanındaki siltlenme ve akış yönündeki su kalitesinin azalmasını etkileyebilir (Hudson, 1986).

Ülkemizdeki erozyonun şiddet ve yayılışı dikkate alındığında, bu konuda yeni teknolojilerin kullanılarak gerekli toprak ve su koruma önlemlerinin vakit geçirilmeksizin alınmasını gerektirmektedir. UA (Uzaktan algılama) ve CBS (Coğrafi bilgi sistemleri)'nin birlikte kullanılarak geliştirilen birçok kalitatif ve kantitatif modeller ile çok geniş alanlarda ve düşük girdiyle erozyona sebep olan faktörlerin şiddet ve derecesi çok hızlı ve doğru bir şekilde belirlenebilmektedir.

Son derece dinamik bir karakter taşıyan mevcut ve potansiyel toprak erozyonunu doğru olarak hesaplamak veya risklilik düzeylerini belirlemek sürdürülebilir arazi ve toprak yönetimi açısından her zaman ihtiyaç duyulmaktadır. Erozyonla meydana gelebilecek potansiyel arazi bozulma risklerinin belirlenmesinde kalitatif yaklaşımlara yönelik olarak birçok modeller geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları CORINE, ICONA, LEAM, PESERA, LUCC, RUSLE gibi modellerdir. Bu çalışmada amaç Madendere havzasında CORINE ve LEAM modelleri kullanılarak havza erozyon risk haritalarının oluşturulması ve modeller arasında karşılaştırmaların yapılmasıdır. Ayrıca modellerden elde edilen risklilik derecelerinin çalışma alanından alınan topraklarda belirlenen bazı erozyona duyarlılık indekslerine ait dağılım haritalarının karşılaştırmalarının yapılmasıdır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Eğer toprak erozyonunun mekansal ve büyüklüğü bilinirse yönetim uygulamaları bu problemi en aza indirmek için etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir. Herhangi bir havzada erozyon süreçleri ve erozyon oranları belirlenerek toprak erozyon modelleri uygulanabilir. Toprak erozyonu tahmini ve değerlendirilmesi ile ilgili 1930' dan beri pek çok çalışma olmuş ve bir çok model geliştirilmiştir (Lal, 2001). En yaygın olan modellerden biri Evrensel Toprak Kaybı Eşitliği (USLE) (Wischmeier ve Smith, 1965) ve Revize Edilmiş Toprak Kaybı Eşitliği (RUSLE) (Renard et al., 1991). Erozyon Verimlilik Etkisi Hesaplaması (EPIC) (Williams et al., 1990), Avrupa Toprak Erozyon Modeli (EUROSEM) (Morgan et al., 1992) ve Su Erozyonu Tahmin Projesi (WEPP) (Flanagan ve Nearing, 1995) gibi birçok model toprak kaybı tahmininde kullanılmasının yanı sıra, alanın erozyona karşı duyarlılık durumlarını belirlemek amacıyla da CORINE (1992), ICONA (1997), LEAM (Manrique, 1988) gibi birçok erozyon risk değerlendirme modelleri de geliştirilmiştir.

2.1 CORINE modeli ile yapılmış bazı örnek çalışmalar

CORINE erozyon modeli toprak kayıplarına karşı duyarlılığın belirlenmesine yönelik alansal bir yaklaşımdır. CORINE (Coordination of Information on the Environment) modeli USLE (Universal Soil Loss Equation) (Wischmeier, 1976) tabanlı olup, AB (Avrupa Birliği) tarafından geliştirilen ve toprak erozyonu çalışmalarında kullanılan bir yöntemdir (CORINE, 1992). CORINE modelinin avantajı; araştırma alanının tamamı için erozyon tahmininin sağlanabilmesidir. CORINE metodolojisi ile toprak erozyon risk haritalarının yapılması, Avrupa Birliği ile Türkiye arasında gelecekteki bilimsel çalışmaların entegrasyonu için çok önemlidir (CORINE, 1992; Bayramın vd., 2003).

Karaş vd. (2009), Sakarya–Porsuk Çayı Sarısu Havzasında CBS yardımıyla CORINE erozyon haritalama metodundan yararlanarak erozyon risk haritalarını belirlemişlerdir. Sonuçlara göre CORINE metoduna göre havza topraklarının % 97.12'lik kısmında gerçek erozyon riski görülmediği, erozyon riski az ve orta olan kısım havzada % 2.88'lik bir orana sahip olduğu gözlemlenmiştir.

Cebel ve Doğan (1998), Batı Akdeniz'de bulunan Dalaman havzasında CBS tekniklerini CORINE erozyon belirleme metodolojisi kullanarak havzanın potansiyel

erozyon risk alanlarını belirlemişlerdir. CORİNE metoduna göre toprakların % 16'sında erozyon riski düşük, % 45'inde orta ve % 35'inde ise yüksek potansiyel risk alanları tespit edilmiştir

Erol ve Çanga (2004), Eskişehir İlinin Mihalıçık ilçesinde toprakların potansiyel ve aktüel erozyon risk alanlarını CORINE metoduyla belirlemiştir. Potansiyel erozyon risk haritası sonucuna göre alanın %44'ünün düşük, %52'sinin orta, %4'ünün ise yüksek erozyon riski taşıdığı gözlenmiştir. Gerçek erozyon risk haritası sonucuna göre ise %31'i düşük, %20'si orta, %49'unun yüksek erozyon tehlikesine sahip olduğunu gözlemlemiştir.

Savacı (2012), Kahramanmaraş iline 40 ve 45 km uzaklıkta, eş-havza yöntemine göre seçilen Göz ve Haman Deresi Yağış havzalarında CORINE erozyon risk modeli kullanılarak potansiyel ve aktüel erozyon risk durumlarının belirlenmesini amaçlamıştır. Bu modelin uygulanması amacıyla toprak bünyesi, derinliği, taşlılık, eğim, güncel arazi kullanımı ve arazi örtüsü haritaları oluşturularak birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda elde edilen verilerin Göz deresi yağış havzasında potansiyel risk haritası sonuçlarına göre alanın %70.17'si düşük, %15.86'sı orta ve %13.97'lik çok az kısmının ise yüksek erozyon riskine sahip olduğunu belirtmiştir. Aktüel erozyon risk haritası sonuçlarına göre alanın %73.87'sinin düşük ve %26.13'ünün orta derecede erozyona maruz kaldığı görülmüştür. Haman deresi yağış havzasında ise; potansiyel erozyon risk haritası sonuçlarına göre alanın %70.83'ü düşük ve %29.17'si yüksek erozyon riskine sahip olduğunu belirtmiştir. Aktüel erozyon risk haritası sonuçlarına göre, alanın %23.22'sinin orta ve %76.78'inin yüksek derecede erozyona maruz kaldığını görmüştür. CORINE Metodolojisi ile potansiyel ve aktüel erozyon risk haritalarının oluşturulmasının çok ekonomik ve etkin bir yöntem olduğu belirlemiştir.

Bayramın vd. (2005), Beypazarı-Ankara ilindeki toprakların gerçek toprak erozyon riskini CORINE metoduyla belirlemişlerdir. Sonuçlara göre ise toprakların %60'ı çok yüksek erozyon riskine sahip olduğu ve yalnız toprakların %20'sinde ciddi erozyon problemi olmadığını gözlemlemiştir.

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 CORİNE 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.

Dindaroğlu ve Canpolat (2013), Kuzgun Baraj Gölü havzasında toprak erozyonunun etki ettiği gerçek ve potansiyel alanları tespit ederek sorunun çözümü için önerilerde bulunmayı hedeflemişlerdir. Bu çalışmada Erzurum İli Kuzgun Baraj Gölü çevresinde yayılım gösteren toprakların Landsat uydu görüntüsü kullanılarak tespit edilen mevcut arazi kullanım durumuna göre bazı fiziksel ve kimyasal karakteristikleri saptanmış ve CORINE yöntemine göre erozyona maruz kalmış ya da kalabilecek alanlar tespit etmişlerdir. Buna göre, gerçek erozyon tehlikesi haritası değerlendirildiğinde alanın % 23.48'i düşük, % 38.42'si orta ve % 33.30'u yüksek derecede erozyon tehlikesine sahip olduğu belirlenmiştir. Potansiyel olarak erozyona maruz kalabilecek alanlar değerlendirildiğinde; düşük derecede riskli alanlar % 14.43 oranla orta derecede riskli alanlar % 18.67 ve yüksek derecede riskli alanların % 62.11 oranında olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmada hem harita analizleri hem de arazi etütleriyle Kanlı Dağı mevkinin en yüksek gerçek ve potansiyel erozyon risk alanı içerisinde olduğu ve bu bölgede hiçbir toprak koruma önleminin alınmadığı ortaya konulmuştur.

Dengiz ve Akgül (2004), Gölbaşı özel çevre koruma alanı ve yakın çevresinde yayılım gösteren arazilerin CORINE erozyon risk modelini kullanarak erozyon risk durumlarının belirlenmesini amaçlamışlardır. Bu model, toprak bünyesini, derinliğini, taşlılık, eğim, arazi kullanım ve arazi örtüsü bilgilerinin kullanıldığı altı aşamadan oluşmaktadır. İlk aşama olarak, 1/25.000 ölçekli sayısal toprak haritasından bünye, derinlik ve taşlılık katmanlarını oluşturmuşlardır. İklim verilerini kullanarak Fournier ve Bagnouls-Gaussen kuraklık indislerine göre çalışma alanının aşınabilirlik katmanını hazırlamışlardır. Üçüncü aşama olarak, sayısal arazi modelini (SAM) kullanarak eğim haritasını hazırlamışlardır. Dördüncü aşamada, toprak erodibilite, erosivite ve eğim katmanları birleştirilerek potansiyel erozyon risk haritası oluşturulmuştur. Bu sonuçlara göre, araştırma alanının % 72,9'u düşük, % 23,8'i orta ve % 1,0'lik gibi çok az bir kısmının ise yüksek erozyon riskine sahip olduğu belirlenmiştir.

2.2 LEAM modeli ile yapılmış bazı örnek çalışmalar

Karaş vd. (2009), Sakarya –Porsuk Çayı Sarısu Havzasında CBS yardımıyla LEAM erozyon haritalama metodundan yararlanarak erozyon risk haritası belirlemiştir. LEAM metoduna göre havza topraklarının % 66.22'lik kısmında düşük, % 30.57'sinde orta, % 6.02'sinde orta-yüksek ve % 1.19'luk kısmında erozyon riski yüksek olarak belirlenmiştir.

Dengiz ve Başkan (2006), toprak erozyonu, Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi riskini ve çevresini belirlemek için LEAM metodolojisi kullanılmıştır. LEAM modeli eğim, aşındırma etkisi ve erodibilite faktörlerdir üç adımdan oluşmaktadır. İklim verileri Fournier göstergesi ile hesaplanmıştır, çalışma alanının aşındırma tabakasını oluşturmak için kullanılmıştır. Sonuçlara göre, çalışma alanında % 73.0, düşük ve orta, % 21.0 yüksek ve çok yüksek ve % 3.8 aşırı toprak erozyonu riski olduğu belirlenmiştir.

Çakal ve diğ. (2002) LEAM modeli ile tortum Gölü havzasında erozyon riski taşıyan alanların CBS ve UA teknikleri kullanılarak haritalama çalışmasını yapmışlardır. Elde ettikleri sonuca göre, çalışma alanının %2'si düşük, %5'i orta ve %91'lik kısmı ise riskli ve çok riskli alanlar olarak belirlemiştir.

2.3. Diğer modeller ile ilgili yapılmış olan bazı çalışmalar

Dengiz ve Başkan (2006), toprak erozyonu, Gölbaşı Özel Çevre Koruma Bölgesi riskini ve çevresini belirlemek için ve ICONA modeli uygulamıştır. ICONA modeli sonuçlarına göre, çalışma alanının yarıdan fazlasının düşük toprak erozyon riski altında olduğunu belirlemiştir. ICONA modeli esas eğim, jeoloji, arazi kullanımı ve arazi örtüsü bilgileri kullanarak yedi adımdan oluşur. Bu sürecin bir sonucu olarak, erozyon risk sınıflarının dağılımı (düşük ve çok düşük) % 55.2, (yüksek ve çok yüksek) % 26.1 ve % 18.7 (orta) olduğu belirlemiştir.

Cebel ve Doğan (1998), Batı Akdeniz'de bulunan Dalaman havzasında CBS tekniklerini ve DGCONA modeli uygulamışlardır. DGCONA erozyon durum 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 yönteminin sonuçlarına göre havzanın % 38'inde 25–200 t/ha/yıl ve % 62'sinde ise 25 t/ha/yıl olarak muhtemel toprak kaybı değerlerini bulmuşlardır.

Karaş ve diğ. (2009), Sakarya–Porsuk Çayı Sarısu Havzasında CBS yardımıyla USLE modeli uygulamışlardır. Erozyonu niceliksel olarak belirleyen USLE metodu ile havzadaki ortalama potansiyel toprak kaybı miktarı 1.88 t/ha/yıl olarak tahmin etmişlerdir.

Akay ve Şakar (2009), yarı kurak özellik gösteren Kahramanmaraş ili Pazarcık yöresinde erozyon riski taşıyan çıplak toprak alanların uydu görüntüsü ve Sayısal Arazi Modeli (SAM) kullanarak sınıflandırma yapmışlardır. Çıplak toprak alanları ERDAS Imagine 9.0 yazılımında Kontrollü Sınıflandırma (Supervised Classification) yöntemi kullanarak ve SAM ile eğim sınıfları haritası geliştirerek çıplak alanların potansiyel erozyon risklerine göre sınıflandırma yapmışlardır. Sonuçlara göre çıplak toprak alanların yaklaşık %40.6'sının çok düşük, %38.2'sinin düşük, %16'sının orta, %4.9'unun yüksek ve %0.3'ünün çok yüksek erozyon riskine sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Aydın (2009), Gümüşhane –Torul Barajı Yağış Havzasında WEPP modeli kullanarak arazi kullanım durumuna göre toprak kayıplarını belirlemiştir. Sonuçlara göre, tahmini toprak kayıpları havzanın % 69.70'ini oluşturan ormanlık alanlarda 10494.04 ton/yıl iken; bu değer toplam havza alanının % 20.17'sini oluşturan mera alanlarında 12630.18 ton/yıl ve % 10.77'sini oluşturan tarım alanlarında 10108.18 ton/yıl olduğunu belirtmiştir.

Çilek ve Berberoğlu (2012), Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Teknolojilerinin rolünü ortaya koymak amacıyla Seyhan havzasında fiziksel ve deneysel erozyon modelleri kullanılarak yıllık toprak kaybını ve erozyon duyarlılık sahalalarının sınıflarını karşılaştırmayı ve haritalamayı amaçlamışlardır. Her iki erozyon modelleri için girdi faktörlerini belirlemiş ve CBS ve UA yardımıyla 250 m çözünürlüğünde haritalar oluşturmuşlardır. RUSLE erozyon modeli sonuçlarına göre Seyhan Havzası'nda ortalama erozyon 21,24 ton/ha/yıl, standart sapma 49,68 ve toplam erozyon miktarı da 9287522 ton/yıl olarak tahmin edilmiştir. PESERA erozyon modeli sonuçlarına göre ortalama erozyon miktarı 3,91 ton/ha/yıl, standart sapma 12,30 olarak tespit edilmiştir. Toplam erozyon miktarı ise 1605437 ton/yıl olduğunu hesaplamışlardır.

2.4. Toprakların aşınma duyarlılıklarda kullanılan bazı erozyon indeksleri ile ilgili yapılmış çalışmalar

Ngatunga ve ark. (1984), erozyona karşı çok hassas olan topraklarda, erozyon duyarlılığı (K) faktörü ile erozyon arasındaki ilişkiyi araştırmışlar ve toprakların erozyona uğrama eğilimlerini, kil oranı, dispersiyon oranı ve erozyon oranı gibi ölçütler yardımıyla değerlendirmişlerdir. Araştırmacılar dispersiyon oranı ile aşınım faktörü arasında önemli ilişkiler elde etmişlerdir. Ngatunga ve ark. (1984); Lal (1988), dispersiyon oranı değeri yağışın etkisi ile toprak strüktüründe meydana gelen değişimin değerlendirilmesinde kullanılan bir parametre olup, oran değeri %15'ten küçük olan toprakların erozyona karşı dayanıklı olduğunu belirtmiştir.

Balcı (1973), İç Anadolu'da ana materyal ve bakı faktörlerine göre toprakların erodibilitelerini araştırmıştır. Dispersiyon oranı ortalama değerlerini sınır değer olan 15'ten büyük bulmuş ve güney bakılardaki toprakları, kuzey bakılara göre erozyona daha çok hassas olduğunu belirlemiştir. Ayrıca dört farklı ana materyalden gelişmiş bulunan bu toprakların erodobilite indeksleri arasındaki nisbi farkları; Neojen Tozu>Kumtaşı>Andezit> Konglomera şeklinde sıralamıştır.

Jha ve Rathone. (1981), Hindistan'da yapılan bir çalışmada; toprak işlemeli alanlar ve sürekli orman vejetasyon örtüsü altında bulunan sahalanın üst ve alt toprak katmanlarının erodibilitelerini incelemiştir. Alınan toprak örnekleri üzerinde laboratuvarında çeşitli fiziksel özellikler belirlenerek erodobilite tahmini yapılmıştır. Buna göre, bütün erozyon oranları (dispersiyon oranı ve kolloid/nem ekivalanı oranı) toprak işlemeli sahalarda 0-15 cm derinlikte olan üst katmanda daha büyük bulunmuştur. Ayrıca diğer erodobilite değerlerinin de (dispersiyon oranı ve erozyon oranı) daha büyük sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Reis (2002), Trabzon Yöresi Alpin meralarında yaptığı bir araştırmada, dispersiyon oranlarının araştırma alanındaki bütün toprak gruplarında 15'ten büyük olduğu dolayısıyla toprakların erozyona duyarlı olduğunu belirlemiştir. Araştırma alanının vejetasyon yapısının bozulmuş olması nedeniyle yörede aktif bir yüzey erozyonunun hüküm sürdüğünü belirtmiştir.

Karagül (1994), Trabzon Söğütlüdere Yağış Havzasında yapılan araştırmada, farklı arazi kullanım şekilleri altındaki toprakların erozyon eğilimleri incelemiş ve genel olarak topraklarının erozyona karşı duyarlı olduklarını belirlemiştir. Buna göre

tarım toprakları dispersiyon oranı değerleri bakımından daha yüksek değer alarak erozyona karşı nispeten daha duyarlı olduğunu belirlemiştir.

Oğuz ve Noyan (2000), eğimli bir arazide topografyaya bağlı olarak toprakların fiziksel ve kimyasal özellikleri ile erozyona uğramaya eğilimlerindeki değişimleri incelemek amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Toprak örneklerini iki farklı derinlikten (0– 20 ve 20-40 cm) alan araştırmacılar, deneme sonucunda arazinin tepe kısmına olan mesafenin artmasıyla toprakta tuz, kil, P₂O₅ içeriği ile solma noktasının yükseldiğini, pH değeri, CaCO₃ ve kum içeriğinin ise azaldığını belirtmişlerdir. Araştırmacıların açıkladığı bir diğer nokta da çalışma alanına ait toprağın erozyona uğrama eğiliminin, meyilli arazinin tepe kısmından etek kısmına doğru gidildikçe azaldığını belirtmişlerdir.

Le Villio ve diğ.(2004), Fransa'daki en önemli organik toprak düzenleyici kaynakların, çiftlik gübresi ve kompost olduğunu, toprakların organik madde içeriğinin artırılmasının tınlı topraklarda kabuk oluşumu ve erozyon gibi fiziksel degradasyonun kontrol edilmesinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini bildirmişlerdir.

Madsen ve diğ. (1986), Danimarka'yı içeren bilgisayara dayalı bir toprak aşınım haritasının geliştirilmesi için Wischmeier'in toprak aşınım nomografını baz alarak yaptıkları çalışmada, veri olarak tüm Danimarka'yı temsilen farklı yerlerden alınan 35000 toprak örneğini kullanmışlardır. Alınan örneklerin analizleri ve örnek noktalarındaki ayrıntılı profil tanımlamaları ile Jutland'ın güneyinin ve Funen'in batısının sayısallaştırılmış toprak haritası oluşturulmuştur. Aynı çalışmada buzul etkisi altındaki Weichsel'deki killi toprakların, Saal buzul bölgesindeki topraklardan daha yüksek aşınıma duyarlılığa sahip olduğu ortaya konmuştur.

