

Çoruh Nehri Havzası'nda Vegetasyon Örtme Derecesindeki Değişimlerin İzlenmesi: 2014-2018 Yılları Arasında Zamansal Bir Değerlendirme

Monitoring Changes in Vegetation Cover Degree in the Çoruh River Basin: A Temporal Assessment Between 2014 and 2018

Aydın TÜFEKÇİOĞLU¹ , Canan AÇIKGÖZ HARŞIT^{2*} , Mustafa TÜFEKÇİOĞLU³ , Ahmet DUMAN⁴ , Bahar Elif YILMAZ⁵ 

¹Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Toprak İlimi ve Ekolojisi Anabilim Dalı, Artvin

²Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Orman Botaniği Anabilim Dalı, Artvin

³Artvin Çoruh Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Havza Yönetimi Anabilim Dalı, Artvin

⁴Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin Meslek Yüksekokulu, Ormancılık ve Orman Ürünleri Programı, Artvin

⁵Trabzon Büyükşehir Belediyesi, Trabzon

Eser bilgisi/Article info

Araştırma makalesi/Research article

DOI: 10.17474/artvinofd.1957281

*Sorumlu yazar/Corresponding author

Canan AÇIKGÖZ HARŞIT

e-mail:

cananacikgozharsit@artvin.edu.tr

Gönderilme tarihi/Submission date

26.05.2026

Kabul tarihi/Acceptance date

19.06.2026

Yayınlanma tarihi/Publication date

30.06.2026

Anahtar kelimeler:

Biyçeşitlilik

Çoruh Havzası

Erozyon Kontrolü

Havza Rehabilitasyonu

Vegetasyon İzleme

Keywords:

Biodiversity

Çoruh Basin

Erosion Control

Basin Rehabilitation

Vegetation Monitoring

Öz

Bu çalışma, Orman Genel Müdürlüğü (OGM) koordinasyonunda yürütülen Artvin, Erzurum ve Bayburt illerini kapsayan Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (ÇNHRP) bünyesindeki havza ıslah faaliyetlerinin vejetasyon yapısı üzerindeki etkilerini belirlemeyi amaçlamaktadır. Araştırma modelinde, 12 mikro havzada belirlenen 708 örnekleme noktasında katmanlı basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Veriler, mera alanlarında 1 m'lik transekt çubukları ve bozuk ormanlarda 20 m'lik çelik şerit metreler yardımıyla toplanmış; ortalama örtme derecesi, birey ve tür sayısı ile Shannon-Wiener ve Simpson biyçeşitlilik indisleri hesaplanarak analiz edilmiştir. Bulgular, 2014 yılı mevcut durum tespitinde %40 olan ortalama vejetasyon örtme derecesinin faaliyetler neticesinde %66 seviyesine yükseldiğini ortaya koymuştur. Faaliyet alanlarındaki örtme artışı (%78), kontrol alanlarından (%52) anlamlı derecede yüksek bulunmuştur. Ayrıca, tür sayısında faaliyet alanlarında %66, kontrol alanlarında ise %57'lik bir artış saptanmıştır. Sonuç olarak, teknik müdahalelerin ve sahaların otlatmaya kapatılmasının doğal restorasyon süreçlerini önemli ölçüde hızlandırdığı, ancak kurak ve sığ topraklı alanlarda ağaçlandırma yerine koruma odaklı faaliyetlerin önceliklendirilmesi gerektiği tartışılmaktadır. Çalışma, havza rehabilitasyonunun biyolojik çeşitliliği ve ekosistem direncini artırmadaki kritik rolünü kanıtlamaktadır.

Abstract

This study aims to determine the effects of watershed reclamation activities on vegetation structure within the Çoruh River Basin Rehabilitation Project (CNHRP), conducted under the coordination of the General Directorate of Forestry (OGM) and covering the provinces of Artvin, Erzurum, and Bayburt. In the research model, a stratified simple random sampling method was employed across 708 sampling points identified within 12 micro-catchments. Data were collected using 1-meter transect rods in rangelands and 20-meter steel measuring tapes in degraded forests; the analysis was performed by calculating the average crown cover, number of individuals and species, as well as the Shannon-Wiener and Simpson biodiversity indices. The findings revealed that the average vegetation cover, which was 40% in the baseline assessment in 2014, increased to 66% as a result of the project activities. The increase in cover within the treatment areas (78%) was found to be significantly higher than that in the control areas (52%). Additionally, a species richness increase of 66% was detected in the treatment areas, compared to a 57% increase in the control areas. In conclusion, it is discussed that technical interventions and the exclusion of sites from grazing substantially accelerate natural restoration processes; however, protection-oriented activities should be prioritized over afforestation in arid areas with shallow soils. This study demonstrates the critical role of watershed rehabilitation in enhancing biological diversity and ecosystem resilience.

GİRİŞ

Toprak, su, hava, orman ve mera gibi doğal kaynaklar, ekosistemlerin işleyişini ve devamlılığını sağlamalarının yanı sıra, toplumların ekonomik ve sosyal yapısının temel bileşenlerini oluşturmaktadır. Ancak dünya nüfusunundaki hızlı artış ve buna paralel olarak üretim ve tüketim süreçlerinin yoğunlaşması, doğal kaynaklar üzerindeki kullanım baskısını önemli ölçüde artırmaktadır. Bu durum, özellikle yenilenme kapasitesi sınırlı ekosistemlerde geri dönüşü zor bozulma süreçlerine yol açmakta; küresel ölçekte biyolojik çeşitlilik kayıplarının hızlanmasına ve toprak bozunumunun kritik eşiklere ulaşmasına

neden olmaktadır (Díaz vd., 2019; Leclère vd., 2020). Nitekim son yıllarda yapılan çalışmalar, arazi bozunumunun iklim değişikliği, habitat kaybı ve ekosistem hizmetlerindeki azalma ile doğrudan ilişkili olduğunu ve küresel çevresel krizlerin temel bileşenlerinden biri hâline geldiğini ortaya koymaktadır (Maestre vd., 2025).

Tarım, ormancılık ve mera kullanımının ekonomik yapı içerisinde önemli bir yer tuttuğu, aynı zamanda eğimli ve engebeli arazi özelliklerinin yaygın olduğu ülkelerde, doğal kaynak bozulumu daha belirgin ve karmaşık bir sorun hâline gelmektedir. Yanlış arazi kullanımı, aşırı otlatma ve plansız ormancılık faaliyetleri, bitki örtüsünün toprağı örtme derecesini azaltarak yüzey akışını artırmakta ve verimli üst toprağın erozyon yoluyla taşınmasına neden olmaktadır. Türkiye ölçeğinde gerçekleştirilen çalışmalar, bu süreçlerin uzun vadede toprak verimliliğini düşürdüğünü ve başta su düzenleme ve üretkenlik olmak üzere ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğini tehdit ettiğini ortaya koymaktadır (Duman, 2017).

Türkiye'nin ekolojik açıdan en hassas havzalarından biri olarak kabul edilen Çoruh Havzası, dik topoğrafyası, yüksek yağış regi-mi ve jeomorfolojik özellikleri nedeniyle erozyon ve sediman taşınımına karşı son derece duyarlı bir yapıya sahiptir. Havzada son yıllarda gerçekleştirilen baraj ve hidroelektrik santral yatırımları, arazi kullanım desenlerini önemli ölçüde değiştirmiş ve doğal denge üzerinde ilave baskılar oluşturmıştır. Bu nedenle, havza ölçeğinde yürütülen erozyon kontrolü, bitki örtüsünün güçlendirilmesi ve doğal kaynak rehabilitasyonu çalışmaları stratejik bir önem taşımaktadır (OGM, 2015).

