

Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi

https://dergipark.org.tr/tr/pub/tuzal

e-ISSN 2687-4997



Kesikköprü Baraj Gölü Havzası Su Kaynaklarına Ait Hassasiyet Haritası

Olca Gülçiçek Uysal*¹, Kağan Cebe²

¹Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Çevre Mühendisliği Bölümü, Mersin, Türkiye

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Samsun, Türkiye

Anahtar Kelimeler:

Hassasiyet Haritası
CBS
Havza
Su Kalitesi
Bütünleşik Havza Yönetimi

ÖZ

Havzalar, içerdikleri yerleşim yerleri, sanayi ve tarım arazileri ile doğal alanların temel ekolojik işlevlerinin beslenmesi gerekli su kaynağını sağlar ve suyla birbirine bağlanan üst, orta ve alt kesimlerden oluşan karmaşık bir ekosistemden oluşur. Bir gölün su kalitesi büyük ölçüde gölün ve gölü besleyen kaynakların havzasındaki arazi kullanımına, endüstri tesisleri ve havzanın yönetim politikalarına bağlıdır. Bu çalışma, entegre havza yönetimi perspektifinden havzalarda su kaynaklarına ait bir hassasiyet indeksi oluşturmak için Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı yeni bir yaklaşım önermektedir. Çalışmada, Kesikköprü Baraj Gölü Havzasına ait doğal ve antropojenik faaliyetler ile ilgili verileri kullanılarak, faaliyetlerin su kaynakları üzerine etkileri analiz edilmiştir. Analiz edilen veriler, bir CBS yazılımı olan ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılarak koordinatlarına göre haritalandırılmıştır. Çalışma alanına ait oluşturulan hassasiyet parametreleri ve değerlendirme puanı ile alana özgü hassasiyet ölçeği oluşturulmuştur. Su kaynaklarının kalitesini etkileyen faaliyetlere ait puanların, hassasiyet ölçeğinde değerlendirme sonuçları CBS programına aktarılarak, hassasiyet haritası oluşturulmuştur. Hassasiyet haritası ile, noktasal evsel kirlilik yükü kaynağı olan yerleşim yerlerinin ve fosseptiklerinin bulunduğu alanların *Çok Yüksek Hassasiyet* sahip bölgelerde olduğu tespit edilmiştir. Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'ndaki madencilik faaliyetlerinin Hassasiyet Haritası ile değerlendirilmesi yapıldığında ise, bu alanların *Çok Yüksek Hassasiyet* ve *Orta Hassasiyete* sahip bölgelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada kullanılan metodoloji, su kaynaklarını koruma geliştirme, kentsel-kırsal kalkınma ve göl havzası planlaması gibi çeşitli planlama programlarında yol gösterici olacağı düşünülmektedir.

Sensitivity Map of Kesikköprü Dam Lake Basin Water Resources

Keywords:

Sensitivity Map
GIS
Watershed
Water Quality
Integrated Basin Management

ABSTRACT

Watersheds offer vital water supply for the fundamental ecological roles of settlements, industrial and agricultural lands, and natural areas they comprise. They are made up of a complex ecosystem comprising upper, middle, and lower levels, all linked by water. The quality of a lake's water heavily relies on the land use in its catchment and the sources that supply it, as well as the industrial facilities and management policies found within. This study presents a methodology utilizing Geographic Information System (GIS) for developing a sensitivity index of catchment water resources from an integrated catchment management standpoint. The study analyses the impact of natural and anthropogenic activities on water resources in Kesikköprü Dam Lake Basin by employing data, which is mapped based on their coordinates using ArcGIS 10.8 software, a GIS application. An area-specific sensitivity scale was developed using sensitivity parameters and evaluation scores for the study area. The scores of activities that impact the quality of water resources were evaluated on the sensitivity scale, and the resulting data was transferred to the GIS program to generate a sensitivity map. It is believed that the methodology used in this study will serve as guidance for several planning programs, including the development of water resource protection, urban-rural development, and lake basin planning.

Makale Bilgileri/Article Info

Geliş /Received: 07/11/2023
Kabul/Accepted: 15/12/2023
Yayınlanma/Published: 30/12/2023

Alıntı/Citation

Gülçiçek Uysal & Cebe, K. (2023). Kesikköprü Baraj Gölü Havzası Su Kaynaklarına Ait Hassasiyet Haritası. Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi, 5 (2) 97-105.

1. GİRİŞ

Su kıtlığı ve kirlilik gibi su krizleri, kritik küresel öneme sahip bir konu olarak kabul edilmektedir (Vörösmarty vd., 2010). Bu krizler, gıda ve enerji güvenliğinin sağlanması, ekonomik büyümenin artırılması, halk sağlığının desteklenmesi ve ekonomik ve sosyal sistem dengesinin korunması üzerinde yüksek baskı oluşturmuştur (Xue vd., 2021; Sun vd., 2012). Su kalitesinde değişimlerin esas olarak hidrolojik döngüye dayandığı yaygın olarak kabul edilmektedir (Abbaspour vd., 2015; Yao vd., 2020). Ancak hidrolojik, hidrodinamik ve su kalitesi süreçleri tam olarak anlaşılmamıştır (Xue vd., 2021). Bu nedenle entegre, çok yönlü bir havza yönetimi uygulaması üzerinde daha fazla çalışma yapılmalıdır.

Tüm Dünya’da havzaların su kalitesini olumsuz etkileyen ve kirliliğe yol açan faaliyetler büyük bir endişe kaynağı olmaktadır. Havzalarda kısıtlı ve heterojen bilgilerin bulunması havzaların su kaynaklarının yönetiminde ciddi sıkıntılara yol açmaktadır.

Havza sınırları içinde var olan tüm doğal kaynakların (su, toprak) kullanımı ve korunması, tarım, hayvancılık, sanayi, ticaret ve turizm gibi antropojenik faaliyetlerin kontrollü yürütülmesi, havza ekosisteminin korunması, havzaların etkin yönetimi ile gerçekleştirilmektedir (Beheim vd., 2012; Garipağaoğlu & Uzun, 2019).

Su kaynaklarının korunmasına karşı alınan önlemlerin artması ile günümüzde havzaların sürdürülebilir ve ülkelerin kalkınmasını destekler biçimde yönetimi önem kazanmıştır. Türkiye’de havza yönetimi-planlaması kapsamındaki çalışmalarda rolü, etkinliği ve işlevsel ağırlığı farklı olan birçok kurum ve kuruluş bulunmaktadır (Öztürk, 2011).

