

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği

Environmental Fragility Analysis in Land Use Planning in Dam Lakes: The Case of Karaçal Dam Lake and Its Near Surroundings in Burdur Lake Closed Basin

Araştırma Makalesi – Research Article

Yıldırım ATAYETER

Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, yatayeter@sdu.edu.tr
ORCID Numarası | ORCID Number :0000-0002-7570-2993

Kadir TEMURÇİN

Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, kadirtemurcin@sdu.edu.tr
ORCID Numarası | ORCID Number: [0000-0002-8726-3756](https://orcid.org/0000-0002-8726-3756)

Onur YAYLA

Burdur Mehmet Akif Üniversitesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü oyayla@mehmetakif.edu.tr
ORCID Numarası | ORCID Number :0000-0002-8710-3701

Öz

Çeşitli bölgelerde yapılan baraj gölü alanları temelde çevresindeki su potansiyelini toplama ve suyu koruyarak uygun tarım olanakları sağlama ya da elektrik üretimi amacıyla inşa edilmektedir. Bu su toplama alanları aynı zamanda topoğrafyanın aşınımı için genel kaide seviyesini oluşturmaktadır. Bu suni su toplama havzası artık bu alanı kaide seviyesi olarak kabul eden aşındırıcı kuvvetlerin aynı saha ve yakın çevresinde biriktirme koşullarına geçmesini de temin etmektedir. Barajlarda su ve toprağın korunması ve sürdürülebilir kılınması için çevresel hassasiyet analizleri önemli bir araçtır. Potansiyel çevresel hassasiyet fiziki coğrafyanın erozyona karşı doğal duyarlılığı olarak çevrenin dinamik dengesini oluşturmaktadır. Arazi kullanımının fiziki parametreler ile entegrasyonu yapılarak bu sahada beşeri şartlara da tesir eden çevresel hassasiyet ortaya konulmaktadır. Bu çalışmada Burdur kapalı havzasındaki Karaçal baraj gölü havzasının ve çevresinin çevresel hassasiyet analizi yapılmıştır. Çalışmada ArcMap 10.4.1 yazılımı kullanılmıştır. Bu yazılım ile Harita Genel Müdürlüğü (HGM)'nin 1/25000 ölçekli topoğrafya haritaları sayısallaştırılmış, bu vektör verilerden Sayısal Yükseklik Modeli (SYM=DEM) haritaları üretilmiştir. Elde edilen bu veriler Ağırlıklı Toplam (Weighted Sum) modeli ile analiz edilmiştir.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda bu sahanın Potansiyel Çevresel Hassasiyetinin (PÇH) %70 değeri ile yüksek olduğu tespit edilmiştir. Çalışma sahasının sadece %10'luk kesiminde bu değer düşük çıkmıştır. Arazinin Ortaya Çıkan Çevresel Hassasiyetinin (OÇH) ise %45'nin yüksek olduğu %23'ünün ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen yüksek PÇH ve OÇH değerleri Karaçal baraj gölü çevresinde beşeri faaliyetlerin kontrollü bir şekilde yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Beşeri faaliyetlerin aşınım ve birikim süreçlerinin dinamik şartlarını dikkate almadan devam ettirilmesi durumunda baraj gölünün işlevselliğinin kısa sürede ortadan kalkma tehdidi ile karşı karşıya kalacağı sonucu da çıkmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel hassasiyet, Arazi kullanımı, Baraj gölleri, Burdur

Abstract

The dam lake areas built in various regions are basically built for the purpose of collecting the water potential around and protecting the water, providing suitable agricultural opportunities or generating electricity. These catchment areas also form the pedestal level for the erosion of the topography. This artificial water collection basin now also ensures that the abrasive forces, which accept this area as the pedestal level, pass to the deposition conditions in the same area and its immediate surroundings. Environmental fragility analyzes are an important tool for the protection and sustainability of water and soil in dams. Potential environmental fragility creates the dynamic balance of the environment as the natural fragility of physical geography to erosion. By integrating the use of land with physical parameters, environmental fragility, which also affects human conditions, is emerged in this field. In this study, environmental fragility analysis of Karaçal dam lake and its

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği

surroundings in the closed basin of Burdur was made. ArcMap 10.4.1 Software was used in the study. With this Software, 1/25000 scale topography maps of the General Directorate of Mapping (HGM) were digitized and Digital Elevation Model (SYM=DEM) maps were produced from these vector data. These obtained data were analyzed with the Weighted Sum model.

As a result of the evaluations, it has been determined that the Potential Environmental Fragility (PEF) of this site is high with a value of 70%. This value was low in only 10% of the study area. The Emerging Environmental Fragility (EEF) of the land was determined to be 45% high and 23% low. The high PEF and EEF values obtained reveal that human activities should be carried out in a controlled manner around the Karaçal dam lake. It is also concluded that if human activities are continued without considering the dynamic conditions of erosion and accumulation processes, the functionality of the dam lake will face the threat of disappearing in a short time.

Keywords: Environmental fragility, Land use, Dam lakes, Burdur

1. Giriş

Baraj gölleri, Dünya’da bilimsel ilgi odağı olan, doğal ortamların insanlar tarafından işletilmesine olanak sağlayan ve insanlar tarafından inşa edilen su ekosistem alanlarıdır (Padedda, vd. 2017). Bu ekosistem ortamları doğal ve beşeri olarak birçok imkânı beraberinde sunarlar ve bu imkânlar (içme ve sulama suyu, enerji üretimi, su ürünleri işletmesi, taşkın yönetimi, turizm ve boş zaman etkinlikleri) ile varlıklarını sürdürürler (Bakırcı 2002; Padedda vd. 2017; Sunkar ve Uysal, 2014). Barajlar birçok akarsu havzasında suyu kontrol etmek üzere inşa edilmektedir.

Havzalara inşa edilen barajların hidro-sedimentolojik dinamikleri oldukça önemlidir (Gao, vd. 2015; Huang, vd. 2018). Akarsuların havzalarda, havza dışına tahliye edilmesi ve süreç içerisinde sediman yükleri ile hareket etmeleri iki önemli faktör olarak görülmektedir (An, vd. 2009; Huang, vd. 2018; Wu, vd. 2017;). Bu önemli faktörlerde üzerine dünyada yapılan çalışmalar incelendiğinde barajlardaki sediman ve tahliye süreçleri ile ilişkili olarak kontrol barajları terimi üzerine temellendirilen çalışmalar vardır. Barajlar kontrol edilerek baraj göllerinin sediman ile dolma durumları ve çevreye verecek olan zararları en aza indirmek üzere çalışmalar yapılmaktadır (Bai, vd. 2020). İnsanların doğal ortamları tarımsal ve kentsel olarak kullanması bu alanlardaki akarsuların yüzey akışına tesir etmekte, böylelikle bu alanlarda birtakım bozulmalar meydana gelmektedir (Briak 2019). Bu anlamda böyle alanlarda akarsular üzerinde inşa edilmiş barajların kabul havzalarında da birtakım tehditler ortaya çıkmakta, havzaya taşınan malzeme ile ortamın tuzluluk oranı değişmekte, kil, silt birikimi vs. ile su kalitesi ve erozyona uğrayan ortamın yapısal durumu değişmektedir (Yousaf, vd. 2019).

Barajlar akarsuların taşıdığı sedimanları kontrol ederek siltasyon ve de toprak oluşumunu kontrol altında almak amacıyla da yapılırlar. Böylece barajların yapıldığı alanlarda siltasyon birikiminin belli bir düzen içerisinde olması beklenmektedir (Annandale, vd. 2016, s.26; Bai, vd. 2020; Guo vd. 2020). Baraj havzalarında sediman üretiminin doğal ortamın özelliklerini bozmadan oluşmasını sağlamak ve aynı zamanda bu ortamın sosyo-ekonomik şartlarını da dikkate almak sürdürülebilir kalkınma açısından önemlidir. Çevresel hassasiyet analizleri barajların drenaj havzalarındaki bu doğal ortamı korumak için de yapılmaktadır (Anjinho, vd. 2021; Campos, vd. 2021; Oliveira-Andreoli, vd. 2021; Silva Lira, vd. 2022).

Çevresel hassasiyet, ekosistemin iç ve dış özelliklerinin dinamik dengesindeki değişikliklere karşı duyarlılık gösterme durumudur (Anjinho, vd. 2021). Bu konu üzerinde yakın zamanda farklı çalışmalar yapılmıştır; ekolojik habitat hassasiyeti (Caniani, vd. 2016), yeraltı suyu veya akifer kirliliği (Caniani, vd. 2015; Yetmen, vd. 2020), sel olayları (Fural, vd. 2019; Santos, vd. 2019) çevresel bozulma (Loretto vd. 2019) dahil olmak üzere ekosistemin duyarlılığını değerlendirmede çevresel hassasiyet kavramı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Yapılan çalışmalarda çevresel hassasiyetin sulardaki toprak erozyonu ve taşınan sediman duyarlılığı üzerine temellendirildiği görülmektedir (Anjinho vd. 2021). Çevresel hassasiyet ilk olarak (Tricart, 1977), Ekodinamik Birimler teorisine ile şekillenmeye başlamakla birlikte,

literatürde incelenen kaynaklara göre Ross (1994, 2012) tarafından da başka bir çevresel hassasiyet indisi önerilmiştir (Valle, vd. 2019). Ross (1994), Ekodinamik Birimler teorisinde doğal ekosistemlerin esasen bir bütün olduğunu, bu sistem içerisindeki madde ve enerjinin birbirleriyle alışveriş çerçevesinde etkileşim içerisinde yer edindiği savunmaktadır. Bu yüzden de bu hassas denge üzerinde gelişen ekosistemin antropojenik etkiler sonucunda birtakım degradasyonlara uğramasını varsaymaktadır. Bu temel varsayımlar üzerinden arazi kullanımlarındaki hataları ve olumsuzlukları minimize etmek için yine Ross (1994), morfoodinamik bozulmayı hesaplayan yeni bir format önermiştir. Tricart (1977), da çalışmasında morfolojik birimler üzerinde gelişemeyen ve tam olarak belirgin olamayan birimlerin doğal denge süreçleri içerisindeki durumunu ortaya koymaktadır. Bu kapsamda bu çalışmada araziler en yüksek bozulma alanlarından en düşük bozulma alanlarına göre sınıflandırılarak Ross (1994), tarafından Ortaya Çıkan Çevresel Hassasiyet (OÇH) terimi kavramsallaştırılmıştır. Bu indislere göre çevrenin doğal bozulması sadece doğal etkenlerin şartlarından kaynaklanıyorsa bu alanlarda OÇH düşük, buna karşılık doğal etkenlerle beraber aynı arazinin arazi kullanımı nedeniyle doğal bozulma gerçekleşiyorsa OÇH yüksek değerlerde sınıflandırılır.