Doğu Karadeniz Bölgesi ve Çoruh Havzası özelinde yürütülen araştırmalar, bitki örtüsünün yapısal özelliklerinin toprak-su ilişkileri ve erozyon süreçleri üzerinde belirleyici bir rol oynadığını göstermektedir. Havza ve mikrohavza ölçeğinde yapılan çalışmalar, orman ve ağaçlandırma alanlarında gelişmiş kök sistemleri ile artan organik madde birikiminin yüzey akışını azalttığını ve sediman taşınımını sınırlandırdığını ortaya koymaktadır. Buna karşılık, bitki örtüsünün zayıfladığı ya da bozulduğu alanlarda yüzeysel akış ve sediman üretiminin belirgin biçimde arttığı bildirilmektedir (Tüfekçioğlu vd., 2016; Tüfekçioğlu vd., 2018).

Türkiye'nin ekolojik açıdan en hassas ve erozyon riski en yüksek alanlarından biri olan Çoruh Havzası'nda bu sürdürülebilir doğal kaynak yönetimini tesis etmek amacıyla kapsamlı adımlar atılmıştır. Çoruh Nehir Havzası Rehabilitasyon Projesi (ÇNHRP), T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) koordinasyonunda ve uluslararası iş birlikleriyle (JICA desteği dahil) 2013-2014 yıllarında planlama çalışmaları tamamlanarak hayata geçirilmiş bütüncül ve entegre bir havza yönetim programıdır. Havzanın dik topoğrafyası ve engebeli arazi yapısı göz önüne alındığında, projenin kurumsal ve operasyonel çerçevesi doğrudan sahaya özgü kısıtları çözmeye odaklanmıştır. Projenin temel amacı; havza sınırları içerisinde yer alan bozulmuş mera ve orman alanlarında erozyon kontrolünü sağlamak, teknik müdahalelerle bitki örtüsünün toprağı örtme derecesini ve biyolojik çeşitliliğini artırmak, erozyonla taşınan sediment miktarını azaltarak havzada inşa edilen barajların ekonomik ömürlerini uzatmaktır. Bu ekolojik amaçların yanı sıra ÇNHRP, havza sakinlerinin doğal kaynaklar üzerindeki baskısını azaltmak adına alternatif geçim kaynaklarını (arıcılık, mikro-havza bazlı meyvecilik, seracılık ve yakacak odun tasarrufuna yönelik mantolama/güneş enerjisi sistemleri desteği gibi) teşvik eden güçlü bir sosyo-ekonomik rehabilitasyon boyutunu da bünyesinde barındırmaktadır.

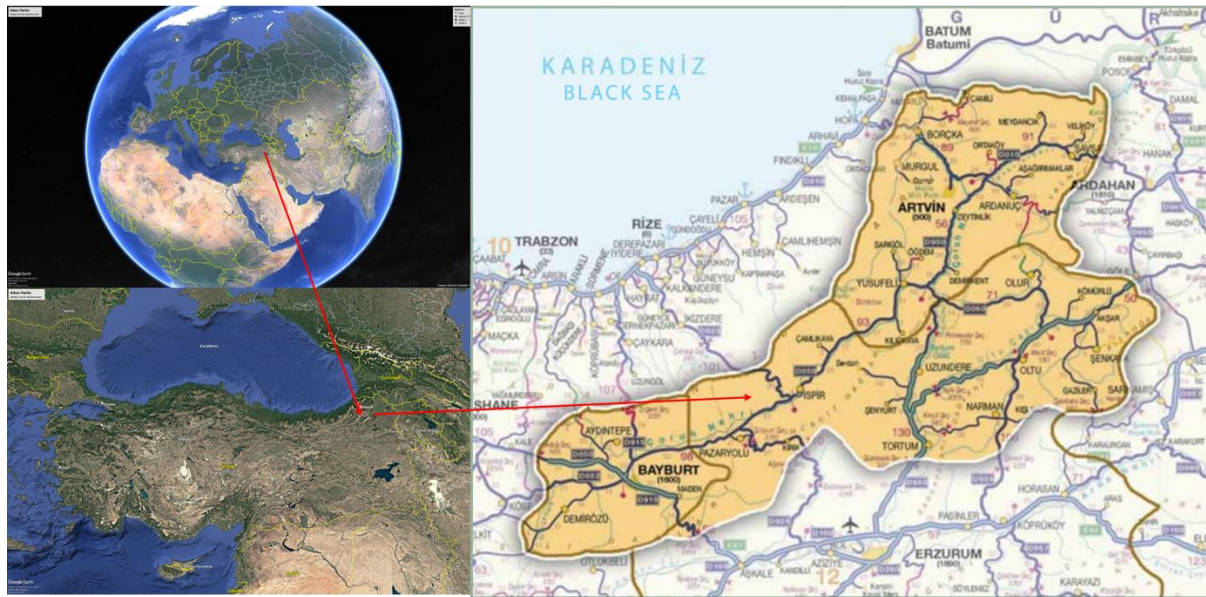
Genel olarak değerlendirildiğinde, küresel, ulusal ve havza ölçeğindeki bilimsel çalışmalar, doğal kaynak yönetiminde sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için arazi bozunumu, bitki örtüsü, erozyon ve biyolojik çeşitlilik süreçlerinin bütüncül ve entegre bir yaklaşımla ele alınmasının zorunlu olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle Çoruh Havzası gibi hassas bölgelerde, bilimsel veriye dayalı ve çok ölçekli yönetim yaklaşımlarının benimsenmesi hem ekosistem hizmetlerinin korunması hem de uzun vadeli sosyo-ekonomik sürdürülebilirliğin sağlanması açısından kritik bir gereklilik olarak öne çıkmaktadır (OGM, 2015; Díaz vd., 2019; Leclère vd., 2020).

Bu çalışmanın amacı; Çoruh Nehir Havzası Rehabilitasyon Projesi (ÇNHRP) kapsamında yürütülen havza ıslah faaliyetlerinin, mera ve bozuk orman alanlarındaki vejetasyon yapısı ile biyolojik çeşitlilik üzerindeki etkilerini nicel olarak belirlemektir. Bölgede havza ıslahının ekolojik etkilerini inceleyen benzer çalışmaların oldukça sınırlı olduğu bilinmekle birlikte, doğrudan Çoruh Nehir Havzası özelinde ve bu ölçekte yürütülmüş ilk araştırma olması, çalışmanın literatürdeki özgün değerini ve öncülüğünü ortaya koymaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Araştırma sahası, Türkiye'nin kuzeydoğu kesiminde yer alan ve Bayburt, Erzurum ile Artvin illerinin belirli bölümlerini kapsayan Çoruh Havzası içerisinde konumlanmaktadır. Havzanın ana su kaynağını oluşturan Çoruh Nehri, kaynağını Erzurum sınırlarındaki Mescit Dağları'ndan almaktadır. Nehir, başlangıç etabında Kurt Çayı ile birleşerek Masat Çayı ismini almakta; ardından Bayburt il merkezini geçerek Büyükçay ile birleşmekte ve bu noktadan itibaren "Çoruh" adıyla anılmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çoruh Nehri Havzası rehabilitasyon projesi çalışma alanı

Erzurum ve Artvin illerinden geçerek havza boyunca yol alan nehir, Türkiye topraklarını yaklaşık 50 m rakımda terk ederek Gürcistan sınırlarına dâhil olmaktadır. Toplam ana kol uzunluğu yaklaşık 296 km olan Çoruh Nehri, Batum şehri yakınlarından Karadeniz'e dökülmektedir (Fakıoğlu ve Kağnicioğlu, 2009). İnceleme kapsamında yer alan çalışma istasyonlarına ait il, enlem ve boylam bilgileri ise Çizelge 1'de detaylandırılmıştır.