Auerswald (1986), Almanya'nın Bavyera eyaletinin güneyindeki devlete ait arazilerin erozyona duyarlılık sınırlarının belirlenmesi amacıyla 343 toprak örneğinin toprak aşınım (K) faktörünü hesaplamıştır. Sonuçlar, haritalama birimindeki hatalara ve daha geniş alanlardaki tahminler için sınırlı olmasına rağmen toprakların K faktörlerinin tahmini için uygun olacağını gösterirken, erozyona duyarlılık değerlendirmesinde K faktöründen olan yararın artırılabilmesi için toprak bünyesinden ziyade sınıflandırma karakteristiklerinin de dahil edilmesi tavsiye edilmiştir. Aynı çalışmada lös toprakların K faktörü yaklaşık 0.09 bulunmuş olup; bünye karşılaştırmasında alüvyal topraklardan daha yüksek çıkarken kumlu topraklar için 0.003 bulunmuştur. Farklı K faktörlerinin bitki yetiştirilen alanlardan ziyade

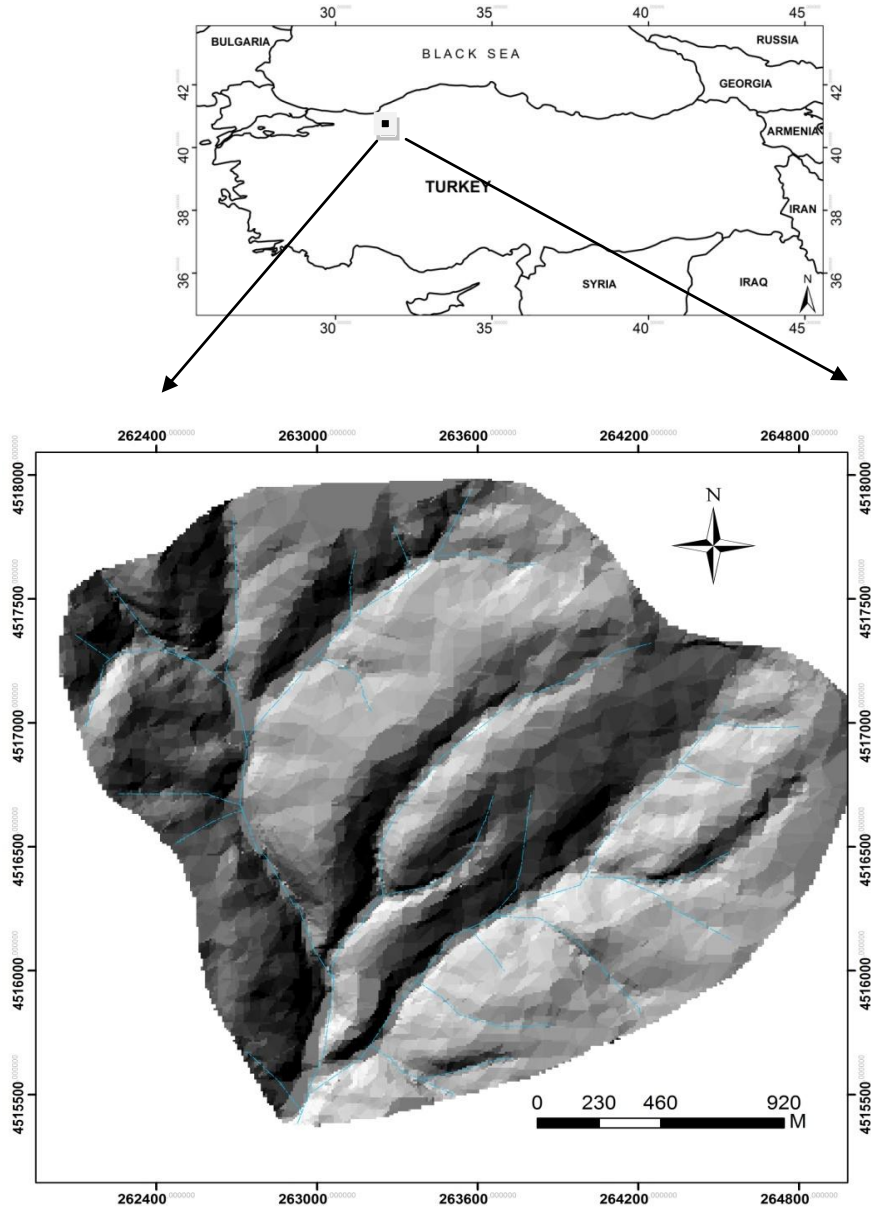
mera alanları için kullanılması önerilirken, K faktörünün tahmininde mera sınıflamasının bitki yetiştirilen alanların sınıflandırılmasından daha az etkili olduğu kaydedilmiştir.

3.MATERYAL METOT

3.1.Materyal

3.1.1.Araştırma alanı genel özellikleri

Maden Dere Havzası Kocaeli iline bağlı Kartepe ilçesinin kuzey-doğusunda ve Kartepe Merkeze 14 km uzaklıktadır. Havza sınırları içerisinde sadece Avluburun köyü yer almaktadır. Havzaların büyüklük bakımından sınıflandırması göz önüne alındığı zaman Maden Dere Havzası yaklaşık 5.5 km²'lik kapladığı alan ile 'orta büyüklükte havza' kategorisine girdiği anlaşılmaktadır. Deniz seviyesinden yaklaşık 415 m yükseklikte bulunan havza 4515500-4518000 K ve 262400-264800 D (UTM-m) yer almaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Çalışma alanı lokasyon haritası

3.1.1.1. Temel havza karakteristikleri

Havza karakteristikleri; topografik karakteristikler, akarsu ve drenaj ağı karakteristiği, havzayı oluşturan kayaçlar, sediment karakteristikleri, toprak karakteristikleri, vejetasyon karakteristikleri ve arazi kullanma karakteristikleri olmak üzere 7 ana başlık altında toplamak mümkündür (Özhan 2004).

Topografik karakteristiklerden; havzanın şekli, havzada taşkın pik debilerini ve diğer hidrografik değerleri özellikle havzadaki akışların ayarlanmasını etkileyen önemli bir parametredir. Havzadaki hidrolojik olaylara havzanın eğimi önemli ölçüde etki eder. Havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükseklik farkı maksimum havza reliyefini, en yüksek ve en alçak yükseklik farkının ana dereye olan uzaklığı reliyef oranını, havzanın maksimum reliyefinin havza çevresine oranı ise oransal reliyefi ifade eder. Bir akarsuyun su potansiyeli ve taşkın debileri havza alanı ile ifade edilen havza büyüklüğüne bağlıdır. Ortalama yükseklik akarsudaki taşkınları ve akarsuları dolaylı veya dolaysız olarak etkilemektedir. Bir akarsu havzasının doğal veya yapay su depolama özelliği akarsu rejimini etkilemektedir. Yer yüzeyi birbirinden çok farklı şekillere sahip arazi parçalarını kapsamaktadır. Akarsu ve drenaj ağı karakteristikleri; su kaynakları yönünden havzanın büyüklüğüne, özelliklerine ve bölgedeki hidrolojik şartlara bağlıdır. Bir akarsuyun özelliklerini belirleyen plan durumu, en kesit durumu gibi önemli büyüklükleri normal akımların ve taşkınların büyüklüğüne ve zaman içerisindeki dağılımlarına etki eder. Akarsu eğimi dere akış hızını direkt olarak etkiler ve eğim arttıkça akış hızı da artmaktadır. Ayrıca eğim konsantrasyon ve pik akımlarını da etkilemektedir. Havza alanı dere hiyerarşisi yönünden de değerlendirilmektedir. Bir havzada drenaj yoğunluğunun yüksek oluşu iyi gelişmiş bir drenaj sistemini ve yüzeysel akışın çabukça oluştuğunu göstermektedir. Bir akarsu şebekesi ana kayanın bileşimi ve tabakalaşma durumu, zayıf direnç alanları ve yer kabuğu hareketleri gibi çeşitli etkenlere bağlı olarak değişikliklere uğramak suretiyle gelişir ve belirli nitelikler gösteren vadi şebekeleri veya drenaj tipleri ortaya çıkarır. Havzayı oluşturan kayaçlar; üzerinde oluşturdukları topraklar bakımından önem taşımaktadır. Kayaçlar kökenleri ve oluşumlarına göre üç gruba ayrılır. Bunlar, püskürük (magmatik), tortul (sedimenter), başkalaşım (metamorfik) kayaçlardır.

Sediment karakteristikleri, dere yatağında ve şevlerinde bulunan sedimentin bazı niteliklerini bilmek akarsuların karşılaştırılması ve akarsu boyunca görülen değişimlerini ortaya koymak bakımından önemlidir. Bir havzada bitki toplumlarının yani orman, mera veya tarım bitkilerinin varlığı, var ise bunların her birinin alansal oranları, her bitki toplumunun sahip olduğu tür, yaş, kapalılık durumu, hangi mevsim veya mevsimlerde toprak yüzeyini daha iyi korudukları havza hidrolojisi ve erozyon olgusu bakımından önemlidir. Her bir arazi kullanım türü havza hidrolojisinde çok farklı etkide bulunmaktadır. Bunların bazıları havza süreçleri üzerinde olumlu etki sağlarken bazı kullanımlar ise olumsuzluklar yaratır. Nitekim ormanla kaplı havzalarda yıllık sediment verimi çok düşük iken farklı kullanım alanlarının bir arada görüldüğü havzalarda bu değer çok yüksek bulunabilmektedir (Özhan 2004).

Şekil ifade eden terimler

Havza şekli, suların havzayı terk etme süresini, drenaj sistemini ve hidrolojik özelliklerini doğrudan etkilemektedir. İnce ve uzun havzalarda suların boşalma süresi daha uzun, sel ve taşkın olma tehlikesi daha azdır.

Havza alanı (Büyükülüğü): Bir akarsuyun su potansiyeli ve taşkın debileri havza alanı ile ifade edilen havza büyüklüğüne bağlıdır. Diğer koşullar aynı kaldığı durumda, havza alanı büyüdükçe belirli bir yağıştan sonra ortaya çıkan toplam yüzey akışın kaybolması için daha uzun bir zamana gereksinim duyulacaktır. Havza büyüklüğü, su üretme potansiyeli bakımından ve yönetim amaçlı ele alınmaktadır. Havza alanı büyüdükçe havzanın su üretme potansiyeli artmakta, yönetim planları ise karmaşıklaşabilmektedir. Madendere havzasının alanı 5,5 km² (546,52 ha) olarak ölçülmüştür. Havza büyüklük sınıflama sistemine (Çizelge 3.1) göre “Orta Büyüklükte Havza (1-10 km²)” sınıfına girmektedir (Özhan 2004). Uluslararası ölçekte değerlendirildiğinde ise, “Subwatershed (259-2590 ha)” sınıfına girmektedir (Shueler, 1995).

Ulusal Ölçek		Uluslararası Ölçek	
Havza Sınıfı	Alan(km ²)	Havza Sınıfı	Alan(ha)
Küçük Havza	< 1	Catchment	13 - 259
Orta Büyüklükte Havza	1 - 10	Subwatershed	259 - 2590
Büyük Havza	10 - 100	Watershed	2590 - 25900
Çok Büyük Havza	> 100	Subbasin	25900 - 259 000
		Basin	< 259 000

Çizelge 3.1 Ulusal ve Uluslararası havza büyüklük sınıflandırması

Form faktörü: Bir havzaya düşen yağışın derelere ulaşma hızını ve zamanını etkileyen bir havza karakteristiğidir. Havzanın ortalama genişliğinin havzanın uzunluğuna bölünmesi suretiyle elde edilir (Özhan 2004). Havza şekli ile benzer bir özellik olarak kullanılmaktadır. Havzamızın dar-uzun veya geniş-yuvarlak olması konusunda yorumlama ve değerlendirme olanağı sunmaktadır. Havzalarda suların toplanma zamanını ifade eden konsantrasyon zamanı, bir havzaya aynı zamanda ve eşit şiddette bir yağış düştüğünde suların havzanın çıkış noktasına varış süresini ifade etmektedir. İnce uzun havzalarda konsantrasyon zamanı yüksek iken, kısa ve geniş havzalarda bu süre daha kısa sürebilmektedir. Bu noktada iki havzanın diğer bütün özellikleri (eğim, bakı, yükselti, akarsu karakteristikleri, arazi kullanma türü vb.) aynı kabul edilmelidir.

Form Faktörü: Havza alanının havza uzunluğunun karesine bölünmesiyle bulunur.

$$F = \frac{A}{L^2} \quad \text{A: Havza Alanı, L: Havza Uzunluğu}$$

Havza uzunluğu, havza çevresinde ki en uzak iki noktayı birleştiren doğru çizginin uzunluğunu ifade eder. Madendere havzasının;

$$A = 5,4652 \text{ km}^2 \quad L = 2,75 \text{ km}$$

$$F = \frac{A}{L^2} = \frac{5,4652}{7,5625} = 0,72 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Havzanın uzunluğu, havzadaki suların çıkış noktası ile havzanın kaynak tarafında sırtlarda bulunan en uzak nokta arasındaki yatay mesafe olarak hesap edilir. Herhangi bir havzanın form faktörü genelde 1'den küçük çıkmaktadır. Havzanın ortalama genişliği havzanın uzunluğuna eşit olduğunda form faktörü 1 olmaktadır. Havza genişliğinin uzunluğundan büyük olması halinde ise form faktörü 1'den büyük çıkmaktadır. Örneğin; küçük form faktörüne sahip havzalarda şiddetli bir yağışın havzadaki uzun eksenin (L) tamamını kapsama ihtimali, alanı aynı fakat büyük form faktörüne sahip olan bir havzaya nispetle daha azdır (Aydın 2009). Havza büyüklüğü ve buna bağlı olarak uzunluğu ve genişliği form faktörünü etkilemektedir. Havza form faktörü (HFF) ise havzada suların çıkış noktasına ulaşma süresini yorumlama olanağı vermektedir. Uzunluğu-genişliğine eşit havzalarda bu değer 1 olarak ölçülmektedir. Bu değer altında (HFF<1) ise ince-uzun bir havza şekli ortaya çıkmakta, bu durumda suların havza çıkışına ulaşma süresi yükselmektedir. Bu değerlendirmede havzanın her bölgesine eşit şiddette ve sabit bir yağış olduğu şartlarda kabul edilmektedir.

Şekil Faktörü: Havza uzunluğunun karesinin havza alanına oranı ile hesaplanır.

$$S = \frac{L^2}{A}$$

Madendere havzasının;

$$A = 5,4652 \text{ km}^2 \quad L = 2,75 \text{ km}$$

$$S = \frac{L^2}{A} = \frac{7,5625}{5,4652} = 1,38$$

Bu faktör birden büyük bir değere sahiptir ve havzanın şeklinin kısa ve geniş olduğu ortaya çıkmaktadır. Form faktörüne benzeyen bu özellik havza alanı ile uzunluğu arasındaki ilişkiye dayanmakta olup alan büyüdükçe şekil faktörü küçülmekte, uzunluk arttıkça yükselmektedir.

Dairesellik Oranı: Havza alanının havza çevresine eşit çevreye sahip olan bir dairenin alanına oranı ile hesaplanır.

$$R_c = \frac{4\pi A}{p^2} \quad p: \text{Havzanın Çevresi}$$

$$\text{Madendere havzasının; } A: 5,4652 \text{ km}^2 \quad p: 8,997 \text{ km}$$

$$R_C = \frac{4\pi A}{p^2} = \frac{4 \times 3,14 \times 5,4652}{(8,997)^2} = \frac{68,64}{80,946} = 0,85$$

Hızal (1984)'a göre jeolojik yapı bakımından homojenlik gösteren küçük havzalarda bu oran, 0.6–0.7 arasında değişmekte ve havza şekilleri arasında büyük bir benzerlik görülmektedir. Buna karşılık, nispeten heterojen bir jeolojik yapıya sahip havzalarda bu oran daha uzun bir havza şeklini temsil ederek 0.4–0.5 arasında değişebilmektedir (Aydın 2009). Dairesellik oranı havzanın şeklinin kendi çevresine eşit bir daireye benzerlik oranı olarak da düşünülmektedir. Havza daireye ne kadar benzerse, havzanın genişlik ve uzunluk değerleri yakınlaşmaktadır.

Uzama Oranı: Havza alanına sahip bir daire çapının havza uzunluğuna oranı ile bulunur.

$$E = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L}$$

$$\text{Madendere havzasının; } A = 5,4652 \text{ km}^2 \quad L = 2,75 \text{ km}$$

$$E = \frac{2\sqrt{A/\pi}}{L} = \frac{2\sqrt{5,4652/3,14}}{2,75} = \frac{2,638}{2,75} = 0,96 \text{ olarak hesaplanmıştır.}$$

Bu değer bire eşit yada birden küçük olur. Dağlık havzalarda küçük değerler alır.Hızal (1984)'a göre çalışma havzası geniş bir havzadır. Uzama oranı bire eşit veya birden küçük olup dağlık havzalarda küçük değerler alırlar (zhan 2004).

Buraya kadar açıklanan havza form faktörü, Şekil faktörü veya dairsellik oranı genel olarak havzanın uzunluğu ile genişliği arasındaki orana dayandırılmaktadır. Havzanın jeolojik süreç içerisinde oluşumu etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Jeolojik yapı, toprak özellikleri, iklim, vejetasyon, topoğrafik yapı vb. havzaların Őekillenmesinde ve akarsu drenaj ağının oluşmasında etkili olmaktadır. Ayrıca insanların ekosisteme yaptığı etkiler (arazi kullanma, yerleşim, rekreasyon, kirlilik, tarım, sanayi vb.) sonucu eko-hidrolojik yapıda değişimler sonucu, havza sisteminde etkileşim ve doğal afetler ortaya çıkabilmektedir. Havzaların planlama ve yönetim aşamasında varolan yapının detaylı bir Şekilde etüd edilmesi gerekmektedir. Havzaların Őekilsel olarak incelenmesi yağış/akış, debi, erozyon, sel ve taşkın gibi birçok olayın yorumlanmasında önem taşımaktadır. İnce-uzun havzalar ile geniş-kısa havzaların sularını boşaltma süreleri farklılık gösterebilmektedir.İnce uzun havzalarda en uzak noktaya düşen bir damla suyun çıkış noktasına ulaşma zamanı daha yüksek olacağı için, yağışların birleşmesi ve yüksek akım meydana getirmesi olasılığının daha düşük olduğu düşünülmektedir. Farklı iki veya daha fazla sayıda havzanın tüm havza karakteristikleri benzer olduğu durumlarda Şekil ifade eden terimler izleme ve değerlendirme çalışmalarında yol gösterici olabilmektedir.

Maksimum Havza Reliyefi ve Ortalama Yükseklik: Havzanın en yüksek ve en alçak noktaları arasındaki yükseklik farkıdır.

Madendere havzasının içerisindeki;

En Yüksek Nokta: 440 m

En Alçak Nokta: 130 m'dir.

Hort : $H_{max} - H_{min}$ H: 440-130 = 310 m'dir.

Reliyef Oranı: Havzanın maksimum reliyefi en alçak ve en yüksek noktalar arasındaki farkı ifade etmektedir. Reliyef oranı ise bu değerin havza uzunluğuna bölünmesi ile belirlenmektedir. Havzanın relief oranı yükseldikçe akışın yıl içindeki dağılımı dzensizleşecektir. Bu oran hesaplamalarında ana dere boyunca ortaya çıkan eğim değişimleri hesaba katılmamaktadır.

$$R_h = \frac{H}{L}$$

Madendere havzasının;

En Yüksek ve En Alçak Yükseklik Farkı: 310 m

Ana Derenin Yatay Uzunluğu: 3692 m

$$R_h = \frac{H}{L} = \frac{310}{3692} = 0,08$$

Oransal Reliyef: Havzanın maksimum reliyefinin havza çevresine oranıdır.

$$R_{ho} = \frac{H}{p}$$

Madendere havzasının;

H: 310 m, p : 8997 m

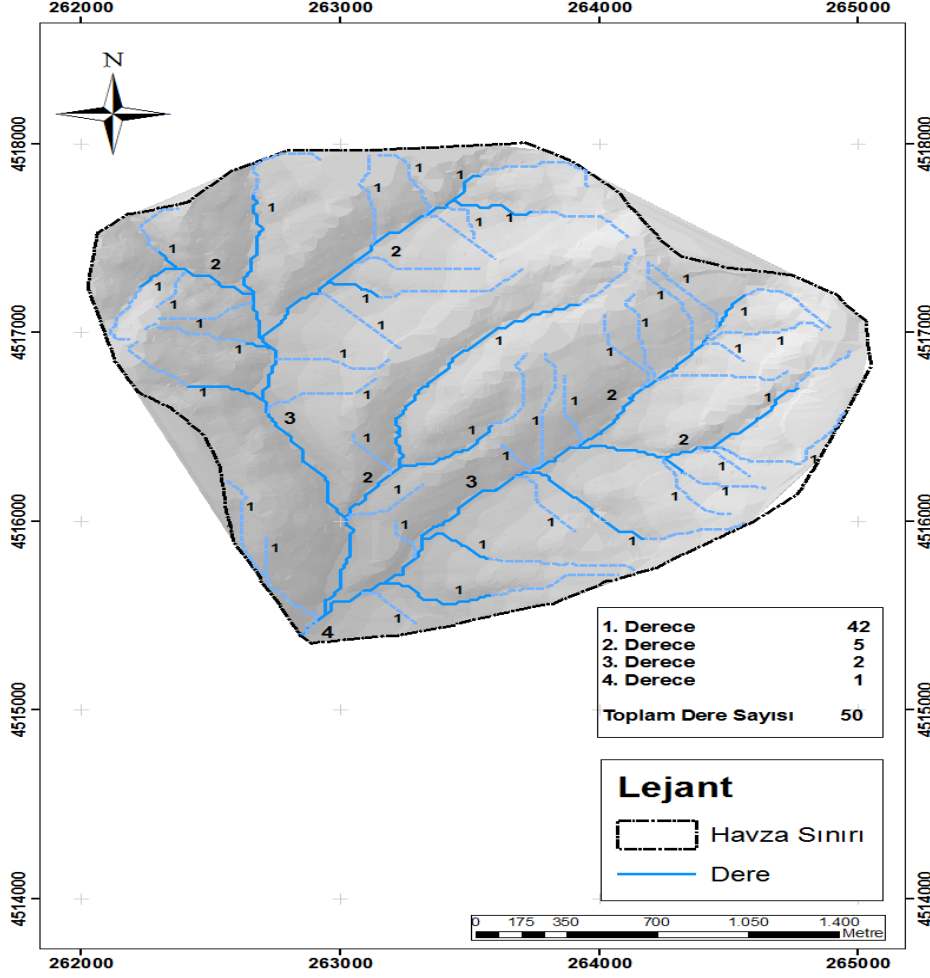
$$R_{ho} = \frac{H}{p} = \frac{310}{8997} = 0,03$$

Eğim ve Bakı: Madendere havzasının; Maksimum Eğim: %47,7 Minimum Eğim: %0

Ortalama Eğim: %13,86, Ortalama Bakışı: 205° ile güneybatı

Akarsu ve Drenaj Ağı Karakteristiği

Dere Sayısı ve Sırası: Havza içerisindeki akarsu kolları, büyüklüklerine bakarak, bir hiyerarşik düzene göre sıralanmaktadır. Bu sıralama ile 1'den başlayan dere sırası (Ns) dizileri oluşturulmaktadır. Fakat bu dere sırası çeşitli araştırmacılar tarafından farklı şekillerde ifade edilmektedir. Madendere Havzası dere sıralamaları yapılırken Strahler tarafından belirlenen yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde göre yan kolu olmayan en küçük dereleri birinci sıra (1 nolu), 1 nolu derelerin birleşmesi ile oluşan iki derenin birleşmesinden sonra ikinci sıra (2 nolu), 2 nolu ikinci sıra derelerin birleşmesinden sonra üçüncü sıra (3 nolu), üçüncü sıra (3 nolu) derelerin birleşmesinden sonra dördüncü sıra (4 nolu) şeklinde ifade etmiştir. Bu sıra daha ilerilere de gidebilmektedir (**Şekil 3.2**). Akarsuyun ana kolu en yüksek sıra numarasını almaktadır. Ana dere havzanın sularını boşaltan ve tek çıkışı olan deredir. Ana dere en büyük ve tek numara almaktadır.



Şekil 3.2 Havzanın drenaj ağı ile dere sayısı

Dere sayısı; havzanın jeolojik ve jeomorfolojik yapısı, toprak özellikleri, eğim durumu, çatallanma oranı ve drenaj durumuna göre özellik kazanmaktadır. Dere sayısı arttıkça havzanın yüzeysel akış sularını boşaltma kapasitesi de artmaktadır. Tüm havza karakteristikleri benzer olan ve aynı miktarda yağış alan iki havzada dere sayısı yüksek havzaların yüzeysel akış sularını daha kolay akıtılabildikleri kabul edilmektedir.

