

Küçük Menderes Havzası'nda potansiyel erozyon riskinin arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıflarına göre değerlendirilmesi

Assessment of potential erosion risk in Küçük Menderes basin according to land use/land cover classes

Hediye Arzu GÖKÇE GÜNDÜZOĞLU*¹ , Gökhan GÜNDÜZOĞLU² 

¹Dokuz Eylül Üniversitesi, Buca Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Alanlar Eğitimi Bölümü, İzmir, Türkiye

²İzmir Büyükşehir Belediyesi, Kent Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı, Konak, İzmir, Türkiye

Eser Bilgisi/Article Info

Araştırma makalesi/Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1540609

Sorumlu yazar/Corresponding author

Hediye Arzu GÖKÇE GÜNDÜZOĞLU

e-mail: arzu.gokce@deu.edu.tr

Geliş tarihi/Received

30.08.2024

Düzeltilme tarihi/Received in revised form

22.03.2025

Kabul Tarihi/Accepted

16.04.2024

Elektronik erişim/Online available

15.05.2025

Anahtar kelimeler:

Toprak erozyonu

CORINE

Arazi kullanımı

Küçük Menderes Havzası

Keywords:

Soil erosion

CORINE

Land use

Küçük Menderes Basin

Özet

Arazi kullanımı/Arazi örtüsünün (AK/AÖ) değişimi sonucunda meydana gelen ormansızlaşma ile erozyon duyarlılığı yüksek alanlar olumsuz olarak etkilenmektedir. Özellikle eğimli sahalarda orman örtüsünün tahrip edilerek tarımsal faaliyetlerin ön plana çıkması erozyon riskini arttırmaktadır. CORINE (Coordination of Information on the Environment) yöntemi erozyon riskinin belirlenmesinde kullanılan modellerden biridir. Bu çalışmada Küçük Menderes Havzası (KMH)'nin potansiyel erozyon riski CORINE yöntemine göre belirlenmiş, belirlenen riskli grupları arazi kullanım türlerine göre değerlendirilmiştir. Potansiyel erozyon riskinin belirlenmesi için toprak aşınabilirliği, aşındırıcı güç ve eğim faktörleri kullanılmaktadır. Potansiyel erozyon riski incelendiğinde sahanın %43'ünün yüksek erozyon riski altında olduğu, bu alanların ise genellikle yüksek eğimli sahalarda dağılışı gösterdiği görülmektedir. Düşük erozyon riski altında olan sahaların ise %37'lik oran ile havza tabanında dağılışı gösterdiği tespit edilmiştir. Potansiyel erozyon riski, mevcut arazi kullanım verileri ile birlikte değerlendirildiğinde karışık tarım alanı olarak kullanılan alanların %11'inin yüksek erozyon riski altında olduğu görülmektedir. Bitki değişim alanlarının ise %9'luk kısmının yüksek erozyon riski altında olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sonuç olarak çalışma alanında potansiyel erozyon riski yüksek olan eğimli sahalarda yapılan tarım faaliyetlerinin erozyon riskini tetiklediği, erozyon riski düşük olan eğimi az sahalarda ise tarımsal faaliyetlerin erozyon riskinin şiddetlenmesi açısından tehlike oluşturmadığı tespit edilmiştir.

Abstract

Deforestation brought on by changes in land use and land cover (LU/LC) has a negative impact on areas that are highly susceptible to erosion. The destruction of forest cover on sloping lands and the emergence of agricultural activities increase erosion risk. The CORINE (Coordination of Information on the Environment) method is one of the models used to determine erosion risk. The CORINE approach was used in this study to establish the Küçük Menderes Basin's (KMB) potential erosion risk, and the risk categories that were discovered were assessed based on the forms of land use. Soil erodibility, erosive power, and slope factors are used to determine potential erosion risk. According to an analysis of the potential erosion risk, 43% of the land is at high risk for erosion, and these areas are typically found in places with high slopes. The areas under low erosion risk are distributed on the basin floor; it was determined that approximately 37% of the study area is under low erosion risk. When the potential erosion risk is evaluated with existing land use data, it is discovered that 11% of the areas used for heterogeneous agricultural purposes are at high erosion risk. It is concluded that 9% of the plant change areas are under high erosion risk. As a result, it was determined that agricultural activities in sloping areas with high potential erosion risk in the study area triggered erosion risk. In contrast, agricultural activities in sloping areas with low erosion risk did not threaten to exacerbate the erosion risk.

GİRİŞ

Toprak, bir arazi kullanım türü olan tarımsal faaliyetlerin devamlılığı için en önemli etmendir. Tarih öncesi dönemlerden itibaren, ilk önemli arazi kullanımı değişikliği, ilk toprak erozyonu dalgası ile yakından ilişkilidir (Vanwalleghem ve ark. 2017). İnsan faaliyetlerindeki belirgin artışla birlikte, Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsündeki (AK/AÖ) değişimler; ormansızlaşmaya sebep olmakta, bu durum erozyon

duyarlılığı yüksek alanları olumsuz olarak etkilemektedir. Hâlbuki vejetasyon kapallılığı arttıkça toprak kaybı/erozyon azalmaktadır (Gyssels ve ark. 2005, Deumlich ve ark. 2006). Bitki örtüsünün yanı sıra arazi kullanımı ve yönetimi faktörleri de toprak kaybına etki etmektedir. Erozyon riski tarımsal faaliyetlerin sürdürülebilirliğini sağlamada önemli bir sınırlandırıcıdır. Bunun yanı sıra, arazinin kabiliyetine uygun alanlarda

gerçekleştirilmeyen tarımsal faaliyetler de erozyonu şiddetlendirmektedir. Bu bağlamda arazinin yanlış kullanımı erozyon riskini artırmaktadır. Nitekim yapılan çalışmalar da arazinin erozyon riskinin kullanım türüne bağlı olarak değiştiğini ortaya koymaktadır (Dindaroğlu ve Canpolat 2013, Panagos ve ark. 2015, Dengiz ve İmamoğlu 2016, Özşahin 2016). Toprak, doğal bir kaynak olarak çevresel, sosyal ve ekonomik açıdan temel bir işleve sahiptir (Blum ve ark. 2004). Toprağın erozyon riskine karşı korunması, ekonominin ve arazi kullanımının sürdürülebilirliği açısından son derece önemlidir.

Toprak erozyonu; iklim, arazi ve arazi kullanımı arasındaki dengenin bozulmasının bir sonucudur (Herz 1973, Volk ve ark. 2010, Özvan ve ark. 2022). Bir diğer ifadeyle toprak erozyonunun ana nedenleri arazi yetenek sınıflarına uygun olmayan kullanım talepleri, yanlış tarım uygulamaları, ormansızlaşma, aşırı otlatma, arazilerin terk edilmesi, orman yangınları ve yerleşimdir (Yassoglou ve ark. 1998). Bu nedenle özellikle erozyon riski yüksek sahalarda, arazi kullanım şekli önem taşımaktadır.

AK/AÖ farklı sınıfları içermektedir. Erozyon riski açısından değerlendirildiğinde orman en önemli sınıfı oluşturmaktadır. Topraktaki kapalılık oranı düştükçe erozyon riski artmaktadır (Eraslan ve ark. 2016). Bitki örtüsü, tepe tacı ve kökleri ile erozyonu kontrol eder (Parlak 2014). Ormanlık alanların tahrip edilmesi ise erozyon riskini arttırmaktadır (Özdemir ve Şenkul 2006, Elmastaş 2008, Dengiz ve İmamoğlu 2016). Bu nedenle özellikle yüksek eğimli VII. sınıf arazilerdeki ormanlık alanlar, gelişmiş kök sistemi ve yüksek kapalılık oranları ile erozyon riskinin önlenmesi açısından ideal kullanım tipini oluşturmaktadır.