Çizelge 1. Çalışma alanlarında bulunan mikrohavzaların enlem ve boylamları

Mikrohavza Adı	İl	Enlem (K)	Boylam (D)
Taht	Bayburt	40°15' 23" - 40°23' 12"	40°13' 23" - 40°29' 26"
Masat	Bayburt	40°15' 17" - 40°11' 12"	40°13' 25" - 40°38' 22"
İspir	Erzurum	40°21' 45" - 40°37' 35"	40°55' 47" - 41°11' 32"
Uzundere	Erzurum	40°26' 06" - 40°46' 53"	41°30' 50" - 41°44' 10"
Oltu	Erzurum	40°20' 33" - 40°58' 55"	40°36' 21" - 41°58' 54"
Bıçakçılar	Artvin	40°51' 27" - 41°06' 49"	41°12' 58" - 41°28' 53"
Yusufeli	Artvin	40°36' 12" - 40°49' 08"	41°20' 27" - 41°38' 53"
Veliköy	Artvin	41°11' 02" - 41°26' 35"	42°13' 30" - 42°34' 12"

Materyal

Çalışma alanı, Çoruh Havzası içerisinde yer alan 12 farklı mikro havzayı kapsamaktadır (Bıçakçılar, Yusufeli, Veliköy, Taht, Masat, İspir, İspir Kuzey, Tortum Kuzey, Uzundere, Oltu, Şenkaya ve Olur). Toplam 708 örnekleme noktasında veriler toplanmıştır (Çizelge 2).

Çizelge 2. Vegetasyon örnekleme yapılan noktaların sayısı ve mikro havzalara dağılımı

Mikro Havzalar	Ara İzleme	Mevcut Durum	Son İzleme	Toplam
Bıçakçılar		25	19	44
Yusufeli	21	24	21	66
Veliköy		38	23	61
Taht		27	21	48
Masat	15	23	19	57
İspir	14	29	22	65
İspir kuzey		42	24	66
Tortum kuzey		29	21	50
Uzundere		28	17	45
Oltu	20	39	29	88
Şenkaya		25	22	47
Olur		43	28	71
Toplam	70	372	266	708

Yöntem

Vegetasyon ölçümlerinde katmanlı basit rastgele örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Mera alanlarında 100 cm uzunluğundaki transekt çubukları ile 1 cm² hassasiyetle ölçüm yapılırken, çalı ve bodur ağaçların bulunduğu bozuk orman alanlarında 20 m'lik çelik şerit metreler kullanılmıştır. Arazi örnekleme, bitki gelişiminin en net izlenebildiği ilkbahar (Mayıs) ve vegetasyon sonu (Eylül-Ekim) dönemlerinde gerçekleştirilmiştir. İzleme çalışmaları; 2014 (başlangıç), 2016 (ara izleme) ve 2018 (nihai durum) yıllarını kapsayacak şekilde, belirtilen dönemlerde (ilkbahar ve sonbahar) her bir mikro havzada periyodik saha ölçümleriyle yürütülmüştür. Örnekleme noktalarında transekt çubuğunun dış kenarına temas eden türler kaydedilerek toplam örtme yüzdesi belirlenmiştir. Biyoçeşitlilik analizlerinde, her bir nokta için toplam tür sayısının toplam birey sayısına oranlanmasıyla elde edilen indisler kullanılmıştır. Bu hesaplamalarda Uluocak (1974) ve Bakır (1970) tarafından geliştirilen metodolojiler esas alınmıştır.

Topluluk yapısını ve çeşitliliğini belirlemek amacıyla aşağıdaki indislerden yararlanılmıştır:

Shannon-Wiener İndisi (H')

Türlerin oransal değerleri (p_i) dikkate alınarak aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır:

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

Bu eşitlikte; H' = Shannon – Wiener İndisi, p_i =Türlerin oransal değerleri ($p_i = \frac{N_i}{N}$)

$$N_i = \text{Türün birey sayısı}, N = \text{Toplam Tür Sayısı}$$

Bu indeks değerleri e^H formunda ifade edilmiş olup, hesaplama sürecinde Shannon ve Weaver (1949) ile Magurran (2004) çalışmalarındaki yaklaşımlar takip edilmiştir.

Simpson İndisi (D)

Türlerin birey sayıları (n) ve toplam birey sayısı (N) kullanılarak şu formülle belirlenmiştir:

$$D = \sum \frac{n(n-1)}{N(N-1)}$$

D=Simpson İndisi

$n = \text{Türün birey sayısı}, N = \text{Toplam Tür Sayısı}$

Simpson İndisi, 1- D olarak ifade edilmiştir (Shannon ve Weaver, 1949; Magurran, 2004).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Mikro Havza Bazlı Vegetasyon Özellikleri ve Değişim Dinamikleri

Ortalama Örtme Derecesindeki Değişimler

Çalışma alanını oluşturan 12 mikro havzada gerçekleştirilen ölçümler, vegetasyon örtme derecesinde zamansal ve mekânsal olarak belirgin bir artış eğilimi olduğunu ortaya koymuştur. Proje başlangıcında havza genelinde %40 olarak belirlenen ortalama örtme derecesi, son izleme döneminde %66 seviyesine yükselmiştir. Bu durum, mevcut duruma kıyasla vegetasyon kapallılığında %65'lik bir artış yaşandığını göstermektedir. Çepel (1978), yüksek eğimli yamaçların besin maddesi ve su ekonomisi bakımından elverişsiz olduğunu; düz arazilerin ise derin toprak yapısı ve yüksek su tutma kapasitesi sayesinde daha verimli ekosistemler sunduğunu belirtmektedir.

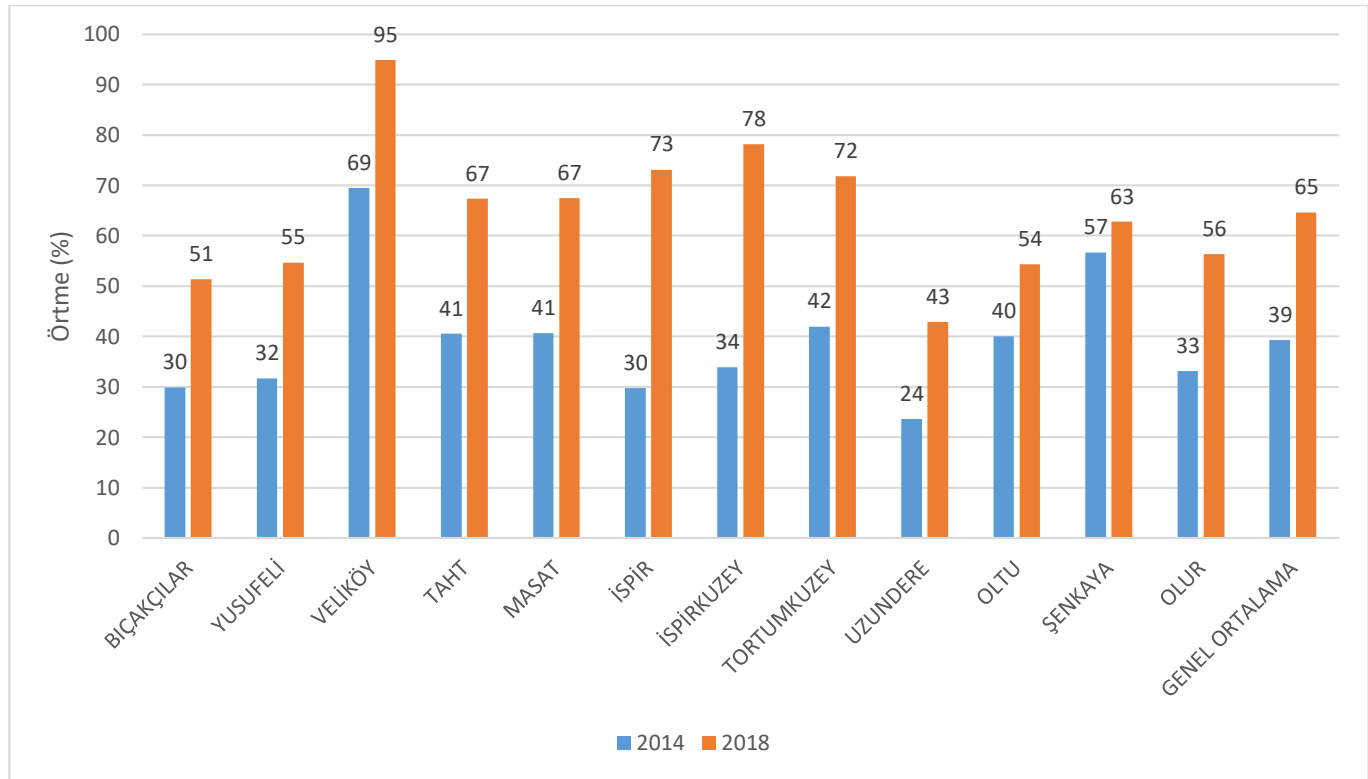
Mikro havza bazında incelendiğinde; Veliköy mikro havzası hem faaliyet öncesi (%68) hem de faaliyet sonrası (%95) değerleri ile havzanın en yüksek örtme kapasitesine sahip bölgesi olarak öne çıkmaktadır. Buna karşın Uzundere mikro havzası, %24'ten %43'e yükselen örtme oranı ile havzanın en düşük değerlerini sergilemiştir. Ortalama örtmedeki bu dikkate değer artışın; havzadaki doğal iyileşme süreçlerinin yanı sıra, arıcılık gibi gelir getirici faaliyetlerin teşvikiyle hayvancılık baskısının azalmasından ve göç faktörüne bağlı olarak otlatma yoğunluğunun düşmesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ayrıca, ağaçlandırma sahalarının otlatmaya kapatılarak koruma altına alınması, örtme oranındaki artışı tetikleyen birincil teknik faktörlerden biridir (Şekil 2). Bununla birlikte, projenin nihai izleme aşamasının tamamlandığı 2018 yılından günümüze kadar geçen yaklaşık 8 yıllık süreç, restorasyon ekolojisi açısından kritik bir öneme sahiptir. Ağaçlandırma ve erozyon kontrolü sahalarının koruma altına alınarak otlatmaya kalıcı olarak kapatılması, tedrici ve yavaş işleyen toprak ve vegetasyon süreçlerinin kalıcı olarak pekişmesini sağlamış; sahadaki vegetasyon yerleşmesini kalıcı hale getirmiştir.