2000 yılında Avrupa Birliği üye ülkeleri tarafından yürürlüğe suyun entegre olarak yönetilmesi anlayışını benimseyen EC/2000/60 Sayılı AB Su Çerçeve Direktifi, nehir havzalarının yönetimine önem vermektedir. Türkiye’de Avrupa Birliği ne (AB) uyum süreci kapsamında, AB Su Çerçeve Direktifinin de uygulayıcısı konumundadır (Karadağ & Barış, 2012).

Türkiye ilk olarak 2009 yılında entegre havza yönetimi konusunda nehir havza yönetimi planlarının oluşturulması için çalışmalara başlamış ve son yıllarda havza yönetimi konularında önemli adımlar atmıştır. Bu amaçlar doğrultusunda havzalarda su miktarları, özellikleri ve kirlilik durumu belirlenmiş, antropojenik faaliyetlerden kaynaklı problemler tespit edilmiş, havzaların kirlilik durumu, kirlenici kaynakların tanımlanması vb. çevresel sorunlar raporlanmıştır. Bütüncül bir bakış açısı ile havzaların korunması ve yönetim planı oluşturulması adına yapılan çalışmalar, su kaynaklarının mevcut ve ilerleyen zamanlardaki durumuna önemli sonuçların ortaya çıkmasına sebep olmuştur.

Bu çalışma ile Kesikköprü Baraj Gölü Havzası’nın su kaynaklarının korunması ve

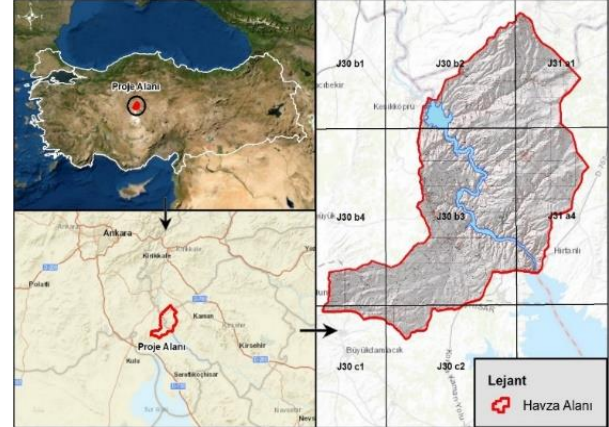
sürdürülebilir yönetimi üzerine katkı sağlayacağı düşünülen, su kaynaklarının doğal ve antropojenik faaliyetlere karşı kirlilik hassasiyetini gösteren bir harita oluşturulmuştur. Bu amaç ile havzanın mevcut durumundaki doğal (yüzey akış, eğim, erozyon, topografik yapı, bitki örtüsü, jeolojik yapı, toprak özellikleri) ve antropojenik faaliyetleri (arazi kullanım durumu, yerleşim yerleri, fosseptik, tarımsal faaliyetler, maden alanları, hayvancılık) ait veriler toplanarak analiz edilmiş ve veriler koordinatlarına göre bir CBS yazılımı olan ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılarak haritalandırılmıştır.

2. YÖNTEM

2.1. Coğrafi Konum

Çalışma alanı, Ankara, Bala ve Şereflikoçhisar ilçeleri ve Kırşehir, Kaman ilçesi ile Kırıkkale, Çelebi ilçe sınırları içerisinde bulunmaktadır. Çalışma alanı Kızılırmak Havzası-Orta Kızılırmak Alt Havzası sınırları içerisinde yer almakta olup, havzayı temsil eden Kesikköprü Barajı Gölü’nün orta noktası ED50 UTM Zone 36 536611 D ve 4359527 K koordinatlarında bulunmaktadır.

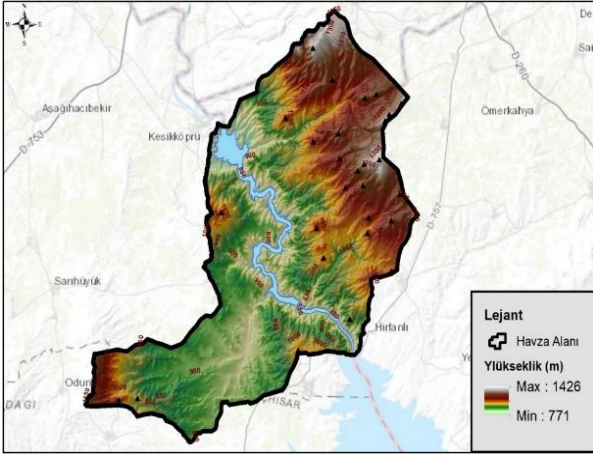
Türkiye 1/25.000 ölçekli pafta bölümlenmesinde barajın havza alanı; J30-b2, J30-b3, J30-b4, J30-c1 J30-c2, J31-a1 ve J31-a4 paftaları içerisinde yer almaktadır. Söz konusu baraj havzasının coğrafi konumunu gösterir harita Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'nın coğrafi konumu

2.2. Topografya

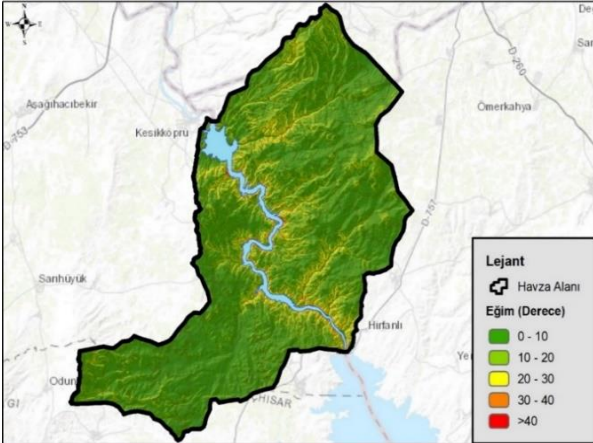
Kesikköprü Barajı Havzası'nda yükselti deniz seviyesinden 771 m ile 1426 m arasında değişen aralıklarda görülmektedir. Havzada genel olarak yüksek kotlardaki tepe ve dağ oluşumları incelendiğinde; havzanın kuzeyinde 1300 m kotunda Çardak Tepesi yer alırken, en düşük kottaki tepe olan Kepir Tepe (995 m) ise havzanın güneybatısında yer almaktadır. Havzanın topografik yapısı incelendiğinde genel olarak tepe oluşumlarının, havzanın kuzey ve doğu kesimlerinde görüldüğü tespit edilmiştir (Şekil 2).