Ekili ve dikili tarım gibi tarımsal faaliyetler, toprak örtüsünü korumada ormanlar kadar etkili değildir. Özellikle ekili tarım yapılan alanlarda, toprak üzerindeki ürünün yıl içinde hasat edilip yeniden ekilmesi ve toprak işleme gibi nedenlerden dolayı saha erozyon maruziyetine açık hale gelmektedir. Dikili tarımda ise ürün veriminin artırılması amacıyla, bitkinin ihtiyaç duyduğu güneş radyasyonu miktarını karşılayabilmesi ve ürün hasadı döneminde kolaylık sağlaması için belli mesafelerde dikim yapılmaktadır. Bu nedenle arazinin

kapalılığı sınırlı kalmakta olup bu durum erozyon riskini arttırmaktadır. Arazi yetenek sınıflarına göre I., II., III. ve IV. sınıf araziler eğim derecesi düşük ve ekili tarım faaliyetlerine uygundur (Anonim 1974). Ancak diğer yetenek sınıflarında yapılan tarımsal faaliyetlerde eğim tarım açısından sınırlandırıcı faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Orman (VII. sınıf) ve mera (VI. sınıf) alanlarından tarımsal alanlara dönüştürülen sahalarda erozyona karşı duyarlılık artmaktadır (Madenoglu ve Erpul 2018).

AK/AÖ'nü erozyon riski açısından inceleyen birçok çalışma literatürde yer almaktadır. Panagos ve ark. (2015), Avrupa ölçeğinde arazi kullanımı türlerinin toprak erozyonuna etkisini ölçeklendirmiştir. Nunes, Almeida ve Coelho (2021) tarım alanlarının ve iğne yapraklı ormanların erozyon riskinin yüksek olduğunu tespit etmiştir. İmamoğlu, Bahadır ve Dengiz (2017), mera arazilerinin erozyon duyarlılığının daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, meralık alanlardaki aşırı otlatma (Taş ve Yakar 2010), yağışların artması, orman ve mera arazilerinin tarımsal alanlara dönüşmesi erozyon riskini artırmaktadır (Ashraf 2020). Gomez ve ark. (2014), eğimli sahalara ekim yapılması ve zeytin ağaçları arasında toprak örtüsü (kapalılığı) sağlayamayan uygulamaların erozyonu tetikleyebileceğini tespit etmiştir. Özellikle eğimin arttığı sahalarda arazi kullanımı dikkat edilmesi gereken bir durumdur.

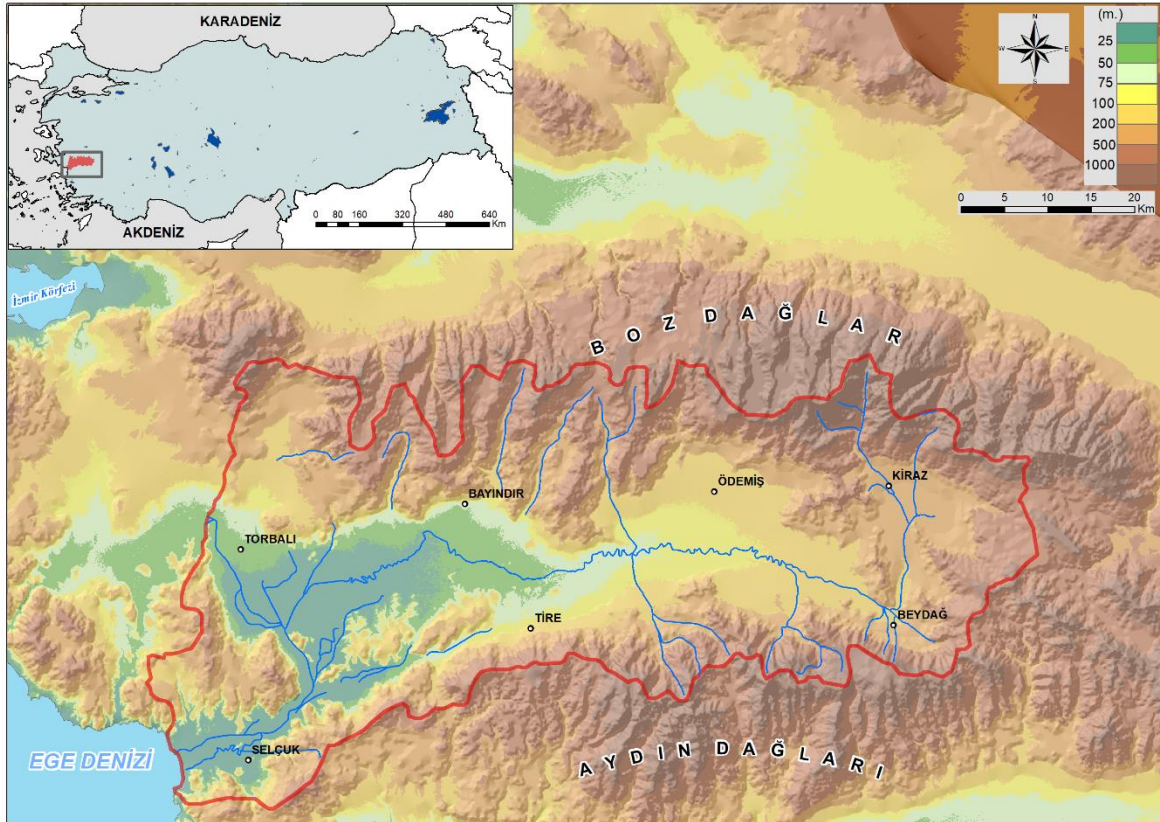
Erozyon riskini tespit etmek için birçok model oluşturulmuştur. CORINE (Coordination of Information on the Environment) bu yöntemlerden biridir. CORINE yöntemi ile erozyon riskinin belirlenmesinde potansiyel erozyon riski hesaplanmakta bu risk arazi örtüsü katmanı ile birlikte analiz edilerek, analiz sonucunda Gerçek Erozyon Riski belirlenmektedir. Bu yöntemde kullanılan arazi örtüsü katmanı arazi kullanım türünden bağımsız olarak daha çok bitki örtüsü yoğunluğu üzerinden değerlendirilmektedir. Everest ve Özcan (2016) yapmış oldukları çalışmada orman, çalılık, maki-funda gibi kullanımlar altında bulunan alanları tamamen korumalı, bu alanların dışında kalan bölümleri ise tamamen korumasız olarak sınıflandırmışlardır. Yine CORINE yöntemi ile erozyon riskinin belirlendiği çalışmada (Khallouf ve ark. 2021) arazi kullanım türü dikkate

alınmadan sadece bitki örtüsü yoğunluğu hesaplanarak çalışma alanının gerçek erozyon riski belirlenmiştir.

Bu çalışma Küçük Menderes Havzası'nda potansiyel erozyon riski yüksek sahalarda AK/AÖ sınıflarına odaklanarak yüksek risk altındaki sahaların, arazi kullanım türlerini sorgulamayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda çalışma alanının potansiyel erozyon riski belirlenerek, mevcut arazi kullanım türlerine göre değerlendirilmiştir. Çalışma alanının tarım potansiyelinin yüksek olması sebebi ile tarımsal kullanım türleri ile potansiyel erozyon riski birlikte değerlendirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanını Küçük Menderes Havzası (KMH) oluşturmaktadır. Havza, Türkiye'nin batısında, Ege Bölgesi'nin Asıl Ege Bölümü'nde yer almaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı kuzeyinde Bozdağlar, güneyinde Aydın dağlarının yer aldığı, horst-graben sistemi ile oluşmuş tektonik bir havzadır. Havzanın dağlık kütelleri Menderes masifine ait kayalardan oluşurken hazanın tabanını Küçük Menderes Nehri'nin taşıdığı alüvyal dolgular oluşturmaktadır. Graben alanının çevresinde bitki örtüsünün tahrip edildiği yüksek eğimli sahalarda, şiddetli erozyon görülmektedir (Gökçe Gündüzoğlu ve Çukur 2019). Akdeniz iklim özelliklerinin görüldüğü havzada yaz mevsimleri sıcak ve kurak, kış mevsimleri ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Uzun yıllar sıcaklık ortalaması 18°C, yıllık yağış ortalaması ise 700 mm dolaylarında olan çalışma alanında iklimik koşullar yıllar içinde değişiklikler göstermektedir (MGM 2024).