Nitekim sahada gözlenen bu ekolojik toparlanma eğilimleri, havzanın geniş topoğrafik ve mikroklimatik yapısıyla da desteklenmektedir. Özkan (2006), yüksek dağlık kesimlerde vegetasyon çeşitliliğinin artan yağış ve düşen sıcaklıkla ilişkili olduğunu belirtmiştir. Benzer şekilde Linder (2001), bitki tür çeşitliliği ile yıllık yağış miktarı arasında pozitif korelasyonlar rapor etmişlerdir. Şimşek vd. (2006) da doğal bitki örtüsünün dağılımında yağış ve sıcaklığın birincil kontrol mekanizmaları olduğunu vurgulamışlardır. Bu bağlamda, çalışma alanında gözlenen örtme ve tür çeşitliliği artışlarının yalnızca restorasyon uygulamalarından değil, aynı zamanda bölgenin iklimsel koşullarının sağladığı uygun ekolojik ortamdaki etkilendiği

değerlendirilmektedir. Nitekim güncel çalışmalar da iklimsel faktörlerin (özellikle yağış ve sıcaklık rejiminin) vejetasyon dinamikleri ve tür çeşitliliği üzerinde belirleyici rol oynadığını ortaya koymaktadır (Atkinson vd., 2022; Edwards ve Cerullo, 2024). Çalışılan mikro havzaların ekolojik heterojenliğini ve fizyografik yapısını ortaya koymak amacıyla ortalama yıllık yağış, sıcaklık ve eğim değerleri Çizelge 3'te sunulmuştur.

Çizelge 3. Mikro havzaların bazı meteorolojik ve topoğrafik parametreleri

Mikro Havza Adı	Ort. Yağış (mm)	Ort. Sıcaklık (°C)	Ort. Eğim (%)
Bıçakçılar Mikro Havzası	1180 mm	9.5 °C	%42
Veliköy Mikro Havzası	850 mm	10.2 °C	%38
Uzundere/İspir Mikro Havzası	410 mm	11.8 °C	%45

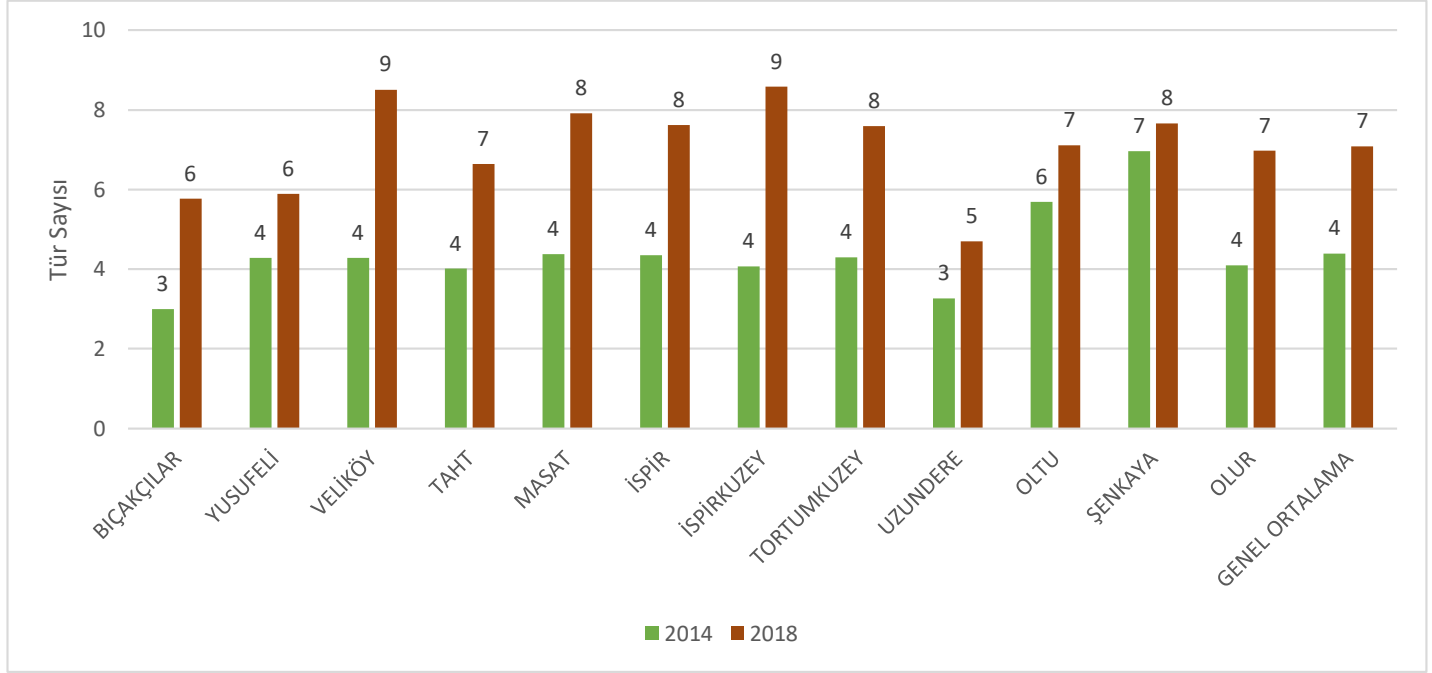


Şekil 2. Mikro havzaların ortalama örtme (%) değerlerindeki değişim

Birey ve Tür Sayısı Parametreleri

Transekt başına düşen birey sayıları incelendiğinde, havza ortalamasının 12'den 14'e yükseldiği ve %17'lik bir artış sağlandığı görülmektedir. Veliköy mikro havzası 18-23 birey aralığı ile en yoğun vejetasyon yapısını sunarken, Uzundere havzası 5 bireylik durağan yapısını korumuştur.