Madendere havzasının,

Toplam dere uzunluğu: 33,831 km

Toplam devamlı dere uzunluğu: 13,463 km

Toplam kuru dere uzunluğu: 20,368 km

Toplam dere sayısı: 50. Kuru dere: 28, Devamlı dere: 22

Drenaj Yoğunluğu: Bir su toplama havzası için drenaj ağı, ana suyunun su aldığı bütün yan kolların meydana getirdiği akarsu şebekesidir. Akarsu şebekesi su aldığı

yan kollara göre derecelendirilmektedir. Drenaj yoğunluğu 1 km²'ye düşen ortalama akarsu uzunluğu olarak tanımlanmaktadır. Havza içinde su taşıyan tüm doğal kollarin toplam uzunluğunun havza alanına bölünmesi ile elde edilmektedir (Özhan 2004).

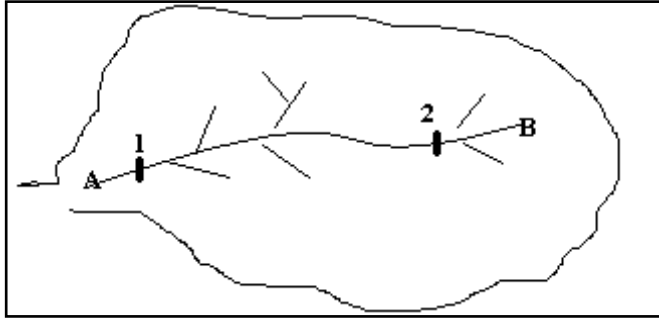
Drenaj yoğunluğu 1 km²'ye düşen ortalama akarsu uzunluğudur.

$$D_d = \frac{L}{A} \quad L: \text{Devamlı Ve Periyodik Derelerin Toplam Uzunluğu (km)}$$

Madenedere havzasının devamlı ve periyodik derelerinin toplam uzunluğu; 33,831 km'dir.

$$D_d = \frac{L}{A} = \frac{33,831}{5,4652} = 6,2$$

Akarsu Eğimi: Ana dere eğiminin belirlenmesinde Benson'un geliştirdiği yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemde akım gözlem istasyonundan itibaren kaynak yönündeki toplam ana dere uzunluğu saptanır. Ana dere uzunluğunun %10'u ile %85'i harita üzerinde işaretlenerek elde edilen iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi ana dere eğimi olarak alınır.



Şekil 3.3 Madenedere havzasında ana derenin eğimi

$$\begin{aligned} \Delta H/\Delta L &= 180/2769 = 0,065 \\ &= \% 6,5 \end{aligned}$$

Dere Frekansı: Dere frekansı, 1 yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısının havza alanına bölünmesiyle hesaplanır.

$$D_s = \frac{N_s}{A} \quad N_s: \text{Bir Yıl Boyunca Kurumayan Toplam Dere Sayısı}$$

Madenedere havzasının; devamlı akar dere sayısı 28'dir.

$$D_s = \frac{N_s}{A} = \frac{28}{5,4652} = 5,12$$

Çatallaşma Oranı: Çatallaşma oranı, 1 yıl boyunca kurumayan toplam dere sayısının, bir fazlasına bölünmesi ile bulunur. Bu değer derelerin kendisinden sonra koç kola

ayrıldığı ifade etmek amacıyla kullanılmaktadır. Böylece çalışılan havzada dereler ortalama dört alt kola ayrılarak gelişmişlerdir.

$$R_B = \frac{N_s}{N_{s+1}}$$

$$R_B = \frac{N_s}{N_s + 1} = \left[\frac{42}{5} + \frac{5}{2} + \frac{2}{1} \right] / 3 = 4,3$$

3.1.1.2. İklim

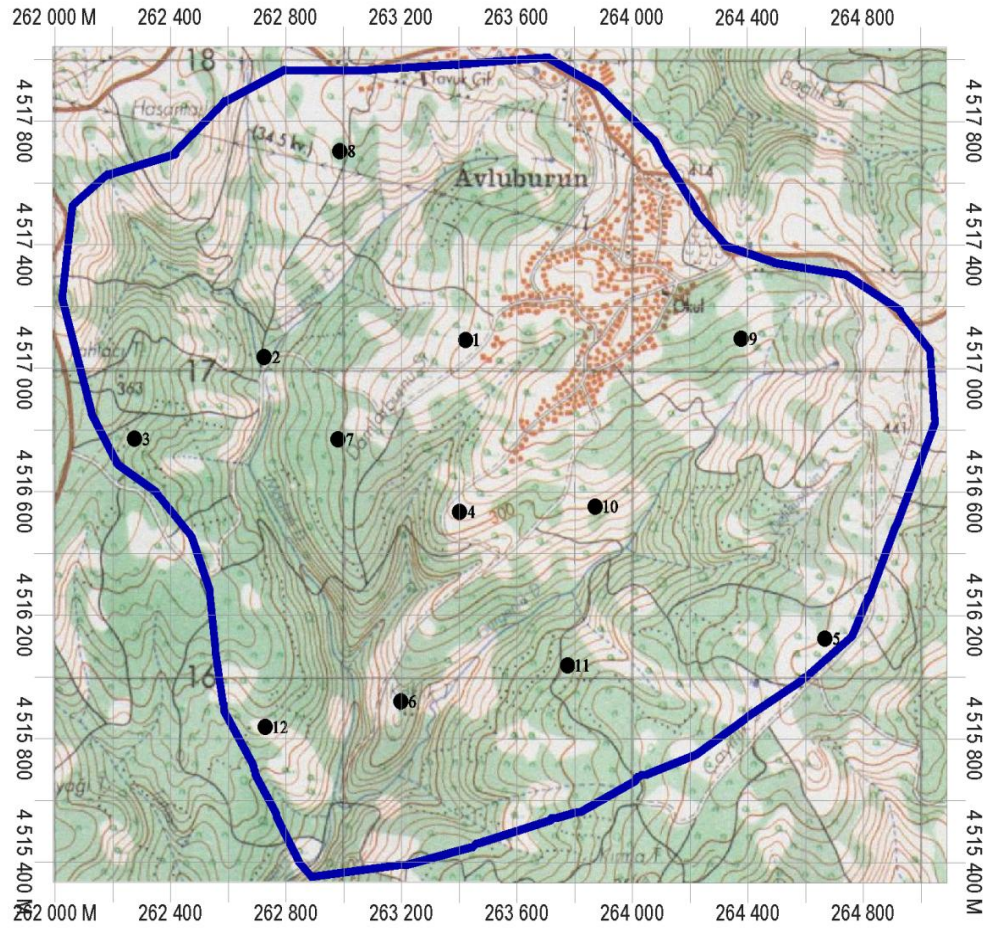
Araştırma alanı yıllık ortalama yağış miktarı 730.4 mm yıllık ortalama sıcaklık değeri ise 11 °C'dir (**Çizelge 3.2**). Toprak Taksonomisine (Soil Taxonomy, 1999) göre çalışma alanı ustic nem rejimi ve mesic sıcaklık rejimine sahiptir.

Çizelge 3.2 Çalışma alanı meteorolojik verileri

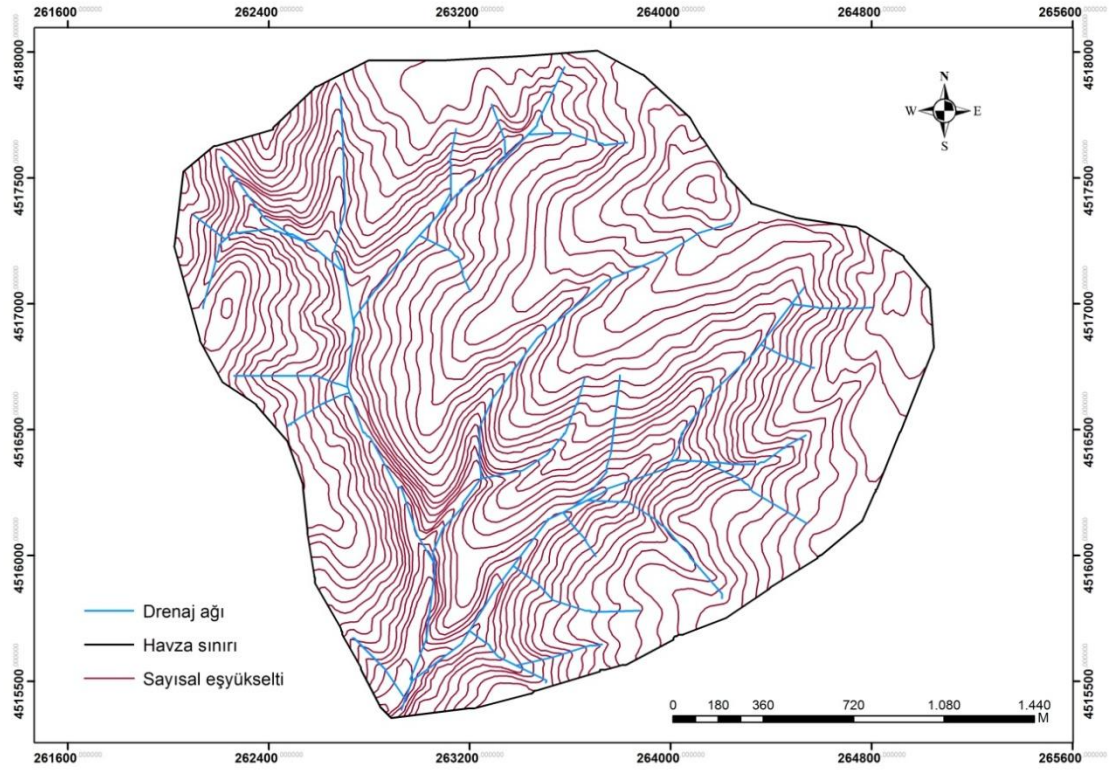
	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A	Yıllık
T °C	0,0	2,0	5,8	11,0	15,5	19,5	22,0	21,5	18,0	12,2	6,5	1,9	11,3
P (mm)	92,8	82	78,9	76,3	57,7	40,3	14,6	15,1	26,6	54,7	85,4	106	730,4

3.1.2. Çalışmada kullanılan altlık materyaller ve programlar

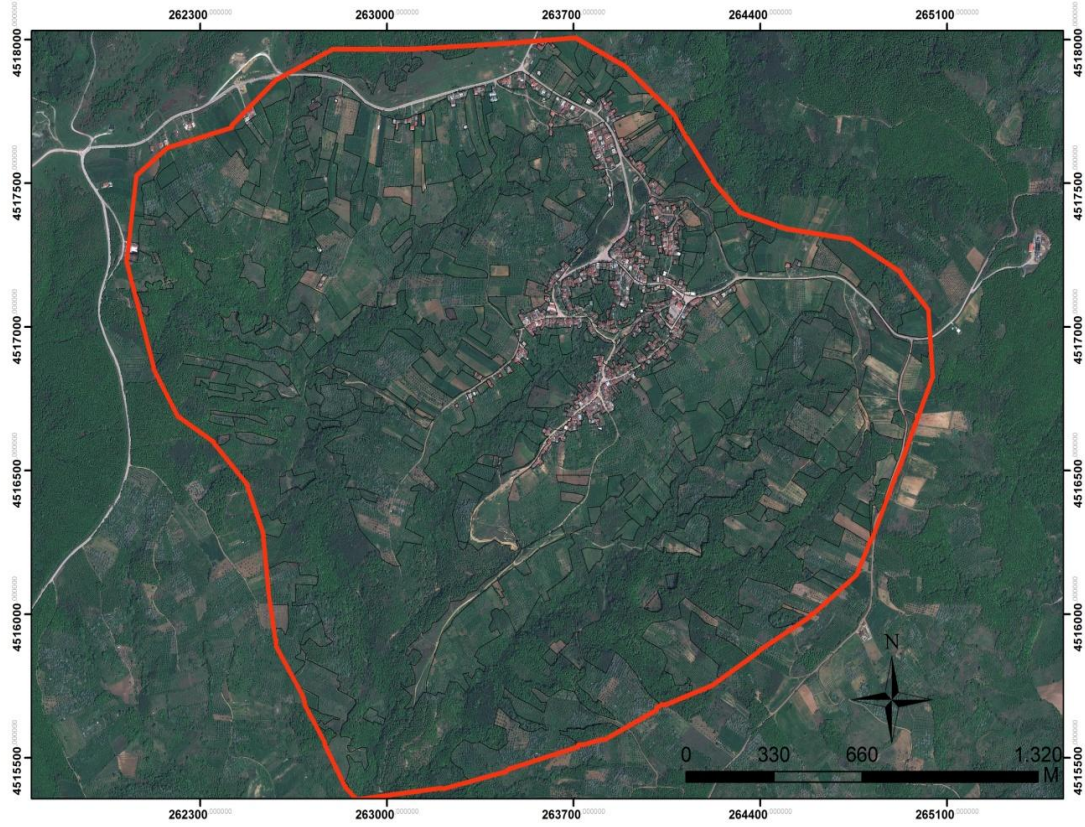
Bu çalışmada, araştırma alanına ait G24a3 paftası içerisine giren 1:25.000 ölçekli topografik harita temel altlık kartoğrafik materyal olarak kullanılmış ve sayısallaştırılmıştır (**Şekil 3.4 ve 3.5**). Ayrıca çalışma alanının arazi kullanım ve arazi örtü dağılımını belirlemek amacıyla 2013 yılına ait 0,5x0,5 m piksel çözünürlükte Geo-eye-2013 uydu görüntüsü kullanılmıştır (**Şekil 3.6**). Topografik haritaların sayısallaştırılması, toprak veri tabanı ve erozyon risk haritalarının oluşturulmasının yanı sıra erozyona duyarlılık haritalarının yapılmasında TNT Mips 6.4v ve ArcGIS 9.3v coğrafi bilgi sistemi programları kullanılmıştır. Yüzey toprak örneklerinin erozyon duyarlılık değerlerine ait noktasal verilerin alansal haritalarının oluşturulmasında da GS⁺ jeoistatistik programı kullanılmıştır.



Şekil 3.4 Çalışma alanı 1:25.000 ölçekli G24a3 topoğrafik harita



Şekil 3.5 Çalışma alanına ait sayısal eşyüksekti haritası

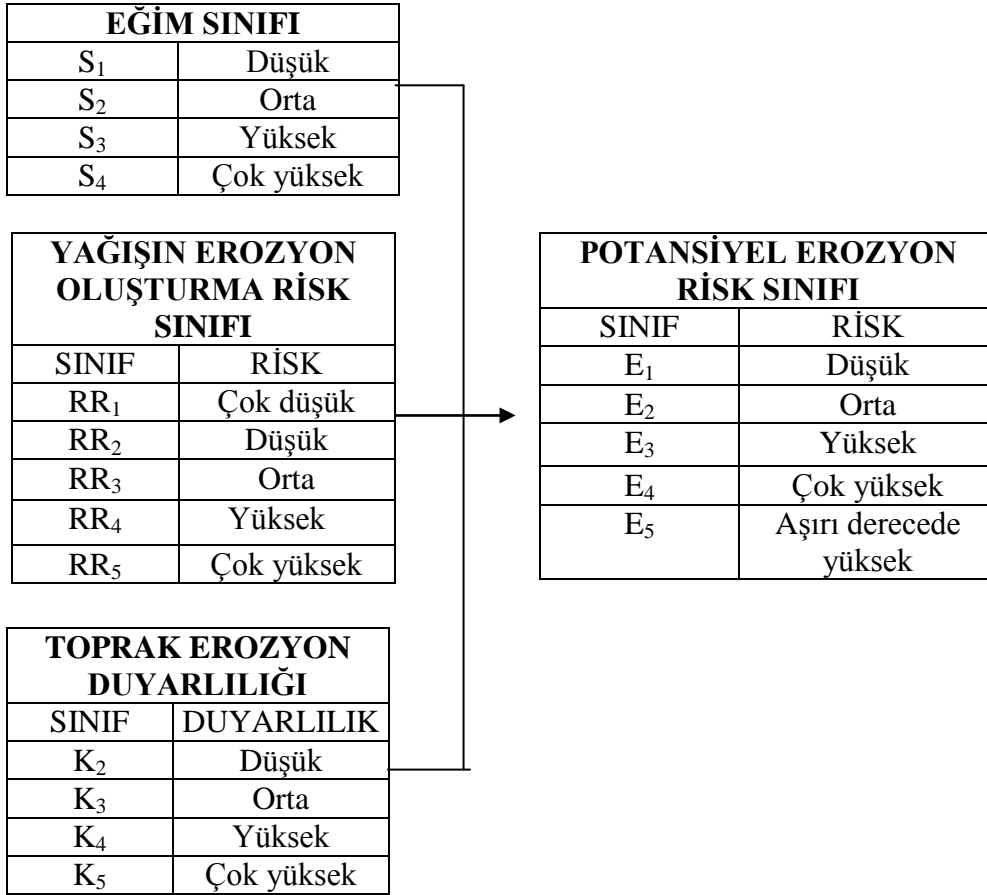


Şekil 3.6 Çalışma alanına ait Geo-eye uydu görüntüsü

3.2. Yöntem

3.2.1. LEAM modeli

Modele göre erozyon duyarlılık değerlendirmesi üç temel arazi karakteristiğine bağlı olarak yapılmıştır. Bu arazi karakteristikleri: Eğim tehlikesi (S), Yağış Erozyon Oluşturma Riski (RR) ve Toprak Erozyon Duyarlılığı (K)'dir. Bu temel karakteristiklerden eğim tehlikesi, topoğrafik harita yardımıyla, yağış erozyon oluşturma riski Fournier İndeksi ile, toprak erozyon duyarlılığı ise erodibilite formülü (Wischmeier and Smith, 1978).kullanılarak tespit edilmiştir (**Şekil 3.7**)

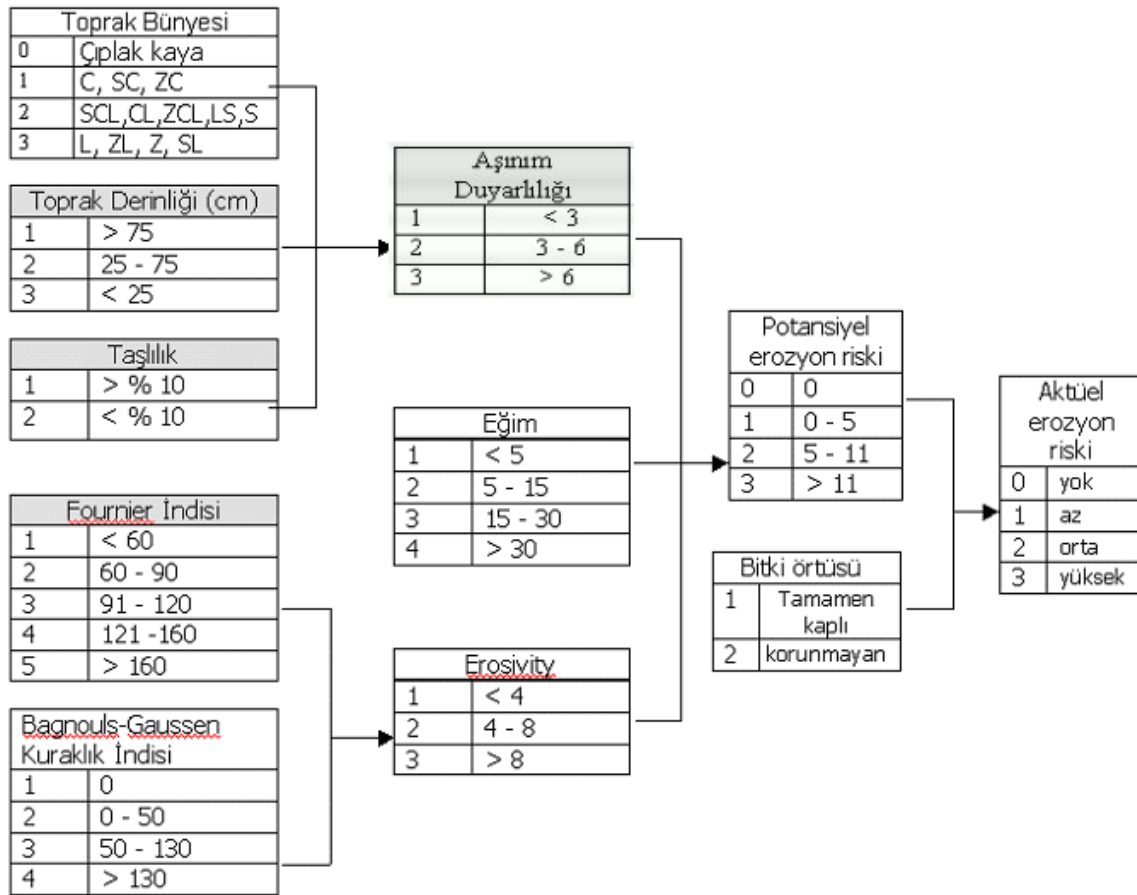


Şekil 3.7 Erozyon haritalamada LEAM metodu akış diyagramı

3.2.2. CORINE modeli

1973 yılında Avrupa Topluluğu Çevre Programı'nın oluşturulması sonucunda, çevre sorunları ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Topluluk içerisinde yer alan ülkelerin topraklarındaki çevresel değişimleri belirlemek, doğal kaynakları uygun biçimde yönetmek vb. amaçlar için 27 Haziran 1985 tarihinde Avrupa Topluluğu meclisinde CORINE Programı kabul edilmiştir.

CORINE yöntemi yardımıyla erozyon risk değerlendirmesi çalışmalarında, toprağın aşınabilirliği (erodibilite), toprak için aşındırıcı güç (erosivite), arazinin topografyası (eğim) ve arazi örtüsü gibi dört ana parametre kullanılmaktadır. CORINE metodolojisi akış şeması halinde Şekil 3.8' de verilmiştir.



Şekil 3.8 CORINE metodolojisi akış diyagramı

Toprak aşınabilirliği, toprağın yağış ve rüzgar gibi aşındırıcı güçlere karşı gösterdiği hassasiyettir. Modelde toprak bünyesi, taşlılık ve derinlik parametreleri birlikte incelenmekte olup bu parametrelere yönelik veriler gerek arazi çalışmaları

gerekse de daha önce yapılmış detaylı toprak etüd ve haritalama çalışmalarından yararlanılmıştır. Toprak bünye sınıflaması, USDA bünye sınıflamasına göre yapılmakta ve CORINE yöntemine göre yeniden kod değerleri verilmektedir. Erozyonun bir göstergesi olan toprak taşlılığı sınıflaması için toprak haritalarından faydalanılmıştır. Erozyon bakımından önemli olan su tutma kapasitesini ve su geçirimsizliğini belirleyen toprak derinliği, toprak yüzeyinden ana kayaya kadar olan düşey mesafe olarak tanımlanmakta ve sınıflandırılmaktadır. Toprak bünyesi, derinliği ve taşlılığı faktörlerin birleştirilmesi sonucunda toprak aşınabilirlik indeksi bulunmaktadır.