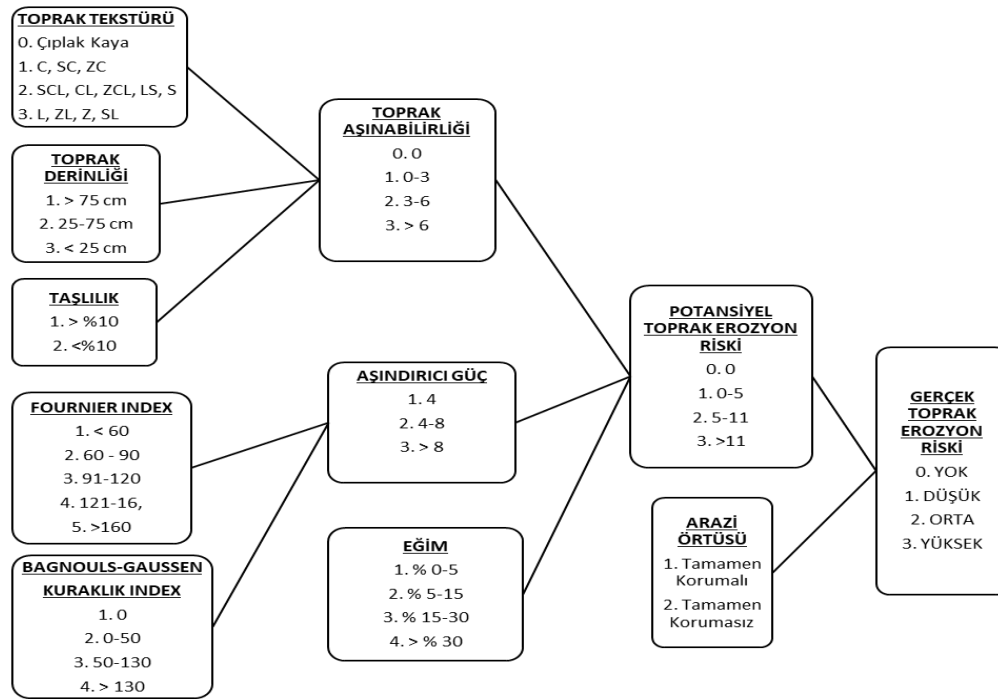
Şekil 1. Küçük Menderes Havzası lokasyon haritası

Çalışma alanının potansiyel erozyon riskinin belirlenmesi için CORINE yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem potansiyel erozyon riskini; toprak aşınabilirliği, aşındırıcı güç ve eğim

parametrelerini birlikte değerlendirerek belirlemektedir. Potansiyel erozyon riskinin arazi örtüsü ile birlikte analizi sonucunda ise gerçek erozyon riski elde edilmektedir

(CORINE 1992, Aydın ve Tecimen 2010, Zhu 2012, Khallouf ve ark. 2021). Bu çalışmada ilk olarak çalışma alanının CORINE yöntemiyle potansiyel erozyon riski belirlenmiş, elde edilen potansiyel erozyon riski verileri mevcut arazi kullanımı ile karşılaştırılmıştır. Çalışma alanındaki mevcut arazi kullanımının belirlenmesi için CORINE 2018 arazi örtüsü verileri kullanılmıştır. Potansiyel erozyon riskinin arazi kullanımı ile birlikte sorgulanabilmesi için CORINE arazi kullanım türleri erozyon riski açısından yeniden değerlendirilerek gruplandırılmıştır. Yapılan analizde

yeniden sınıflandırılmış CORINE arazi kullanım verisi, CORINE yöntemi ile hesaplanan potansiyel erozyon riski ile karşılaştırılmıştır. Bu işlem için overlay analizi yapılmıştır. Overlay analizinde iki katman birlikte karşılaştırılarak tek bir veri elde edilmektedir. CORINE yöntemini oluşturan parametreler ve bu parametrelerin bileşenleri olan alt parametreler Şekil 2'de detaylı olarak verilmiştir. Yapılan tüm analizler ve haritalandırma işlemleri ArcGIS 10.7.1 programında gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2. CORINE yöntemine göre erozyon riskinin belirlenmesine ilişkin akış diyagramı

Toprak Aşınabilirliği

CORINE yönteminde en önemli parametre olan bu faktör toprak tekstürü, toprak derinliği ve toprak taşlılığı parametrelerinin bileşiminden hesaplanmaktadır. Çalışma alanının toprak aşınabilirlik değerinin hesaplanması için arazi varlığı paftaları kullanılmıştır. Çalışma alanı olarak belirlenen Küçük Menderes Havzası'nda yer alan toprak grupları; kırmızımsı kestane rengi topraklar, kırmızımsı kahverengi Akdeniz toprakları, kırmızı Akdeniz toprakları, kahverengi orman

toprakları, kireçsiz kahverengi orman toprakları, kireçsiz kahverengi topraklar (zonal), metamorfik şistler ve gnayslar üzerinde gelişen topraklar (intraazonal) ile alüvyal ve kolüvyal (azonal) topraklardır (Gündüzoğlu 2019).

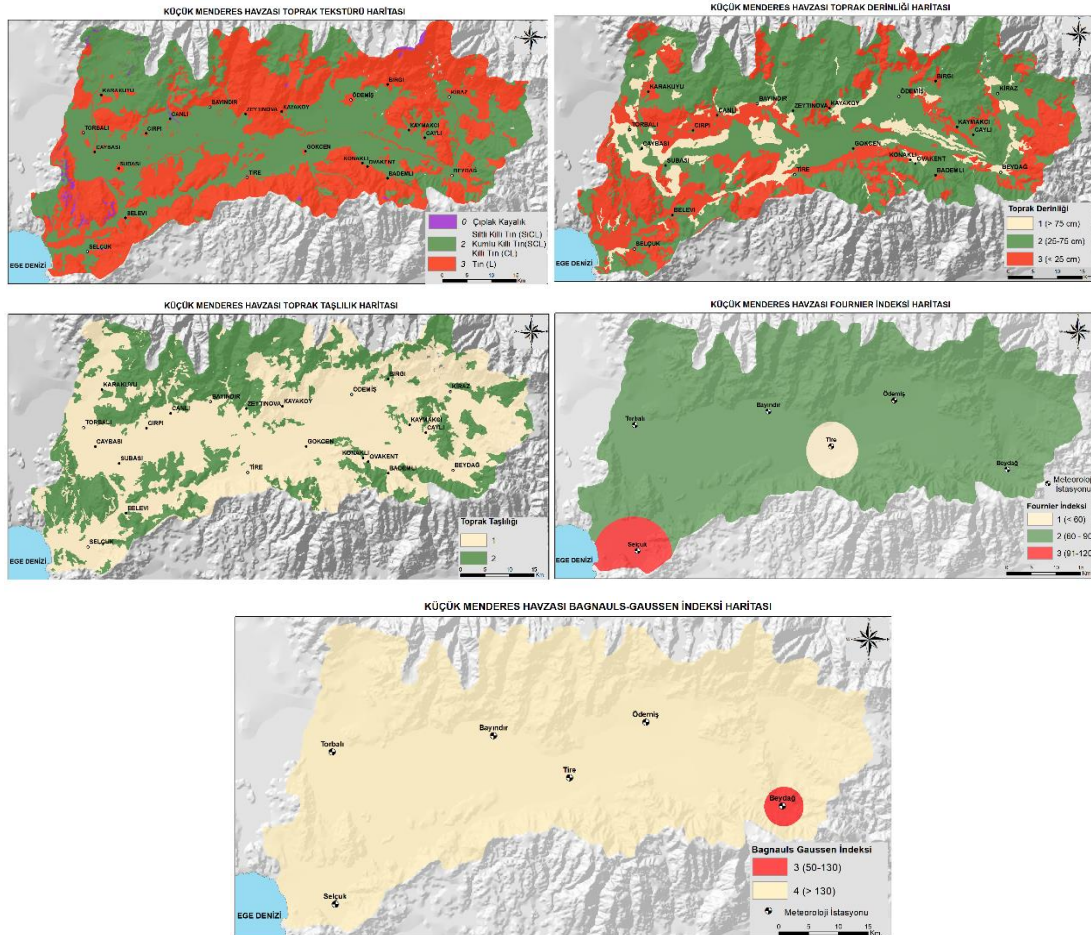
Toprak tekstürü sınıflarının oluşturulabilmesi için toprak gruplarının tekstürü ile ilgili daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen veriler kullanılmıştır. Toprağın aşınma ve taşınmasına olan hassasiyetinin bir ölçüsü (Özden ve Özen 1997) olarak tanımlanan K faktör