İlk yapılan çalışmalarda (Ross 1994) çevresel hassasiyeti belirlemek için uygun kriterler olarak rölyef tipi, toprak tipi ve toprak koruma sınıflandırmalarını kullanmıştır. Bu çalışmalar ilerleyen süreçlerde farklı jeomorfolojik parametreleri de dâhil ederek gelişim göstermiştir. Çalışmalara daha sonra eklenen parametreler ise eğim şekli, morfometri, kayaç yapısı, toprak, yağış, arazi kullanımı ve vejetasyon örtüsüdür (Ross 2012). Belirlenen bütün parametrelerin ekosistemin işlevselliğinin risk şartları ve de sahadaki erozyon şartları ile sediman dağılımı üzerindeki etkisi açısından büyük önemi vardır (Spröl ve Ross, 2004; Tadesse, vd. 2017; Zhang, vd. 2017).

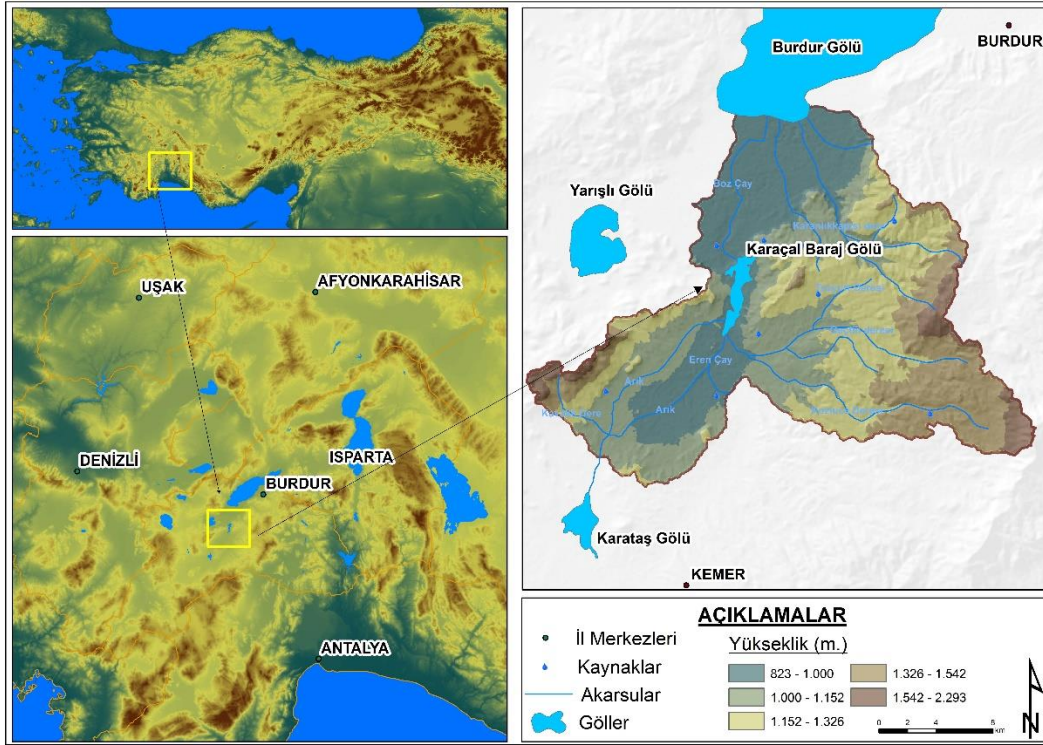
Ülkemizde de çevresel hassasiyet ile ilgili çalışmalar yapılmıştır (Alevkayalı 2018; Alevkayalı ve Tağıl, 2020, Dikerler 2007). Topoğrafyanın jeomorfolojik üniteler üzerinde gelişimi ve jeomorfolojik birimlerin arazi kullanımı arasındaki ilişkisinin değerlendirildiği ve arazinin sınıflamasının yapıldığı çalışmalar da vardır (Kosmas, vd. 2014; Leman, vd. 2016). Ross (2012), tarafından geliştirilen yamaç modelleri, eğim, bakı, yağış özellikleri ve erozyon gibi morfolojik ve jeomorfolojik parametrelerin ele alındığı çevresel hassasiyetin yoğun sediman hareketi ile etkili olduğu Burdur Gölü kapalı havzası (Görcelioğlu 1976) özelinde de bu çalışma ile çevresel hassasiyet analizi yapılmıştır. Bu çalışma alanındaki eksikliği gidermek ve Karaçal baraj gölü ve yakın çevresinde etkili ve verimli arazi kullanımına katkı sunmakla birlikte jeomorfoloji ve çevre ilişkisi bağlamında çevresel hassasiyeti belirlemek amacıyla hazırlanmıştır.

2. Materyal ve Metot

2.1. Çalışma Alanı

Çalışma alanı Göller yöresinin önemli göllerinden biri olan Burdur Gölü havzası içerisinde Burdur Gölünü besleyen en önemli kaynaklardan Eren Çay üzerindeki Karaçal baraj gölü havzası ve yakın çevresinin çevresel hassasiyetini değerlendirmektedir. Burdur Gölü kapalı havzasında Karaçal barajı yeni bir geçici kaide seviyesi oluşturmaktadır. Bu yüzden bu kaide seviyesi ve yakın çevresine göre siltasyon ve sediman birikimine ilişkin değerlendirmeler yapılmak üzere çalışma alanı Karaçal barajı ve yakın çevresi olarak sınırlanmıştır (**Şekil 1**). Çalışma alanı 37°39'38.527" N - 37°24'53.340" N enlemleri ile 29°55'10.594" E - 30°19'27.467" E boylamları arasında yer almaktadır.

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği



Şekil 1. Çalışma alanının lokasyon haritası

Çalışma alanında değişik boyutlarda çok sayıda akarsu olmakla birlikte bu sahanın en önemli akarsuyu Eren Çayıdır. Eren Çayı'nın geçici kaide seviyesi Karaçal baraj gölüdür. Çalışma alanının güneybatısındaki Karataş Gölü havzadaki bir diğer hidrografik rezerv unsurudur. Karataş Gölü'nün taşması veya sularının yükselmesi sonucunda DSİ (Devlet Su İşleri) tarafından yapılan yapay kanallar ile sular tahliye edilerek Eren Çayı'na ulaşmaktadır. Baraj gölünden itibaren akarsuyun aşağı çıkışı Bozçay, yukarı çıkışı ise Eren Çayıdır (HGM). Baraj gölünü besleyen diğer akarsular ise Karaçal baraj gölüne doğudan katılan Tozyurt ve Geçtin dereleridir. Karaçal baraj gölüne güneydoğu kesiminden de iki dere kavuşmaktadır. Bu dereler ise Kozluca ve Kuzgun dereleridir. Boz Çay üzerine inşa edilen Karaçal baraj gölü 106 hm³ su hacmi ile çalışma alanı içerisindeki en büyük hidrografik rezerv alanıdır (DSİ).

Çalışma alanı jeolojik özellikler bakımından incelendiğinde sahada daha çok Jura Triyas yaşlı birimlerin hâkim olduğu ayrıca Kuvaterner yaşlı eski ve yeni alüvyonlar ile Pliosen yaşlı kumtaşları ve çakıltaşlarının da sahada çokça yer kapladığı görülmektedir (MTA) (Şekil 3). Sahada Jura-Triyas kireçtaşları genel olarak yüksek topoğrafyada konumlanırken Kuvaterner yaşlı birimler ise düzlük alanlarda, taşkın yataklarında ve birikinti döküntülerinde gözlenmektedir. Çalışma alanı Burdur Gölü tektonik sübsidansı içerisinde gelişim gösteren ve zaman içerisinde transgresif - regresif süreçler ile göl depolarının istiflendiği araziler dış kuvvetlerin etkisiyle bugünkü görünümünü kazanmış ve jeomorfolojisi şekillenmiştir. Burdur Gölü çanağı çevreye göre kaide seviyesi konumunda olmuş ve yakın çevresinde gelişen akarsular Burdur Gölü'ne doğru topoğrafyayı şekillendirmiştir. Burdur Gölü zaman içerisinde kuzey ve güney hattı boyunca yer alan aktif faylar ile sürekli çökmüş ve Bozçay tarafından taşınan siltasyonlar ise bir kademe halinde alanda eski ve yeni alüvyonlar olarak birikerek bir birikinti ovası meydana getirmişlerdir. Karaçal barajının üzerine inşa edildiği Karaçal Boğazı ise epijenik karakterde bir boğazdır (Atayeter ve Tokgözlü, 2014). Çalışma alanında oluşan toprakların büyük bir çoğunluğunu Kestane rengi topraklar ve Kahverengi orman toprakları oluşturmaktadır. Bu toprakların yanında Alüvyal, Kolüvyal, Hidromorfik, Organik topraklar, Kırmızı Akdeniz toprakları da yer almaktadır (Atayeter ve Tokgözlü, 2014; Atalay 2007).