Şekil 2. Yükseklik haritası

2.3. Yüzeysel Eğimler

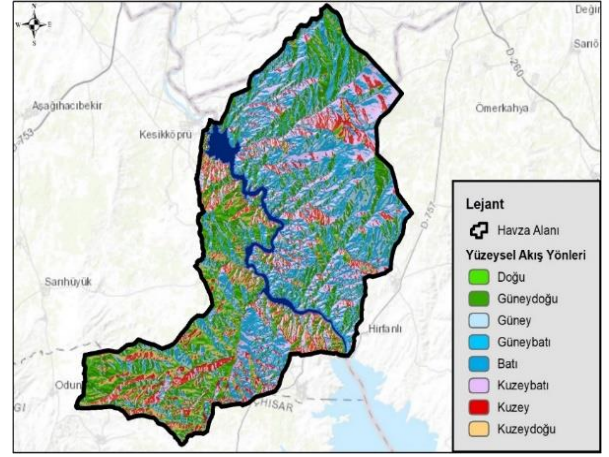
Kesikköprü Baraj Havzası 25.242 ha'lık havza alanı incelenmiş ve havza alanında minimum eğim $0,0^\circ$, maksimum eğim ise $45,5^\circ$ olarak tespit edilmiştir. Alanın ortalama eğimi ise $7,5^\circ$ 'dir. Havzada genel olarak $0-10^\circ$ de bir eğim gözlenirken, Kesikköprü Barajı çevresi incelendiğinde eğim değerlerinin artarak baskın olarak $20-30^\circ$ Aralığında seyrettiği görülmektedir (Şekil 3).



Şekil 3. Eğim haritası

2.4. Yüzeysel Akış Yönleri

Havza alanının topografik yapısı incelenmiş ve bu inceleme sonucunda topografya eğimi için dört ana ve dört ara yön olmak üzere toplam sekiz adet akış yönü oluşturulmuştur. Oluşturulan bu yönler neticesinde havza alanındaki akışın her yöne doğru olduğu görülmüştür. Havza alanında akış yönleri yüksek kottan düşük kotlara doğru seyretilmektedir. Özellikle Kesikköprü Barajı çevresi incelendiğinde havzanın doğusunda kalan ve tepe oluşumlarının yoğun olarak görüldüğü alanlardaki akışların düşük kottaki baraja doğru, batıya yöneldiği görülmektedir (Şekil 4).

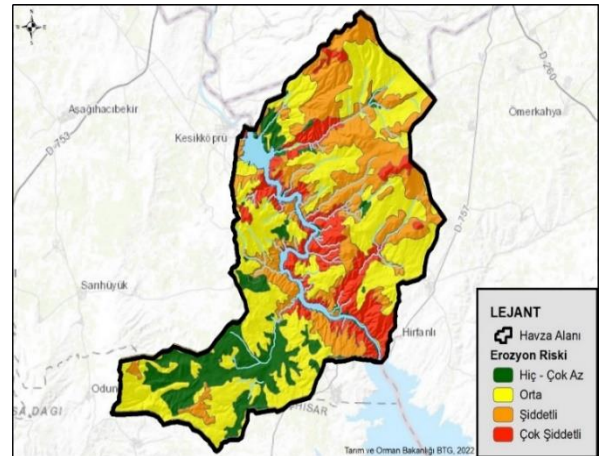


Şekil 4. Yüzeysel akış yönleri

2.5. Erozyon Risk Değerlendirmesi

Havza Alanı içerisinde erozyon risk durumunun analiz edilmesi amacıyla, toprak koruma ve arazi kullanımına yönelik 5403 sayılı "Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu" ve bu kanun gereği olarak çıkarılan "Uygulama Yönetmeliği" uyarınca toprak ve arazi sınıflaması yapılmasının usul ve esaslarının yer aldığı, "Tarım ve Orman Bakanlığı Toprak ve Arazi Sınıflaması Standartları Teknik Talimatı" kullanılmıştır. Bu çalışmada; Tarım ve Orman Bakanlığı'nın yukarıda bahsedilen çalışmalar doğrultusunda oluşturmuş olduğu erozyon risk analizi CBS verileri kullanılmış ve Kesikköprü Baraj Havzası'nda erozyon risk haritası oluşturularak dört sınıf altında incelenmiştir.

Erozyon riski çok şiddetli olan alanlar Kesikköprü Barajı çevresinde yoğunlaşırken aynı zamanda dere yataklarının çevresini de kapsamaktadır. Özellikle Kesikköprü Barajı'nın doğusunda kalan ve baraj ile yükselti farkının fazla olduğu bilinen bu alanlar şiddetli ve çok şiddetli erozyon sınıfında yer almaktadır (Şekil 5).

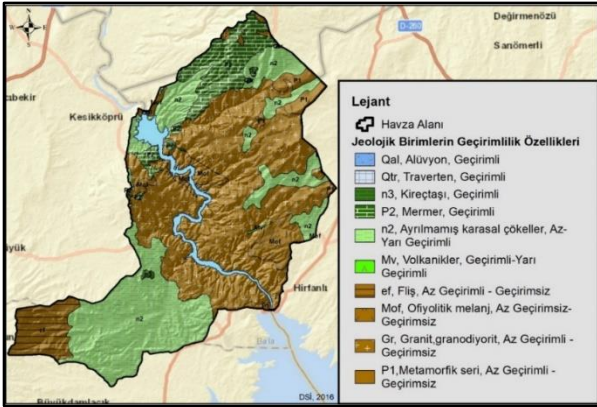


Şekil 5. Erozyon risk haritası

2.6. Çalışma Alanı Hidrojeolojisi

Kesikköprü Baraj Havzası; Savcılı YAS Alt Havzası (No: 15-2-9) ve Hirfanlı-Kesikköprü YAS Alt Havzası (No: 15-2-10) olmak üzere iki yeraltı suyu