değerleri her bir toprak grubu için çalışmalar ile tespit edilmiştir (İrvem ve Tülücü 2004). Toprak gruplarının tekstür özelliklerine ilişkin bilgiler Ergene (1987)'ye göre derlenmiştir. K faktörünün yerel koşullara göre değişmesi söz konusu olduğundan diğer yerel koşulların da göz önüne alınarak değerlendirilmesi gerekmektedir (Wischmeier ve ark. 1978). Bu sebeple çalışma alanındaki toprak özelliklerinin detaylı olarak analiz edildiği çalışmalar kullanılmıştır. Çalışma alanındaki toprakların tekstür özelliklerinin irdelendiği bu çalışmalarda (Anonim 1974, Atalay 2006, Atalay ve Gökçe Gündüzoğlu 2015); toprak gruplarının toprak tekstürlerine ilişkin değerlendirmelerde bulunulmuş, çeşitli noktalardan alınan toprak örneklerine ilişkin tekstür tipleri ortaya konulmuştur. Bu kapsamda çalışma alanının toprak tekstür haritası oluşturulmuştur (Şekil 3).

Toprak derinliği yüzeysel akışların oluşmasında yani toprakların özellikle su tutma kapasitelerinde etkili bir

parametredir (Bashir ve ark. 2013). Toprak derinliği azaldığında erozyon kaynaklı sorunlar artmakta ve toprağın su tutma kapasitesi düşerek yüzey su akışı şiddetlenmektedir (Özvan ve ark. 2022). Çalışma alanının toprak derinliği özellikleri üç sınıfa ayrılmıştır. Bu sınıflar 25 cm'den sığ topraklar, 25-75 cm derinlikteki topraklar ve 75 cm'den daha derin topraklar olarak belirlenmiştir (Şekil 3).

CORINE yönteminde toprak aşınabilirliği faktörünü oluşturan toprak taşlılığı parametresi için optimal değer %10 olarak belirlenmiştir. Taşlılık oranı %10'dan büyük alanlar "tam korunan topraklar" olarak sınıflandırılırken; taşlılık oranı %10'dan az olan alanlar "tam korunmamış topraklar" olarak sınıflandırılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3. CORINE yöntemine göre çalışma alanının erozyon riskini oluşturan faktörler 3a: toprak tekstürü, 3b: toprak derinliği, 3c: taşlılık, 3d: Fournier Yağış İndeksi, 3e: Bagnouls-Gaussien Kuraklık İndeksi

Aşındırıcı Güç

CORINE yönteminde kullanılan aşındırıcı güç faktörü "Fournier Yağış İndeksi" ve "Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndeksi" değerlerinin çarpımı ile elde edilmektedir. Her iki indeks değerinin hesaplanması için çalışma alanında bulunan 6 meteoroloji istasyonunun sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Hesaplanan değerler Kriging yöntemi ile enterpole edilip alansal verilere dönüştürülmüştür.

Fournier Yağış İndeksi

"Yağış Erozivite İndeksi" olarak adlandırılan bu indeks taşınan materyal, iklim verileri ve topoğrafik özellikler arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır (Fournier 1960, Wischmeier ve ark. 1978, Lal 1988).

$$\text{Fournier yağış indeksi: } \sum_{i=1}^{12} P_i^2 / p$$

Formülde;

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

P : yıllık ortalama toplam yağış (mm.) değerlerini ifade etmektedir.

Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndeksi

Bölgenin kuraklık analizinin yapıldığı bu yöntemde aylık ortalama sıcaklık ve aylık toplam yağış miktarları kullanılarak BGİ kuraklık indisi değeri belirlenir. BGİ için "ki" değerleri, sadece aylık ortalama sıcaklığın iki katının, aynı ayda kaydedilen toplam yağış miktarından daha fazla olduğu aylarda hesaplanmaktadır (Batan 2021).

$$\text{Bagnouls-Gaussen Kuraklık İndeksi: } \sum (2t_i - p_i) \cdot k_i$$

Formülde;

t_i : (i) ayı için ortalama sıcaklık değeri °C

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

k_i : (2t_i-P_i>0) olduğu ayların oranı olarak hesaplanmaktadır.

Çalışma alanında bulunan meteoroloji istasyonlarına ilişkin Fournier İndeks ve Bagnouls-Gaussen indeks değerleri Çizelge 1'de özet halinde gösterilmiştir. Fournier indeksi değeri çalışma alanında 56 ile 93 değerleri arasında iken; Bagnouls-Gaussen indeksi 168 ile 187 değerleri arasındadır.

Çizelge 1. Meteoroloji istasyonlarının Fournier indeksi ve Bagnouls-Gaussen indeksi değerleri

İstasyon adı	Fournier indeksi	Bagnouls-Gaussen indeksi
Torbalı	86	187
Bayındır	70	185
Beydağ	72	129
Selçuk	93	187
Ödemiş	71	179
Tire	56	168

Eğim

Akdeniz bölgesinde topoğrafya, özellikle bitki örtüsünün yetersiz olduğu durumlarda toprak erozyonunda önemli bir rol oynamaktadır (Ochoa ve ark. 2016). Eğim faktörünün hesaplanması için ASTER görüntüleri kullanılmıştır. Çalışma alanının eğimi %0-5, %5-15, %15-30 ve >%30 olmak üzere 4 sınıfa ayrılmıştır.

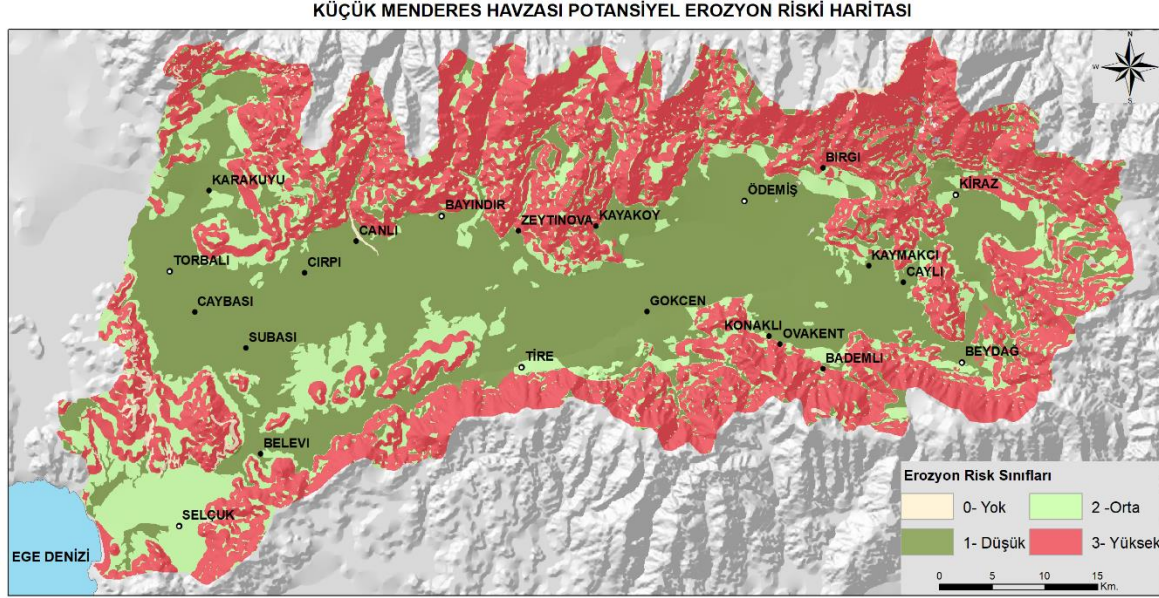
BULGULAR VE TARTIŞMA

Küçük Menderes Havzasının Potansiyel Erozyon Riski

Toprak aşınabilirliği, aşındırıcı güç ve eğim parametrelerinin birlikte analizi sonucunda çalışma alanının potansiyel erozyon riski hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonucuna göre Küçük Menderes Havzası'nın orta ve yüksek erozyon riskine sahip alanları, saha genelinin %62'sini oluşturmaktadır (Şekil 4). Yüksek derecede potansiyel erozyon riski altında olan %43'lük kısmının

daha çok yüksek eğimli dağlık kesimlerde yer aldığı tespit edilmiştir (Çizelge 2). Çalışma alanının %37'si ise "Düşük" derecede potansiyel erozyon riski altındadır. Bu alanlar

havza tabanındaki alüvyal topraklar üzerinde bulunmaktadır.