İklim sınıflandırmaları içerisinde Köppen Griger iklim sınıflandırmasına göre Burdur Havzası yarı kurak soğuk step iklimi sınıfında değerlendirilirken Erinç iklim sınıflandırılmasına göre ise yarı nemli – yarı kurak alanlar içerisinde değerlendirilmektedir (MGM, 2016). Çalışma alanına en yakın iki istasyon Burdur Merkez ve Kemer istasyonları yer almaktadır. İki istasyon üzerinden yapılan enterpolasyona göre alanda yağış değerleri 370 mm – 729 mm arasında değişiklik göstermektedir (Şekil 3). Alanda yarı kurak karasal bir iklim hüküm sürmektedir. Alan vejetasyon açısından da zengin bir bitki örtüsü sunmaktadır. Rakım değerlerine göre değişiklik göstermekle birlikte alanda genel olarak Akdeniz florasına ait türlerden oluşan bir bitki örtüsü hâkimdir. Şartların uygun olduğu alanlarda baskın türler maki, çalı ve step türleri (Sungur, 1978) olmakla birlikte Ardıç (*Juniperus*), Meşe (*Quercus*), Fıstık Çamı (*Pinus pinea*), Karaçam (*Pinus nigra*), Kızılçam (*Pinus brutia*), Sedir (*Cedrus libani*), Kermes Meşesi (*Quercus coccifera*) gibi ağaç türleri yer almaktadır (Atayeter ve Tokgözlü, 2014).

2.2. Çevresel ve Mekânsal Veri

Bu çalışmada Ross (2012), tarafından alan yazına kazandırılan çevresel hassasiyet indisi temel alınarak Burdur Karaçal baraj gölü havzasının arazi hassasiyeti üzerine değerlendirmeler yapılmıştır.

Haritalar üzerinde yapılan işlemlerde ArcGIS 10.4.1 yazılım sürümü kullanılarak coğrafi bilgi sistemleri ile analiz edilmiştir. Temel veri setleri Harita Genel Müdürlüğüne ait 1/25000 ölçekli topoğrafya haritaları sayısallaştırılarak elde edilmiştir.

Çalışma alanının toprak haritası Burdur İli Arazi Varlığı (Anonim 1996), çalışmasından yararlanılarak sayısallaştırılmış ve toprak sınıflandırılmasında Atalay'ın (2006), Toprak sınıflandırmaları adlı çalışmasından veriler kontrol edilerek toprak haritası oluşturulmuştur (Şekil 3).

Çalışma alanının eğim değerleri ve eğim şekilleri ArcGIS 10.4.1 programında mekânsal analiz araçlarından eğim ve eğim şekilleri üzerinden analiz edilerek haritalanmış ve bu haritaların yapımında 1/25000 ölçekli haritalardan üretilen sayısal veriler kullanılmıştır. Eğim değerleri Erol (1993)'e göre sınıflandırılmıştır. Eğim şekli ise konveks, konkav ve konveks'e yakın ve konkava yakın düze yakın ve düz şeklinde altı birim olarak sınıflandırılmıştır (Şekil 3).

Yağış verileri Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM) tarafından elde edilen Kemer ve Burdur Merkez ilçe istasyonlarındaki uzun yıllar bülteninin 1927-2020 yılları arasındaki rasat verileri ArcGIS 10.4.1 ile IDW enterpolasyon araçları kullanılarak yağış haritaları oluşturulmuştur (Şekil 3). Arazi kullanım verileri ise CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilginin Koordinasyonu), tarafından elde edilmiştir. Avrupa Çevre Ajansının belirlediği arazi örtüsü ya da kullanımının sınıflandırılmasına göre temel veriler elde edilmiştir. Bu veriler ayrıca tarafımızca yeniden tasnif edilerek sınıflandırılmış ve haritalanmıştır (Şekil 3). Çalışmada kullanılan tüm verilerin ölçekleri, tanımı ve kaynağı Tablo 1'de sunulmuştur.

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği

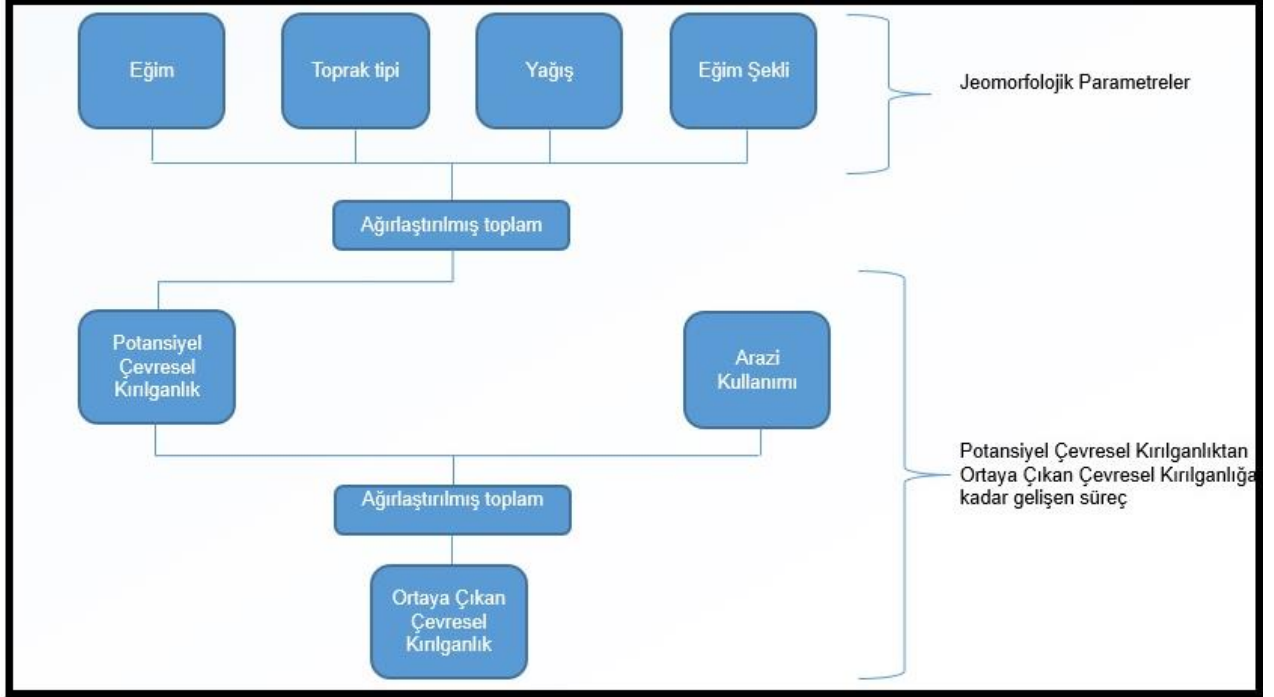
Tablo 1. Araştırmada kullanılan veriler

Mekânsal Veri	Kaynak	Tanım	Ölçek
Topoğrafya Haritası (M24d4 paftası)	Harita Genel Müdürlüğü	Drenaj sistemi, izohipsler, eğim	1/25000
Jeoloji (M24-N24 paftaları)	M.T.A Genel Müdürlüğü 1/100.000 ölçekli Haritalar	Jeolojik birimler	1/100000
Jeomorfoloji	Harita Genel Müdürlüğü Araştırmacının arazi gözlemleri	Eğim tipleri, topoğrafya haritasından eğim tiplerini yansıtan jeomorfoloji haritası	-
Toprak Tipi	Köy Hizmetleri Genel Müd. Yayınları Burdur İli Arazi Varlığı, 1996; Atalay, 2006	Toprak oluşumu ve sınıflandırılması	-
Arazi Kullanımı	Toprak su arazi kullanımı – CORINE		-
İklim	MGM	Burdur ili Uzun yıllar bülteni	1970-2020

2.2. Çevresel Hassasiyet Analizi

Karaçal baraj gölü ve çevresinin ilk olarak potansiyel çevresel hassasiyeti (PÇH) jeomorfolojik parametreler ile tespit edilmiştir. PÇH ile arazi kullanım verileri de birbirleriyle entegre edilerek ortaya çıkan çevresel hassasiyet (OÇH) elde edilmiştir. Bu işlemlerin gerçekleştirilmesinde ArcGIS 10.4.1. programının mekânsal analiz araçlarından Ağırlıklı Toplam modeli (Weighted Sum) kullanılmıştır. Bu işlem gerçekleştirilirken alan yazında yapılan çalışmalar (Anjinho vd. 2021; Oliveira-Andreoli vd. 2021) dikkate alınmış ve eşit değerler ile ağırlıklı toplama işlemi yapılmıştır. Burdur Karaçal baraj gölü havzasının çevresel hassasiyetini belirlemek için uygulanacak iş akış şeması Şekil 2 'de sunulmuştur.