Aşındırıcı güç (erozivite), toprağa aşındırıcı güç olarak etki eden yağış verileri ve Fournier yağış indeksi (FI) kullanılmıştır. Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi de değerlendirmeye alınmıştır. CORINE yönteminde yağışın erozyona olan etkisi aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

$$\text{Fournier Yağış İndeksi} = \sum_{i=1}^{12} \frac{P_i^2}{P}$$

Formülde;

Pi: (i) ayındaki toplam yağış miktarı (mm.)

P: yıllık ortalama toplam yağış (mm.)'tır.

CORINE yönteminde kuraklığı belirlemek için sıcaklık ve yağış bilgilerinin birlikte değerlendirildiği Bagnouls-Gaussen kuraklık indeksi, aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmaktadır.

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

Formülde;

t_i: (i) ayı için ortalama sıcaklık değeri

P_i: (i) ayı için toplam yağış miktarı (mm) ve

k_i: (2t_i-P_i>0) olduğu ayların oranıdır.

Erozyon ile eğim derecesi ve eğim uzunluğu arasında önemli bir ilişki olduğu bilinmektedir. CORINE yönteminde topoğrafik faktör olarak eğim yüzde (%) olarak belirlenmiştir.

Farklı arazi kullanım şekilleri, farklı derecelerde erozyona neden olmaktadır. Arazi kullanım şekillerinden olan tarım alanı, çıplak alan, orman ve mera alanları v.s.üzerinde olabilecek değişiklikleri belirlemek için CORINE Land Cover yöntemi kullanılmıştır.

CORINE yöntemi için gerekli olan bu parametreler elde edildikten sonra yönteme ait sınıflandırma, kodlama ve hesaplamalar sonrasında hattın geçtiği potansiyel ve gerçek erozyona duyarlı riskli alanlar belirlenmiştir.

Potansiyel erozyon tehlikesi ile birlikte, bitki örtüsü ve arazi kullanım durumunun da incelenmesi ve bunların birlikte değerlendirilmesi neticesinde gerçek erozyon tehlikesi belirlenmektedir. CORINE yönteminde potansiyel erozyon riski; aşağıdaki formül yardımıyla elde edilmiştir.

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

CORINE aktüel (gerçek) erozyon risk değerlendirmesi, Çizelge 3.3’de sunulan Potansiyel Erozyon Risk İndeksi ile Arazi Örtüsünün matriks tablosu kullanılarak belirlenmiştir.

Çizelge 3.3 Potansiyel Erozyon Risk İndeksi ile Arazi Örtüsünün matriks tablosu

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

3.2.3. Toprakların aşınma duyarlılıklarda kullanılan bazı erozyon indeksleri

Agregat stabilitesi: Yoder tipi eleme setinde ıslak eleme yöntemine göre belirlenmiştir. (Kemper ve Rosenau,1986)

Dispersiyon oranı: Süspansiyonda dispers edilmeden ölçülen silt+kil % değerinin, mekanik analizde ölçülen silt+kil % değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Lal,1988).

Erodibilite (K) faktörü: K faktörü, her bir noktasal toprak örneği için yapılacak laboratuvar analizine dayalı olarak aşağıdaki ampirik eşitlikten yararlanılarak belirlenir (Wischmeier and Smith, 1978).

$$K = ((2.17 \times 10^{-4}) \times (M1.14) \times (12-a) + 3.25 \times (b - 2) + 2.5 \times (c - 3)) \times d$$

Bu eşitlikten çıkan sonuçlara göre aşağıdaki Çizelge 3.4’e göre K sınıf değeri belirlenir.

Çizelge 3.4 K sınıf değerleri

Sınıf	Değer
1	0,00-0,05
2	0,05-0,10
3	0,10-0,20
4	0,20-0,40
5	0,40-0,60

Kil Oranı-1: Mekanik analizde ölçülen kum+silt % değerinin, kil % değerine oranlanmasıyla hesaplanmıştır (Özdemir, 2002).

3.2.4. Örneklerde kullanılan analiz yöntemleri

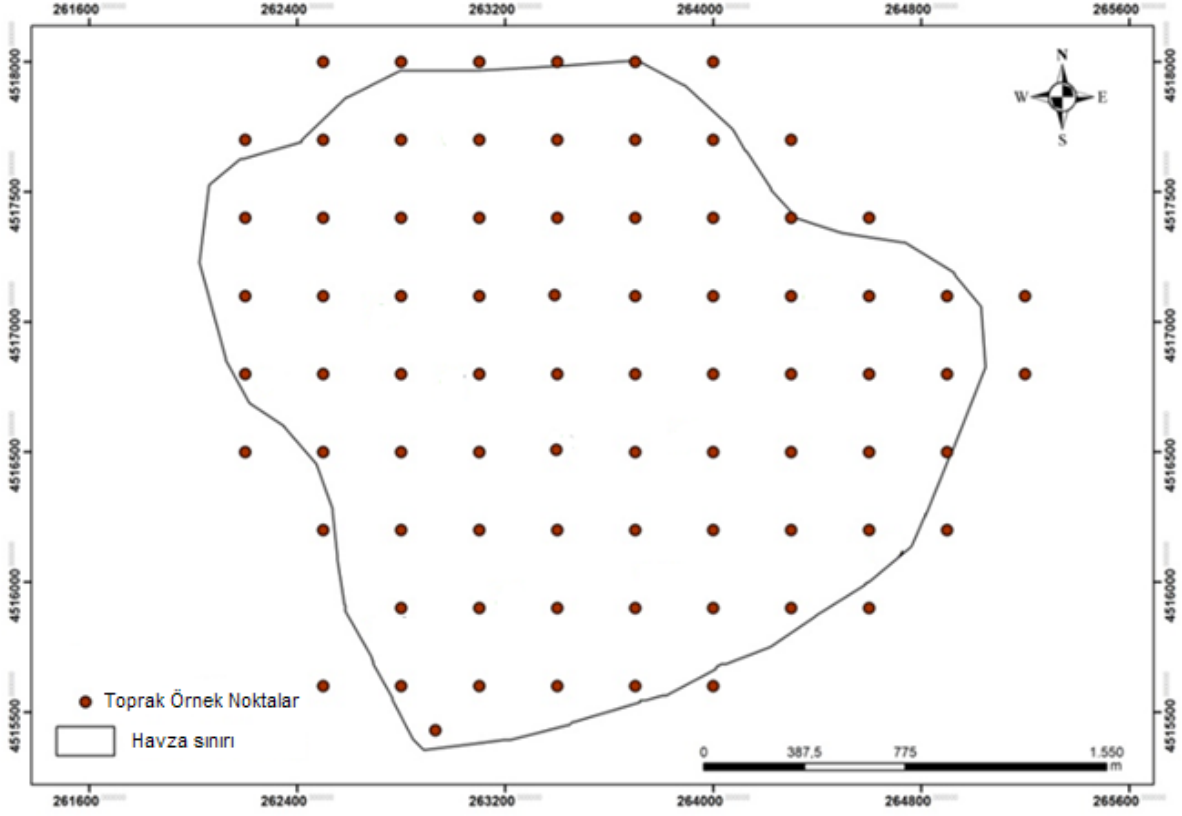
Bünye (Tekstür): Hidrometre yöntemi kullanılarak (Bouyoucous, 1951).

Organik madde: Walkley-Black yönteminin Jackson tarafından modifiye edilmiş şekli ile yapılmıştır (Jackson, 1958).

Geçirgenlik: Sabit su seviyeli hidrolik geçirgen setleri kullanarak belirlenmiştir (Klute and Dirksen, 1986).

3.2.5. Jeostatistik ve tanımlayıcı istatistik

Havza topraklarının erozyona olan duyarlılıklarında kullanılan indekslerin hesaplanması ve alan içerisinde bu indekslerin dağılımlarının belirlenmesi amacıyla jeostatistiksel metodolojiden yararlanılmıştır (Gamma Design Software, 1995). Bu amaçla alandan grit yöntemine göre her 200 m aralıklarla toplam 78 yüzey (0-20 cm) toprak örneği alınmıştır (**Şekil 3.9**).



Şekil 3.9 Çalışma alanında dağılım gösteren yüzey toprak örnekleme deseni

Duyarlılık indekslere ait haritalarının bu şekilde oluşturulmasının nedeni, özellikle farklı arazi kullanımını ve arazi örtüsü altında ve havzalardaki farklı topoğrafyada meydana gelen toprak özellikleri ve kayıplarının kısa mesafelerde değişkenliklerinin yüksek olmasıdır. Bu amaçla, önce toprak özelliklerinin tanımlayıcı istatistikleri hesaplanarak normal dağılıma uygunlukları Kolmogorov-Smirnov testi SPSS ile kontrol edilmiş ve normal dağılımdan sapan verilerde uygun dönüştürme işlemleri yapılmıştır. Toprak aşınabilirlik özelliklerinin konumsal yapılarının belirlenmesi amacıyla, her bir özellik için aşağıdaki eşitlik kullanılarak deneysel yarıvariogramlar oluşturulmuştur.

$$\gamma^*(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [Z(x_i) - Z(x_i + h)]^2$$

Burada;

h : ayırma uzaklığı (lag)

$\gamma(h)$: h uzaklığı için semivaryans

$z(x_i)$: x noktasında ölçülmüş örnek değeri

$z(x_i+h)$: $x+h$ noktasında ölçülmüş örnek değeri

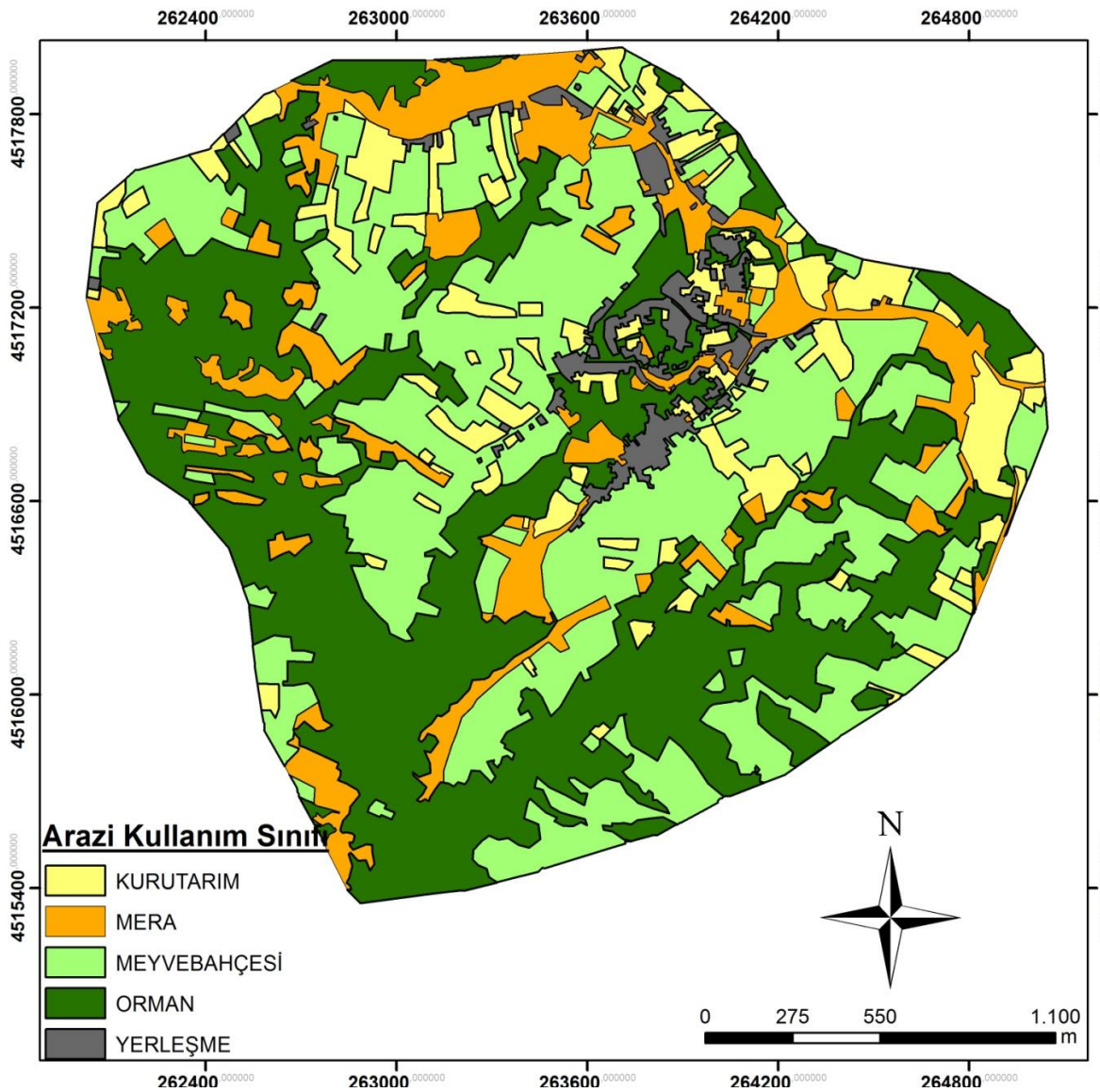
N: h ayırma uzaklığı için çiftlerin toplam sayısını tanımlamaktadır.

En uygun deneysel yarıvariogram modeline karar verilirken belirleme katsayısını (R^2) en yüksek, hata kareler toplamını (HKT) en düşük ve çapraz doğrulama regresyon katsayısını (r) en yüksek tahmin eden model, uygun yarıvariogram modeli olarak kabul edilmiştir. Daha sonra bu modeller kullanılarak toprak özelliklerinin araştırma alanındaki dağılımları blok kriging yöntemi ile belirlenmiştir. Toprak özelliklerinin tanımsal istatistikleri ve normal dağılıma uygunlukları SPSS 17.0 paket programında hesaplanırken, özelliklere ait yarıvariogram modelleri GS⁺ 7.0 paket programında, krigleme haritaları ise ArcMap 9.3 paket programından elde edilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Arazi Kullanımı ve Arazi Örtü Dağılımı

Çalışma alanının mevcut arazi kullanımı ve arazi örtü dağılımını belirlemek amacıyla 2013 yılına ait 0.5x0.5 m konumsal çözünürlüğe sahip Geo-eye uydu görüntüsü kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre başlıca arazi kullanım ve arazi örtü dağılımı toplam alanın % 38.6'sı (211.11 ha) ile orman alanları oluştururken sırasıyla meyve bahçeleri (35.5%-192.22 ha), meralık alanlar (12.8%-70.14 ha), işlemeli tarım alanları (9.5% 52.02 ha) ve yerleşim (3.6% 19.74 ha) alanları oluşturmaktadır (Şekil 4.1).



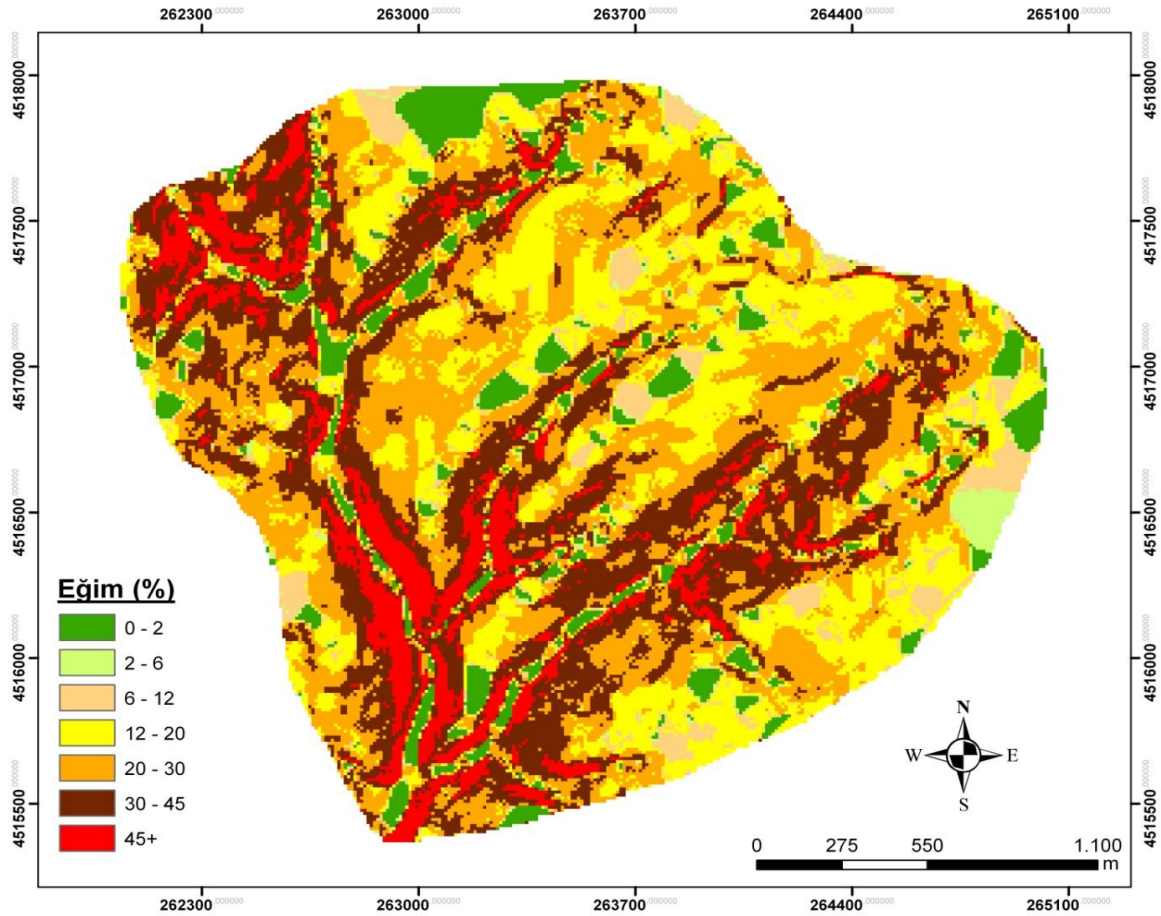
Şekil 4.1. Çalışma alanına ait arazi kullanımı ve arazi örtü haritası

4.2. Havzanın Genel Eğim Dağılımı

Çalışma alanı, Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğünce yapılan il arazi varlığı haritalarında kullanılan standart eğim sınıfları dağılımına yönelik yedi sınıf içerisinde değerlendirildiğinde (Şekil 4.2 ve Çizelge 4.1), düz düze yakın ve hafif eğimli (%2-6) araziler toplam alan içerisinde %9.41’ni kaplarken, havzanın büyük bir kısmını ise (%64.06) çok dik ve sarp araziler oluşturmaktadır.

Çizelge 4.1. Çalışma alanı eğim sınıfları dağılımı

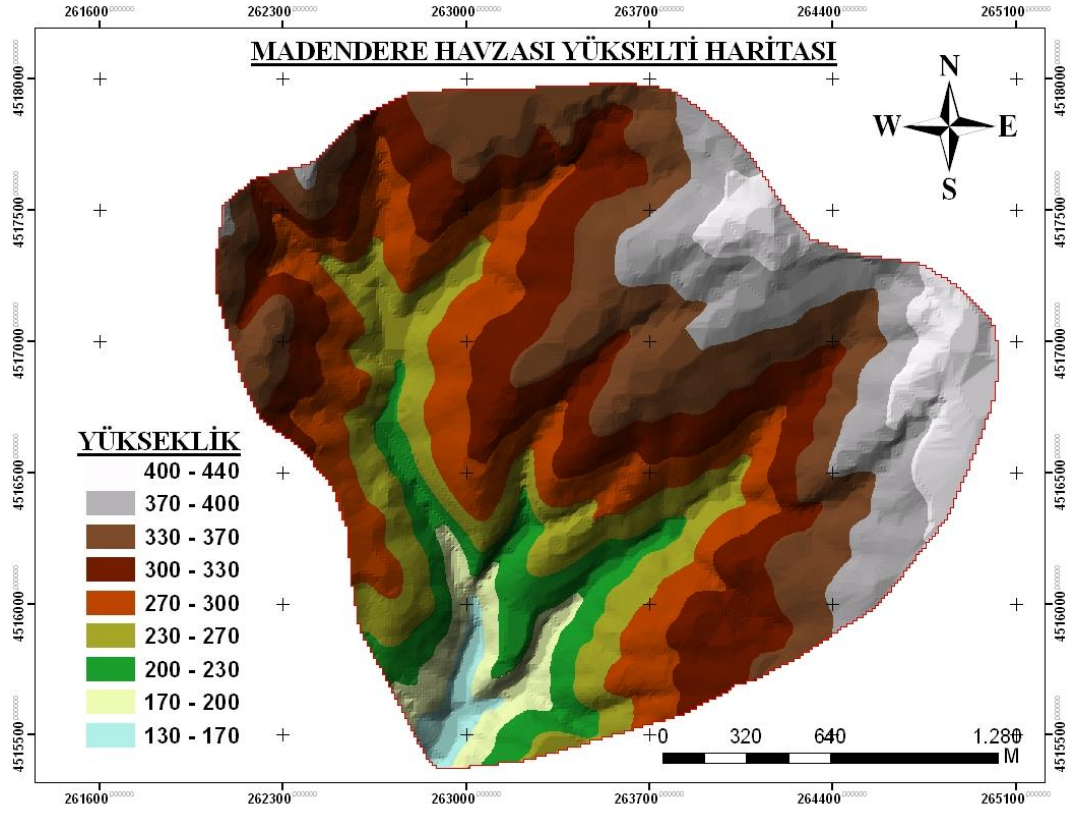
Eğim Sınıfları (%)	Alan (ha)	Oran (%)
Düz- düze yakın 0-2	407,45	7,59
Hafif 2-6	97,46	1,82
Orta 6-12	297,95	5,55
Dik 12-20	1126,54	20,98
Çok dik 20-30	1609,21	29,97
Sarp 30-45	1335,90	24,88
Çok Sarp 45+	494,50	9,21
Toplam	5369,00	100,00



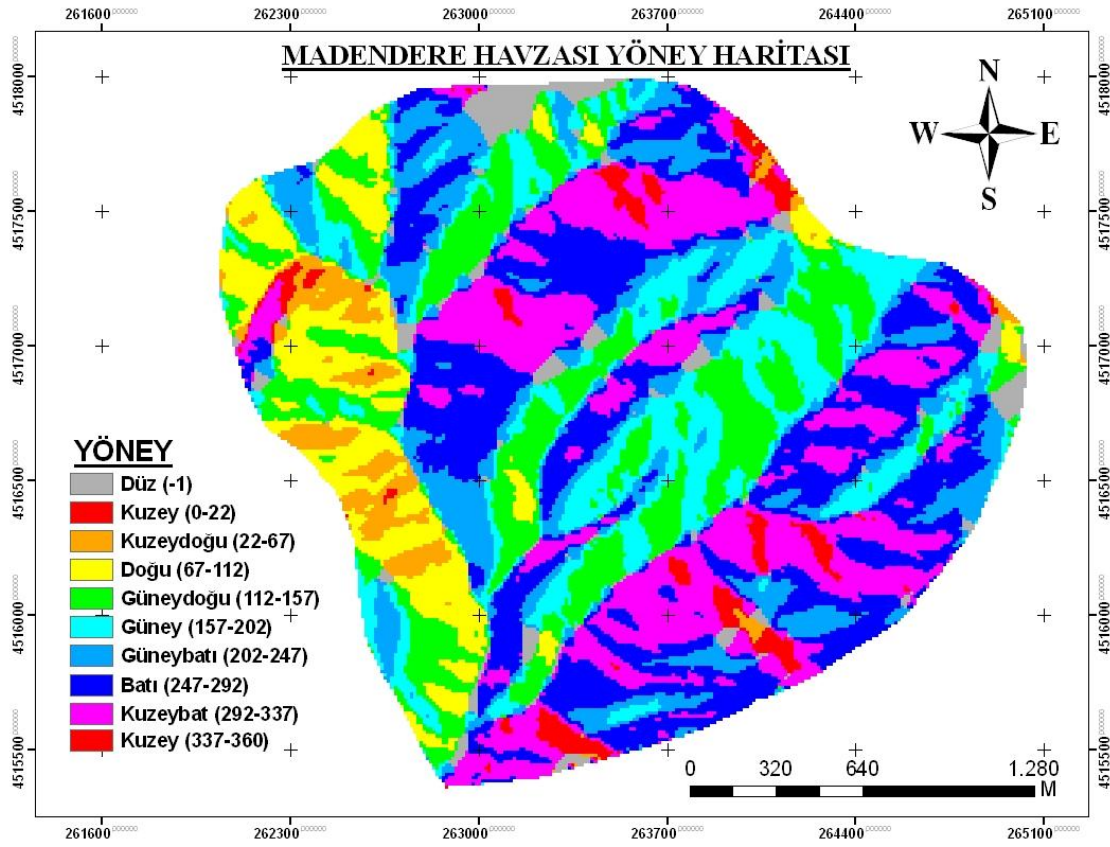
Şekil 4.2. Çalışma alanı genel eğim dağılım haritası

4.3. Havzanın Yükseklik ve Bakı Özelliği

Havzanın yükseklik ve bakı haritaları Şekil 4.3 ve Şekil 4.4’de verilmiştir. Havza deniz seviyesinden 130 m yükseklikte başlayarak 440 m ye kadar çıkmaktadır. Havzanın genel bakı dağılımı ise çoğunlukla Güney, Güney Batı ve Batı yönleri ile Kuzey Batı yönlerinde dağılım göstermektedir.