Şekil 4. Küçük Menderes Havzası'nın potansiyel erozyon riski haritası

Çizelge 2. Küçük Menderes Havzası'nın potansiyel erozyon riskinin alansal dağılımı

Potansiyel erozyon riski	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Yok	25	1
Düşük	1216	37
Orta	613	19
Yüksek	1411	43

Çalışma Alanındaki Mevcut Arazi Kullanımı ile Potansiyel Erozyon Riski İlişkisinin Tespiti

Çalışma sahasındaki mevcut arazi kullanımının tespit edilmesi için CORINE 2018 verileri kullanılmıştır (Çizelge 3). Mevcut verilere göre çalışma alanının %57.7'lik kısmı tarımsal amaçlı kullanılmaktadır. Tarım alanları içerisinde ise en çok kullanım şekli %23.1 oranı ile sulu tarım alanlarıdır.

Çalışma alanındaki mevcut arazi kullanımının dağılımı "potansiyel erozyon riskinin" yüksek olduğu sahalardan incelenmiştir. CORINE arazi kullanım verisi oluşturabileceği erozyon riskine göre yeniden gruplandırılmıştır. Bu gruplama Çizelge 4'te yer aldığı gibi yerleşim, ekili tarım, dikili tarım, karışık tarım

alanları, bitki değişim alanları, seyrek bitkili alanlar, mera, makilik, orman, sulak alan ve çıplak alan olmak üzere 11 gruba ayrılmıştır. Grupların belirlenmesinde her bir sınıf kullanım türüne bağlı kapalılık durumu açısından değerlendirilmiştir. Tarımsal alanlardan tek yıllık ve çok yıllık türler ile her iki türün bir arada olduğu gruplar erozyon aşınımı açısından farklı risk potansiyeline sahip olması sebebiyle farklı gruplar olarak değerlendirilmiştir. Bulguların değerlendirilmesinde yüksek ve orta risk grubunda yer alan orman (441.3 km²), karışık tarım alanları (372.6 km²), bitki değişim alanı (303.4 km²), makilik (133.5 km²) ve dikili tarım alanları (107.7 km²) dikkate alınmıştır.

Çizelge 3. Küçük Menderes Havzası'nın arazi kullanım türlerinin alansal dağılımı

Kullanım üst sınıfı	Arazi kullanımı	Alan (km ²)	Yüzde (%)
Yerleşim	Maden ocağı, inşaat sahaları	5.9	0.2
	Spor ve eğlence alanları	2.5	0.1
	Yerleşim	72.8	2.2
Ekili tarım	Sulanmayan ekilebilir alanlar	27.0	0.8
	Sürekli sulanan alanlar	753.6	23.1
Dikili tarım	Meyve bahçeleri	32.0	1.0
	Üzüm bağları	32.1	1.0
	Zeytinlikler	229.4	7.0
Karışık tarım alanları	Doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları	434.9	13.3
	Karışık tarım alanları	377.3	11.5
Bitki değişim alanı	Bitki değişim alanı	423.1	13.0
Seyrek bitkili alanlar	Seyrek bitkili alanlar	51.1	1.6
Mera	Mera alanları	12.1	0.4
Makilik	Sklerofil bitki örtüsü	124.7	3.8
	Doğal çayırliklar	118.9	3.6
Orman	Orman (geniş yapraklı)	128.5	3.9
	Orman (iğne yapraklı)	205.4	6.3
	Orman (karışık orman)	215.8	6.6
Su yüzeyi ve sulak alanlar	Bataklıklar (karasal)	8.0	0.2
	Su yüzeyleri	6.0	0.2
Çıplak alanlar	Sahiller, kumsallar ve kumluklar	5.3	0.2
	Çıplak kayalık	0.3	0.0

Çizelge 4. Arazi kullanım türlerinin erozyon risk gruplarına göre dağılımı

Arazi kullanım türü	Yüksek risk		Orta risk		Düşük risk		Risk yok		Toplam	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
Yerleşim	6.9	0.2	19.7	0.6	53.6	1.6	0.9	0.0	81.1	2.5
Ekili tarım	12.5	0.4	60.8	1.9	707.3	21.7	0.1	0.0	780.6	23.9
Dikili tarım	107.7	3.3	79.6	2.4	105.7	3.2	0.5	0.0	293.5	9.0
Karışık tarım alanları	372.6	11.4	176.7	5.4	261.5	8.0	1.3	0.0	812.2	24.9
Bitki değişim alanı	303.4	9.3	92.9	2.8	21.9	0.7	4.9	0.2	423.1	13.0
Seyrek bitkili alanlar	33.0	1.0	12.4	0.4	2.3	0.1	3.4	0.1	51.1	1.6
Mera	0.1	0.0	6.3	0.2	5.7	0.2		0.0	12.1	0.4
Makilik	133.5	4.1	78.3	2.4	22.7	0.7	9.1	0.3	243.6	7.5
Orman	441.3	13.5	79.6	2.4	24.1	0.7	4.7	0.1	549.7	16.8
Sulak alan	0.3	0.0	6.8	0.2	6.9	0.2	-	0.0	14.0	0.4
Çıplak alanlar	0.3	0.0	0.2	0.0	5.1	0.2	-	0.0	5.6	0.2
Toplam	1411.6	43.2	613.4	18.8	1216.7	37.2	25.0	0.8	3266.7	100.0

Erozyon riski “yüksek” olarak belirlenen alanlardaki en fazla yüzölçümüne sahip kullanım türü ormanlık alanlardır KMH’nda ormanlık alanları iğne yapraklı, geniş yapraklı ve karışık ormanların yer aldığı türler oluşturmaktadır. Ormanlık alanların vejetasyon kapallılığı diğer kullanım türlerine göre yüksektir. Vejetasyon kapallılığının artması erozyon kaybını azaltan (Gyssels ve ark. 2005) temel faktörlerden biridir. Orman alanları üzerinde tahribatın artması ise erozyonu şiddetlendiren bir durumdur (Dengiz ve İmamoğlu 2016). Ancak tarımsal potansiyeli yüksek çalışma alanındaki klimatolojik

koşulların tarım için uygun olması sebebi ile çeşitli düzeyde orman alanları tahrip edilerek tarım alanlarına dönüştürülmektedir. Bu bağlamda erozyon riski yüksek eğimli sahalarda orman alanlarının korunması önemlidir. Elde edilen bu bulgular Elmastaş’ın (2008) çalışmasında ormanlık alanların tahribatı ile elde edilen bulgular ile örtüşmektedir. Kahta Havzası’nın arazi kullanımı üzerine yapılan çalışmada havza genelinde orman örtüsünün aşırı tahrip edildiği alanların bir bölümünün badlands topografyasına dönüştüğü tespit edilmiştir. Yine arazi kullanımı ile erozyon duyarlılığının ilişkilendirildiği

çalışmada orman veya mera alanlarının işlenen tarım alanlarına dönüştürülmesinin erozyon riskine sebep olacağı ortaya konulmuş olup (Madenoglu ve Erpul 2018) bu sonuçlar Küçük Menderes Havzasındaki sonuçlar ile benzer bir durum göstermektedir. Öte yandan ormanlık alanları oluşturan türler de erozyon riski açısından farklılıklar gösterebilmektedir. Zira Nunes ve ark. (2021),

oluşturdukları deney ortamında yüzey akışıyla oluşan erozyon riskinin sahil çamı gibi iğne yapraklı türlerde daha fazla olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma alanında görülen ormanlık alanları iğne yapraklı türler ve karışık orman alanları oluşturmaktadır. Akdeniz ikliminin hakim olduğu sahalarda yaygın tür olarak görülen kızılçamların (*Pinus brutia*) bu açıdan incelenmesi önemlidir.