PÇH ve OÇH haritalarını sınıflandırmak için arazi hassasiyetinin çok düşükten çok yükseğe kadar beş sınıf içerisinde tasnif edilmiştir. Sınıflandırmalar jeomorfolojik parametreler (eğim, jeoloji, yağış, toprak, eğim şekli) ve arazi kullanımının mekânsal verileri ile yapılmıştır. Her harita için hassasiyet seviyesinin ağırlığı farklı özelliklerine göre değerlendirilerek sınıflandırılmıştır. Eğim'in derece cinsinden yüksekliği, toprağın doku, tekstür, strüktür özellikleri, jeoloji'nin oluşumu ve stratigrafi durumu, yağışın ve eğim şeklinin arazinin aşındırıcı dış kuvvetlere karşı direnç özellikleri ile ilgili olarak analiz edilmiştir (Tablo 2,3,4,5,6,7). Benzer çalışmalarda olduğu gibi (Anjinho vd. 2021; Campos vd. 2021; Costa, vd. 2018; Loretto Arriagada vd. 2019; Oliveira-Andreoli vd. 2021; Ross 2012; Silva Lira, vd. 2022) eğim, toprak, jeoloji, yağış ve eğim şekli haritaları (Şekil 3) çok yüksek hassasiyet ile çok düşük hassasiyet arasında sınıflandırılmıştır.

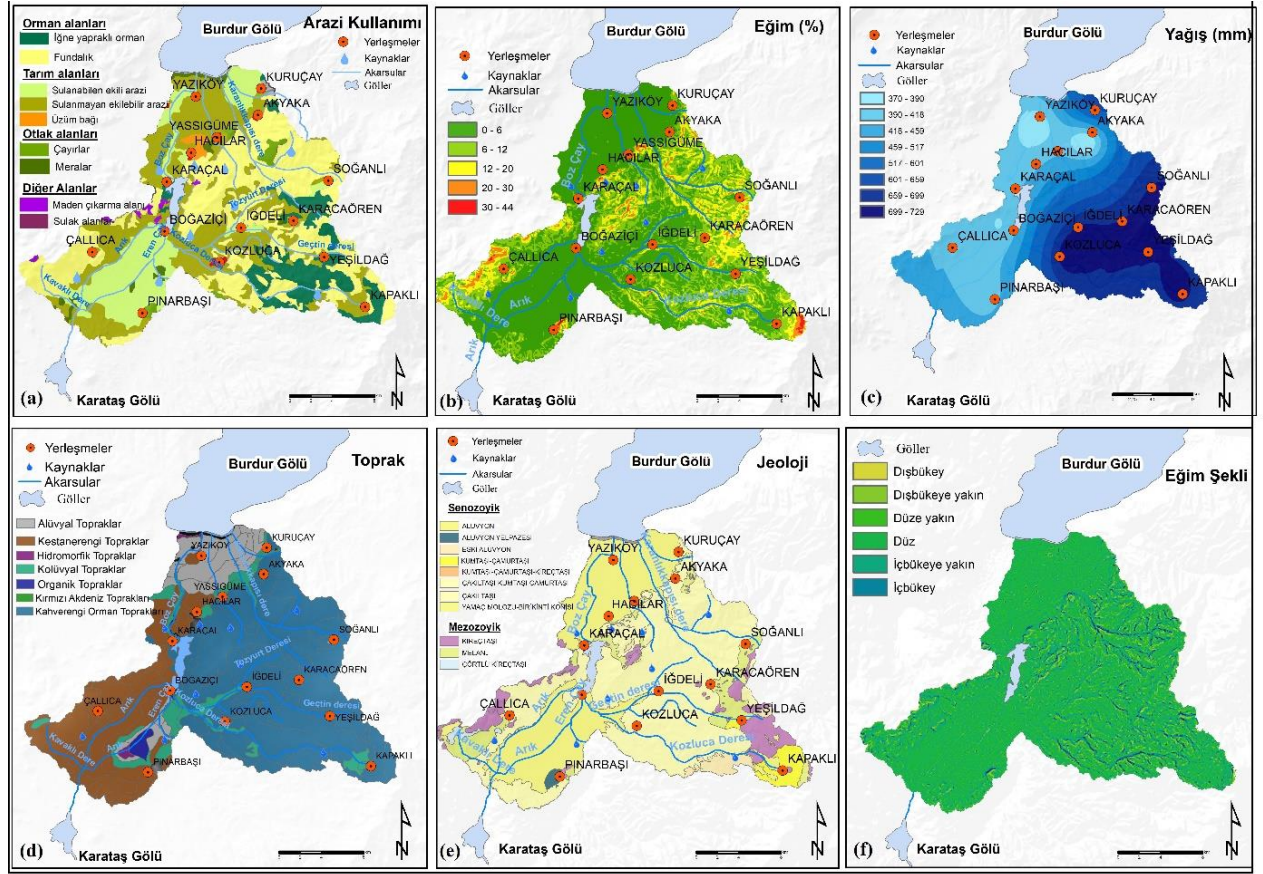


Şekil 2. Çevresel Hassasiyet Analizinin iş akış şeması.

3. Bulgular

Çalışma alanında yöntem kısmında verilen başlıklar esas kabul edilerek veriler değerlendirilmiş, analizler yapılmış, hesaplamalar neticesinde aşağıdaki bulgulara ulaşılmıştır (Şekil 3). Analizler ve alandaki çalışmalar ile ilgili olarak bazı sonuçlara ulaşılmıştır. Yapılan çalışmalarda potansiyel arazi hassasiyetini belirlemek üzere elde edilen jeomorfolojik parametreler morfometrik olarak hesaplanmış ve her biri için hassasiyet açısından farklı değerler ile oluşturulmuştur. Buna göre; çalışma sahasının arazi hassasiyet değerleri 4 (En Yüksek) – 1 (En Düşük) değerleri arasında sınıflandırılmıştır. Bu sınıflandırmalar neticesinde Weighted Sum (ağırlıklı toplam) modeli için jeomorfolojik parametrelere eşit ağırlıklı, ağırlık katsayısı değerleri verilmesi ile elde edilen sonuçlar sistematik bir hal almıştır.

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği



Şekil 3. Karaçal Baraj gölü ve yakın çevresinin Çevresel Hassasiyet Analizi haritaları. a: Arazi kullanımı, b: Eğim, c: Yağış, d: Toprak, e: Jeoloji, f: Eğim şekli.

Bu jeomorfolojik parametreler içerisinde jeoloji önemli bir başlıktır. Arazi kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda (Campos vd. 2021; Oliveira-Andreoli vd. 2021) arazi hassasiyetinin çok yüksek olan alanların genç yaşlı alanlar olduğu görülmektedir. Bu alanların özellikle alüvyon ve çakıltı-kumtaşı-çamurtaşı birimlerinden oluşması onların erozyona karşı daha kolay teslim olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışma alanındaki en büyük jeolojik birimin Pliyosen yaşlı çakıltı-kumtaşı-çamurtaşları grubu oluşturduğunu yine yoğunluğun Bozçay tarafından birikim alanı olan Kuvaterner yaşlı alüvyonların oluştuğu görülmektedir (Tablo 2).

Tablo 2. Jeolojinin Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

Birim	Alan(ha)	%	Hassasiyet	Ağırlık Katsayısı
TRJd- Triyas Kireçtaşı	2757,46	5,88	Çok Düşük	1
Jko- Jura Kretase Çörtlü Kireçtaşı	308,46	0,66	Düşük	2
KKzm - Üst Jura Melanj	3460,70	7,38	Düşük	2
Tmkt - Alt Miyosen Kumtaşı-Çakıltı	1213,48	2,59	Orta	3
Tpm - Üst Paleosen Kireçtaşı	451,08	0,96	Orta	3
Tpmd- Üst paleosen Kumtaşı-Çamurtaşı-Kireçtaşı	7,04	0,02	Orta	3
Plc- Pliyosen Çakıltı-Kumtaşı-Çamurtaşı	22578,81	48,16	Yüksek	4
plcko- Pliyosen Çakıltı	884,51	1,89	Yüksek	4
plQ1- Kuvaterner Eski Alüvyon	1004,85	2,14	Çok Yüksek	5
Qal - Kuvaterner Alüvyon	13969,41	29,80	Çok Yüksek	5
Qay- Kuvaterner Alüvyon Yelpezesi	218,39	0,47	Çok Yüksek	5
Qym - Kuvaterner Yamaç Molozu	28,02	0,06	Çok Yüksek	5

Çalışma alanının büyük çoğunluğu düze yakın ya da eğim değerinin düşük değerler aldığı alanlardan oluşmaktadır. Eğim değerinin düşük değerler alması erozyon faaliyetlerine karşı yer çekiminin etkisini de azaltacağından taşınma ve sürüklenmeye yönelik etkinin de düşük olması beklenmektedir. Bu kapsamda çalışma sahasının %57'lik kısmında eğim değerinin 6°'nin altında olması nedeniyle bu sahada eğim hassasiyet ilişkisinin düşük olduğu görülmektedir. Eğimin düşük değerlerde yer alması erozyonu olumsuz etkiyeceğinden çevresel hassasiyeti olarak çok düşük ve düşük değerleri ile sınıflandırılmıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Eğimin Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

Birim (°)	Alan(ha)	%	Hassasiyet	Ağırlık Katsayısı
0-6	26838,06	57,08363	Çok Düşük	1
6-12	13362,38	28,42132	Düşük	2
12-20	5743,1	12,21538	Orta	3
20-30	972,3748	2,068208	Yüksek	4
30-44	99,42115	0,211465	Çok Yüksek	5

Çalışma sahası eğim şekli açısından değerlendirildiğinde % 51,55'i düze yakın alanlardan oluşmaktadır. Bu alanlardaki toprağın erozyon süreçleri açısından hassasiyeti yapılan çalışmalara (Oliveira-Andreoli vd. 2021; Ross 2012) göre orta düzeyde olduğu görülmektedir. Çalışma alanının geniş bir ölçüsünün düze yakın alanla kaplanması erozyona maruz kalan alanın yoğun olmadığını ve erozyon süreçlerinin alanda daha az tesir gösterdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumda alanda çevresel hassasiyetin orta ve düşük düzeyde olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Eğim Şeklinin Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