Şekil 4.3. Havzanın yükseklik haritası



Şekil 4.4. Havzanın Bakı haritası

4.4 Model Bulguları

4.4.1. Toprak erozyon risk değerlendirmesinde CORINE modeli

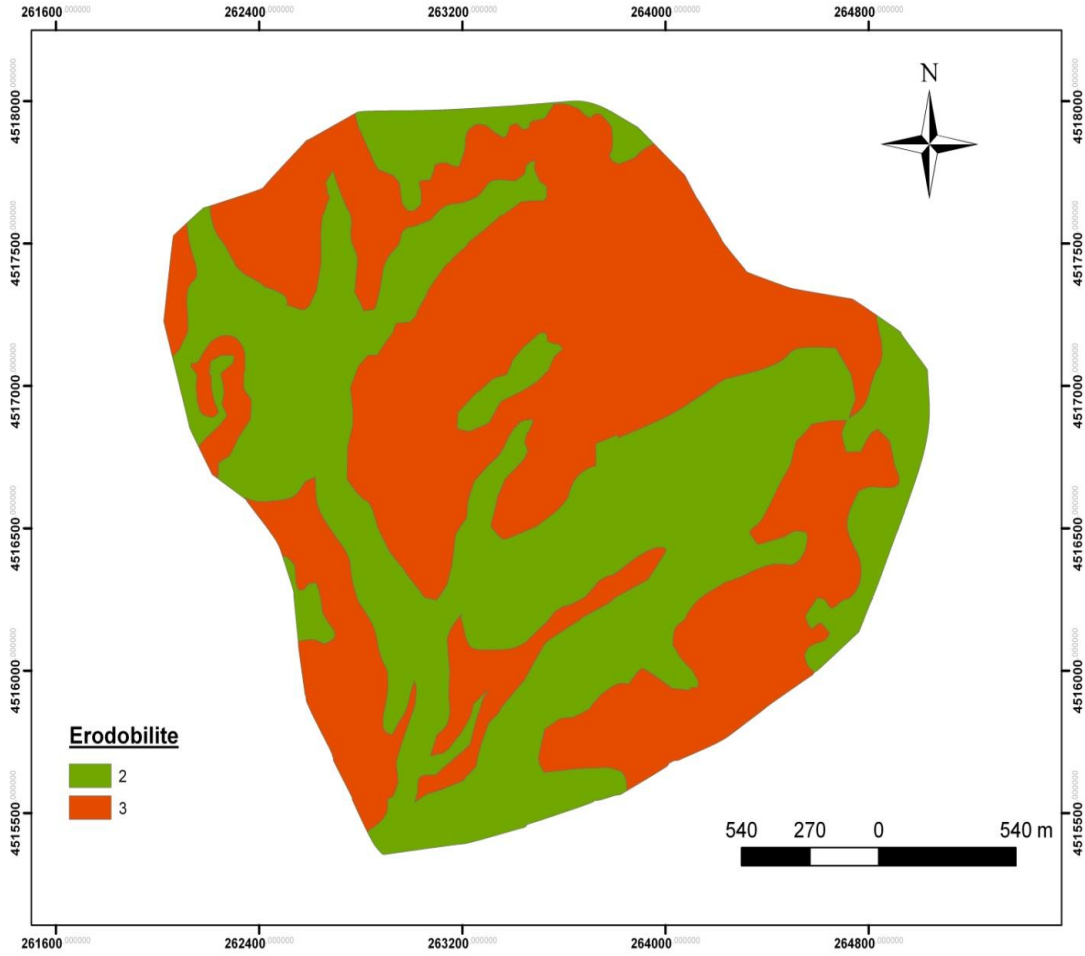
CORINE (COoRdination of INformation on the Environment) modeli toprak erozyonu çalışmalarında arazilerin erozyona karşı risk durumlarının belirlenmesinde kullanılan bir yöntemdir (CORINE, 1992). CORINE modelinin avantajı; araştırma alanının tamamı için erozyon risk tahmininin sağlanabilmesidir. CORINE metodolojisi ile toprak erozyon risk haritalarının yapılması, Avrupa Birliği ile Türkiye arasında gelecekteki bilimsel çalışmaların entegrasyonu için çok önemlidir (CORINE, 1992; Bayramin ve ark., 2003). Aktüel toprak erozyon risk modeli, potansiyel toprak erozyon riski ve bitki örtüsü verisi olmak üzere iki parametreden oluşmaktadır. Potansiyel toprak erozyon riskinde toprak aşınabilirliği (erodibilite), aşındırıcı güç (erozivite) ve topografya fonksiyonları hesap edilmektedir. Bitki örtüsü erozyon oranına önemli derecede etki ettiğinden, bitki örtüsü verisi erozyon modelleri içerisinde çok önemli bir parametredir.

Modele göre havzanın aşınabilirlik (erodibilite) özelliğinin belirlenmesinde toprak bünyesi, toprak derinliği ve yüzey taşlılığı kullanılmıştır. Havza topraklarının bünye dağılım özelliklerinin belirlenmesinde, yüzeyden (0-20 cm) alınan 71 adet toprak örneği kullanılmış ve modelde kullanılan üç bünye sınıfı içerisinde değerlendirilmiştir. Model sınıflamasına göre kil oranı yüksek, ince bünyeli (kil, kumlu kil ve siltli kil) topraklar erozyona karşı duyarlılıkları az iken, kaba bünyelilerin duyarlılıkları fazla olarak değerlendirilmiştir. Buna göre havza toprakları alınan örneklere göre EK-1 de verilen bünye özelliklerine göre değerlendirildiğinde alanın %21.1'i killi, %39.4'ü kil tınlı, %23.9'u tın ve %15.6'sı ise kumlu kil tın bünyeye sahiptir.

Aşınımına karşı duyarlılıkta kullanılan diğer parametreler ise toprak derinliği ve yüzey taşlılık dağılımlarıdır. Toprak derinliği toprakların özellikle su tutma kapasitelerinde dolayısıyla yüzey akışların oluşmasında etkili bir parametre iken, belli orandaki yüzey taşlılığı da özellikle gerek yağmur damlasının çarpma etkisi sonucu parçalayıcı gerekse de yüzey akış hızının azaltılmasında etkilidirler. Modelde kullanılan bu parametreler, daha önce yapılmış 1:25.000 ölçekli havzanın detaylı toprak etüd haritalama çalışmalarından yararlanılmıştır. Düz düze yakın eğimli araziler ile hafif eğimli arazilerde genellikle derin (> 75 cm) topraklar bulunmaktadır. Orta eğimli topraklarda ise orta derin ile yer yer sığ topraklar bulunurken, dik ve çok dik arazilerde genellikle sığ ve çok sığ (< 25 cm) topraklar bulunmasına karşın özellikle orman örtüsüne sahip bazı alanlarda dik eğimlerde dahi orta derin (25-75 cm) topraklar bulunmaktadır. %10'dan fazla yüzey taşlılığı ise havzada çok sığ derinliğe sahip vadi yamaçları ile derelerin getirdiği ve taşkın zamanlarda yatak kenarlarına bıraktığı alanlarda bulunmaktadır. Genellikle havza yüzey toprakları taşlılık yönünden %10'dan azdır.

Toprakların aşınımına karşı duyarlılıkların belirlenmesinde toprak bünyesi, toprak derinliği ve taşlılık sınıflarına ait kodların çarpımı ile belirlenmiştir ve aşınım duyarlılıklarına göre havza topraklarına indeks değerleri atanarak düşük, orta ve yüksek olmak üzere yeniden sınıflandırılmışlardır. Aşınım duyarlılık sınıflarına ait dağılım haritası Şekil4.5.'de verilmiştir. Erodibilite haritasından da görüleceği üzere alanın büyük bir kısmı taşınımına karşı hassas özellik gösterirken, yeşil renkle boyanmış ve havzanın vadi ve vadi yamaçlarını oluşturan genellikle orman örtüsüyle kaplı alanların aşınımına karşı orta duyarlılık olan 2. Sınıf olarak

belirlenmiştir. 1. Sınıf ile gösterilen aşınma duyarlılık göstermeyen alan havza içerisinde belirlenememiştir.



Şekil 4.5 CORINE modeline göre havzanın aşınma duyarlılık haritası

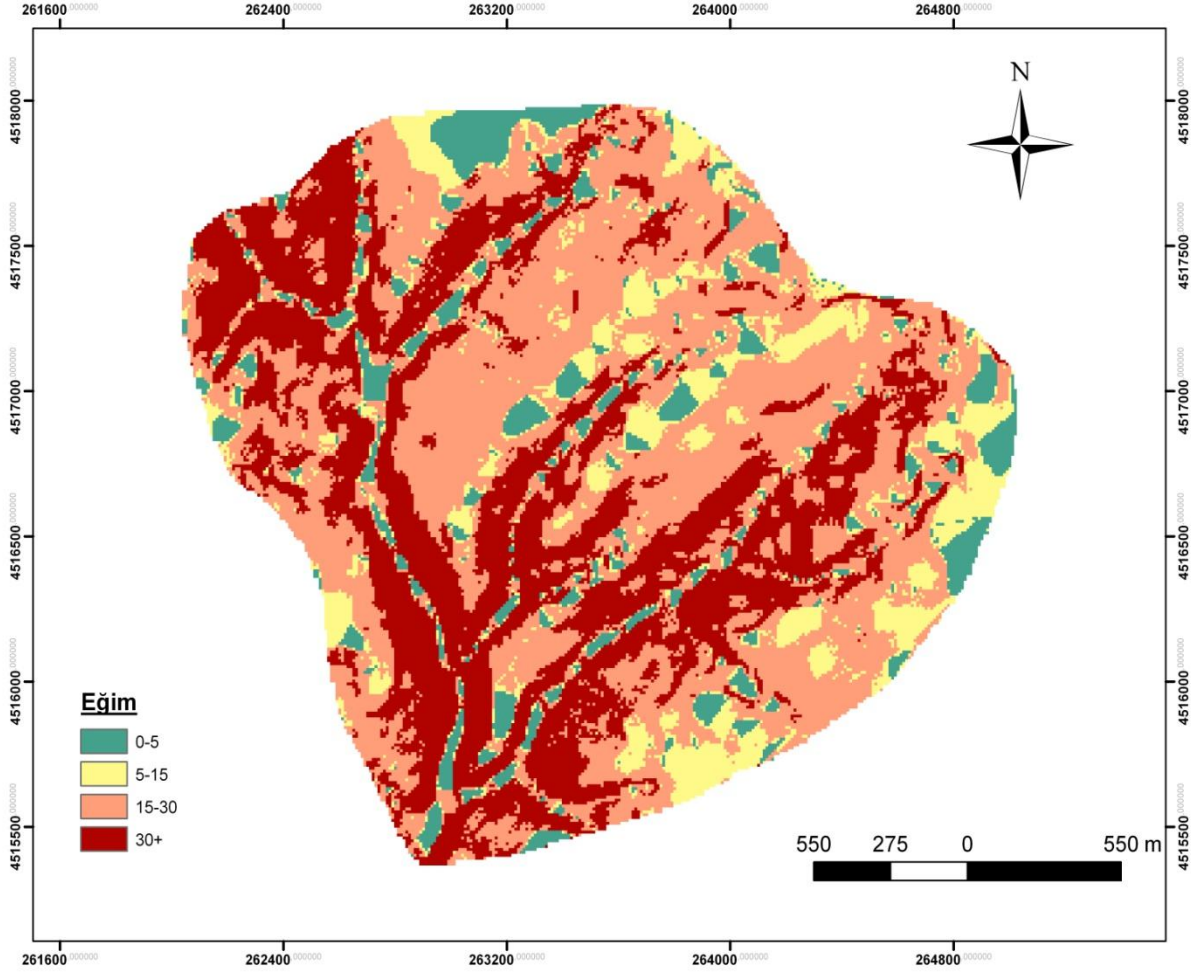
Modelin diğer önemli bir parametresi ise aşındırıcı güç (erozivite) özelliğidir. Erozivite; Fornier yağış indisi ile Bagnouls-Gaussen kuraklık indisinin hesaplanması ile elde edilen değerlerin matrisi sonucu erozivitede belirlenen sınıfa gelen karşılığı şeklinde belirlenmiştir. Hesaplamalara göre Fornier yağış indisi 75,3 ile 2. Sınıf, Bagnouls-Gaussen kuraklık indisi ise 66,7 ile 3. Sınıf olarak hesaplanmıştır.

Potansiyel erozyon riskinin belirlenmesinde kullanılan diğer bir parametre ise havzanın eğim dağılımıdır. Eğim toprak taşınımında özellikle su hareketinde önemli bir etmendir. Üzerinde bir koruyucu örtü tabakası bulunmayan topraklarda eğim artışına bağlı olarak erozyon oluşum riski artmaktadır. Bu nedenle erozyon model çalışmalarında göz önüne alınan önemli bir faktördür. Havzanın CORINE metoduna göre eğim gruplandırılması CBS ortamında sayısal topoğrafik harita kullanılarak

oluşturulmuştur (**Şekil 4.6**). Buna göre havza < %5, %5-15, %15-30 ve % 30 büyük olmak üzere dört eğim grubu oluşturularak, 1-4 arası değerler verilmiş ve yeniden kodlanarak havza topraklarının eğimi belirlenmiştir. Bu dağılımın alansal ve oransal değerleri Çizelge 4.2’de verilmiştir. Çizelge 4.2’e göre havzanın yaklaşık %21’i eğimin %15’in altındaki alanları oluştururken, %79,1’i ise eğimin çok dik özellik gösterdiği %15’den fazla olan alanları göstermektedir.

Çizelge 4.2. CORINE metoduna göre havza topraklarının eğim dağılımı

Eğim (%)	Alan (da)	Oran (%)
0-5	478,8	8,9
5-15	642,5	12,0
15-30	2420,5	45,0
30+	1832,1	34,1
Toplam	5373,9	100

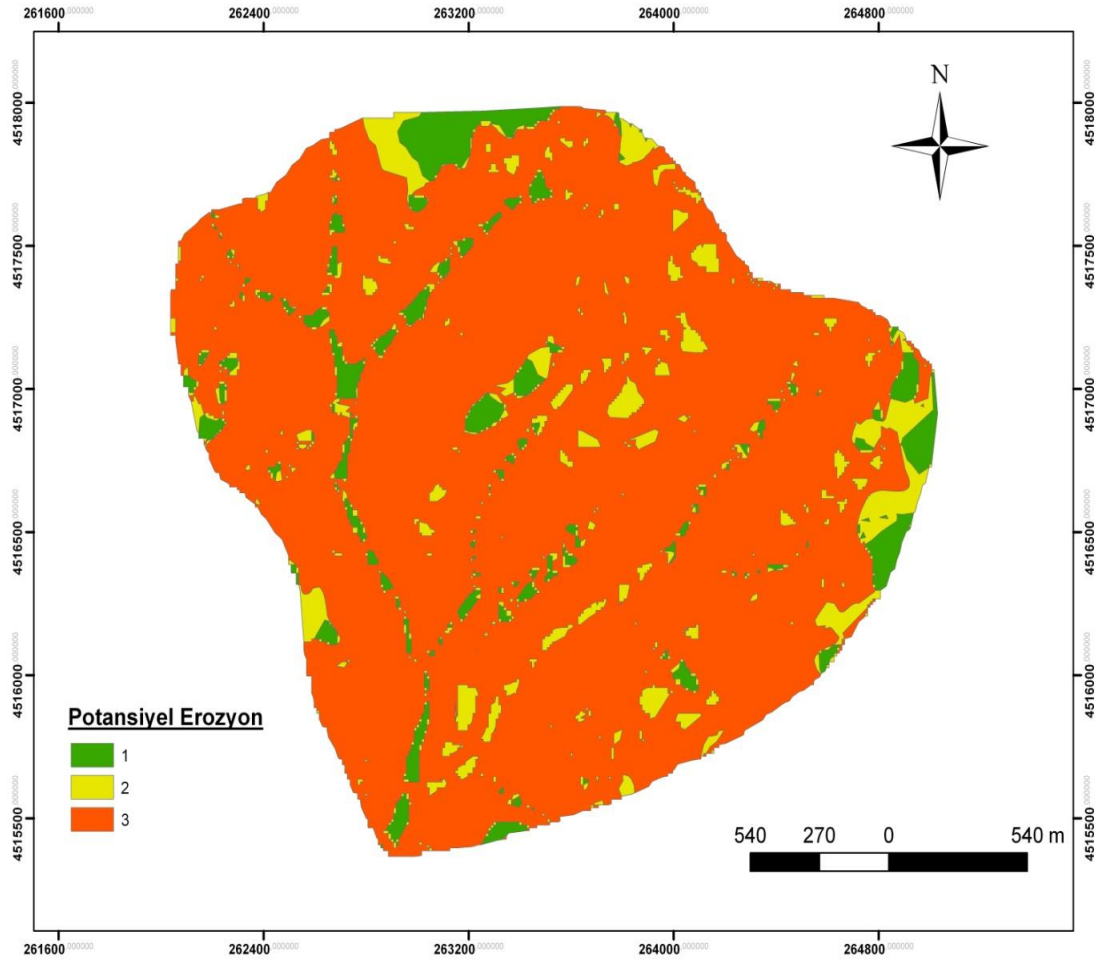


Şekil 4.6. CORINE modeline göre havzadaki eğim gruplandırması

Çalışma alanının Potansiyel erozyon risk haritasının oluşturulmasında sayısal ortamda toprak aşınımı, aşındırıcı güç ve eğim grubu kodlarının birbirleri ile çarpılması sonucu elde edilmiş ve yeniden sınıflandırılmıştır (**Çizelge 4.3.**) ve CORINE metoduna göre potansiyel erozyon riski Şekil 4.7’de verilmiştir. Buna göre az riskli alanlar 1, orta riskli alanlar 2 ile ve yüksek riskli alanlar ise 3 ile kodlanmıştır. Havzanın toplam alanın 310.2 ha’lık kısmı potansiyel olarak erozyon riskine karşı az duyarlılıklara sahip iken, yaklaşık %87’lik kısmı erozyona karşı potansiyel olarak yüksek sınıfa girmektedir.