Şekil 5. KMH'nın batısında eğimli sahalarda kapallığı yüksek alanlar

Çizelge 3'te yer alan Karışık tarım alanları grubunda CORINE arazi sınıflamasında yer alan "Doğal bitki örtüsünün içinde tarım faaliyeti yapılan alanlar" ile "Karışık tarım alanları" sınıfları dahil edilmiştir. Orman vasfını yitirmiş doğal alanlar içine serpiştirilmiş tarla vasıflı alanlar ve meyve bahçeleri doğal bitki örtüsünün içinde tarım faaliyeti yapılan alanları oluşturmaktadır. Karışık tarım alanları ise; tarımsal faaliyetler ile birlikte görülen kentsel yapıları ve mera alanlarını kapsamaktadır (CORINE). Bu alanlarda bitki örtüsü yoğunluğunun (kapallılık) düşük olması sebebi ile özellikle ekili tarımın yapıldığı arazilerde tarlaların işlenmesi erozyon riskini daha da artırmaktadır. Bu durum daha önce yapılan çalışmalarda da ortaya konulmuştur. Taş ve Yakar (2010) yapmış oldukları çalışmada çalışma alanında eğimli ve 1200 metrenin üzerindeki yamaçlarda yer alan mera alanlarının aşırı otlatma sebebi ile erozyon riski altında olduğunu tespit etmişlerdir. KMH'daki erozyon riski yüksek olarak belirlenen 372.6 km² yüzölçümündeki sahanın karışık tarım alanlarından oluştuğu görülmektedir. Yükseltinin artmasına bağlı olarak değişen sıcaklık şartları tarımsal faaliyetleri sınırlandıran bir durum olarak karşımıza çıkmaktadır. Ancak Akdeniz

iklim bölgesinde yer alan KMH'daki sıcaklık şartları, yüksek kesimlerde bile uzun dönem tarımsal faaliyetlerin gerçekleşmesine izin vermektedir. Bu nedenle yükseltiyle birlikte gelen eğimli sahalarda tarımsal faaliyetler için çalışma alanında sınırlandırıcı bir faktör olamamaktadır. Karışık tarım alanları orta şiddette erozyon riski olan sahalarda 176.7 km²'lik alanda, düşük şiddette erozyon risk sahalalarında ise 261.5 km²'lik alanda görülmektedir. Karışık tarımsal faaliyetlerin gerçekleştiği alanlarda arazi kullanım türüne bağlı olarak erozyon riski orta derecededir (Panagos ve ark. 2015). Eğimli sahalarda ekim dikim faaliyetlerinin gerçekleştirilmesi kapallılığın kısmen sağlanabilmesine sebep olmaktadır. Eğimin, erozyon riskini artırdığı (İmamoğlu Bahadır ve Dengiz 2017) göz önünde bulundurulduğunda KMH'sında karışık tarım alanları erozyon açısından riskli sahalardır. Nitekim İscehisar Havzasında arazi kullanımı ile ilgili yapılan çalışmada (Özdemir ve Şenkul 2006) artan eğime bağlı olarak bitki örtüsü üzerinde yapılan tahribatin çalışma alanında şiddetli erozyona neden olduğu belirtilmiştir. Bu durum Küçük Menderes havzasında eğimli sahalarda tahribat sonucu oluşturulan tarım alanlarındaki erozyon problemi ile örtüşmektedir.

Bitki değişim alanları, çalılık otsu bitkilerin (maki-garig) ağaçlarla birlikte dağılış gösterdiği ve doğal orman gelişim alanlarını içermektedir. Ağaç popülasyonunun %30-50 arasında olduğu bu alanlar genç korulukları, gençleştirme alanlarını ve terk edilmiş meyve bahçelerini içermektedir (CORINE). Bu alanlarda kapallık durumu orman alanlarına göre daha düşük olduğundan erozyon riski daha yüksektir (Şekil 6). Bu kullanım türü genel olarak yüksek erozyon riski gösteren alanlarda görülmektedir. Nitekim çalışma alanında bulunan yüksek

erozyon riski altındaki yaklaşık 303 km²'lik saha bitki değişim alanı kullanımındadır. Bitki değişim alanları erozyona karşı orta düzeyde koruyuculuğa sahiptir (Panagos ve ark. 2015). Özşahin (2016) Ergene Havzası'nda yaptığı çalışmada erozyon potansiyeline sahip alanlarda, riski azaltmak için birtakım önlemlerin alınması gerektiğini vurgulamaktadır.



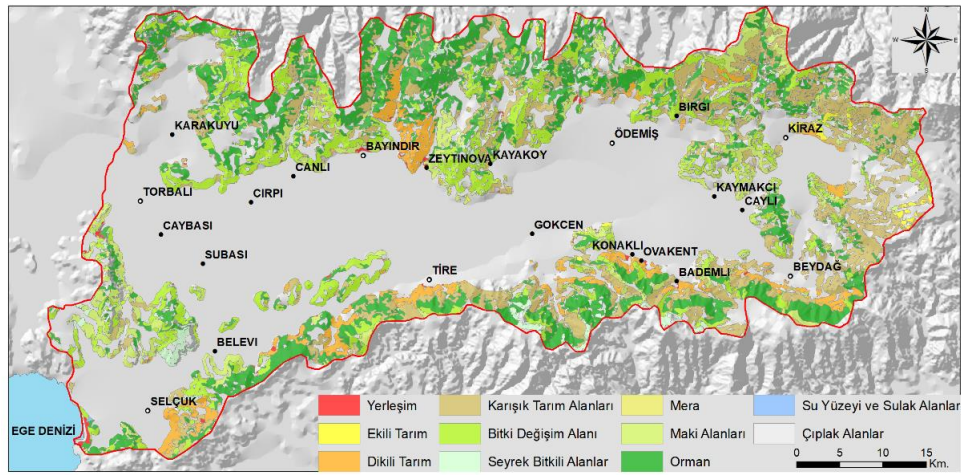
Şekil 6. Bayındır'ın kuzeyinde cılız bitki örtüsü altında erozyon riskine maruz kalan sahalalar

Makilik alanları; CORINE AK/AÖ sınıflarında yer alan "sklerofil bitki örtüsü" ve "doğal çayırliklar" sınıfları oluşturmaktadır. Sklerofil bitki örtüsü, fundalık ve makiliklerin dâhil olduğu, sürekli yeşil çalılık alanlardır (CORINE). Çalışma alanındaki makilik alanların 133.5 km²'lik kısmı erozyon riski yüksek bölgelerde görülmektedir. Bitki örtüsü yoğunluğunun azalış göstermesiyle erozyon riski artmaktadır. Makilik alanlardan çayırlik alanlara doğru gidildiğinde saha erozyon riskine açık hale gelmektedir (Marangoz Aylar ve Zeybek 2023), bu nedenle makilik alanların tahrip edilmesi erozyon riskini artıracaktır. Düşük kapallılığa sahip bu alanlarda tespit edilen erozyon riski (Eraslan ve ark. 2016) çalışmasında da ortaya konulmuştur. İnebolu Havzasında yapılan çalışmada kapallılık oranının düşmesi ile erozyon riskinin arttığı tespit edilmiştir.