Eğim Şekli	Alan(ha)	%	Hassasiyet	Ağırlık Katsayısı
İçbükey	2504,0784	5,231	Çok Düşük	1
İçbükeye yakın	8210,406	17,44	Düşük	2
Düze yakın	24258,08	51,55	Orta	3
Düz	9274,175	19,7	Orta	3
Dışbükeye yakın	2067,295	4,39	Yüksek	4
Dışbükey	741,6454	1,57	Çok yüksek	5

Toprak sınıflandırmalarına göre çevresel hassasiyet değerleri değişiklik göstermektedir. Bu değişiklik toprakların strüktür ve geçirgenlik sınıflarına göre farklılık göstermektedir (Özden ve Özden, 1997). Aşınım değeri en yüksek olan bu iki toprak grubu çalışma alanında %78'lik bir alanda yüzeylenmektedir. Bu veriler ışığında arazinin topraklar üzerinden çevresel hassasiyeti değerlendirildiğinde çok yüksek değerleri ile sınıflandırılmıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Toprakların Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

Birim	Alan(ha)	%	Hassasiyet	Ağırlık Katsayısı
Hidromorfik Topraklar (H)	152,47	0,32	Çok Düşük	1
Organik Topraklar (O)	390,55	0,82	Çok Düşük	1
Yerleşme merkezi	248,56	0,52	Düşük	2
Kolüvyal topraklar (K)	4435,29	9,37	Orta	3
Alüvyal topraklar (A)	4803,61	10,15	Orta	3
Kırmızı Akdeniz Toprakları (T)	0,0079	0,0001	Orta	3
Kestanerengi Topraklar (CE)	11048,45	23,36	Çok Yüksek	5
Kahverengi Orman Toprakları (M)	26212,36	55,42	Çok Yüksek	5

Çalışma alanının %51'i düşük yağış alan alanlar içerisinde yer almaktadır. Bu durum erozyon faaliyetleri üzerinde önemli ölçüde etkiye sahiptir. Yağmur suları az yağış alan ve strüktürel olarak zayıf alanlarda yüzey partikülleri ilk yağışlarda yoğun olarak eğim durumuna göre hareket ederler (Cürebal ve Ekinci, 2005). Bu durumda yağışın az olduğu alanlarda çözülmüş halde olan partiküllerin taşınımı kolaydır. Ayrıca arazinin suya doygun olmaması ile uzun süre yağışsız geçen dönemler toprağın kapilaritesinin zayıflaması ve ayrışmanın fazla olması ile ilk yağışta yüzeysel seyelanlar oluşmasına

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği

sebeptir. Böylece arazinin çevresel hassasiyeti değerlendirildiğinde yüksek değerler ile karşılaşılmaktadır (Tablo 6).

Tablo 6. Yağışın Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

Birim (mm)	Alan(ha)	%	Hassasiyet	Ağırlık Katsayısı
659-729	17482,45	37,2	Düşük	2
500-659	5528,88	11,8	Orta	3
370-500	24020,48	51,1	Yüksek	4

Çalışma alanındaki arazi kullanım sınıfları arasında büyük farklar vardır. Arazi kullanım alanlarının bazı alanlar çok büyük alanlar kaplarken bazı alanlar da sığ ve dar alanlar kaplamaktadır. Bu kapsamda arazi kullanım ile ilgili olarak toplamda arazinin 51,81 insanlar ve insanların beşeri faaliyetler için kullandığı alanlardan oluşmaktadır. Bu durumda çevresel hassasiyete göre arazinin yarısından fazlası erozyona karşı duyarlı alanlardan oluşmaktadır (Tablo 7).

Tablo 7. Arazi Kullanımının Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

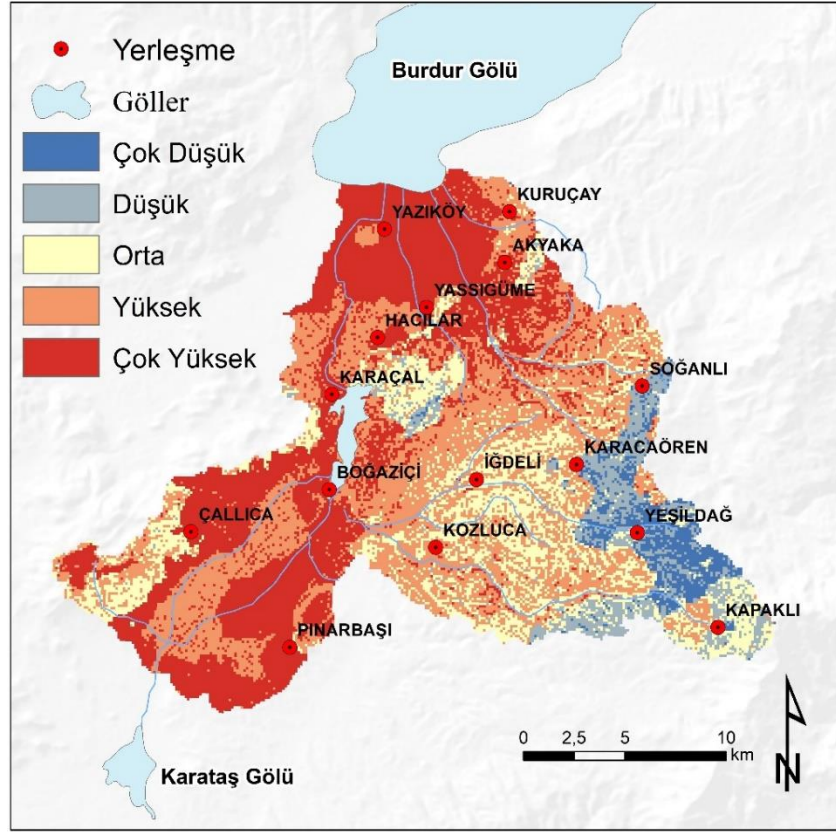
Birim	Alan(ha)	%	Hassasiyet	Ağırlık Katsayısı
İğne yapraklı orman	6639,79	14,045	Çok Düşük	1
Fundalık	15628,6	33,058	Çok Düşük	1
Sulak alanlar	510,7573	1,080	Düşük	1
Meralar	666,685	1,410	Orta	3
Çayırlar	575,177	1,217	Orta	3
Üzüm bağı	330,056	0,698	Orta	3
Sulanabilen ekili arazi	7857,5	16,621	Yüksek	4
Sulanmayan ekilebilir arazi	14466,3	30,600	Yüksek	4
Maden çıkarma alanı	261,771	0,554	Çok Yüksek	5
Sürekli olmayan kentsel doku	339,224	0,718	Çok Yüksek	5

Çalışma alanından elde edilen jeoloji, eğim, toprak, yağış ve eğim şekli eşit olarak ağırlıklı ortalama yöntemine tabi tutularak alandaki potansiyel arazi hassasiyeti belirlenmiştir. Bu kapsamda elde edilen bilgilere göre çalışma alanında arazinin %80'i potansiyel çevresel hassasiyeti yüksek ve çok yüksek sınıflandırmasında olduğu görülmüştür (Tablo 8).

Tablo 8. Potansiyel Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

Potansiyel Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması	Alan (ha)	%
Çok Düşük	1782,50	3,82
Düşük	3280,12	7,04
Orta	8385,50	18,01
Yüksek	16903,57	36,31
Çok Yüksek	16191,88	34,78

Çalışma sahasının arazi hassasiyet parametrelerine göre hazırlanan haritası incelendiğinde arazinin büyük bir çoğunluğu potansiyel olarak hassasiyet içerisinde olduğu görülmektedir (Şekil 4). Özellikle yerleşim alanı olarak kullanılan Yazıköy, Yassıgüme, Çallica ve Pınarbaşı köylerinin çevresi potansiyel hassasiyet açısından çok yüksek hassas bölgeler olarak sınıflandırılmıştır. Bu alanların ardından Kurucay, Akyaka, Hacılar, Karaçal ve Boğaziçi köyleri ve yakın çevresi ise yine yüksek çevresel hassasiyete sahip araziler üzerine yerleşmiş köyler olarak belirlenmiştir. Potansiyel çevresel hassasiyetin mekânsal olarak düşük hassasiyet dağılışı gösteren sahalara yerleşmiş köyler ise Soğanlı, Karacaören, Yeşildağ ve Kapaklı köyü arazisinin bir kısmıdır.



Şekil 4. Karaçal Baraj Gölü ve çevresinde potansiyel çevresel hassasiyet analizi.