havzası sınırları içerisinde kalmaktadır. Kesikköprü Baraj Havzasının 11.122 ha'lık alanı Hirfanlı-Kesikköprü YAS Alt Havzası içinde, 14.120 ha'lık kısmı ise Savcılı YAS Alt Havzası içinde kalmaktadır. Buna göre Hirfanlı-Kesikköprü YAS Alt Havzası'nın %21,14'ü, Savcılı Alt Havzasının ise %26,84'lük kısmı Kesikköprü Baraj Havzası alanını oluşturmaktadır (DSİ, 2016). Kesikköprü Hirfanlı YAS Alt Havzası; Paleozoyik yaşlı mermerler (P2) ve metamorfik seri (P1), Mesozoyik yaşlı granit-granodiyorit (Gr) ve ofiyolitik melanj (Mof), Neojen yaşlı ayrılmamış karasal çökeller (n2) ve kireçtaşı (n3), Eosen filiş (ef) ve baraj sınırı boyunca dar alanlarda gözlenen Kuvaterner alüvyon (Qal) birimlerini içermektedir. Kesikköprü Baraj Havzası'nın doğu kesiminde kalan Kırşehir ilini kapsayan Savcılı YAS Alt Havzası; Paleozoyik yaşlı mermerler (P2) ve metamorfik seri (P1), Mesozoyik yaşlı granit-granodiyorit (Gr), Volkanikler (Mv) ve ofiyolitik melanj (Mof), Neojen yaşlı ayrılmamış karasal çökeller (n2), Kuvaterner traverten (Qtr) ve yine baraj sınırı boyunca gözlenen Kuvaterner alüvyon (Qal) birimlerini içerdiği görülmektedir. Havza alanındaki jeolojik birimlerin geçirimsizlik özellikleri Şekil 6'da verilmiştir.



Şekil 6. Jeolojik birimler ve geçirimsizlik özellikleri

2.7. Meteorolojik Değerlendirme

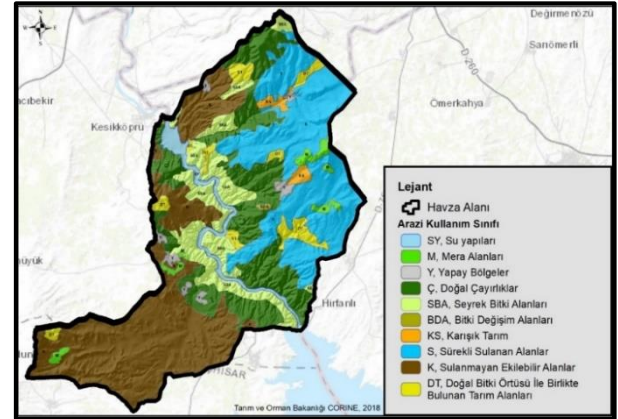
Kesikköprü Baraj Havzası; Ankara ili Bala ve Şereflikoçhisar ilçeleri, Kırşehir ili Kaman ilçesi ve havzanın kuzey uç kesimleri ise Kırıkkale ili Çelebi ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Bala ve Şereflikoçhisar ilçeleri yazları sıcak, kışları soğuk ve kar yağışlı geçen bir iklime sahiptir. Yüksekliği nedeniyle kış aylarında Ankara ilinin en soğuk ilçeleri arasında yer alır. Sıcak ve ılıman geçen yaz aylarına rağmen en kurak aylarda bile diğer ilçelere göre yağış miktarının oldukça fazla olduğu görülmektedir. Kaman ve Çelebi ilçesinde ise; yazlar ılık, kurak ve açık, kışlar çok soğuk ve karlıdır. Çalışma alanını en iyi temsil eden Meteoroloji Genel Müdürlüğü (MGM), Kaman Meteoroloji İstasyonu verileri incelendiğinde çalışma alanında yıllık ortalama yağış 39,3 mm olarak görülmektedir. Ortalama maksimum yağış 64,7 mm ile Aralık ayında, ortalama minimum yağış ise 9,4 mm ile Ağustos ayında gözlenmiştir. Uzun yıllar ortalama

yağış verileri incelendiğinde, çalışma alanı için kurak dönem Nisan, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Ekim aylarını kapsayan beş aylık dönem; yağışlı dönem ise Ocak, Şubat, Mart, Mayıs, Haziran, Kasım ve Aralık aylarını içeren sekiz aylık dönem olarak değerlendirilmiştir.

2.8. Arazi Kullanım Durumu

Kesikköprü Baraj Havzası'nda arazi kullanım durumunun belirlenmesi amacıyla Tarım Orman Bakanlığı'nın Coordination of Information on the Environment-Çevresel Bilginin Koordinasyonu (CORINE) verisi kullanılmıştır. CORINE, Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından belirlenen Arazi Örtüsü/Kullanımı Sınıflandırmasına göre uydu görüntüleri üzerinden bilgisayar destekli görsel yorumlama metodu ile üretilen arazi örtüsü/kullanımı verisidir. AÇA kriterleri ve sınıflama birimlerine göre (44 sınıf), uydu görüntüleri üzerinden arazinin izlenmesine yönelik arazi örtüsü/arazi kullanımındaki değişiklikler uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tespit edilmektedir. Türkiye'de CORINE 1990, 2000, 2006, 2012, 2018 yılları arazi örtüsü haritaları ile 1990-2000, 2000-2006, 2006-2012, 2012-2018 yılları arası değişim veri tabanları oluşturmuş ve çalışmalarda kullanılmıştır (Tarım ve Orman Bakanlığı, 2022).

Genel olarak havzada arazi kullanım durumu incelendiğinde genel olarak doğal çayırliklar ile tarım arazilerinin baskın olduğu görülmüştür (Şekil 7).