Tür çeşitliliği açısından kaydedilen veriler, ekosistem restorasyonunun en somut göstergelerinden biridir. Faaliyet öncesi 4.4 olan ortalama tür sayısı, son ölçümlerde 7.4'e ulaşarak %68'lik dramatik bir gelişim göstermiştir. Şenkaya havzası başlangıçta en yüksek tür sayısına (7) sahipken, son durumda Veliköy ve İspir Kuzey havzaları 8.5 tür ile zirveye yerleşmiştir. Bu artışın temelinde, koruma faaliyetleri sayesinde süksesyon sürecinin hızlanması ve alana yerleşen öncü türlerin varlığı yatmaktadır (Şekil 3). Acar vd. (2001) tarafından yapılan çalışmalar, yüksek dağ kesimlerinde tür sayısının artış göstererek geniş yamaç formasyonları oluşturduğuna dikkat çekmektedir.

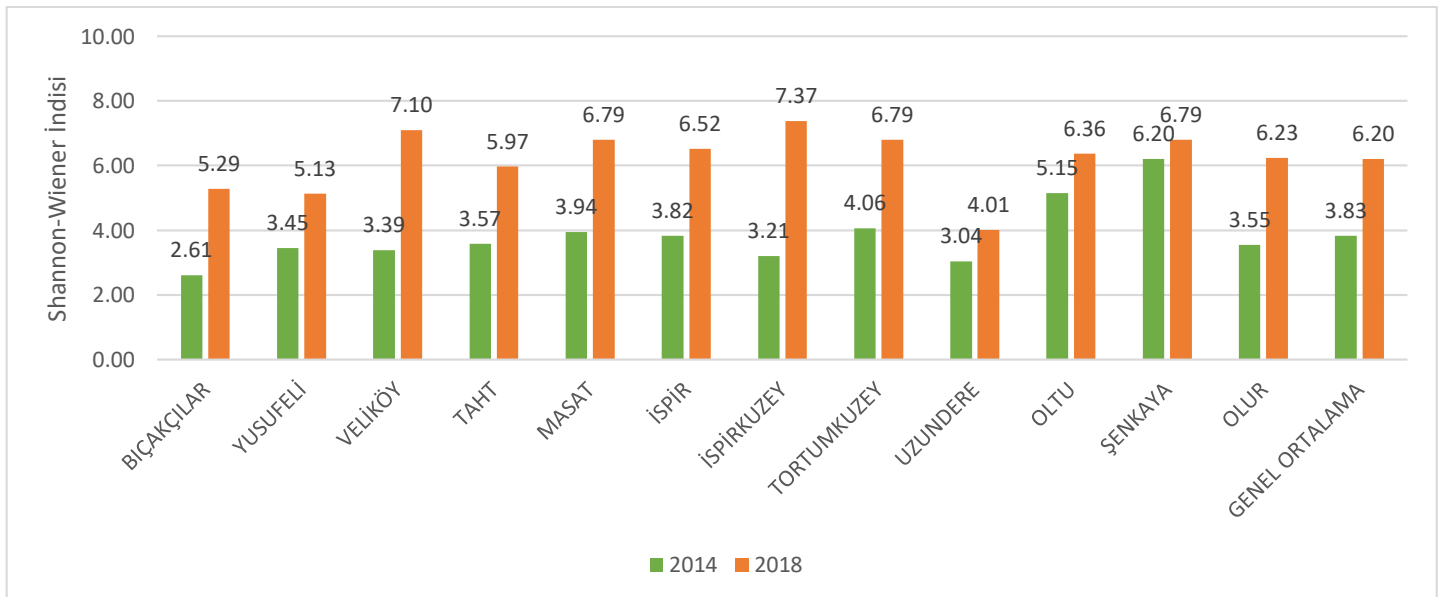


Şekil 3. Mikro havzaların ortalama tür sayısı değerlerinin değişimi

Biyçeşitlilik ve Topluluk Yapısı İndisleri

Topluluk yapısındaki değişimler, biyçeşitlilik indisleri üzerinden analiz edilmiştir (Bakır, 1970). Biyolojik Çeşitlilik İndisi ortalaması 0.50’den 0.64’e yükselerek %28’lik bir iyileşme sergilemiştir. Uzundere mikro havzası 0.72’den 1.66’ya yükselen değeri ile bu parametrede en yüksek ivmeyi yakalayan havza olmuştur.

Shannon-Wiener İndisi verileri, topluluk karmaşıklığının 3.82’den 6.27’ye yükseldiğini (%64 artış) kanıtlamaktadır. Tortum Kuzey havzası 7.44 değeri ile en yüksek çeşitlilik seviyesine ulaşırken, Bıçakçılar havzası başlangıçtaki 2.63 değerinden önemli bir gelişim kaydetmiştir. Benzer şekilde Simpson İndisi, 0.77 olan başlangıç değerinin 0.89’a çıkmasıyla (%16 artış) topluluğun daha dengeli bir yapıya kavuştuğunu teyit etmektedir (Şekil 4).