Çizelge 4.3.CORINE metoduna göre havza topraklarının potansiyel erozyon risk dağılımı

Potansiyel Erozyon Risk Sınıfı	Alan (ha)	Oran (%)
1-Az	310,2	5,8
2-Orta	400,2	7,4
3-Yüksek	4663,5	86,8
Toplam	5373,9	100

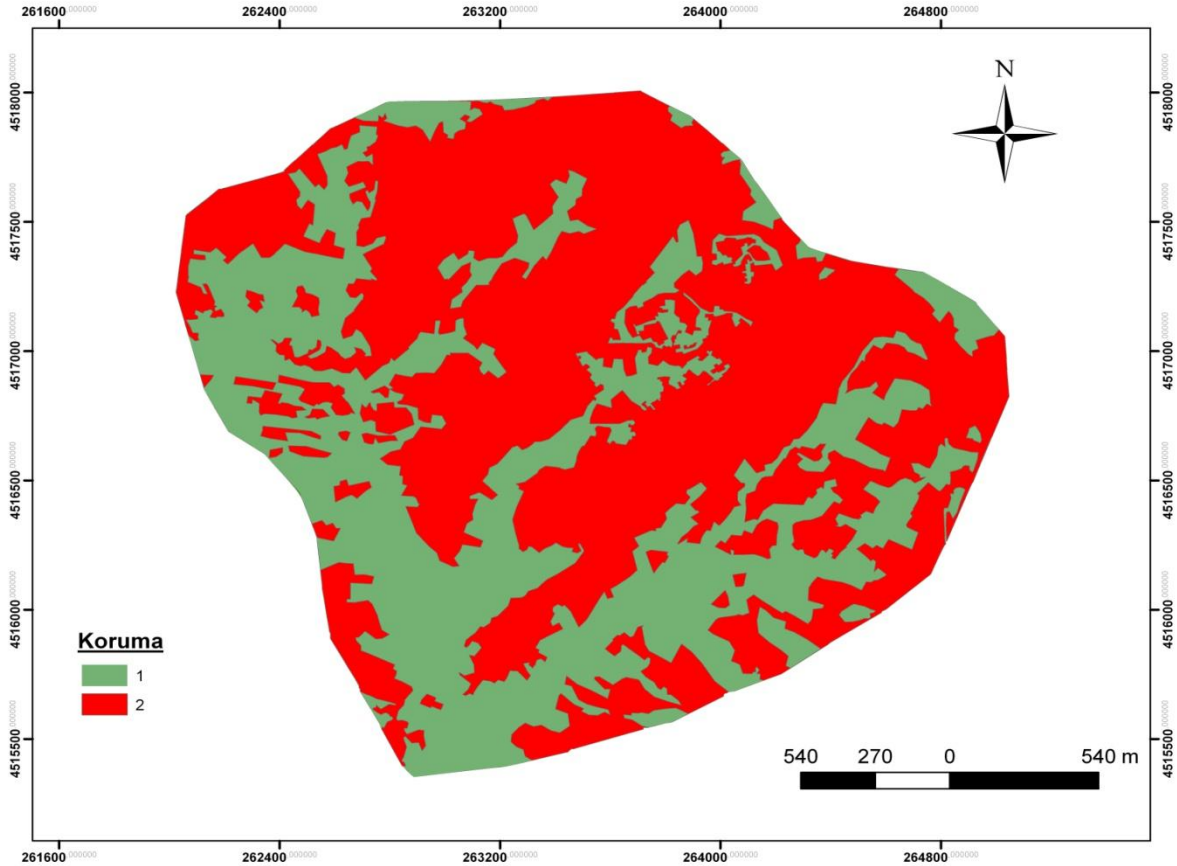


Şekil 4.7 CORINE modeline göre havzanın potansiyel erozyon risk sınıfları haritası

Havza topraklarının örtü durumları, arazi kullanım haritasında belirtilen kullanım biçimleri dikkate alınarak, CORINE metoduna göre korunan ve korunmayan olmak üzere sınıflandırılmıştır (Şekil 4.8.). Buna göre orman, mera ve fundalık alanlar tamamen korunan alanlar olarak 1 kodu ile tanımlanırken, bunların dışında kalan diğer kullanım türleri (tarım arazisi, yerleşim alanları veya çıplak alanlar) 2 kodu ile sınıflandırılmışlardır (Çizelge 4.4.). Yapılan sınıflamaya göre havza topraklarının yarısından fazlasını korunmayan veya örtü tabakası zayıf olan alanlar oluşturmaktadır.

Çizelge 4.4. CORINE metoduna göre havza topraklarının örtü durumu

Örtü durumu	Alan (ha)	Oran (%)
1-Korunan Alan	2057,5	38,3
2-Korunmayan Alan	3316,4	61,7
Toplam	5373,9	100

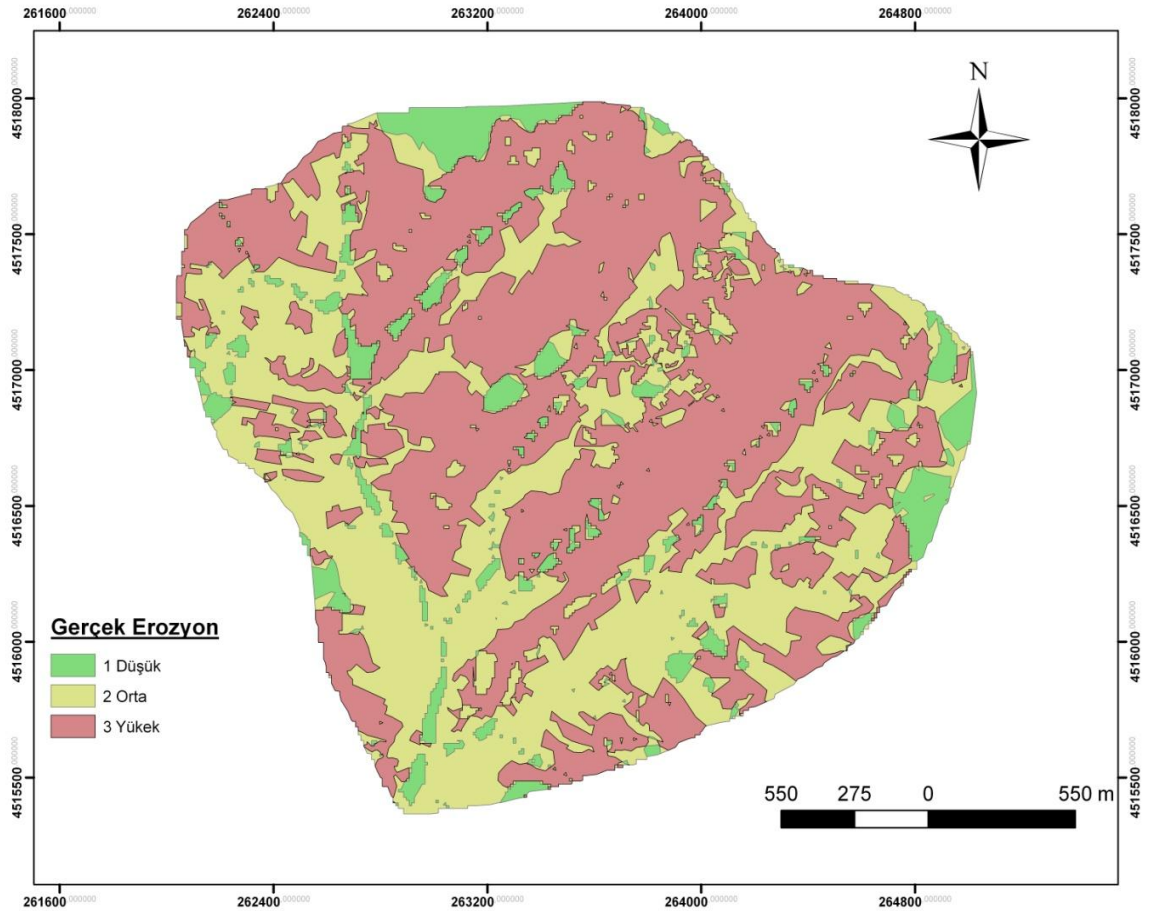


Şekil 4.8 CORINE modeline göre havza topraklarının bitki örtüsü haritası

Son olarak gerçek erozyon riskinin belirlenmesi; potansiyel erozyon riski ile bitki örtüsü indisi değerlerinin çarpımlarının bir ürünüdür. Sonuçlar Çizelge 4.5’de ve Şekil 4.9’da verilmiştir. Buna göre düşük riskli alanlar 1 ile, orta riskli alanlar 2 ile ve yüksek riskli alanlar ise 3 ile kodlanmıştır. CORINE modeline göre havza arazilerinin %52,8’i 3 ile kodlanan yüksek erozyon riski altında iken, alanın çok küçük bir bölümü (%8.3) erozyon riski taşımamaktadır.

Çizelge 4.5. Havzanın CORINE modeline göre gerçek erozyon risk dağılımı

Gerçek Erozyon Risk Sınıfı	Alan (ha)	Oran (%)
1-Düşük	445,2	8,3
2-Orta	2093,7	39,0
3-Yüksek	2835	52,7
Toplam	5373,9	100



Şekil 4.9 CORINE modeline göre havzanın gerçek erozyon risk sınıfları haritası

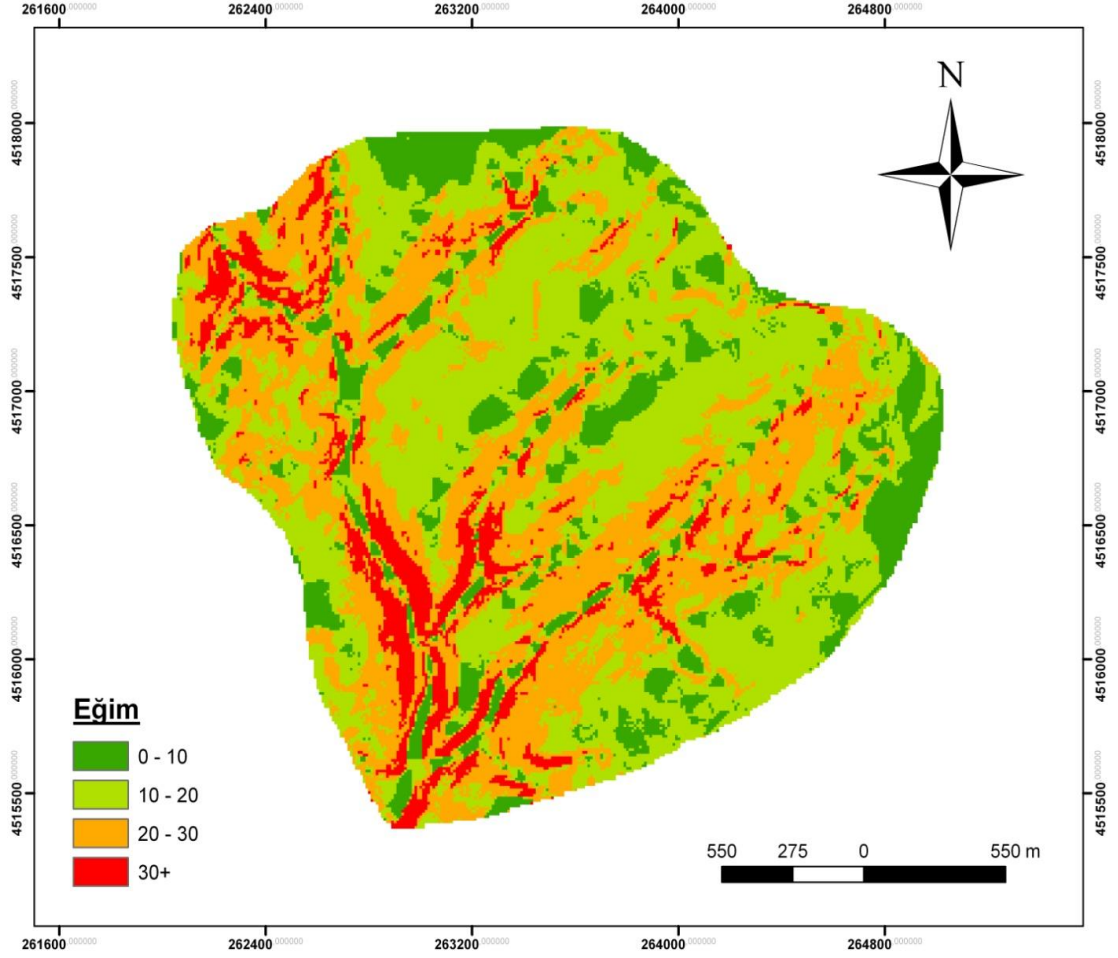
4.4.2. Toprak erozyon risk değerlendirmesinde LEAM modeli

LEAM (Land Erodibility Assessment Model, (Manrique, 1988) modeli potansiyel erozyon risk değerlendirilmesinde kullanılan modellerden biridir. LEAM modeli 3 ana parametreden oluşmaktadır. Bunlar; eğim, yağışın erozyon oluşturma etkisi olan iklim (erozivite) ve toprağın erozyona duyarlılık özelliğini gösteren (erodibilite) aşındırıcılık indisi parametrelerinden oluşmaktadır. Bu parametrelerden eğim, çalışma alanına ait topoğrafik haritanın sayısallaştırılarak oluşturulan sayısal yukselti harita yardımıyla, erozivite Modifiye Fournier İndeksi ile, erodibilite ise yöntem kısmında verilen erodibilite formülü ile tespit edilmiştir.

LEAM modelinde kullanılan ilk parametre eğim parametresidir. Eğim sınıflaması LEAM modeli içerisinde, eğim derecesi % 0-10 arasında olanlar düşük, % 10-20 olan alanlar orta, % 20-30 arasındaki alanlar yüksek ve % 30 ‘dan daha fazla eğimde olan alanlar ise çok yüksek olarak 4 sınıfa ayrılmaktadır (**şekil 4.10.**). Bu dağılımın alansal ve oransal değerleri izelge 4.6’da verilmiştir. Çizelge 4.6’a göre havzanın yaklaşık %58.2’si eğimin %20’in altındaki alanları oluştururken, %41.8’i ise eğimin yüksek ve çok yüksek özellik gösterdiği %20’den fazla olduğu alanlardır.

Çizelge 4.6. LEAM metoduna göre havza topraklarının eğim dağılımı

Eğim (%)	Alan (da)	Oran (%)
0-10	816,5	15,2
10-20	2311,3	43,0
20-30	1786,5	33,2
30+	459,6	8,6
Toplam	5373,9	100



Şekil 4.10. LEAM metoduna göre havzanın eğim gruplandırılması

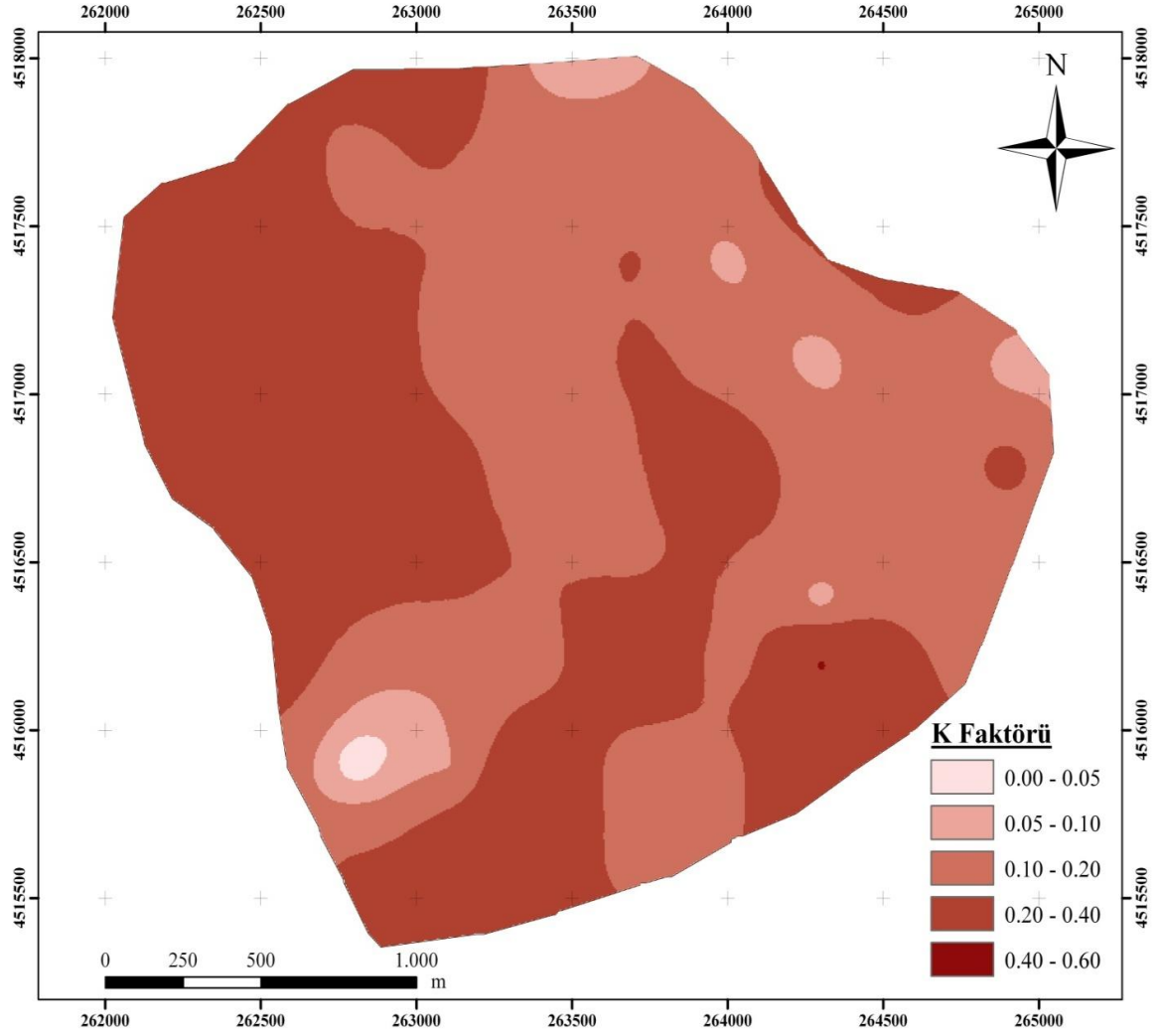
Modelde kullanılan diğer bir parametre ise yağışın erozyon oluşturma etkisi olan iklim (erozivite), Modifiye Edilmiş Fournier İndeksi eşitliğine göre hesaplanmıştır. Bu eşitlikte erozivite, 0-50 arasında ise çok düşük, 50-100 arasında olanlar düşük, 100-200 aralığında orta, 200-300 olan alanlar da yüksek ve 300'den büyük olan alanlar ise çok yüksek olarak sınıflandırılmaktadır. Fournier İndeksine göre 75,3 ile düşük ve 2. Sınıf olarak belirlenmiştir.

LEAM modelinde potansiyel erozyon riskinin belirlenmesine yönelik ele alınan son aşamada ise toprakların erozyona duyarlılık (erodibilite-K faktörü) sınıflarının belirlenmesidir. Modele göre havzanın aşınabilirlik (erodibilite) özelliğinin belirlenmesinde çalışma alanından alınan 71 adet yüzey toprağında; toprak bünyesi, toprak geçirgenlik, organik madde, strüktür gibi parametreler kullanılarak Wischmeier ve Smith, (1978) tarafından geliştirilen eşitlik kullanılarak belirlenmiştir. Belirlenen her bir toprak erodibilite değeri (K) jeostatistik yardımıyla

K dağılım haritası oluşturulmuş ve Şekil 4.11’de verilmiştir. Belirlenen K sınıfları; 0.0-0.05 arasındaki değerlerde çok düşük, 0.05-0.1 olanlar düşük, 0.1-0.2 aralığındaki değerlerde orta, 0.2-0.4 arasında yüksek, 0.4-0.6 aralığında çok yüksek olarak beş sınıfta sınıflandırılmaktadır. 71 adet toprak örneklerine ait K değerlerinin temel tanımlayıcı istatistik değerleri Çizelge 4.7’de verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi havzanın büyük bir bölümü 0.4-0.5 arasında çok yüksek derecede erozyona duyarlı olduğu anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.7. Çalışma alanına ait K değerlerinin tanımlayıcı istatistik sonuçları

İstatistik Parametreler	Değerler
Ortalama	0,19
Standart Sapma	0,085
Varyans	0,007
En Düşük	0,01
En yüksek	0,41
Çarpıklık	0,16
Basıklık	-0,58
Örnek sayısı (n)	71

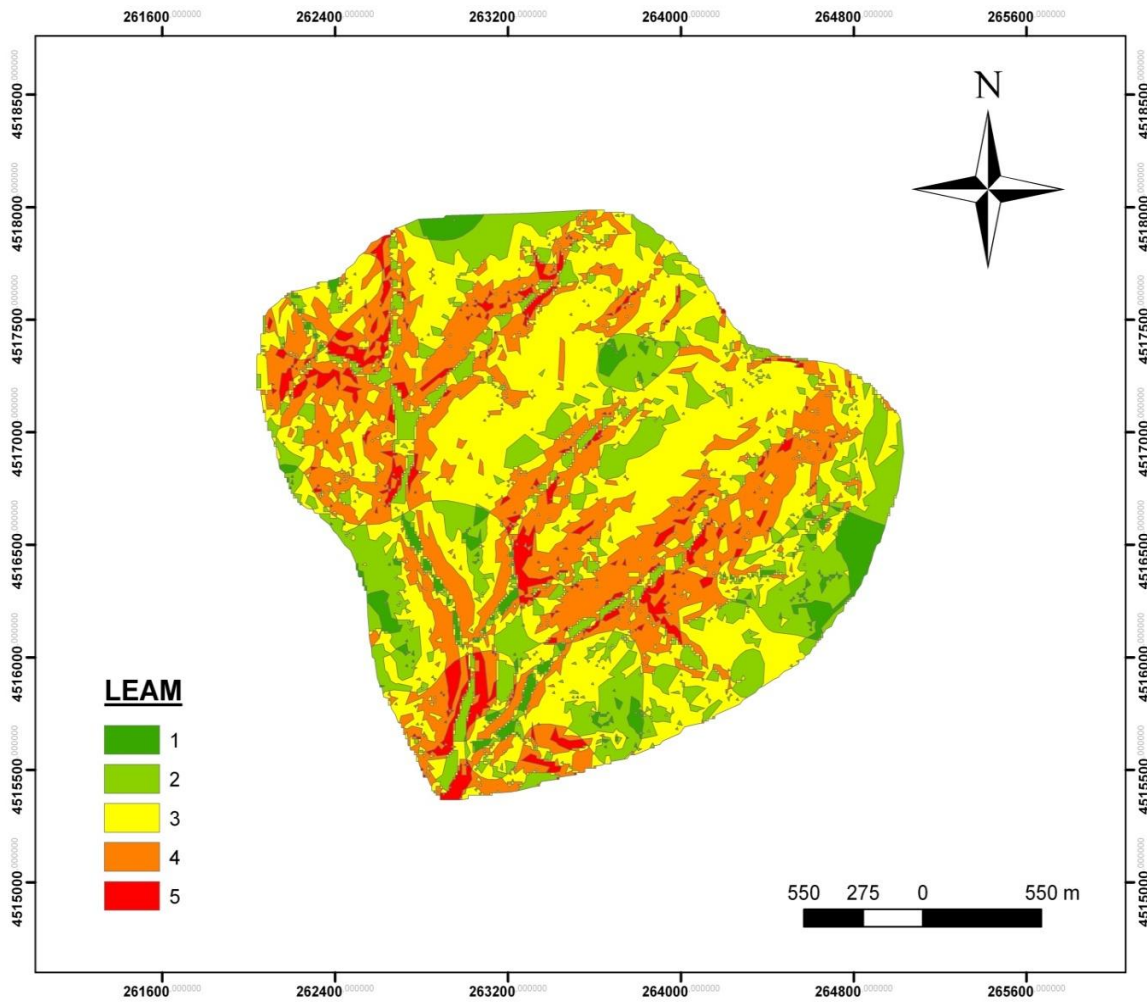


Şekil 4.11 LEAM modeline göre toprakların erozyona karşı duyarlılık haritası

Son olarak LEAM modeline göre potansiyel erozyon risk haritasının belirlenmesinde Fornier indeksi, eğim ve K faktörlerine ait katmanlar CBS ortamında birleştirilmesiyle alana ait potansiyel erozyon risk haritası oluşturulmuştur (Şekil 4.12.). Çizelge 4.8'e göre havzanın potansiyel erozyon risk dağılım sonucuna bakıldığında, alanın %41.9'u E3 sınıfını oluşturan yüksek erozyon riski sınıfına girerken, çok yüksek sınıfa giren E4 sınıfı ise alanın %28.6'sını oluşturmaktadır. Alanın sadece %24.8'inde düşük ve orta seviyede erozyon olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.8. LEAM modeline göre erozyon risk dağılımı sınıfı ve oranları