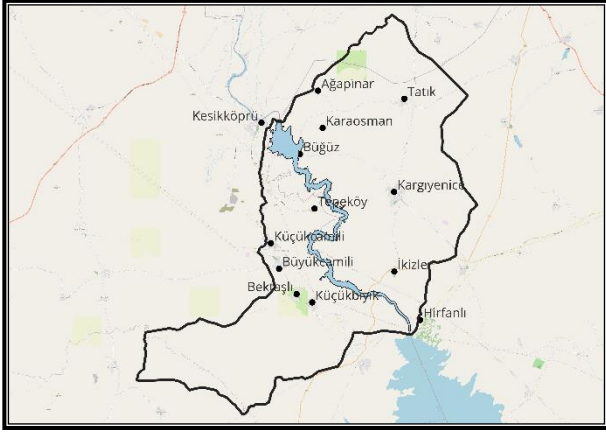


Şekil 7. CORINE arazi kullanım haritası

2.9. Yerleşimler ve Nüfus

Çalışma alanında 13 adet yerleşim yeri bulunmaktadır (Şekil 8). Bu yerleşim yerlerinin altı âdeti Bala ilçesi sınırları içerisinde, yedi âdeti ise Kaman ilçesi sınırları içerisinde kalmaktadır. Kaman ilçesi sınırları içerisindeki Hirfanlı köyü, havza sınırı dışında olmasına karşın havzayı etkileyecek parsellerinin bulunması ve havza sınırına 365 m mesafede olması nedeniyle değerlendirmelere dâhil edilmiştir. Çalışma alanının, Bala ilçesi sınırları içerisinde kalan altı adet mahallenin tamamı Bala

Belediyesi ilçe mülki sınırları içerisindedir. Çalışma alanının Kaman ilçesinde kalan yedi adet yerleşim yeri ise Kırşehir İl Özel İdaresi mülki sınırları içerisindedir.



Şekil 8. Yerleşim yerleri

Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'ndaki yerleşimlerin kanalizasyon ve fosseptik durumları, mahalle muhtarı ile yapılan görüşmeler sonucunda belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar, Bala Belediyesi ve Kırşehir İl Özel İdaresi'nden de teyit edilmiştir. Yerleşim yerlerinin kanalizasyon ve fosseptik durumları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Yerleşim kanalizasyon ve fosseptiklerinin mevcut durumu

Mahalle/Köy	Kanalizasyon Sistemi	Fosseptik	Fosseptik Yapısı/Deşarj Yeri	Kullanım Durumu
Kesikköprü ¹	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Tepeköy	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Küçükcamili	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Büyükcamili	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Bektaşlı	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Küçükbıyık	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Hirfanlı	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
İkizler	Yok	Ferdi	Taşla örülü	-
Kargınyenice	Var	Yok	Kızılırmak'a deşarj	-
Tatık	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Ağapınar	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Karaosman	Var	Merkezi	Betonarme	Faal
Büğüz	Var	Merkezi	Betonarme	Faal

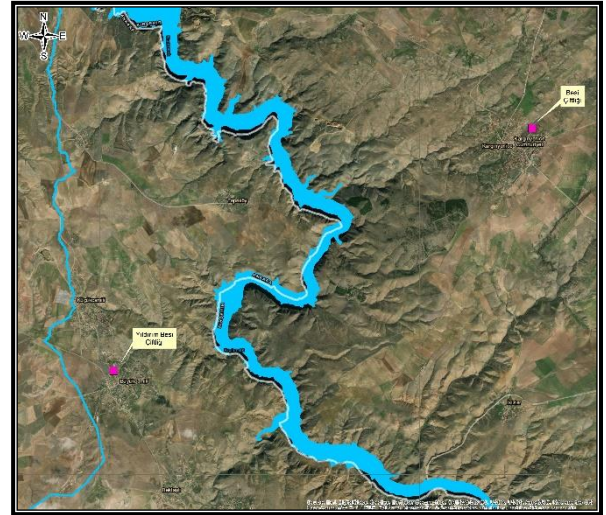
Çalışma alanındaki yerleşim yerlerinin fosseptiklerine ait harita Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. Fosseptik alanlarının konumları

2.10. Hayvancılık Faaliyetleri

Havzada bilinen büyük ölçekli bir besi çiftliği bulunmamaktadır. Bunun yanında havzada yoğun hayvancılık faaliyetleri yaptığı gözlenmiştir. Havza içerisinde yerli halkın kendi hayvanlarına baktıkları küçük ve orta ölçekli mandıra, ahır ve ağılların olduğu görülmüştür. Yapılan incelemelerde bu mandıra, ahır ve ağıllardaki hayvan gübrelerinin çoğunlukla toprak bir alan üzerine yığıldığı ve daha sonra bu gübrelerin tarımsal amaçlı kullanıldığı ortaya konulmuştur (Şekil 10).



Şekil 10. Besicilik çiftliklerinin konumları

2.11. Terk Edilmiş ve Aktif Maden Sahaları

Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'nda Kırşehir ili, Kaman İlçesi, Büğüz, Ağapınar ve Tatık köyleri sınırı, Karaosman yaylası mevkiinde işletilmekte olan bir adet aktif durumda Demir Ocağı ve Kırmızı-Elementer Tesisi ile Kalsit Ocağı ve Kalsit Tesisi aynı alan içinde bulunmaktadır. Bu tesisler, 1740,24 ha alan için verilen IV. Grup İşletme Ruhsatı (Demir) sahası içerisinde bulunmaktadır. Demir madeni işletme ruhsatı sahası içerisindeki maden ocağındaki atık barajının altı kil ile kaplıdır dolayısı ile alıcı ortama

sıfır deşarj söz konusudur. Bu nedenle maden ocağında sızıntı yaratacak herhangi bir çalışma da bulunmamaktadır.

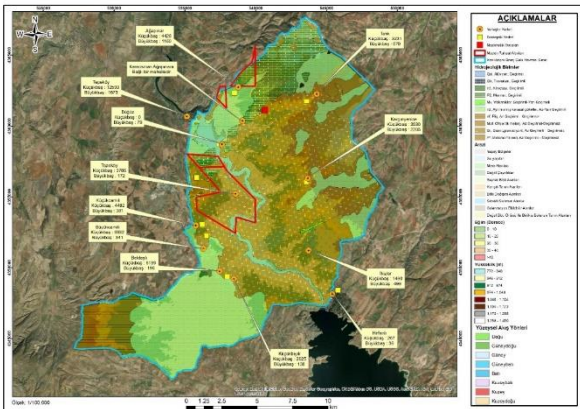
Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'ndaki terk edilmiş maden sahaları yerinde tespit edilmiştir. Havza çalışma alanı sınırları içerisinde bir adet, çalışma alanı sınırı dışında ancak sınıra çok yakın bir konumda olan bir adet olmak üzere toplam iki adet terk edilmiş maden sahası tespit edilmiştir. Bu alanlara ait konum haritası Şekil 11'de verilmiştir.