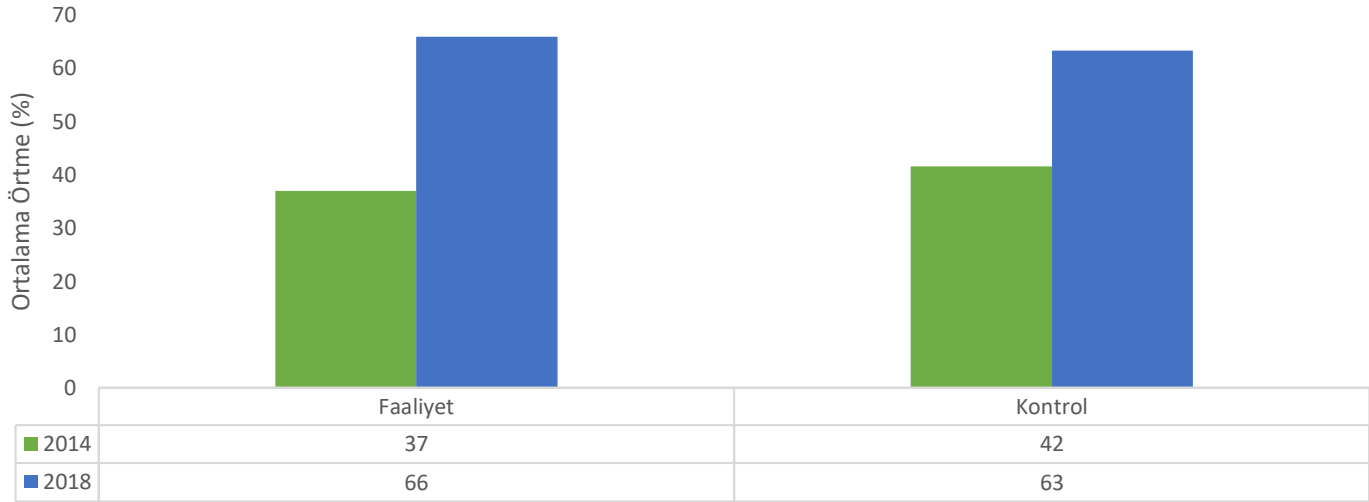


Şekil 4. Mikro havzaların ortalama Shannon –Wiener indisi değerlerinin değişimi

Faaliyet (Müdahale) ve Kontrol Alanlarının Karşılaştırmalı Analizi

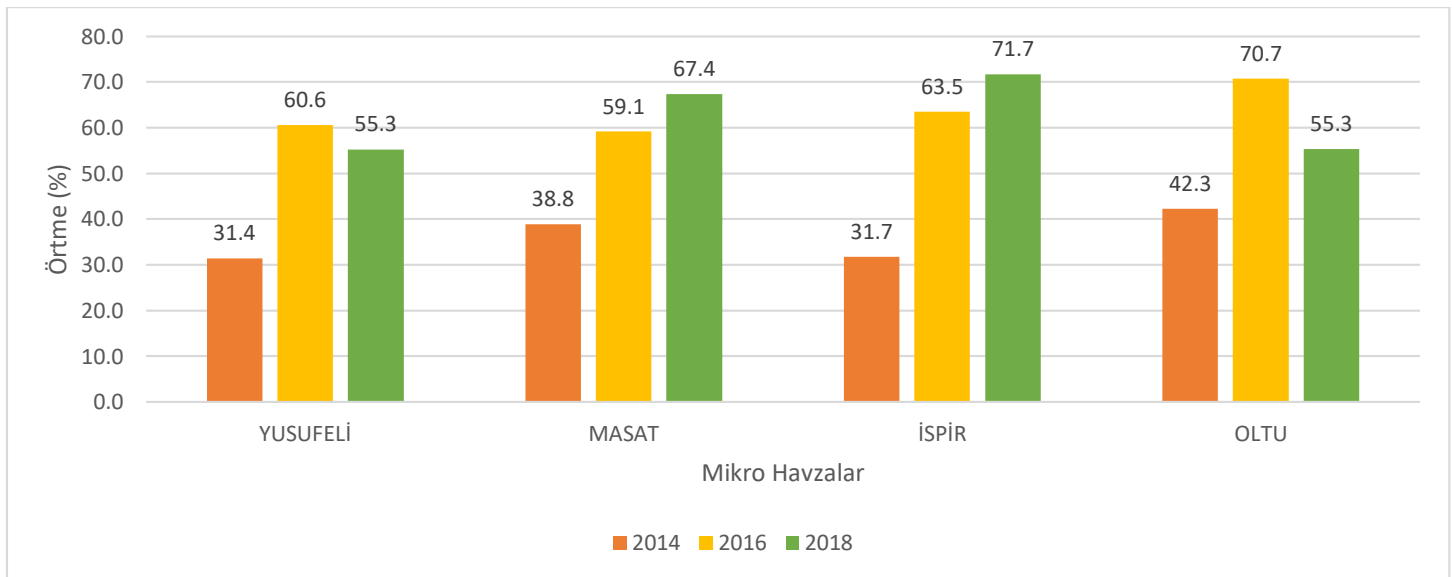
Vejetasyon Örtme ve Yoğunluk Farklılıkları

Proje müdahalelerinin etkinliğini belirlemek adına faaliyet ve kontrol alanları ayrı ayrı analiz edilmiştir (Kocamanoglu, 2015). On iki mikro havzanın genel ortalamasına bakıldığında; faaliyet alanlarında örtme derecesi başlangıçta %37 iken proje sonunda %66'ya yükselerek %78'lik bir artış sergilemiştir. Kontrol alanlarında ise bu artış %42'den %63'e yükselerek %52 düzeyinde kalmıştır. Bu %26'lık fark, doğrudan havza rehabilitasyon faaliyetlerinin ekosisteme sağladığı ilave katkıyı temsil etmektedir (Şekil 5).



Şekil 5. 12 mikro havzanın genelinde faaliyet yapılan alanlar ile faaliyet yapılmayan alanlarda ortalama örtme (%) değerlerinin değişimi

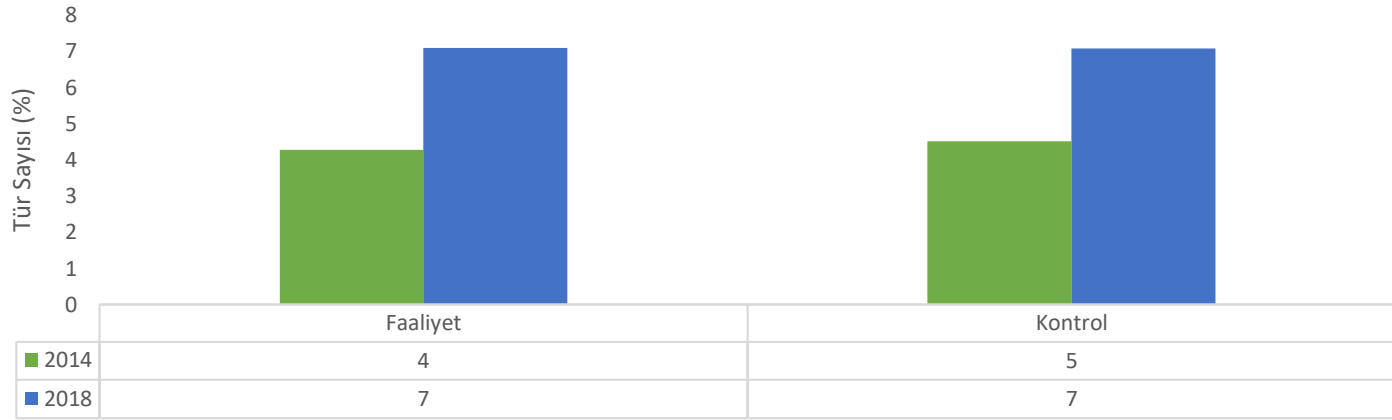
İspir mikro havzası, faaliyet alanlarındaki %147'lik artışla en yüksek performansı sergileyen havza olmuştur. Birey sayısı açısından ise Tortum Kuzey havzası, faaliyet sahalarında sağladığı %172'lik rekor artışla dikkat çekmektedir. Faaliyet alanlarında ortalama birey sayısı %31 artışla 14'e ulaşırken, kontrol alanlarında bu artış %16 ile sınırlı kalmıştır (Şekil 6).



Şekil 6. Ara izleme yapılan mikro havzaların ortalama örtme (%) değerlerindeki değişim

Tür Zenginliği ve İndis Karşılaştırmaları

Tür sayısı değişimleri, müdahalenin ekolojik kalitesini yansıtmaktadır. Faaliyet alanlarında ortalama tür sayısı 4'ten 7'ye çıkarak %66 artış gösterirken; kontrol alanlarında 5'ten 7'ye çıkarak %57 artış kaydetmiştir. Bıçakçılar havzası, faaliyet sahalarında tür sayısını %111 artırarak restorasyon başarısını kanıtlamıştır (Şekil 7). Faaliyet alanlarında tür sayısındaki %66'lık artışın büyük bölümünü otsu taksonlar oluşturmaktadır. İzleme çalışmalarında sahada tespit edilen ve çeşitlilik indislerini domine eden başlıca otsu familyalar Asteraceae, Fabaceae ve Poaceae olup, yaygın cinsler *Achillea* sp., *Veronica* sp., *Ajuga* sp., *Muscari* sp. ve *Thymus* sp. (kekik) olarak belirlenmiştir. Kontrol alanlarına kıyasla müdahale sahalarında bu otsu türlerin örtme derecesinde belirgin bir stabilizasyon gözlenmiştir.



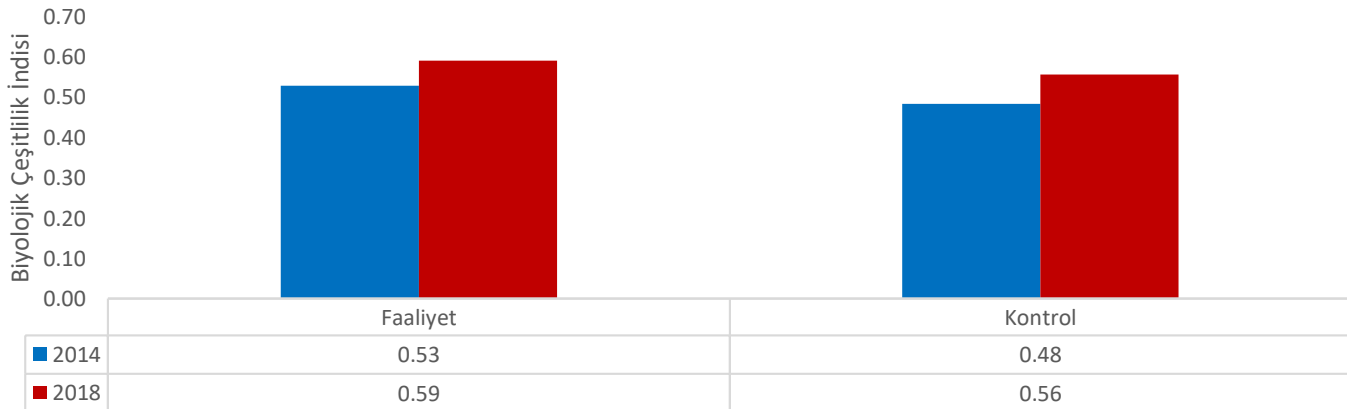
Şekil 7. 12 mikro havzanın genelinde faaliyet yapılan alanlar ile faaliyet yapılmayan alanlarda tür sayısı değerlerinin değişimi

Biyçeşitlilik indislerindeki değişimler de bu verileri desteklemektedir:

Shannon-Wiener İndisi: Faaliyet sahalarında başlangıçta 3.71 olan değer 6.29'a (%70 artış) yükselmiş, kontrol alanlarında ise 3.95'ten 6.10'a (%54 artış) çıkmıştır.