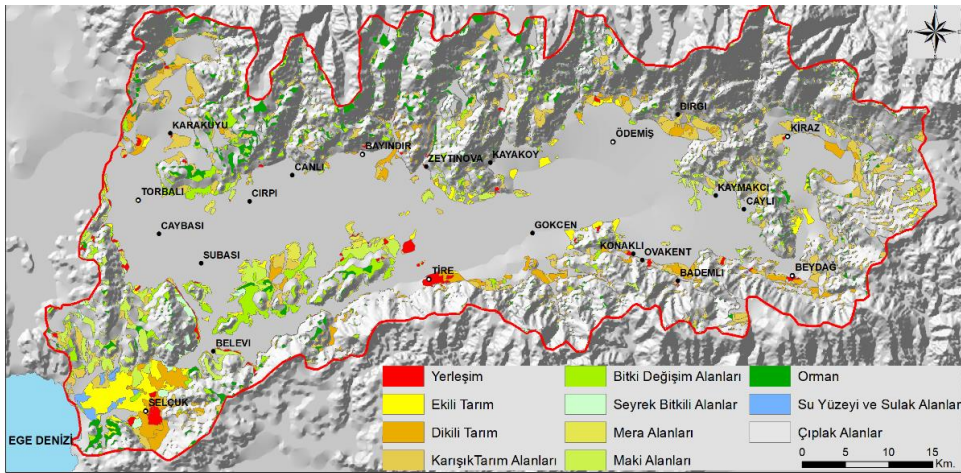
Dikili tarım alanları; meyve bahçeleri, zeytinlik ve üzüm bağlarından oluşan çok yıllık odunsu türlerin tarımının yapıldığı alanları kapsamaktadır. Dikili tarım alanları ekili tarım alanları kadar erozyona maruz kalmasa da kapallılığın düşük olması sebebi ile toprak koruma açısından ormanlık alanlar kadar etkili değildir (Şekil 7). Çalışma sahasındaki dikili tarım alanlarının 107.7 km²'lik kısmı erozyon riski yüksek bölgelerde (Şekil 8), 79.6 km²'si orta şiddetli erozyon riski olan bölgelerde yer almaktadır (Şekil 9). Danacı ve Tağıl (2017) Bakırçay Havzası'nda yaptıkları çalışmada dikili tarım alanlarda erozyon faaliyetlerinin arttığını ortaya koymuştur. Panagos ve ark. (2015) zeytinlik alanların erozyon açısından orta derecede risk olduğunu belirtmiştir. Çalışma alanında da benzer şekilde risk arttıracak bir kullanım şekli olduğu görülmektedir.



Şekil 7. KMH'nın doğusunda dikili tarım alanlar



Şekil 8. Küçük Menderes Havzası'nın yüksek potansiyel erozyon riski altındaki alanlarda arazi kullanımı haritası



Şekil 9. Küçük Menderes Havzası'nın orta potansiyel erozyon riski altındaki alanlarda arazi kullanımı haritası

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Küçük Menderes Havzası'ndaki potansiyel erozyon riski CORINE yöntemi ile belirlenerek arazi kullanım türlerine göre değerlendirilmiştir. Bu bağlamda, CORINE yöntemine göre potansiyel erozyon risk haritası oluşturulmuş, yeniden sınıflandırılan CORINE AK/AÖ sınıflarına göre erozyon riski arazi kullanımı ile ilişkilendirilmiştir. Potansiyel erozyon riski sahanın %43.2'sinde yüksek, %18.8'inde orta, %37.2'sinde düşük şiddette çıkmıştır.

Düşük erozyon riskine sahip alanlar, tarımsal faaliyetlerin yoğunlukla gerçekleştirildiği havza tabanında yer almaktadır. Erozyon riski düşük olan eğimi az sahalarda tarımsal faaliyetlerin yapılması, erozyon riskinin şiddetlenmesi açısından tehlike oluşturmamaktadır.

Yüksek erozyon riski görülen alanlar, havza tabanını çevreleyen eğimli sahalarda yer almaktadır. Erozyon riskini minimize etmek için ormanlık alanların varlığı önemlidir. Ancak bu alanlarda orman örtüsünün yanı sıra "karışık tarım alanları" ve "bitki değişim alanları" da geniş alalarda görülmektedir. Bu tür erozyon riski yüksek alanlarda kullanım şekli dikkat edilmesi gereken bir durum oluşturmaktadır. Bu alanlarda toprağın erozyona maruziyetini önlemek için kapalılık durumunun yüksek olması önemlidir.

Çalışma alanı iklim açısından tarımsal faaliyetlerin uzun dönemlerde gerçekleştirilmesine imkân sağlamaktadır. Bu nedenle orman alanları içerisinde tarımsal faaliyetlerin görüldüğü karışık tarım alanları yüksek erozyon riskine rağmen varlığını sürdürmektedir. Bunun yanı sıra orman alanları içerisinde yer alan terk edilmiş dikili tarım alanlarını ifade eden bitki değişim alanları da bu bölgede tarımsal faaliyetlerin öncelikli olduğu, ancak bu sahalardaki tarımsal faaliyetlerinin sürdürülebilirliğinin sağlanamadığının göstergesidir.

Arazi yetenek sınıfları, arazinin kabiliyet derecesine göre o sahada mümkün olan kullanım türlerini göstermektedir. Erozyon riski yüksek alanlar Bozdağlar'ın güney ve Aydın dağlarının kuzey yamaçlarında

görölmektedir. Eğimin yüksek olduğu bu sahalarda tarımsal kullanıma uygun olmayan sınıflara denk düşmektedir. Bu durum göstermektedir ki arazi kullanım kararlarının alınmasında arazi yetenek sınıflarının öncelenmesi erozyon riskini de minimize edecektir.

Sonuç olarak, erozyonu tetiklemeyecek kullanım türlerinin sürdürülebilirlik açısından önemi göz önünde bulundurulduğunda; erozyon riski oluşturacak kullanım türlerinin önüne geçilmesi, ya da doğal afetlere bağlı gerçekleşen bitki değişim alanlarının rehabilitasyonunun öncelikli olması önemlidir. Yassoglou ve ark. (1998), vurguladığı gibi arazinin yanlış kullanımı ve yanlış tarımsal uygulamalar, araziye erozyona açık hale getirmektedir. Bu durum arazinin sürdürülebilir kullanımı açısından gelecekte daha büyük risklerin oluşmasına sebebiyet verecektir.