Şekil 11. Terkedilmiş maden sahaları

2.12. Hassasiyet Haritası Oluşturulması

Havzanın hassasiyet haritasını oluştururken, havzadaki doğal (yüzey akış, eğim, erozyon, topoğrafik yapı, bitki örtüsü, jeolojik yapı, toprak özellikleri) ve antropojenik faaliyetler (arazi kullanım durumu, yerleşim yerleri, fosseptik, tarımsal faaliyetler, maden alanları, hayvancılık) coğrafik koordinatlarına göre ArcGIS 10.8 yazılımı kullanılarak CBS ortamına aktarılmış ve analiz edilmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Doğal ve antropojenik faaliyet haritası

Tüm veriler göz önüne alınarak, Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'ndaki doğal (yüzey akış, eğim, jeolojik, toprak özellikleri, erozyon) ve antropojenik faaliyetler (yerleşim yerleri, fosseptik, tarımsal faaliyetler, maden alanları, hayvancılık)

tanımlanmıştır ve hassasiyet bölgeleri oluşturulmuştur.

Hassasiyet bölgeleri oluşturulurken, değerlendirilen parametreler arasında önceliklendirme yapılmış ve çoklu değerlendirme metodu ile belirlenen 12 öncelikli parametre analiz edilmiştir. Analizde çok kriterli değerlendirme yöntemi olan analitik hiyerarşi yöntemi kullanılmıştır.

Bu bağlamda alanda Tablo 2' de verilen puanlama sistemi uygulanmıştır. Puanlama yapılırken yüzey akışın baraj gölü ve nehir yönüne doğru baskın olduğu kabulü yapılmış olup, ara noktadaki sapmalar ihmal edilmiştir. Havzanın jeolojik yapısı değerlendirirken alanda baskın olarak faaliyetlerin yürütüldüğü formasyonlar puanlamaya dâhil edilmiştir. Puanlamada hayvancılık faaliyetlerinde hayvan sayısı dikkate alınmamış olup, faaliyetin varlığı puanlamaya dâhil edilmiştir. Havzadaki hayvancılık ve fosseptik faaliyetleri noktasal veri olarak kabul edilmiştir.

Tablo 2. Hassasiyet bölgelerini belirleyen parametreler ve değerlendirme puanları

Antropojenik Etkiler	Puan
Yerleşim yeri	1
Hayvancılık	1
Sürekli sulanan alanlar	1
Doğal Bitki Örtüsü İle Bulunan Tarımsal Alanlar	1
Karışık Tarım	1
Fosseptik Noktaları	1
Maden İşletme Alanı	1
Doğal Etkiler	Puan
Erozyon Yüksek Alanlar	1
Hidrolik Eğim (%20-40)	1
Granit Alan (jeolojik yapısı az geçirimli/geçirimsiz)	2
Kireçtaşı+Mermer Alan (jeolojik yapısı geçirimli)	0
Ayrılmamış Karasal Çökeller (jeolojik yapısı yarı-az geçirimli)	1

Tablo 2'den elde edilen puanlar ile Tablo 3'te verilen hassasiyet ölçeği elde edilmiştir. Ölçekten elde edilen veriler alanın 1/25000 sayısallaştırılmış haritası üzerine aktarılmış ve Kesikköprü Baraj Gölü Havzası hassasiyet haritası oluşturulmuştur (Şekil 13).

Tablo 3. Hassasiyet ölçeği

Derece	Puan	Renk
Çok Yüksek	>7	Kırmızı
Yüksek	7	Turuncu
Orta	5-6	Mavi
Düşük	<5	Yeşil

3. BULGULAR

3.1. Çalışma alanındaki doğal faaliyetlerin su kalitesi üzerine etkileri

Çalışma alanında yükseklik verileri incelendiğinde Kesikköprü Baraj Gölü Havzasını ikiye ayıran Kızılırmak nehrinin batı yönünde kalan alanda yüksekliğin havzanın kuzeyinden güneyine doğru 1258 m'den nehrin kıyısına kadar yaklaşık 772 m ye kadar düştüğü, nehrin doğu tarafında ise yer yer maksimum 1173-1104 m arasında yükseklik göstererek yine nehrin kıyısında 772 m civarına düştüğü görülmektedir.

Çalışma alanında yüzey akış yönleri, yükseklik ve eğim verileri birlikte incelendiğinde havza alanını ikiye ayıran Kızılırmak nehrine doğru eğimin artıp, yüksekliğin düştüğü dolayısıyla yüzey akışın toplanma noktası olduğu söylenebilir. Topografik özelliklerinin yanı sıra, alanın toprak yapısı ve jeolojik özellikleri de değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

Çalışma alanı jeolojisi incelendiğinde, nehrin her iki yönü olmakla birlikte özellikle batı yönünde yaygın olarak az geçirimli-geçirimsiz granit kayalardan; Kesikköprü Baraj gölü etrafının ise Az geçirimli-Yarı geçirimli ayrılmamış karasal çökellerden oluştuğu görülmektedir. Alanın toprak ve jeolojik özellikleri yüzey akışın ne kadarının yeraltına ne kadarının cazibeli olarak yüzey akışta seyredeceği konusunda önemlidir. Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'nın toprak ve jeolojik özellikleri göz önüne alındığında, alanda yapılan antropojenik herhangi bir faaliyetten yüzey sularının akış yönünde etkilenme potansiyeli olduğunu göstermektedir.

Kaman Meteoroloji istasyonlarından elde edilen verilere göre çalışma alanı değerlendirildiğinde; yağışın özellikle ilkbahar ve kış aylarında fazla olduğu söylenebilmektedir. Sonuç olarak bu mevsimlerde yüzey sularında kirletici parametrelerin daha yüksek konsantrasyonlara ulaşması muhtemeldir.

3.2. Çalışma Alanındaki Antropojenik Faaliyetlerin Su Kalitesi Üzerine Etkileri

Yerleşimler

Kesikköprü Baraj Gölü Havzasında başlıca 13 adet kırsal yerleşim yeri bulunmaktadır. Bu yerleşim yerlerinin altısı nehrin doğu yönünde, yedisi ise batı

yönündedir. Oluşan atık suların çok az bir kısmı Kesikköprü Atık Su Arıtma Tesisinde, geriye kalan kısmı ise merkezi ve ferdi fosseptiklerde toplanmaktadır. Yerinde yapılan gözlemlerde, fosseptik yapısı betonarme olmasına rağmen bazı yerleşim yerlerindeki fosseptiklerin bakımsızlıktan dolayı üstten sızdırdığı ve sızan suların Kızılırmak'a karıştığı tespit edilmiştir. Geçirimsiz tabaka üzerinde konumlanan fosseptiklerden meydana gelebilecek herhangi bir sızıntının yüzey suyunu kirletmesi olasıdır.