Simpson İndisi: Faaliyet alanlarında %16, kontrol alanlarında %14 artış saptanmıştır.

Bu bulgular, tüm mikro havzalarda doğal bir iyileşme süreci (doğal süksesyon) işlemekle birlikte, teknik rehabilitasyon müdahalelerinin bu süreci istatistiksel ve biyolojik olarak anlamlı düzeyde hızlandırdığını kanıtlamaktadır (Şekil 8).

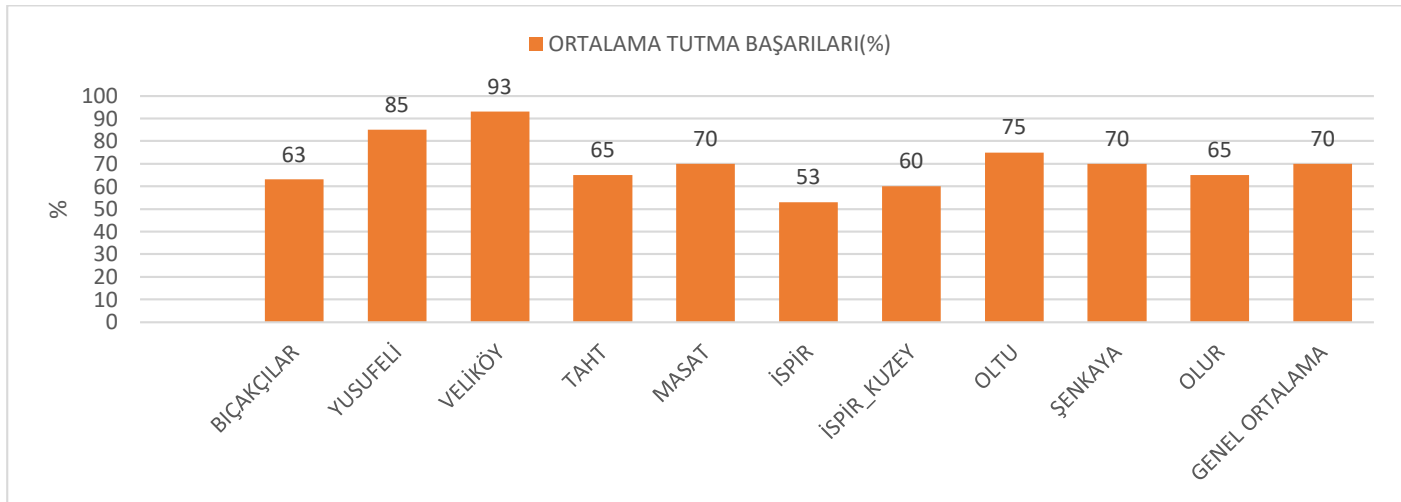


Şekil 8. 12 mikro havzanın genelinde faaliyet yapılan alanlar ile faaliyet yapılmayan alanlarda biyolojik çeşitlilik indisi değerlerinin değişimi

Ağaçlandırma Başarısı ve Ekolojik Etkileşimler

Ağaçlandırma faaliyetlerinin başarısı, fidan tutma oranları üzerinden değerlendirilmiştir. Havza genelinde ortalama fidan tutma başarısı %70 olarak belirlenmiştir. En yüksek başarı %93 ile Veliköy'de görülürken, en düşük başarı %53 ile İspir havzasında kaydedilmiştir. Havzadaki fidan tutma başarısının Veliköy'de %93 gibi yüksek, İspir'de ise %53 gibi görece düşük seviyelerde kalması, doğrudan ana materyal ve toprak özellikleri ile ilişkilidir. Ağır killi yapı oluşturan marnlı formasyonlar ile kuraklığa hassas konglomeralar, kısıtlı toprak derinliğiyle birleştiğinde kök gelişimini engellemektedir. İspir havzasında sığ toprak yapısı ve yüksek kum oranı kuraklık kısıtını derinleştirirken; Veliköy havzasında kumlu-balçık tekstür yapısı nem tutma kapasitesini artırarak başarıyı yükseltmiştir. Bu doğrultuda yürütülen havza rehabilitasyon çalışmalarında ve dikim faaliyetlerinde, bölgenin yerli ekotiplerine uygun olarak ana ağaç türleri bazında Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.), Doğu Ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) ve erozyon eğilimli yamaçlarda koruyucu çalı formasyonları ile mikorizal fidanlar kullanılmıştır. Bu farklılıklar; toprak derinliğinin azlığı, yüksek kum oranı, düşük yağış ve yüksek sıcaklık gibi kuraklık stres faktörleri ile doğrudan ilişkilidir. Bölgedeki tür ve birey sayısındaki artışların, polinatör faaliyetlerini destekleyerek arıcılığı olumlu etkilemesi ve bu sayede toplumsal koruma bilincini artırması, projenin en önemli dolaylı sonuçlarından biri olarak değerlendirilmektedir (Şekil 9).

Bu bulgular, ağaçlandırma çalışmalarında başarı düzeyinin büyük ölçüde sahaya özgü ekolojik koşullara bağlı olduğunu vurgulayan güncel araştırmalarla örtüşmektedir (Zhu vd., 2024; Zhang vd., 2025; Manono ve Mwami, 2026).



Şekil 9. Ağaçlandırma faaliyeti yapılan alanlarda ortalama fidan tutma başarıları

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sonuçlar

Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi (ÇNHRP) kapsamında yürütülen izleme çalışmaları, havzadaki vejetasyon dinamiklerinin hem doğal süksesyon süreçleri hem de teknik müdahalelerle pozitif yönde ivme kazandığını ortaya koymaktadır. 12 mikro havzanın genel ortalaması değerlendirildiğinde; proje başlangıcında %40 olan vejetasyon örtme derecesi, izleme dönemi sonunda %66 seviyesine yükselmiştir. Bu artış, havza genelinde %65'lik bir iyileşmeye tekabül etmektedir.

Faaliyet (müdahale) ve kontrol alanları arasındaki karşılaştırmalı analizler, projenin ekolojik katma değerini somutlaştırmaktadır. Faaliyet alanlarında ortalama örtme derecesi %78 oranında artış gösterirken, kontrol alanlarında bu artış %52 seviyesinde kalmıştır. Benzer şekilde, tür sayısında faaliyet alanlarında %66, kontrol alanlarında ise %57'lik bir artış saptanmıştır. Shannon-Wiener ve Simpson biyoçeşitlilik indislerinde gözlenen artışlar, teknik müdahalelerin ekosistem dengesini ve tür zenginliğini koruma altına alınan kontrol sahalarına göre daha hızlı stabilize ettiğini kanıtlamaktadır.

Ağaçlandırma sahalarında elde edilen %70'lik ortalama fidan tutma başarısı, bölgenin ekstrem coğrafi ve iklimsel koşulları göz önüne alındığında başarılı bir restorasyon göstergesidir. Ancak, başarının havzadan havzaya (Veliköy %93, İspir %53) değişkenlik göstermesi, sahaya özgü ekolojik kısıtların (toprak derinliği, kuraklık vb.) planlama aşamasındaki önemini teyit etmektedir.