LEAM	Alan(da)	Oran(%)
E1-Düşük	201,5	3,7
E2-Orta	1132,8	21,1
E3-Yüksek	2249,1	41,9
E4-Çok Yüksek	1534,9	28,6
E5- Ekstrem	255,6	4,8
Toplam	5373,9	100,0



Şekil 4.12 LEAM metoduna göre havzanın erozyon risk dağılım haritası

4.4.3. Toprakların Aşınım Duyarlılıklarda Kullanılan Bazı Erozyon İndeksleri

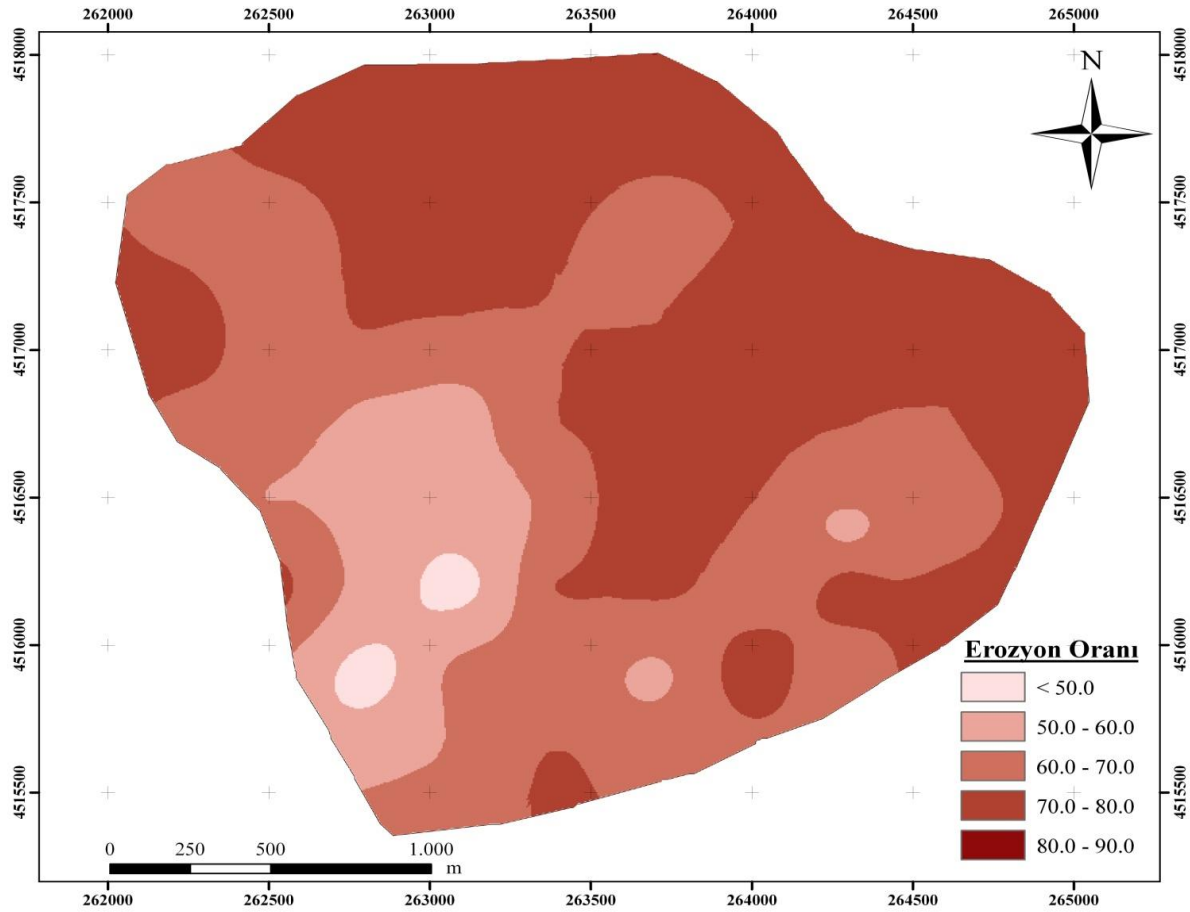
4.4.3.1. Erozyon oranı

Toprakların erozyona karşı duyarlılıklarını ortaya koymada bir ölçüt olarak kullanılan erozyon oranı için sınır değer "10" olarak kabul edilmiştir. Erozyon oranı 10 değerinden büyük olan topraklar erozyona karşı dayanıksız olduğu belirtilmiştir (Bryan, 1968). Bu sınır değer esas alındığında havzanın erozyon oranı değerleri bakımından havzanın tamamı % 10'un üzerinde olduğu için erozyona karşı dayanıksızdır. Havza topraklarına ait erozyon oranı değerleri ve haritası Ek 3'de ve Şekil 4.13'de verilmiştir. Analiz sonucunda elde edilen değerlere baktığımızda ise erozyon oranı 37.1 ile 86.3 aralığında olup, örneklerin ortalama değeri ise 68.86 olarak belirlenmiştir (**Çizelge 4.9.**).

Benzer bir çalışmada Erol ve ark. (2009), Isparta Darıderesi Havzasında yapmış oldukları çalışmada orman, tarım ve mera topraklarında sırasıyla 63.33, 83.45 ve 138.48 sonuçlarını elde etmişlerdir. Bununla birlikte, mera topraklarında tarım ve orman topraklarına oranla daha yüksek bulunduğundan erozyona karşı daha dayanıksız olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.9. Havzanın erozyon oranı tanımlayıcı istatistik değerleri

İstatistik Parametreler	Değerler
Ortalama	68,86
Standart Sapma	10,51
Varyans	110,63
En Düşük	37,1
En yüksek	86,3
Çarpıklık	-0,88
Basıklık	0,71
Örnek sayısı (n)	71



Şekil 4.13 Havzanın erozyon oranı dağılım haritası

4.4.3.2. Agregat stabilitesi

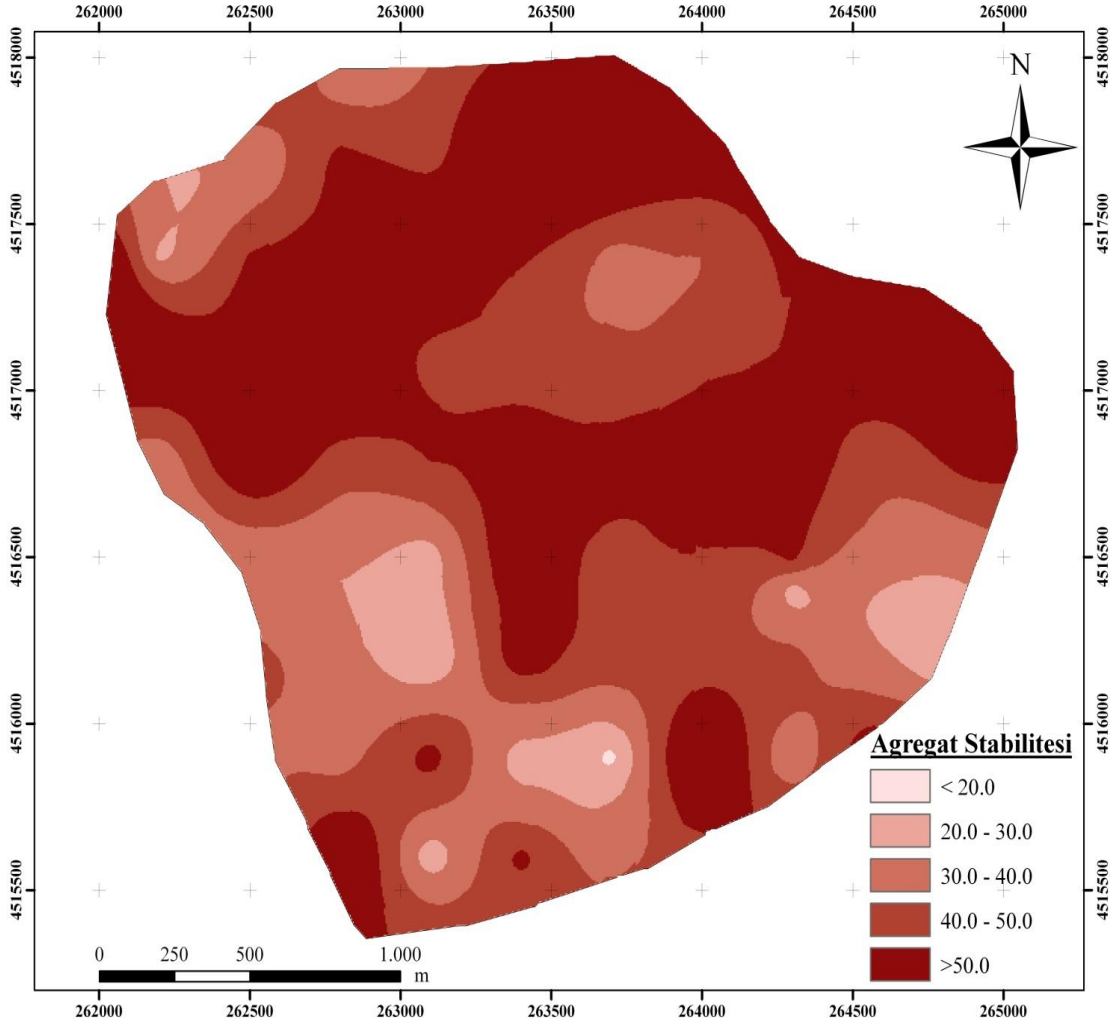
Toprağın erozyona duyarlılığı esas olarak agregatın strüktürel özellikleri tarafından kontrol edilir (Legout ve ark. 2005). Toprağın erozyona duyarlılığını tahmin etmek için agregat stabilitesinin kullanılması çeşitli araştırmacılarca önerilmiştir (Miller and Baharrudin,1987; Bajracharya ve ark. 1992; Le Bissonnais ve ark. 2007). Hem makro hem de mikro düzeydeki toprak agregasyonu A.B.D.' deki bazı topraklarda erozyona duyarlılığı tahmin etmek için kullanılmıştır (Wischmeier ve Mannering, 1969). Lehrsch ve Jolley (1992) agregat stabilitesinin mevsimlere göre değişimini incelemişlerdir. Araştırmacılar A.B.D.'nin güneyindekilere göre kuzeyindeki toprakların agregat stabilitesinin daha fazla mevsimsel olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Çalışma alanının toprak örneklerine ait agregat stabilitesi değerleri Ek.3'de belirtilmiştir. Bu değerlere bakıldığında havza topraklarının agregat stabilitesi 17,45 ile 73,21 arasında değerler almaktadır. Havzadan alınan toprak örneklerinin agregat

stabilitesi değerlerinin ortalamasına baktığımızda ise 47,08 gibi bir değer karşımıza çıkmaktadır (**Çizelge 4.10.**). Havzanın agregat stabilitesi dağılım haritası Şekil 4.14'de verilmiştir. Şekilde de görüldüğü gibi havza topraklarının çok küçük bir bölümünün agregat stabilitesi değerleri 20,0'den düşüktür. Havza topraklarının büyük bir çoğunluğu ise 50,0'nin üzerinde agregat stabilitesi değerine sahiptir. Yüksek değerler daha çok havzanın orta ve kuzey kesimlerinde dağılım gösterirken, stabilitenin çok düşük olduğu alanlar ise güney ve güney batı kesimlerinde daha fazla dağılım göstermektedir.

Çizelge 4.10. Havzanın agregat stabilitesi tanımlayıcı istatistik değerleri

İstatistik Parametreler	Değerler
Ortalama	47,08
Standart Sapma	14,81
Varyans	219,39
En Düşük	17,45
En yüksek	73,21
Çarpıklık	-0,14
Basıklık	-1,02
Örnek sayısı (n)	71



Şekil 4.14. Havzanın agregat stabilitesi dağılım haritası

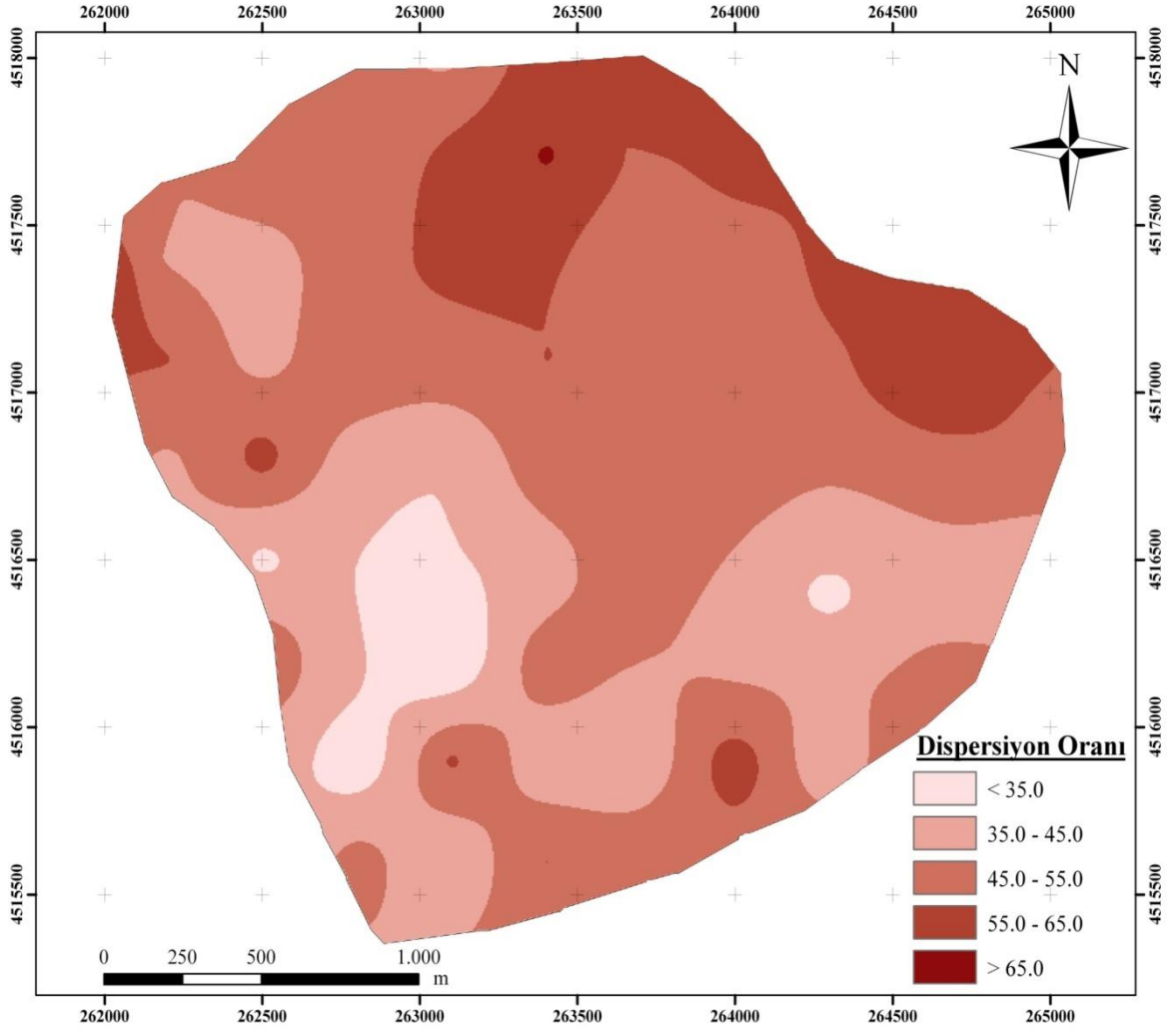
4.4.3.3. Dispersiyon oranı

Bu indeks topraktaki doğal agregatların su ile temas ettiğinde çözülme (dispersleşme) derecesini gösteren bir göstergedir. Eğer topraktaki en küçük boyuta sahip agregatlar dahi suya dayanıklı ise, toprak erozyona dirençli olmaktadır. Bu sebeple toprağın erozyona eğilimini belirlemek amacı ile toprağın dispersiyon analizi yapılmıştır. Çalışma alanına ait toprakların dispersiyon oranı değerleri Ek.3'de verilmiştir. Havzadan alınan örneklerde yapılan analizler sonucu bulunan dispersiyon oranı değerleri 21,31 ile 67,79 arasında olduğu belirlenmiştir (**Çizelge 4.11.**). Havzanın ortalama olarak dispersiyon oranı değeri ise 48,4 olarak bulunmuştur. Bryan (1968), Dispersiyon oranı % 15'den küçük olan topraklar erozyona karşı dayanıklıdır. Dispersiyon oranı %15'ten büyük olan topraklar ise erozyona karşı dayanıksız olduklarını belirtmiştir. Havzanın dispersiyon oranı dağılım haritası Şekil

4.15’de verilmiştir. Şekil 4.15’den de görüleceği gibi havza topraklarının tamamı erozyona karşı dayanıksız olduğu anlaşılmaktadır. Fakat bu durumun risklilik özelliğini ortaya koyabilmek amacıyla %35den küçük ve %65 büyük olmak üzere beş sınıf içerisinde değerlendirilerek, havzanın kuzey ve yüksek kesimlerinde bu parametreye göre topraklar daha fazla risklilik altında yer alırken, güney kesimlerinde azalmaktadır.

Çizelge 4.11. Havzanın dispersiyon oranı tanımlayıcı istatistik değerleri

İstatistik Parametreler	Değerler
Ortalama	48,4
Standart Sapma	10,81
Varyans	116,92
En Düşük	21,31
En yüksek	67,79
Çarpıklık	-0,35
Basıklık	-0,58
Örnek sayısı (n)	71



Şekil 4.15 Havzanın dispersiyon oranı dağılım haritası

5.SONUÇ

Dünyanın bir çok bölgesi için, bereketli toprak katmanlarını taşıyıp toprak verimliliğini azaltan, topraktaki organik madde miktarını ve besin maddelerini azaltıp toprağı sığlaştıran en önemli arazi bozulmasına neden olan olaylardan birisi toprak erozyonudur. Bu nedenle erozyon araştırmaları toprakla ilgili yapılan araştırmalar arasında önemli bir yer tutmaktadır. Geçmişten günümüze erozyonun ve sediment iletiminin tespiti için farklı ölçeklerde ve farklı tiplerde bir çok model geliştirilmiştir. Bilgisayarların donanımsal ve yazılımsal olarak güçlenmelerinin yanı sıra coğrafi bilgi sistemi (CBS) ve uzaktan algılama (UA) teknolojilerinde ki hızlı gelişmeler ve bu gelişmelerin ürünleri, erozyon araştırmalarında ve modellerin geliştirilmesinde önemli yer teşkil etmektedir.

Havza yönetiminin amacının toprak ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğini sağlamak olduğu dikkate alındığında havza yönetimi açısından erozyon haritalamanın bir amaç değil, bir araç olduğu; CBS teknikleri ile erozyonu niceliksel olarak haritalamanın niteliksel yöntemlere göre gerek erozyon riski gösteren potansiyel arazilerin konumlarının ve şiddetlerinin belirlenmesi ve gerekse söz konusu alanlar için alınacak toprak koruma önlemlerinin çeşidinin saptanması için yapılacak havza yönetimi yatırımlarının maliyetinin belirlenmesi açısından daha kullanılabilir olduğu bilinmektedir.

Bu çalışma ile Kocaeli iline bağılı Kartepe ilçesinin kuzey-doğusunda ve Kartepe Merkezine 14 km uzaklıkta yer alan Maden Dere Havzasında iki adet farklı erozyon risk belirleme modelinin (CORINE ve LEAM) CBS ve UA teknikleri yardımıyla erozyon risk haritalarının oluşturulması ve modeller arasında karşılaştırmaların yapılması amaçlanmıştır. Ayrıca havzadan alına toprak örnekleri ile havza topraklarının erozyona duyarlılıklarının ortaya konulması amacıyla bazı erozyon duyarlılık indisleri incelenmiştir.

Kullanılan her iki modelde de havza arazilerinin yüksek risk altında olduğu belirlenmiştir. Özellikle havzanın parçalı ve engebeli eğimi yüksek ve kısa mesafelerdeki değışiminin yanı sıra alanın insan faaliyetleri sonucu orman alanlarının büyük bir kısmının tarım ve mera alanlarına dönüştüğü göz önüne alındığında, havza toprakları büyük risk altında olduğu görülmektedir.

Havza alanının yarıdan fazlasının erozyon risk altında olduğu her iki model sonucunda belirlenmiştir. Sonuçlar bir biriyle her ne kadar paralelik gösterse de

bulunan oranlardaki fark modellerde kullanılan parametrelerdeki farklılıktır. Örneğin her iki model de de toprakların erozyona karşı duyarlılık göstergesi olan erodobilitede CORINE modelinde bünye, derinlik ve yüzey taşlılığı kullanılırken, LEAM da erodobilite Wischmeier ve Smith (1978)'e göre belirlenmektedir. Aşındırıcı güç (erozivite) belirlenmesinde her iki modelde Fornier yağış indeksi kullanmasına karşın CORINE ayrıca Bagnouls - Gaussen kuraklık indeksi de kullanılmaktadır. Ayrıca Dengiz ve Akgül (2005) belirttiği gibi Fornier yağış indeksi kullanılmasında ele alınan yağış değerleri o alana ait uzun yıllı ortalama yağış değerleri kullanılmaktadır. Halbuki, kısa süreli ve etkili yağışlar sonucu da erozyon oluştuğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra düşen yağış alandaki dağılımı her yerde aynı olarak dikkate alınmaktadır. Fakat havza topografyası çok değişkenliğe sahip olması nedeniyle suyun toprak içerisine giriş ve hareketi farklı olmasına, buda toprak taşınımında farklı olmasına neden olmaktadır. İki modeldeki bu zayıf özelliğin yanı sıra LEAM modelinin arazi örtüsü ve arazi kullanım durumunu dikkate almaması bu modelin diğer bir zayıf tarafını göstermektedir. Bu modelde erozyon riskinin daha fazla bulunmasının nedeni bu durum ile açıklanabilmektedir. Çünkü, Dengiz ve ark. (2009) belirttiği gibi özellikle arazi örtüsünün kaplama oranının ve çeşidinin toprakların su ile taşınmasında önemli etkileri bulunmaktadır.