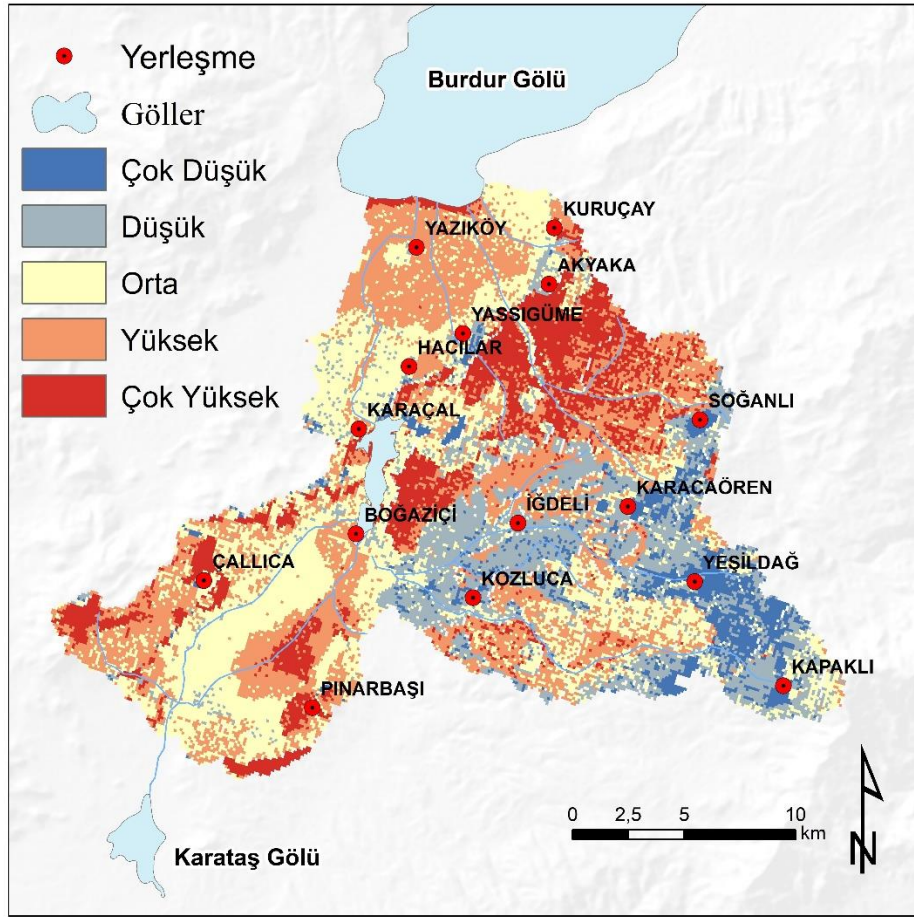
Çalışma alanında elde edilen jeomorfolojik bilgiler arazi üzerinde Ağırlık Ortalama (Weighted Sum) modeline tabi tutularak potansiyel çevresel hassasiyetin dağılışı belirlenmiştir (Şekil 4). Ayrıca çalışma alanı üzerindeki beşeri faaliyetlerin (tarım, hayvancılık, ormancılık vs.) de jeomorfolojik gelişimler üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Bu nedenle çalışmanın bu bölümünde araştırma sahasının PÇH verisi arazi kullanım verisi ile ilişkilendirilerek OÇH dağılışı da tespit edilmiştir (Tablo 9) (Şekil 5).

Tablo 9. Ortaya Çıkan Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması

Ortaya Çıkan Çevresel Hassasiyet Sınıflandırması	Alan (ha)	%
Çok Düşük	3054,05	6,7
Düşük	7455,14	16,38
Orta	14444,61	31,73
Yüksek	13744,18	30,2
Çok Yüksek	6823,44	14,99

Bu durumda çalışma alanındaki arazi kullanımını ile birlikte genellikle ortaya çıkan çevresel hassasiyetin %45' in yüksek seviyelerde olduğu görülmektedir (Tablo 9).

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği



Şekil 5. Karaçal Baraj Gölü ve çevresinde ortaya çıkan çevresel hassasiyet analizi.

Çalışma alanında ortaya çıkan çevresel hassasiyetin dağılışı incelendiğinde (Şekil 5) yüksek ve çok yüksek hassasiyet alanlarının yoğunluğu dikkati çekmektedir. OÇH'nin yüksek olduğu bu alanlar Yassigüme, Akyaka ve Hacılar, Boğaziçi köylerinin doğu kesimleri ile Çallıca ve Pınarbaşı köylerinin çevreleri ortaya çıkmaktadır. OÇH'nin düşük olduğu alanlar ise çalışma alanının doğusundaki Kapaklı, Yeşildağ, Karacaören, Soğanlı, İğdeli ve Kozluca köyleri ile yakın çevreleridir.

Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada ilk olarak jeomorfolojik parametreler (jeoloji, eğim, yağış, toprak, eğim şekli) üzerinden arazinin **Potansiyel Çevresel Hassasiyet (PÇH)**'i belirlenmek üzere ağırlıklı ortalama yöntemi ile arazinin potansiyeli belirlenmiştir. Antropojenik etkilerin de arazi hassasiyeti üzerindeki etkisini tespit etmek için, ağırlıklı ortalama yöntemi ile potansiyel çevresel hassasiyet verilerine arazi kullanım alanları da eklenerek **Ortaya Çıkan Çevresel (OÇH)** hassasiyet tespit edilmiştir.

Burada kullanılan jeomorfolojik parametrelerin her biri arazinin erozyona veya bir yerden başka bir yere taşınma olasılığı ile yakın ilişki göstermektedir. Bu başlıklardan yerin yapısı, oluşan jeomorfolojik birimin stratigrafisi ve oluşum aşamalarını tespit eden jeoloji en önemli başlıklardan jeoloji parametresini oluşturmaktadır. Buna göre jeolojik özelliklerine bakıldığında çalışma alanının %48,16'sı Pliyosen yaşlı kumtaşı-çamurtaşı özelliğindeki birimlerden oluşurken arazinin % 29'u ise kuvaterner yaşlı alüvyonlardan meydana geldiği görülmektedir. Bu veriler ile arazinin gelişim safhasında, daha yaşlı ve daha dirençli alanlardan ziyade yaklaşık %80'inin daha genç ve daha dirençsiz alanlardan oluşan bir saha olduğu ve buna göre sahanın jeolojik şartlarının çevresel hassasiyeti yüksek değerlerde etkilediği sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışma sahasında değerlendirilen bir diğer temel jeomorfolojik unsur ise sahanın eğim değerleridir. Bu sahada eğim değerleri 0-12° arasında değişiklik gösteren alanların dağılımı, çalışma alanının %85,4'ünü oluşturmaktadır. Yapılan farklı çalışmalarda da (İkiel, vd. 2020) görüldüğü gibi eğimin topoğrafik özellikleri suyun akış hızı, yönü, eğim miktarı ve uzunluğu erozyonun büyüklüğü üzerinde belirleyici parametrelerdir. Buna göre çalışma alanının büyük bir çoğunluğunda eğim değeri oldukça düşüktür. Böylece bu sahada eğim değerinin az olması erozyon faaliyetlerinin de belirli derecede sınırlı olabileceğini ortaya koymaktadır. Buna göre çalışma alanındaki eğim değerlerine göre bu sahada çevresel hassasiyet düşüktür. Bu veriler (eğim değerleri) bu sahada toprak oluşumu üzerinde de etkilidir.

Toprak değerleri, çevresel hassasiyet açısından önemli bir diğer jeomorfolojik parametre olarak görülmektedir. Çalışma alanının %55,42'sini Kahverengi Orman toprakları, %23,36'sını Kestanerengi topraklardan oluşturmaktadır. Buradaki Kahverengi Orman ve Kestanerengi topraklar erozyon süreçleri açısından en hassas olan topraklardır. Bu yüzden arazideki toprakların %79'unu oluşturan Kestanerengi ve Kahverengi Orman toprakları erozyon süreçlerinin hızlanmasına ve çevresel hassasiyetin de yüksek değerlerde ilerlemesine neden olmaktadır. Bu konuda Anjinho vd. (2021)'de yaptıkları bir çalışmada benzer durumlar ile ilgili olarak değerlendirmeler yapmışlardır. Bir başka çalışmaya göre büyük toprak gruplarının standart parsellerinden alınan verilerde toprak sınıflarının erozyona karşı aşınım değeri en yüksek olan topraklar Kestanerengi topraklar (aşınım değeri: 0,22), Kahverengi orman toprakları (aşınım değeri;0,29) olduğu görülmektedir (Özden ve Özden, 1997). Bu çalışmaya göre kum ve silt içeriği kil içeriğinden yüksek olan topraklar daha hassas ve erozyon süreçlerine karşı daha duyarlıdır. Bizim çalışmamızda da sahanın %79'unu kaplayan Kahverengi Orman toprakları ve Kestanerengi topraklar içerdikleri kum, silt, kil içeriği yüksek topraklar olduğu için bu sahanın da erozyona karşı yüksek duyarlılık gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır.

Toprağın nemliliği ve erozyona karşı duyarlılığına etki eden bir diğer husus da bölgenin yağış karakteridir. Çalışma sahasının %51'inde yıllık ortalama yağış değerleri 500 mm'nin altındadır. Bu durumda bu alana düşen yağışın oldukça az olduğu, kalsifikasyon süreçleri ve kapilaritenin de buna bağlı olarak geliştiği kurak ve yarı kurak alan sınıfına giren bu sahada şartların bu yağış ve nem parametresine bağlı olarak geliştiği, bundan etkilendiği de söylenebilir. Bu durumda bu sahanın büyük bir kesiminde yarı kurak bir yağış karakteri söz konusu olduğundan sahanın erozyon duyarlılığı yüksek değerlerdedir.

Yağış kadar yağışın yüzey üzerinde hareket etme süreçlerinde yapılan çalışmalar (Anjinho vd. 2021; Costa vd. 2018; Oliveira-Andreoli, 2021) eğimin şeklinin de önemli bir jeomorfolojik parametre olduğu ortaya koymaktadır (konkav, konveks, düz). Eğimin şekli, erozyon süreçlerinin ve duyarlılığın etkilenmesinde önemlidir. Bir sahada eğim eğri dışbükey bir durumda ise bu sahada erozyona duyarlılık yüksek, düze yakın iç bükey veya dışbükey ise orta, içbükey bir durum sergiliyorsa da o sahada düşük bir erozyon duyarlılığı vardır. Bizim çalışma alanımızda da arazinin dışbükey eğim şartları gösteren kesimi %5'lik bir dilime karşılık gelirken arazinin %88'i düze yakın ve içbükeye yakın alanlardan oluşmaktadır. Bu yüzdelik dağılım çalışma alanında çevresel hassasiyetin düşük olduğunu göstermektedir.