Öneriler

Araştırma bulguları ve sahadaki gözlemler ışığında, Çoruh Havzası'nın ekolojik bütünlüğünün korunması için şu stratejik yaklaşımlar önerilmektedir:

- *Sürdürülebilir Mera ve Otlatma Yönetimi*: Yüksek kesimlerdeki vejetasyon üzerinde baskın olan hatalı ve yoğun otlatma olgusu, biyolojik çeşitliliği tehdit eden temel unsurdur. Meraların, bitkilerin otlatmadan zarar görmeyeceği fenolojik evreye ulaştığı mevsimlerde kullanılması ve üniform otlatma kapasitelerine sadık kalınması elzemdir.
- *Hassas Havzalarda Erozyon Kontrolü*: Örtme oranı, tür ve birey sayısının en düşük düzeyde seyrettiği Uzundere gibi yüksek eğimli ve engebeli mikro havzalarda, yüzey akış hızını kesmek amacıyla teraslama çalışmaları biyolojik restorasyonla desteklenmelidir. Örtme oranının %50'nin altında kaldığı kritik eşiklerde mekanik önlemler önceliklendirilmelidir.
- *Kurak Alanlarda Koruma Odaklı Stratejiler*: Toprak derinliğinin sığ, kum oranının yüksek ve sıcaklık stresinin belirgin olduğu kurak sahalarda, doğrudan ağaçlandırma yerine sahaların korumaya alınması ve öncü türlerin doğal yollarla alana yerleşmesini sağlayacak toprak muhafaza faaliyetlerine ağırlık verilmelidir.
- *Endemik Taksonların Korunması*: Yusufeli mikro havzası gibi nadir, endemik ve tehdit altındaki türlerin yoğunlaştığı bölgeler, in-situ koruma stratejilerinde birinci derece hedef alan olarak tanımlanmalı ve bu türlerin genetik rezervlerinin korunmasına yönelik mikro rezerv sahaları oluşturulmalıdır.
- *Tıbbi ve Ekonomik Bitki Yönetimi*: Ekonomik değeri yüksek olan tıbbi bitki türlerinin kontrolsüz toplanması ve sökülmesi denetlenmeli; bu türlerin sürdürülebilir hasadı için yerel halka yönelik eğitim ve farkındalık çalışmaları yürütülmelidir.
- *Arıcılık ve Sosyo-Ekonomik Destekler*: Vejetasyon yapısındaki iyileşmenin arıcılık faaliyetlerini doğrudan desteklediği saptanmıştır. Bu nedenle, doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı azaltan arıcılık gibi gelir getirici faaliyetlere yönelik teşvikler havza genelinde yaygınlaştırılmalıdır.

BİLGİLENDİRME

Bu çalışma, Japonya Uluslararası İşbirliği Ajansı (JICA) tarafından TK-P19 numaralı Kredi Sözleşmesi kapsamında finanse edilen “Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi” bünyesindeki “S-3 İzleme ve Değerlendirme Sistemi” verileri kullanılarak hazırlanmıştır. Değerli verilerin paylaşımı ve süreçteki teknik destekleri için T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü’ne (OGM) teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- Acar, C., Var, M., & Altun, L. (2001). Trabzon ve yöresinin kayalık ortamlarında yetişen örtü bitkileri üzerine ekolojik bir araştırma. *Çevre Koruma*, 11 (41), 20-28.
- Atkinson, J., Brudvig, L.A., Mallen-Cooper, M., Nakagawa, S., Moles, A. T., & Bonser, S.P. (2022). Terrestrial ecosystem restoration increases biodiversity and reduces its variability. *Ecology Letters*, 25(7), 1725–1737. <https://doi.org/10.1111/ele.14025>
- Bakır, Ö. (1970). Ortadoğu Teknik Üniversitesi arazisinde bir mera etüdü. *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi*, Yayın No: 382-232, Ankara.
- Çepel, N. (1978). Orman Ekolojisi. *İÜ Orman Fakültesi Yayınları*, İÜ Yayın No: 2479, Orman Fakültesi.
- Díaz, S., Settele, J., Brondizio, E.S., Ngo, H.T., Guèze, M., Agard, J., Arneth, A., & Zayas, C.N. (2019). Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services. *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)*. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3553458>
- Duman, A. (2017). *Determination and modelling of soil properties of degraded forest and grassland areas in some micro-catchments of Artvin, Erzurum and Bayburt using satellite images* (Doktora Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Edwards, D.P., & Cerullo, G.R. (2024). Biodiversity is central for restoration. *Current Biology*, 34(9), R371–R379. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2024.02.032>
- Fakıoğlu, S., & Kağınioğlu, N. (2009). Doğu Karadeniz Bölgesi hidroelektrik enerji potansiyeli ve bunun ülke enerji politikalarındaki yeri. *Doğu Karadeniz Bölgesi Hidroelektrik Enerji Potansiyeli ve Bunun Ülke Enerji Politikalarındaki Yeri Forumu Bildiriler Kitabı* içinde (s. 40–41). Trabzon, Türkiye. Elektrik Mühendisleri Odası.
- Kocamanoğlu, B.E. (2015). *Çoruh Havzasının bazı mikro havzalarında biyoçeşitlilik indisleri ve bunların üstüne etki eden faktörler* (Yüksek Lisans Tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Artvin.
- Leclère, D., Obersteiner, M., Barrett, M., Butchart, S.H.M., Chaudhary, A., De Palma, A., & Young, L. (2020). Bending the curve of terrestrial biodiversity needs an integrated strategy. *Nature*, 585(7826), 551–556. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2705-y>
- Linder, H.P. (2001). Plant diversity and endemism in sub-Saharan tropical Africa. *Journal of Biogeography*, 28(2), 169–182. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.2001.00527.x>
- Maestre, F.T., Guirado, E., Armenteras, D., Beck, H.E., Huber-Sannwald, E., Ifejika Speranza, C., Martínez-Valderrama, J., Saud AlShalan, M., Turki Al-Saud, N., Chami, R., Fu, B., Gichenje, H., McCabe, M.F., Orr, B.J., Tang, T., Metternicht, G., Miess, M., Reynolds, J.F., Stringer, L.C., Wada, Y., & Duarte, C.M. (2025). Bending the curve of land degradation to achieve global environmental goals. *Nature*. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-09365-5>
- Magurran, A.E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing.
- Manono, B.O., & Mwami, B. (2026). Agroforestry and soil health: a review of impacts and potential for sustainable agriculture. *Earth*, 7(1), 31. <https://doi.org/10.3390/earth7010031>
- OGM. (2015). Çoruh Nehri Havzası Rehabilitasyon Projesi. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özkan, K. (2006). Beyşehir Gölü Havzası Çarıkşaraylar yetiştirme ortamı yöreler grubunda fizyografik yetiştirme ortamı faktörleri ile ağaç ve çalı tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler analizi. *Anadolu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 7(1), 157–166.
- Shannon, C.E., & Weaver, W. (1949). The mathematical theory of communication. *University of Illinois Press*, Urbana.
- Tüfekçioğlu, A., Güner, S., Duman, A., & Küçük, M. (2016). Murgul-akasya ağaçlandırmalarının yüzeyel akış ve sediment taşınmasını önlemedeki etkileri ve bunun su yönetimi-kuraklık ilişkileri bakımından irdelenmesi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 2(1), 66-70.
- Tüfekçioğlu, M., Yavuz, M., Vatandaşlar, C., Dinc, M., Duman, A., & Tufekcioglu, A. (2018). Çoruh Nehri Havzası’nda bulunan veliköy alt havzası’nın yüzey erozyon riskinin belirlenmesi ve haritalandırılması. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 4(2), 210-220.
- Uluocak, N. (1974). Kırklareli yöresi meraları ve floristik analizleri. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri A, Cilt 13, Sayı 2, İstanbul, s. 131-194.
- Zhang, Y.S., Altieri, A.H., Angelini, C., Curl, L.F., Morton, J.P., Paliotti, S. T., Thomsen, M.S., & Toone, T.A. (2025). Optimizing ecosystem restoration with facilitation cascades. *BioScience*, 76(1), 21–33. <https://doi.org/10.1093/biosci/biaf138>
- Zhu, X., Si, J., He, X., Jia, B., Zhou, D., Wang, C., Qin, J., & Liu, Z. (2024). Effects of long-term afforestation on soil water and carbon in the Alxa Plateau. *Frontiers in Plant Science*. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1273108>