Havzadan grid yöntemine göre her 200 m mesafeden alınan 71 adet toprak örneklerinde ayrıca erozyon oranı, dispersiyon oranı, erodobilite, agregat stabilitesi belirlenerek havza topraklarının erozyona hassaslıkları belirlenmiştir. Tüm duyarlılık sınıflarından da görülmektedir ki havza topraklarının erozyona karşı büyük duyarlılıkları vardır. Bu durum özellikle eğimi yüksek olan, sığı toprakların yer aldığı ve tarım yapılan alanlarda daha da fazla olmaktadır. Bu nedenle bu alanların toprak taşınımına karşı tedbirler alınarak kullanılması daha doğru olacaktır.

6.KAYNAKLAR

- Akay, A.E., Şakar, D., 2009. Erozyon Riski Taşıyan Çıplak Toprak Alanların Uydu Görüntüsü ve Sayısal Arazi Modeli Kullanılarak Sınıflandırılması 1.Ulusal Kuraklık ve Çölleşme Sempozyumu 16-18 Haziran, s.93-97, Konya.
- Aydın, M., 2009. Gümüşhane-Torul Barajı Yağış Havzasında Arazi Kullanımına Göre WEPP (Water Erosion Prediction Project) Modeli ile Toprak Kayıplarının Belirlenmesi ve Alınması Gereken Önlemler Kastamonu Üni., Orman Fakültesi Dergisi, 9 (1): s.54-65, Kastamonu.
- Auerswald, K., 1986. Capability of the mapping units of the German government land appraisal for estimating soil erodibility (K factor) in Southern Bavaria. Zeitschrift für Kulturtechnik und Flurbereinigung. 27: 6, 344-351.
- Bajracharya, R.M., Lal, R., Hall, G.F., 1992. Temporal variation in properties of an uncropped, ploughed Miamian soil in relation to seasonal erodibility. Hydrological Processes. 12: 1021-1030.
- Balcı, A.N., 1973. İç Anadolu'da Anamateryal ve Bakı Faktörlerinin Erodibilite İle İlgili Toprak Özellikleri Üzerindeki Etkileri. İ.Ü. Orman Fak., Yay. No:195, İstanbul.
- Bayramın İ, Dengiz O., Baksan, O., Parlak, M., 2003. Soil Erosion Risk Assessment with ICONA Model; Case Study: Beypazarı Area. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 23, s.105-116. Ankara.
- Bayramın, İ., Erpul, G., Erdoğan, E.H., 2005. Use of CORINE Methodology to Assess Soil Erosion Risk in the Semi-Arid Area of Beypazarı, Ankara.
- Bryan, R.B., 1968. The development, used and efficiency of indices of soil erodibility. Geodarma, 2 : 5-25
- Bouyoucos, G.J. 1951. A Recalibration of the Hydrometer for Making Mechanical Analysis of Soils. Agron. J., 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 ve Teknolojik

- Afetler (STRIM) ile ortak sempozyum, Yayın No:101, 24-26 Haziran-
Ankara
- 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 cbs ve ua kullanılarak belirlenmesi. Su Havzalarında Toprak ve Su
Kaynaklarının Korunması, Geliştirilmesi ve Yönetimi Sempozyumu. Hatay,
385-389.
- Çilek A., ve Berberoğlu S., 2012 TMMOB coğrafi bilgi sistemleri kongresi 2013 11-
13 Kasım 2013, Ankara
- De Graff, J., 1996. Price of Soil Erosion: An Economic Evaluation of Soil
Conservation and Watershed development, Landbouwniversiteit
Wageningen (LUW), 300 s.
- Dengiz, O. and Başkan, O. 2006. Comparison Of Three Different Erosion Risk
Assessment Models; Case Study: Ankara-Gölbaşı Specially Protected Area.
International Soil Meeting on Soil Sustaining Life on Earth, Managing Soil
and Technology Proceeding Vol. I, 369-376, Şanlıurfa-Turkey.
- Dengiz, O., Yakupoğlu, T. and Baskan, O., 2009. Soil Erosion Assessment with
Qualitative Approach Using GIS & RS; Case Study: Ankara-Guvenc Basin.
Journal of Environmental Biology, 30 (3); 339-344.
- Dengiz, O.,ve Akgül S., 2004. Soil Erosion Risk Assessment of the Gölbaşı
Environmental Protection Area and Its Vicinity Using the CORINE Model,
Ankara.Turk J Agric For 29 2005 439-448
- Dindaroğlu T.,Canpolat M.Y.,2013 KSÜ Doğa Bil. Derg., 16(4),
- Doğan, O. ve N. Küçükçakar. 1994. Erozyon Haritalamasında Bazı Metodolojiler.
Köy Hizmetleri Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yay. Ankara. 32 s.Bornova,
İzmir, s. 45-55.
- Erol, E., Çanga, R.M., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi Tekniği Kullanılarak Erozyon
Risk Değerlendirmesi, Tarım Bilimleri Dergisi 10 (2) s.136-143
- Erol, A.,ve ark., Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A,
Sayı: 2, Yıl: 2009, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 21-36

- Flanagan, D.C., Nearing, M.A., 1995. USDA-Water erosion prediction project: hillslope and watershed model documentation. NSERL Report No. 10. West Lafayette Ind. USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory.
- Gamma Design Software. 1995. GS+ Geostatistics for Agronomic and Biological Sciences. Version 5.0. Plainwell, WI. USA.
- Hızal, A., 1984. Hava Fotoğrafları Yorumlamasının Havza Amenajmanı (Ova Deresi Havzası, Kocaeli) Çalışmalarında Uygulanma Olanaklarının Araştırılması, İ.Ü.Yay No: 3144, Orman Fakültesi Yay No:341, İstanbul.
- Hudson, N., 1986. Soil Conservation. Cornell University Press, s.27.
- ICONA. 1997. Guidelines for Mapping and Measurement of Rainfall Induced Erosion Processes in the Mediterranean Coastal Areas. Priority Action Program Regional Activity Centre. Split, Croatia
- Jackson, M.L. 1958. Soil Chemical Analysis. Prentice Hall Inc., Englewood Cliffs, N.J.
- Jha, M.N., Rathore, R.K., 1981. Erodibility of Soil in Shifting Cultivation Areas of Tripura and Orissa, Indian Forester, 107, 5: s.310-313.
- Karaş, 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, s.106-112, Konya.
- Karagül, R., 1994. Trabzon Söğütlüdere Havzasında Farklı Arazi Kullanım Şartları Altındaki Toprakların Bazı Özellikleri ile Erozyon Eğiliminin Araştırılması. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi. 165s (yayınlanmamış). Trabzon.
- Kemper W.D., Rosenau R.C., 1986 Aggregate stability and size distribution, Editor: Klute,A.,Methods of soil analysis.Part I-physical and mineralocigal methods, 2nd ed., SSSA Book SeriesNo:5,SSA and ASA,Madison,Wisconsin, 4225-442.
- Klute, A. and Dirksen, C., 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity. In: Klute, A. (Ed), Methods of Soil Analysis. Part 2. Agronomy 9: 687–732. Am. Soc. of Agron., Inc., Madison, Wisconsin, USA.
- Lal R., 1988. Soil erosion research methods, Soil and Water Conservation Society,USA
- Lal, R., 2001. Soil degradation by erosion. Land Degrad. Dev. 12, 519–539.

- Legout, C., Leguedois, S., Le Bissonnais, Y., 2005. Aggregate breakdown dynamics under rainfall compared with aggregate stability measurements. *European Journal of Soil Science*. 56: 225-237.
- Le Villio M., Arrouays D., Deslais W., Clergeot D., Droussin J., Le Bissonnais Y., 2004, Interest of the compost as a source of organic matter to restore and maintain physical properties of French soils, Symposium No :57 Paper No.1529
- Le Bissonnais, Y., Blavet, D., Noni, G.D., Laurent, J.Y., Asseline, J., Chenu, C., 2007. Erodibility of Mediterranean vineyard soils: relevant aggregate stability methods and significant soil variables. *European Journal of Soil Science*. 58: 188-195.
- Lehrsch, G.A., Jolley, P.M., 1992. Temporal changes in wet aggregate stability. *Transactions of the ASAE*. 35: 493-498.
- Madsen, H. B., Hasholt, B. Platou, S. W. Chiscie, G. (Ed.), And Morgan, R. P. C., 1986. The development of a computerized erodibility map covering Denmark.. *Soil erosion in the European Community. Impact of changing agriculture*. 143-154.
- Manrique, L.A., 1988. LEAM: Land Erodibility Assessment Methodology. Edit. & Pub. Shop, Honolulu, HI.
- Morgan, R.P.C., Quinton, J.N., Rickson, J.R.J., 1992. Soil erosion prediction model for the European Community. GB-ISCO-WASWC.
- Miller, W.P., Baharrudin, M.K., 1987. Interrill erodibility of highly weathered soils. *Communication in Soil Science and Plant Analysis*. 18: 933-945.
- Ngatunga, E. L. N., Lal, R., Singer, M. J., 1984. Effect of Surface Management on Run off and Soil Erosion from Some Plot Milangano, *Geoderma*, 33:1-12. Tanzania.
- Oğuz, İ., Noyan, Ö.F., 2000. Soil Properties and Soil Erodibility Changes along a Slope. *Proceedings of International Symposium on Desertification*. Turkey. Symposium Book, s.129-134. Konya.
- Özdemir N., 2002. Toprak ve su koruma, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları , No:22,2.Baskı,Samsun.
- Özhan S. 2004. Havza Amenajmanı, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Havza Amenajmanı Anabilim Dalı,İ.Ü. Rektörlük Yayın No:4510, Orman Fakültesi Yayın No: 481; ISBN: 975-404-739-1 İstanbul

- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., Porter, J.P., 1991. RUSLE, revised universal soil loss equation. *J. SoilWater Conserv.* 46 (1), 30–33.
- Reis, M., 2002. Trabzon Yöresi Alpin Meralarında Azot, Fosfor ve Potasyumlu Gübrelerin Vejetasyon Yapısı Üzerindeki Etkilerinin Araştırılması. Doktora Tezi, (yayınlanmamış) K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği A.B.D. 698s. Trabzon.
- Savacı G.,2012., Kahramanmaraş ili göz ve Haman deresi yağış havzalarında corine metodolojisi ile erozyon risk haritalarının oluşturulması Yüksek lisans tezi (yayınlanmamış)
- Soil Survey Staff. 1999. Soil Taxonomy. A Basic of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Survey. USDA Handbook No: 436,Washington DC.
- Vrieling, A., 2006. Satellite Remote Sensing For Water Erosion Aessment: A Review. *CATENA*, s. 2-18.
- Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1965. Predicting Rainfall Erosion Losses from Croplan East of the Rocky Mountains. Handbook no. 282. USDA,Washington, DC.
- Wischmeier, W. H. and J.V. Mannering., 1969. Relation of soil properties to its erodibility. *Soil Science Society of America Proceedings.* 33: 131–137.
- Wischmeier, W.H., 1976. The Use and Misuse of the Universal Soil Loss Equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, 31 (1), s. 5-9.
- Wischmeier, W. H. and D. D. Smith. 1978. Predicting rainfall erosion losses. USDA Agricultural Handbook, 537, Washington D.C.
- Zhu 2011., *Stoch Environ Res Risk Assess* (2012) 26:813–822

EKLER

Çizelge EK-1: Havzaya ait yüzey toprak örneklerin bünye dağılımları

Örnek No	Koordinat		Bünye (%)			
	Kuzey	Doğu	Kil	Silt	Kum	Sınıf
ya	4517360	262010	46,9	30,0	23,1	C
y1	4517982	264012	36,8	38,9	24,3	CL
y2	4518007	263696	37,9	41,9	20,2	CL
y3	4518992	263408	45,5	32,9	21,6	C
y4	4518000	263100	22,9	43,4	33,7	L
y5	4518000	262800	25,1	33,5	41,4	L
y6	4517987	262504	44,4	29,7	25,9	C
y7	4517660	264234	29,2	39,9	31,0	CL
y8	4517698	264009	40,0	38,1	21,9	C
y9	4517726	263660	35,6	33,8	30,5	CL
y10	4517704	263406	45,0	36,8	18,2	C
y11	4517700	263100	42,5	27,7	29,7	C
y12	4517700	262800	28,8	37,1	34,1	L
y13	4517700	262500	33,8	38,3	27,9	CL
y14	4517700	262200	27,4	39,7	32,9	L
y15	4517400	264600	46,4	31,7	21,9	C
y17	4517400	264000	36,3	34,7	29,0	CL
y18	4517400	263700	37,2	22,3	40,5	CL
y20	4517395	263019	33,8	36,3	30,0	CL
y22	4517400	262500	33,1	26,5	40,4	CL
y23	4517400	262200	31,1	37,1	31,8	CL
y25	4517094	264902	36,8	36,7	26,5	CL
y26	4517104	264600	44,2	37,5	18,3	C
y27	4517100	264300	35,1	28,6	36,3	CL
y28	4517100	264000	33,4	43,5	23,1	CL
y29	4517100	263700	40,2	29,5	30,2	C
y30	4517100	263400	42,2	31,5	26,3	C
y31	4517100	263100	36,6	30,0	33,5	CL
y32	4517100	262800	35,2	34,7	30,1	CL
y33	4517100	262500	28,6	28,4	43,0	L
y34	4517100	262200	30,2	38,0	31,8	CL
y35	4516909	265043	29,0	37,0	34,0	CL
y36	4516801	264906	32,0	36,5	31,5	CL
y37	4516806	264605	36,9	33,0	30,1	CL
y38	4516800	264300	28,6	35,9	35,5	L
y39	4516800	264000	33,0	31,0	36,0	CL
y41	4516756	263417	35,5	31,6	32,9	CL
y42	4516800	263100	27,1	20,5	52,3	SCL
y43	4516800	262800	29,6	20,8	49,6	SCL
y44	4516800	262500	47,3	31,8	20,9	C
y45	4516800	262200	27,9	33,5	38,7	L
y46	4516507	264896	25,1	38,8	36,1	L

y48	4516400	264300	26,5	23,7	49,8	SCL
y49	4516500	264300	25,4	31,0	43,6	L
y50	4516504	263689	29,6	37,1	33,3	L
y51	4516500	263400	28,4	23,5	48,1	SCL
y52	4516500	263100	25,3	18,8	55,9	SCL
y54	4516500	262500	18,9	26,7	54,4	SL
y55	4516500	262200	29,2	30,8	40,0	CL
y56	4516200	264800	29,2	36,6	34,1	L
y57	4516200	264603	31,2	41,0	27,7	CL
y58	4516200	264300	24,6	44,5	30,9	L
y59	4516204	264008	31,0	34,3	34,7	CL
y60	4516217	263714	27,2	44,5	28,3	L
y61	4516200	263400	34,2	36,1	29,7	CL
y62	4516200	263100	20,8	24,2	55,0	SCL
y63	4516200	262800	26,8	30,3	42,9	L
y64	4516200	262500	31,8	41,5	26,7	CL
y65	4515900	264600	37,1	34,2	28,7	CL
y66	4515897	264296	23,6	25,3	51,1	SCL
y67	4515900	264000	42,3	38,7	19,0	C
y68	4515900	263700	32,5	27,1	40,4	CL
y69	4515888	263395	25,2	38,4	36,4	L
y70	4515900	263100	46,5	32,8	20,7	C
y71	4515900	262800	27,2	16,3	56,5	SCL
y73	4515600	263700	43,1	31,4	25,5	C
y74	4515600	263400	38,9	30,4	30,7	CL
y75	4515600	263100	21,2	32,0	46,8	L
y76	4515600	262800	50,7	24,1	25,2	C
y77	4515600	262500	27,4	17,3	55,3	SCL
y78	4515270	262750	27,4	32,0	40,6	L

Çizelge EK-2. Yüzey toprak örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analizleri

Örnek No	Organik Madde (%)	Geçirgenlik(mm/h)	H.A (gr/cm ³)
ya	4,1	2,92	1,29
y1	3,7	6,2	1,3
y2	3,2	5,46	1,3
y3	3,2	2,86	1,3
y4	3,1	14,5	1,37
y5	3,0	11,41	1,41
y6	3,1	2,52	1,33
y7	4,7	12,51	1,27
y8	4,3	5,78	1,26
y9	3,1	5,08	1,36

y10	3,3	3,39	1,28
y11	4,5	3,63	1,31
y12	3,7	10,51	1,34
y13	5,5	11,54	1,23
y14	4,4	13,77	1,29
y15	5,2	4,21	1,25
y17	2,3	3,8	1,39
y18	2,5	2,96	1,43
y20	1,8	4,22	1,42
y22	2,9	5,13	1,41
y23	3,6	8,09	1,34
y25	3,3	5,28	1,33
y26	2,7	3,01	1,3
y27	2,8	4,25	1,4
y28	2,1	4,85	1,38
y29	3,3	3,31	1,35
y30	2,1	2,24	1,37
y31	2,7	3,92	1,39
y32	4,1	6,5	1,32
y33	3,6	9,73	1,39
y34	3,7	9,08	1,33
y35	2,4	6,97	1,41
y36	3,6	7,42	1,34
y37	4,1	5,92	1,32
y38	4,3	12,02	1,31
y39	4,7	7,99	1,32
y41	4,0	6,13	1,33
y42	4,5	11,93	1,38
y43	4,9	10,42	1,35
y44	4,9	3,84	1,26
y45	2,6	8,72	1,42
y46	1,7	8,05	1,47
y48	1,8	8,49	1,5
y49	1,3	7,94	1,51
y50	2,9	7,95	1,38

y51	2,7	8,14	1,45
y52	5,1	15,93	1,35
y54	3,9	27,17	1,37
y55	3,4	8,58	1,39
y56	1,9	6	1,44
y57	1,8	4,88	1,42
y58	1,7	8,12	1,45
y59	3,2	7,06	1,37
y60	3,5	10,97	1,33
y61	3,8	6,84	1,32
y62	3,0	19,59	1,45
y63	2,8	10,03	1,42
y64	4,5	11,06	1,26
y65	3,8	5,26	1,32
y66	4,0	16,98	1,38
y67	0,7	1,71	1,38
y68	3,3	6,18	1,4
y69	3,1	11,61	1,38
y70	2,8	2,45	1,31
y71	1,7	7,85	1,53

Çizelge EK-3. Yüzey toprakların aşınım duyarlılıklarda kullanılan bazı erozyon indeks değerleri

Örnek No	Agregat Stabilitesi	Dispersiyon Oranı	Erozyon Oranı	Erodibilite (K Faktörü)
ya	73,21	65,19	72,8	0,206
y1	51,04	55,24	73,0	0,153
y2	65,12	64,24	83,5	0,088
y3	54,09	61,3	70,8	0,064
y4	39,4	40,9	75,5	0,300
y5	29,9	46,67	79,7	0,248
y6	65,57	57,99	69,1	0,137
y7	56,33	55,23	84,0	0,319
y8	56,02	60	73,7	0,135

y9	70,48	53,75	74,0	0,144
y10	72,38	67,79	78,0	0,158
y11	46,4	58,65	70,6	0,202
y12	52,57	48,3	75,0	0,164
y13	30,51	56,1	75,7	0,291
y14	29,49	43,26	69,1	0,247
y15	63,67	62,25	68,2	0,281
y17	40,05	50,57	70,1	0,077
y18	36,36	44,21	60,5	0,208
y20	65,25	56,15	81,7	0,203
y22	51	39,82	57,7	0,202
y23	28	41,81	62,7	0,322
y25	66,85	60,23	80,5	0,070
y26	58,18	65,75	77,7	0,170
y27	51,09	52,07	73,1	0,072
y28	48,33	54,68	80,7	0,153
y29	42,42	53,87	68,9	0,223
y30	45,66	55,53	70,0	0,102
y31	46,21	51,02	69,6	0,157
y32	67,86	54,24	74,4	0,297
y33	54,95	39,37	61,1	0,292
y34	60,63	56,82	86,3	0,327
y35	57,35	45,95	73,1	0,103
y36	55,92	53,04	77,8	0,237
y37	42,87	51,98	68,7	0,125
y38	56,67	46,67	72,1	0,150
y39	56,49	52,52	74,7	0,280
y41	59,37	53,54	72,8	0,124
y42	50,76	33,94	53,5	0,253
y43	45,41	38,93	58,0	0,248
y44	66,36	62,96	68,6	0,283
y45	33,32	41,8	66,9	0,248
y46	34,56	40,02	70,6	0,136

y48	26,07	28,27	45,4	0,049
y49	52,71	38,4	65,2	0,178
y50	43,44	50,99	79,3	0,176
y51	60,75	38,25	59,3	0,199
y52	25,55	34,51	55,7	0,244
y54	31,44	29,65	55,8	0,270
y55	27,18	42,07	65,1	0,141
y56	21,79	45,85	73,0	0,109
y57	31,33	46,48	72,2	0,233
y58	43,09	45,28	82,2	0,414
y59	46,6	41,37	62,3	0,155
y60	44,57	45,15	74,5	0,368
y61	57,8	54,47	76,1	0,146
y62	20,23	21,31	38,1	0,129
y63	34,79	36,64	59,2	0,151
y64	43,71	59,18	84,8	0,323
y65	63,08	59,07	78,5	0,296
y66	30,27	33,13	56,0	0,282
y67	71,46	64,93	83,0	0,181
y68	17,45	33,53	48,9	0,121
y69	25,9	37,1	63,8	0,351
y70	54,16	61,7	70,7	0,090
y71	35,3	23,93	37,1	0,013
y73	35,78	51,42	63,7	0,182
y74	52,55	57,37	74,6	0,232
y75	23,25	32,29	59,8	0,332
y76	66,9	52,02	56,9	0,216
y77	25,03	33,87	52,7	0,169
y78	52,81	44,2	71,2	0,241

ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Ekrem KANAR

Doğum Yeri ve Tarihi: MALATYA/ Merkez 25/06/1989

E-Posta: ekantar44@hotmail.com, zmekremkanar@gmail.com

Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü

Yüksek Lisans: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Toprak Ana Bilim Dalı (2012-devam ediyor)

Mesleki Deneyim

- SAMMEY A.Ş (Haziran 2012- Mart 2013)
- Çarşamba Ziraat Odası Başkanlığı (Temmuz 2013- Temmuz 2014)
- Başak Tarımsal Mühendislik ve Danışmanlık