Jeomorfolojik parametrelerin erozyon ve çevresel hassasiyet üzerinde etkisinin olduğu görülmekle birlikte çalışma alanında antropojenik etkilerin varlığı da çevresel hassasiyete olumlu veya olumsuz tesirde bulunmaktadır. Çalışma alanı genel olarak doğal ormanlık ve fundalık alanlarla kaplıdır (%47) bu alanlarda insan etkisi çok düşük olduğu için çevresel hassasiyet ve erozyon süreçleri düşüktür. Ancak arazinin %46'sı da sulanabilen ve sulanamayan ekili tarım arazilerinden oluşmaktadır. Tarım arazilerinin sulanamayan nitelikte olduğu alanlarda kuru tarım faaliyetlerinden arpa, buğday vb. tarım ürünleri elde edilmektedir. Zaman zaman ürün verimliliğini artırmak için tarlaların nadasa bırakıldığı zamanlar vardır. Çalışma sahası içerisinde kalan tarım alanlarında toprağın sürekli işlenmesi ve eğim yönüne veya tersine sürülmesi ile toprak taşınmakta böylelikle erozyon süreçleri ile hareket etmesine olanak sağlanmaktadır. Ayrıca sulanabilen tarım arazilerinde de yine toprağı işleme süreci aynı şekilde devam etmekte ve bu alanlarda mısır, yonca vb. çok su tüketen ürünler ekilmektedir. Çok su tüketen

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği

ürünlerin yetiştirildiği tarım alanlarında erozyon süreçleri ve arazinin çevresel hassasiyeti yüksek düzeyde çıkmaktadır. Yine çalışma alanında oransal olarak çok küçük bir alanda (%0,554) maden sahaları ve yerleşim alanları (%0,718) bulunmaktadır. Bugün için çalışma sahasında çok küçük bir alan kaplayan maden işletmelerinin gelecekte daha geniş bir alan kaplama olasılığı çevresel hassasiyeti olumsuz etkileyen sonuçları ortaya çıkarma potansiyeline sahiptir.

Sonuç olarak Burdur kapalı havzasındaki Karaçal baraj gölü ve çevresinde **Potansiyel Çevresel Hassasiyet** arazinin %90'unda orta, yüksek ve çok yüksek seviyelerde tespit edilmiştir. Arazideki jeolojik- jeolojik şartları, toprak, jeomorfolojik parametreler yüksek bir erozyon duyarlılığını ortaya koymakta bu durum Potansiyel Çevresel Hassasiyeti (PÇH) yüksek tutmaktadır.

Potansiyel çevresel hassasiyete arazi kullanımını veya antropojenik etkileri de eklendiğinde Ortaya Çıkan Çevresel Hassasiyette Potansiyel Çevresel Hassasiyete göre birtakım farklılıklar oluşturmaktadır. Sahadaki doğal bitkilerle kaplı örtü, (ormanlık ve fundalık alanlar) buradaki Potansiyel Çevresel Hassasiyetin düşük olması Ortaya Çıkan Çevresel Hassasiyet değerlerini de etkilemiştir. Buna göre Potansiyel Çevresel Hassasiyeti %90 orta, yüksek ve çok yüksek alanlar Ortaya Çıkan Çevresel Hassasiyet değerinde %75'e kadar düşmüştür. Sonuç olarak Burdur kapalı havzasındaki Karaçal baraj gölü ve çevresinde arazinin çevresel hassasiyeti ve erozyon duyarlılığı yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (**Tablo 8-9**).

Karaçal baraj gölünü besleyen kolların aktığı yüzeyler üzerindeki PÇH ve OÇH verileri ise şu şekildedir; Baraj gölünü besleyen Eren Çay'ı ve onun kolları niteliğindeki doğuda Tozyurt, Kavaklı, Kozluca dereleri ve çevresinde genel olarak OÇH'nin düşük olduğu alanlar yer almaktadır. Bu alanlarda Kozluca İğdeli, Karacaören, Soğanlı, Yeşildağ ve Kapaklı yerleşmeleri bulunmaktadır. Akarsular bu sahadan yerleşmelerin içinden geçerek baraja sediman taşımaktadır. Söz konusu bu alanlarda sediman oranının da OÇH'nin düşük olmasından ötürü az miktarda olabileceği ancak yağış karakteri olarak alanda 500 mm'nin altında yağış alması toprağın suya doygun olmadığı ve ilk yağış süreçlerinde ani yüzeysel sellenmelerin meydana geldiği durumlarda taşınan sediman miktarının artması kaçınılmazdır. Bütün bu veriler Karaçal barajı güney doğusunda Eren Çay'ı besleyen akarsu kollarının yoğun olduğu alanda sedimanla doldurma riskini azalttığını ve baraj gölünün uzun yıllar maliyetsiz olarak kullanılabileceğini teorik olarak doğrulamaktadır. Ancak saha gözlemleri bu durumu doğrulamamaktadır. Arazide yapılan gözlemler neticesinde küçük vadi alanlarında bile geçici sellenmeleri önlemeye yönelik antropojenik setlerin yapıldığı tespit edilmiştir.

Barajın güney batısında, Kavaklıdere akarsuyu ve Çallica köyü çevresinde ortaya çıkan çevresel hassasiyetin genel olarak yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Bu durumda toprak, jeoloji, eğim, yağış özellikleri alanın erozyon duyarlılığının yüksek olduğunu ve Eren Çay'ına taşınan sediman yükünün fazla olduğu ortaya koymaktadır.

Karaçal baraj gölünde ve çevresinde su mevcudiyetini ve kalitesini sağlamak, toprak yönetiminde uygun koruma ve sürdürülebilirlik durumlarını göz önüne almak ve bu şartları dikkate alarak sahayı antropojenik kullanım alanlarına açmak bütün bu olumsuz ihtimalleri ortadan kaldıracaktır. Erozyon süreçlerini etkileyen ve hassasiyetin yüksek olduğu alanlarda fiziksel parametrelerin daha ayrıntılı ya da büyük ölçekli çalışılması ile çevresel hassasiyetin kontrol altına alınmasına sağlanabilir. Bu çalışma uygun metodolojisi ve düşük maliyette yürütülebilmesi nedeni ile kurak ve yarı kurak alan özelliği gösteren farklı sahalarda da uygulanabilir.

Kaynakça

- Alevkayalı, Ç. (2018). Edremit Körfezi'nde arazi degradasyonu ve arazi planlaması [Yayımlanmamış doktora tezi] Balıkesir Üniversitesi.
- Alevkayalı, Ç. ve Tağıl, Ş. (2020). Edremit Körfezi'nde Tarımsal Arazi Kullanımı Uygunluk Düzeylerinin Değerlendirilmesi. *Coğrafya Dergisi*, (40), 135-147.
- An, Q., Wu, Y., Taylor, S., ve Zhao, B. (2009). Influence of the Three Gorges Project on saltwater intrusion in the Yangtze River Estuary. *Environmental Geology*, 56(8), 1679–1686. doi:10.1007/s00254-008-1266-4
- Annandale, G. W., Morris, G. L., ve Karki, P. (2016). Extending the life of reservoirs: sustainable sediment management for dams and run-of-river hydropower. The World Bank: Washington, D.C.
- Anjinho, P. da S., Barbosa, M. A. G. A., Costa, C. W. ve Mauad, F. F. (2021). Environmental fragility analysis in reservoir drainage basin land use planning: A Brazilian basin case study. *Land Use Policy*, 100, 104946. doi:10.1016/j.landusepol.2020.104946
- Anonim (1996). Burdur İli Arazi Varlığı (toprakları, problemleri, arazi sınıfları, arazi kullanma durumu, önemli tarım arazileri). T.C. Başbakanlık Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları: Ankara.
- Atalay, İ. (2006). Toprak Oluşumu, Sınıflandırılması ve Coğrafyası. Meta Basım Matbaacılık: İzmir.
- Atayeter, Y. ve Tokgözlü, A. (2014). Burdur Merkez İlçesi'nin Fiziki Coğrafya Özellikleri. Kadir Temurçin ve Yıldırım Atayeter (Ed.) Burdur Merkez İlçesi'nin Coğrafi Etüdü içinde (13-51). Burdur Belediyesi Kültür Yayınları.
- Bai, L., Wang, N., Jiao, J., Chen, Y., Tang, B., Wang, H., ... Wang, Z. (2020). Soil erosion and sediment interception by check dams in a watershed for an extreme rainstorm on the Loess Plateau, China. *International Journal of Sediment Research*. doi:10.1016/j.ijsrc.2020.03.005
- Bakırcı, M., (2002). Türkiye'de Baraj Yapımı Nedeniyle Yer Değiştiren Bir Şehir: Halfeti. *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Dergisi*, 10, 55-78.
- Briak, H., Mrabet, R., Moussadek, R., ve Aboumaria, K. (2019). Use of a calibrated SWAT model to evaluate the effects of agricultural BMPs on sediments of the Kalaya river basin (North of Morocco). *International Soil and Water Conservation Research*. doi:10.1016/j.iswcr.2019.02.002
- Caniani, D., Lioi, D., Mancini, I., ve Masi, S. (2015). Hierarchical classification of groundwater pollution risk of contaminated sites using fuzzy logic: a case study in the Basilicata region (Italy). *Water*, 7(12), 2013–2036. doi:10.3390/w7052013
- Caniani, D., Labella, A., Lioi, D. S., Mancini, I. M., ve Masi, S. (2016). Habitat ecological integrity and environmental impact assessment of anthropic activities: A GIS-based fuzzy logic model for sites of high biodiversity conservation interest. *Ecological Indicators*, 67, 238–249. doi:10.1016/j.ecolind.2016.02.038
- Campos, J. A., da Silva, D. D., Moreira, M. C., ve de Menezes Filho, F. C. M. (2021). Environmental fragility and land use capacity as instruments of environmental planning, Caratinga River basin, Brazil. *Environmental Earth Sciences*, 80(7), 1-13.
- Costa, O. Y., Raaijmakers, J. M., ve Kuramae, E. E. (2018). Microbial extracellular polymeric substances: ecological function and impact on soil aggregation. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1636.
- Cürebal, İ., ve Ekinci, D. (2006) Kızılkeçili Deresi Havzasında CBS Tabanlı RUSLE (3d) Yöntemiyle Erozyon Analizi, *Türk Coğrafya Dergisi*. 47: 115-130.