Ağapınar, Büğüz, Büyükcemili, Bektaşlı yerleşim yerleri yarı -az geçirimli kayalar üzerinde olup yüzeyde meydana gelebilecek olan tüm faaliyetlerden yeraltı suyuna sızma yaşanabileceği gibi; bu yerler dışında kalan yerleşim birimleri genel olarak az geçirimli-geçirimsiz tabaka üzerinde olduğu görülmektedir. Bu noktalarda yaşanabilecek herhangi bir faaliyetten yüzey suları daha fazla etkilenecektir.

Tarım

Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'nda daha çok doğal çayırliklar ile tarım arazilerinin baskın olduğu görülmektedir. Kızılırmak Nehri'nin doğu ve batı kıyı yönlerinde seyrek bitki alanları; batı yönünde ise sürekli sulanan alanlar, doğal bitki örtüsü ile birlikte bulunan tarım alanları, karışık tarım alanları mevcuttur. Havzanın yüzey suyu akış yönü ile birlikte değerlendirildiğinde, tarımsal faaliyetlerde kullanılan gübre ve pestisitlerin sulama suyu ve yağmur sularının yüzey akışa geçmesi ile birlikte yüzey sularına taşınabilmesi olasıdır. Yaygın olarak tarım yapılan arazilerin, granit tabaka üzerinde olması da, suyun büyük bir kısmının drenajının yüzeyden gerçekleşmesine zemin hazırlamaktadır.

Hayvancılık

Havza içerisinde Büyükcemili ve Kargınyenice yerleşim yerlerinin bulunduğu mevkide küçük ölçekli besicilik çiftlikleri bulunmaktadır. Havza içerisinde yerli halkın kendi hayvanlarına baktıkları küçük ve orta ölçekli mandıra, ahır ve ağılların olduğu görülmüştür. Yapılan incelemelerde bu mandıra, ahır ve ağıllardaki hayvan gübrelerinin çoğunlukla toprak bir alan üzerine yığıldığı ve daha sonra bu gübrelerin tarımsal amaçlı kullanıldığı bilgisi alınmıştır. Havzada küçük ölçekli yapılan hayvancılık faaliyetlerinde hayvan gübrelerinin biriktirildiği alanda yeraltı ve yüzey suyuna karışması olasıdır.

Maden Ocakları

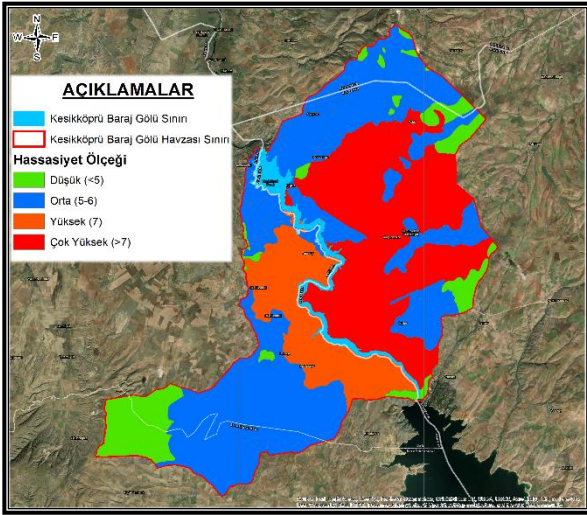
Havza içinde ruhsatlı ikisi nehri batısında, ikisi nehrin doğusunda olmak üzere toplam dört adet demir madeni alanı mevcuttur. Tüm maden alanlarının konumları havza içinde yüzey akış yönü doğrultusunda konumlanmıştır.

Erişim Numarası 3188447 No.lu maden işletmesi az geçirimli/geçirimsiz olarak sınıflandırılan granit kayalar üzerinde konumlanmış olup, bu noktada meydana gelebilecek deşarj, sızıntı,

kaza durumlarında toprak tarafından yeteri kadar filtre edilemeyeceğinden, yüzey akışa geçmesi yüksektir. Yüzey akışa geçen sızıntı veya bulaşın akış yönü boyunca nehri ve nehri besleyen kolları kontamine etme riski yüksektir.

Erişim Numarası 3326626, 3393019 No.lu maden işletmeleri geçirimli olarak sınıflandırılan kireç taşı ve mermer kayaları üzerinde konumlanmıştır. Bu noktalarda meydana gelebilecek deşarj, sızıntı, kaza durumlarında toprak filtrasyonu gerçekleşebileceğinden, yeraltı suyu akış yönü boyunca ilerleyerek yeraltı suyu kirliliğine neden olabileceği gibi, yüzey akışta kalan kısmı ise yüzey akış yönü boyunca ilerleyerek özellikle civarında bulunan baraj gölüne risk teşkil etmektedir.

Hassasiyet haritası incelendiğinde, noktasal evsel kirlilik yükü kaynağı olan yerleşim yerlerinin ve fosseptiklerinin bulunduğu alanların *Çok Yüksek Hassasiyet* sahip bölgelerde olduğu tespit edilmiştir. Bu bölgelerde var olan fosseptiklerin ıslah edilerek, atıksuların ilerleyen zamanlarda havzadan güvenli yollarla aktarımının sağlanması gerekmektedir. Bölgede hayvancılık faaliyetlerinin bireysel oluşu ile mevcut durumda kirlilik yaratmayacağı düşünülmektedir (Şekil 13).