KMH'sında arazi kullanım türlerinden tarımsal kullanım sadece ekili ve dikili alanlar dahil edildiğinde %32.9'unu kapsamaktadır (Çizelge 3). Bir ekonomik geçim kaynağı olan tarımın bu kadar geniş bir sahada görölüyor olması, erozyon tehdidi altında bu alanın gelecekte ekonomik işlevini de yitirmesi anlamına gelmektedir. Bu bağlamda erozyon konusunda gerekli önlemlerin alınması, sahanın tarımsal sürdürülebilirliği açısından da oldukça önemlidir. Arazi kullanım şekli, mekânın doğal ortam özelliklerine bağlı olduğu kadar yörenin sosyo-ekonomik yapısıyla da ilişkilidir. İklimin elverişliliğiyle nispeten yüksek ve eğimli sahalarda tarımsal faaliyetler KMH'nda görölmektedir. Tarımsal alanların kapalılık durumu, ürünün gelişim dönemine bağlı olarak, yıl boyu değişkenlik göstermektedir. Arazi kullanımına bağlı erozyonun daha doğru bir şekilde tespit edilebilmesi için tarımsal alanlarının mevsimsel yağış dönemlerinde saha kapalılığı durumunun incelenmesi, daha gerçekçi sonuçların elde edilmesini sağlayacaktır. Yağışın yoğun olduğu periyot da kapalılığı yüksek ürünlerin seçilmesi erozyon riskini düşürürken tarımın devamlılığını da sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonim (1974) Küçük Menderes Havzası Toprakları. Topraksu Genel Müdürlüğü Yayınları No. 303, Raporlar Serisi, 86, Ankara.
- Ashraf A (2020) Risk modeling of soil erosion under different land use and rainfall conditions in Soan river basin, sub-Himalayan region and mitigation options. Model. Earth Syst. Environ. 6: 417–428.
- Atalay İ (2006) Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası. Meta Basım Matbaacılık: İzmir.
- Atalay İ, Gökçe Gündüzoğlu A (2015) Türkiye'nin Ekolojik Koşullarına Göre Arazi Kabiliyet Sınıflandırılması. (1. Baskı). İzmir: Meta Basım Matbaacılık Hizmetleri.
- Aydın A, Tecimen HB (2010) Temporal soil erosion risk evaluation: a CORINE methodology application at Elmalı dam watershed, Istanbul. Environ Earth Sci, 61: 1457–1465.
- Bashir S, Baig MA, Ashraf M, Anwar MM, Bhalli MN, Munawar S (2013) Risk assessment of soil erosion in Rawal watershed using geoinformatics techniques. Science International, 25(3).
- Batan M (2021) Çeşitli kuraklık indisleri ile batman ilinin kuraklık analizi ve kontur haritalarının çıkarılması. Doğal Afetler ve Çevre Dergisi, 7(2): 252 - 265.
- Blum W, Barcelo D, Büsing J, Ertel T, Imeson A, Vegter J (2004) Scientific Basis for the Management of European Soil Resources. Guthmann-Peterson, Büchermacher und Verleger, Wien, pp. 5–16., <https://edepot.wur.nl/481067> , Erişim Tarihi: 15.04.2024.
- COPERNICUS (2018) CORINE Land Cover, <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018>, Erişim Tarihi: 02.07.2023.
- CORINE (1992) Soil erosion risk and important land resources in the Southeastern regions of the European Community. EUR 13233, Luxembourg, BELGIUM:32–48.
- Danacıoğlu Ş, Tağıl Ş (2017) Bakırçay Havzası'nda Rusle Modeli kullanarak erozyon riskinin değerlendirmesi. Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 20(37): 1-18.
- Dengiz O, İmamoğlu A (2016) Arazi kullanımı/arazi örtüsüne bağlı olarak toprak erozyon duyarlık faktörünün konumsal değişiminin farklı enterpolasyon yöntemler kullanarak belirlenmesi. TÜCAUM Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 13-14 Ekim, Ankara.
- Deumlich D, Funk R, Frielinghaus M, Schmidt W-A, Nitzsche O (2006) Basics of effective erosion control in German agriculture. Journal Plant Nutrition Soil Science, 169(3):370–381.
- Dindaroğlu T, Canbolat M (2014) Erzurum ili Kuzgun Baraj Gölü havzasında gerçek ve potansiyel erozyon risk alanlarının CORINE yöntemiyle belirlenmesi. KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi, 16(4): 8-15.
- Durak A, Oğuz İ (1994) Köy hizmetleri Tokat araştırma enstitüsü arazisinin toprak etüdü, haritalanması ve sınıflandırılması. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 1994 (1).
- Elmastaş N (2008) Kahta Çayı Havzası'nda arazi kullanımı. Coğrafi Bilimler Dergisi, 6(2): 159-190.
- Eraslan S, İmamoğlu A, Coşkun A, Saygın F, Dengiz O (2016) İnebolu Havzası topraklarının erozyon duyarlılıklarını belirlenmesinde agregat ve strüktür stabilite durumları, arazi örtüsü ile olan ilişkileri. Uluslararası Coğrafya Sempozyumu, 13(14): 779-794.
- Ergene A (1987) Toprak Biliminin Esasları. Atatürk Üni. Yay. No: 653, Erzurum.
- Everest T, Özcan H (2017) Dürmek Havzası mansap bölümü erozyon riskinin CORINE yöntemi ile belirlenmesi. ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi, 5(1): 39-47.
- Fournier F (1960) Climat at Erosion. Paris: Press Universitaires de France.
- Gómez JA, Infante-Amate J, De Molina MG, Vanwalleghem T, Taguas EV, Lorite I (2014) Olive cultivation, its impact on soil erosion and its progression into yield impacts in Southern Spain in the past as a key to a future of increasing climate uncertainty. Agriculture, 4 (2):170-198.
- Gökçe Gündüzoğlu HA, Çukur H (2019) Küçük Menderes Havzası'nın tarımsal alan kullanım durumu. Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, 95(7): 386-409.
- Gündüzoğlu G (2019) Kıyı Ege Bölümü'nde erozyon risk modeli tasarımına coğrafi yaklaşım. Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Doktora Tezi, İzmir.
- Gyssels G, Poesen J, Bochet E, Li Y (2005) Impact of plant roots on the resistance of soils to erosion by water: a review. Progress in Physical Geography: Earth and Environment, 29(2): 189-217.
- Herz K (1973) Beitrag zur Theorie der landschaftsanalytischen Maßstabbereiche. Petermann's Geographische Mitteilungen, 117(2): 91–96.
- İmamoğlu A, Bahadır M, Dengiz O (2017) Alaca Havzası'nda uygulanan rusle erozyon modelinde, c faktörünün (arazi örtüsü /arazi kullanımı) zamansal değişimi ve toprak kaybına etkisi. International Journal of Social Science, 61: 321-336.
- İrvem A, Tülüçü K (2004) Coğrafi bilgi sistemi ile toprak kaybı ve sediment verimi tahmin modelinin (EST) oluşturulması ve Seyhan-Körkün alt havzasına uygulanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi,13(1).
- Khallouf A, Talukdar S, Harsányi E (2021) Risk assessment of soil erosion by using CORINE model in the western part of Syrian Arab Republic. Agric & Food Secur., 10: 22.
- Lal R (1988) Soil Erosion Research Methods. St. Lucie, USA: Soil and Water Conservation Society, ISBN 0-935734–18X.
- Madençoğlu S, Erpul G (2018) Yarı kurak bölgelerde farklı arazi kullanımlarında toprak erozyon duyarlılığının belirlenmesi. Ziraat Fakültesi Dergisi, 484-493.
- Marangoz A M, Aylar F, Zeybek H İ (2023). The Impact of land use/cover change (2000-2018) on soil erosion in the acisu basin (Sivas/Türkiye). Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, 14(3), 947-967.
- MGM (2024) Resmi İklim İstatistikleri. <https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=A&m=IZMIR>, Erişim Tarihi: 07.01.2025.
- Nunes AN, de Almeida AC, Coelho COA (2011) Impacts of land use and cover type on runoff and soil erosion in a marginal area of Portugal. Appl. Geogr., 31: 687–699.
- Ochoa PA, Fries A, Mejía D, Burneo JI, Ruiz-Sinoga JD, Cerdà A (2016) Effects of climate, land cover and topography on soil erosion risk in a semiarid basin of the Andes. CATENA, 140:31–42.
- Özdemir MA, Şenkul Ç (2006) İscehisar Havzası'nda arazi kullanımı ve sorunları. Doğu Coğrafya Dergisi, 12(17): 111-135.
- Özden Ş, Özden M (1997) Türkiye toprak erozyon tahmin modeli (TURTEM). Başbakanlık Türkiye Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Yayınları, Ankara.
- Özşahin E (2016) Ergene Havzasında (Trakya) arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliklerinin erozyon üzerine etkileri. Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi, 31(1): 117-126.

- Özvan H, Arık B, Şatır O, Bostan P (2022) Bendimahi alt havzası potansiyel erozyon riskinin CORINE ve ICONA modelleri kullanılarak haritalanması. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 26(3): 389-404.
- Panagos P, Borrelli P, Meusburger K, Alewell C, Lugato E, Montanarella L (2015) Estimating the soil erosion cover-management factor at the European scale. *Land Use Policy*, 48: 38-50.
- Parlak M (2014) Çanakkale-Lapseki'de farklı arazi kullanım şekillerinin sıçrama erozyonuna etkileri. *ÇOMÜ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(2): 67-72.
- Taş B, Yakar M (2010) Afyonkarahisar ilinde yükselti basamaklarına göre arazi kullanımı. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 8(1): 57-75.
- Vanwallegghem T, Gómez JA, Amate JI, de Molina MG, Vanderlinden K, Guzmán G, ... Giráldez JV (2017) Impact of historical land use and soil management change on soil erosion and agricultural sustainability during the Anthropocene. *Anthropocene*, 17: 13-29.
- Volk M, Möller M, Wurbs D (2010) A pragmatic approach for soil erosion risk assessment within policy hierarchies. *Land Use Policy*, 27: 997-1009.
- Wischmeier WH, Smith DD (1978) Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. *Agricultural Handbook* 537, U.S. Dept. of Agriculture, Washington D.C.
- Yalçın E, Baran A (2016) Ankara-Bağlum Köşrelik Göleti çevresi erozyon riskinin CORINE yöntemi ile tahminlenmesi. *Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi*, 3(2):159-168.
- Yassoglou N, Montanarella L, Govers G, Van Lynden G, Jones RJA, Zdruli P, Kirkby M, Giordano A, le Bissonnais Y, Daroussin J, King D (1998) Soil Erosion in Europe. *European Soil Bureau*.
- Zhu M (2012) Soil erosion risk assessment with CORINE model: a case study in the Danjiangkou Reservoir Region. *China Stoch Environ Res Risk*, 26(6):813-822.