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği

- Dikerler, T. (2007). Çevresel Hassasiyet İndeksi ve İstanbul Boğazı'na Uygulanması [Yayımlanmamış doktora tezi] İstanbul Teknik Üniversitesi.
- Erol, O. (1993). Ayrıntılı Jeomorfoloji Haritaları Çizim Yöntemi. *İ.Ü. Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Bülteni* (10), 19-38.
- Fural, Ş., Cürebal, İ. ve İnan, F. (2019). Elmalı'da (Antalya) yağışın tetiklediği sel, taşkın ve çamur akıntısı afetlerinin jeomorfolojik analizi. *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, (3), 49-61.
- Gao, J. H., Jia, J., Kettner, A. J., Xing, F., Wang, Y. P., Li, J., ... Gao, S. (2015). Reservoir-induced changes to fluvial fluxes and their downstream impacts on sedimentary processes: The Changjiang (Yangtze) River, China. *Quaternary International*. doi:10.1016/j.quaint.2015.03.015
- Görcelioğlu, E. (1975). Anadolu göller bölgesinde özellikle Burdur gölü çevresindeki sedimentasyonun yaygınlığı ve önemi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University*, 26(1).
- Guo, C., Jin, Z., Guo, L., Lu, J., Ren, S. ve Zhou, Y. (2020). On the cumulative dam impact in the upper Changjiang River: Streamflow and sediment load changes. *CATENA*, 184, 104250. doi:10.1016/j.catena.2019.104250
- Gouveia, I. C. M. C. ve Ross, J. L. S. (2019). Fragilidade ambiental: uma proposta de aplicação de geomorphons para a variável relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, 37, 123-136.
- Harita Genel Müdürlüğü. 1/25.000 ölçekli M24d4 paftası.
- Huang, X., Gao, L., Yang, P. ve Xi, Y. (2018). Cumulative impact of dam constructions on streamflow and sediment regime in lower reaches of the Jinsha River, China. *Journal of Mountain Science*, 15(12), 2752-2765. doi:10.1007/s11629-018-4924-3
- İkiel, C., Ustaoglu, B. ve Koç, D.E. (2020) Trakya Yarımadası'nda Erozyon Duyarlılık Analizi / Erosion Susceptibility Analysis of Thrace Peninsula, *Jeomorfolojik Araştırmalar Dergisi*, 2020 (4): 1-14
- Kosmas, C., Kairis, O., Karavitis, C., Ritsema, C., Salvati, L., Acikalin, S., ... ve Ziogas, A. (2014). Evaluation and selection of indicators for land degradation and desertification monitoring: methodological approach. *Environmental Management*, 54(5), 951-970.
- Leman, N., Ramli, M. F., ve Khirotdin, R. P. K. (2016). GIS-based integrated evaluation of environmentally sensitive areas (ESAs) for land use planning in Langkawi, Malaysia. *Ecological Indicators*, 61, 293-308.
- Loretto Arriagada, M., Rojas, O., Arumí, J. L., Munizaga, J., Rojas, C., Farias, L. ve Vega, C. (2018). A new method to evaluate the vulnerability of watersheds facing several stressors: A case study in mediterranean Chile. *Science of The Total Environment*, 651, 1517-1533. doi:10.1016/j.scitotenv.2018.09.237
- Maden Tetkik Arama Genel Müdürlüğü. 1/100.000 ölçekli M24-N24 paftaları.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü. Uzun yıllar Sıcaklık ve Yağış verileri (1970-2020).
- Oliveira-Andreoli, E. Z., de Moraes, M. C. P., da Silva Faustino, A., Vasconcelos, A. F., Costa, C. W., Moschini, L. E., ... Lorandi, R. (2021). Multi-temporal analysis of land use land cover interference in environmental fragility in a Mesozoic basin, southeastern Brazil. *Groundwater for Sustainable Development*, 12, 100536.
- Özden, Ş. ve Özden, M. (1997) Türkiye Toprak Erozyon Tahmin Modeli. TURTEM, Başbakanlık Türkiye Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü, Toprak ve Gübre Araştırma Enst. Müd. Yayınları, Ankara.

- Padedda, B.M., Sechi, N., Lai, G.G., Mariani, M.A., Pulina, S., Sarria, M., Satta, C.T., Viridis, T., Buscarinu, P. ve Lugliè, A., (2017). Consequences of eutrophication in the management of water resources in Mediterranean reservoirs: a case study of Lake Cedrino (Sardinia, Italy). *Glob. Ecol. Conserv.* 12, 21–35. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2017.08.004>.
- Ross, J.L.S. (1994). Análise Empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. *Revista do Departamento de Geografia* 8, 63–74. <https://doi.org/10.7154/RDG.1994.0008.0006>.
- Ross, J.L.S. (2012). Landforms and environmental planning: potentialities and fragilities. *Revista do Departamento de Geografia* 38–51. <https://doi.org/10.7154/RDG.2012.0112.0003>.
- Santos, P. P., Reis, E., Pereira, S. ve Santos, M. (2019). A national scale flood susceptibility model based on multicriteria analysis. *Science of The Total Environment*, 667, 325-337. doi:10.1016/j.scitotenv.2019.02.328
- Silva Lira, K. C., Francisco, H. R. ve Feiden, A. (2022). Classification of environmental fragility in watershed using Fuzzy logic and AHP method. *Sociedade & Natureza*. 1-17. DOI: 10.14393/SN-v34-2022- 62872
- Spröl, C. ve Ross, J. L. S. (2004). Comparative analysis of environmental fragility by applying three models. *GEOUSP Espaço e Tempo (Online)*, 8(1), 39-49.
- Sungur, K. A. (1978). Burdur, Acıgöl depresyonları ve Tefenni ovasının fiziki coğrafyası. İstanbul: Edebiyat Fakültesi Matbaası.
- Sunkar, M., ve Uysal, A. (2014). Anamur (Dragon) Çayı'nın (Mersin) Hidrografik Özellikleri ve Ekonomik Potansiyeli. *Coğrafya Dergisi*, (28), 69-93.
- Tadesse, L., Suryabagavan, K. V., Sridhar, G. ve Legesse, G. (2017). Land use and land cover changes and Soil erosion in Yezat Watershed, North Western Ethiopia. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(2), 85-94.
- Tomaselli, V., Tenerelli, P. ve Sciandrello, S. (2012). Mapping and quantifying habitat fragmentation in small coastal areas: a case study of three protected wetlands in Apulia (Italy). *Environmental Monitoring and Assessment*, 184, 693–713. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-1995-9>
- Tricart, J. (1977). *Ecodinamicas –FIBGE/SUPREN*, Rio de Janeiro.
- Valle, I. C., Francelino, M. R. ve Pinheiro, H. S. K. (2016). Mapping of Environmental Fragility in the Aldeia Velha River Basin, State of Rio de Janeiro, Brazil. *Floresta e Ambiente*, 23(2), 295-308.
- Vick, E. P. ve Bacani, V. M. (2019). Prediction of the future scenario of the expansion of areas of forestry into the brazilian cerrado using a cellular automata Markov Chain model. *Mercator (Fortaleza)*, 18, 1-22.
- Yetmen, H., Elmastaş, N., Özcanlı, M., ve Benek, S. (2020). Ahlat İlçesi (Bitlis) kıyı akiferinde yeni bir problem: Yeraltı suyu tuzlaşması. *Türk Coğrafya Dergisi*, (75), 71-80.
- Yousaf, W., Mohayud-Din-Hashmi, S. G., Akram, U., Saeed, U., Ahmad, S. R., Umar, M. ve Mubashir, A. (2018). Erosion potential assessment of watersheds through GIS-based hypsometric analysis: a case study of Kurram Tangi Dam. *Arabian Journal of Geosciences*, 11(22). doi:10.1007/s12517-018-4059-4
- Wu, H., Zeng, G., Liang, J., Chen, J., Xu, J., Dai, J., Sang, L., Li, X. ve Ye, S. (2017). Responses of landscape pattern of China's two largest freshwater lakes to early dry season after the impoundment of Three-Gorges Dam. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 56, 36–43. doi:10.1016/j.jag.2016.11.006

Baraj Göllerinde Arazi Kullanım Planlamasındaki Çevresel Hassasiyet Analizi: Burdur Gölü Kapalı Havzasında Karaçal Baraj Gölü ve Yakın Çevresi Örneği

Zhang, S., Fan, W., Li, Y. ve Yi, Y. (2017). The influence of changes in land use and landscape patterns on soil erosion in a watershed. *Science of the Total Environment*, 574, 34-45.

<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover/clc2018> (Eriřim Tarihi: 20.01.2022)