Şekil 13. Kesikköprü Baraj Gölü Havzası hassasiyet haritası

Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'nda hâlihazırda işletmede olan bir adet maden ocağı işletmesi ve bir adet terk edilmiş maden sahası havzanın Hassasiyet Haritası ile değerlendirildiğinde, bu alanların *Çok Yüksek Hassasiyet* ve *Orta Hassasiyete* sahip bölgelerde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 13). Maden alanlarının havzanın Hassasiyet Haritası'nda *Çok Yüksek Hassasiyet* ve *Orta Hassasiyete* sahip bölgelerde olması bize bu bölgelerde meydana gelebilecek herhangi bir faaliyetin havzayı etkileyebileceğini göstermektedir. Kısa ve uzun vadede hala hazırda işletilmekte olan maden ocaklarının üzerinde buldukları alanın hassasiyeti nedeniyle üretim ve depolama aşamalarının düzenli takip edilmesi ve izlenilmesi önerilmektedir. Orta vadede de ise yukarıda açıklanan sebeplerden ötürü,

terkedilmiş maden sahalarının rehabilitasyonunun (doğaya yeniden kazandırma çalışması) gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Elde edilen hassasiyet haritasının, bölgede yapılması planlanan antropojenik faaliyetlerin yer seçimi ve bu faaliyetlerin su kaynaklarına etkisinin önceden tahmin edilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'ndaki doğal ve antropojenik faaliyetlerinin su kaynaklarının kalitesine etkilerini analiz edip tanımlamış ve su kaynaklarının kirlenebilirliğe karşı hassasiyetini tanımlayan haritası oluşturulmuştur.

Havzaya ait özelliklerin bir arada değerlendirilmesi adına, her parametreye ait değerlendirme puanı oluşturulmuştur. Puanlamanın havza ölçeğinde değerlendirilmesi ile de çalışma alanına ait hassasiyet ölçeği geliştirilmiştir. Bu ölçeğe göre elde edilen harita yorumlandığında, Kesikköprü Baraj Gölü Havzası'nın su kaynaklarının genelde "Çok yüksek", "Yüksek" "Orta Hassasiyet" olarak belirlenen alanlarda olduğu tespit edilmiştir.

Baraj Gölü'nün "Orta hassasiyet" olarak belirlenen bölgede konumlanması, Gölün Ankara ili için alternatif su kaynağı olmasından dolayı, korunması ve yönetiminin önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

Baraj Gölünü besleyen Kızılırmak nehrinin akım yolu, büyük oranda "Çok yüksek", "Yüksek" hassasiyet içeren bölgelerden oluşmaktadır. Havza'nın ana su kaynağı olan Kızılırmak Nehri içinde düzenli olarak takip edilip, korunması ve yönetilmesi gerekmektedir.

Bu bölgelerde arazi kullanımı ve su hassasiyeti koordinasyonuna dikkat edilmeli ve su sistemi desenini değiştirecek her türlü mekânsal geliştirme yönteminden kaçınılmalıdır. Bu çalışmada kullanılan metodoloji ile elde edilen hassasiyet haritasının, su kaynaklarını koruma geliştirme, kentsel-kırsal kalkınma ve göl havzası planlaması gibi çeşitli planlama programlarında yol gösterici olacaktır.

Bilgilendirme/Teşekkür

Bu çalışma Ankara Büyükşehir Belediyesi, Su ve Kanalizasyon İşleri Genel Müdürlüğü tarafından yürütülen "Kesikköprü Barajı Havza Koruma Planı ve Özel Hüküm Belirleme Projesi" çerçevesinde gerçekleştirilmiştir.

Araştırmacıların katkı oranı beyan özeti

O. Gülçiçek Uysal: Veri analizi, Araştırma, Modelleme, Makale yazımı;

K. Cebe: Arazi çalışması, Görselleştirme, Kontrol, Modelleme.

Çıkar çatışması beyanı

Makale ile ilgili olarak, herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur ve yazarlar arasında çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve yayın etiği beyanı

Yapılan çalışmada yazarlar, araştırma ve yayın etiğine aykırı bir durum olmadığını ve çalışmanın etik kurul izni gerektirmediğini beyan etmektedir.

KAYNAKÇA

Abbaspour, K., Rouholahnejad, E., Vaghefi, S., Srinivasan, R., Yang, H., & Kløve, B. (2015). A continental-scale hydrology and water quality model for Europe: Calibration and uncertainty of a high-resolution large-scale SWAT model. *Journal of Hydrology*, 524, 733-752. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.03.027>

Beheim, E., Rajwar, G. S., Haigh, M. & Krecek, J. (2012). *Integrated Watershed Management: Perspectives and Problems*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-3769-5>

DSİ (2016). Kızılırmak Havzası Master Plan Raporu Hazırlanması İş, Havza Çevre ve Su Kalitesi Nihai Raporu, Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü, Ankara.

Garipağaoğlu N. & Uzun, M. (2019). İznik Gölü Havzası'nda Doğal Ortam Koşullarının Havza Yönetimi ve Planlamasına Etkisi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 24(42), 1-15. <https://doi.org/10.17295/ataunidcd.621776>

Karadağ, A. A. & Barış, M. E. (2012). Kovada Gölü Alt Havza Yönetim Planının Geliştirilmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormanlık Dergisi*, 8 (1), 118-136. Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/duzceod/issue/4822/290256>

Öztürk, S. (2011). Devrekani Çayı Alt Havzası örneğinde havza yönetim planının geliştirilmesi [Yayınlanmamış Doktora tezi].

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Xue, B., Zhang, H., Wang, Y., Tan, Z., Zhu, Y., & Shrestha, S. (2021). Modeling water quantity and quality for a typical agricultural plain basin of northern China by a coupled model. *Science of The Total Environment*, 790, 148139. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148139>

Sun, B., Zhang, L., Yang, L., Zhang, F., Norse, D. & Zhu, Z. (2012). Agricultural non-point source pollution in China: causes and mitigation measures. *AMBIO*, 41, 370-379. <https://doi.org/10.1007/s13280-012-0249-6>

Tarım ve Orman Bakanlığı, (2022). <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/> Erişim: 7 Mayıs 2022.

Vörösmarty, C., McIntyre, P., Gessner, M., Dudgeon, D., Prusevich, A., Green, P., Glidden, S., Bunn, S., Sullivan, C. & Liermann, C. (2010). Global threats to human water security and river biodiversity. *Nature*, 467, 555. <https://doi.org/10.1038/nature09440>

Yao, J., Wang, P., Wang, G., Shrestha, S., Xue, B., & Sun, W. (2020). Establishing a time series trend structure model to mine potential hydrological information from hydrometeorological time series data. *Science of the Total Environment*, 698, 134227. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134227>



© Author(s) 2023.

This work is distributed under <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>