



## Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve Karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold.) Ormanlarında Farklı Yaklaşımlarla Gösterge Bitki Türlerinin Analizi

Ayşegül TEKEŞ<sup>1\*</sup> Kürşad ÖZKAN<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, 32260 Isparta, Türkiye

Received: 07.11.2024

Accepted: 23.01.2025

Published: 31.01.2025

Atf yapmak için: Tekeş, A. & Özkan, K. (2025). Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold.) ormanlarında farklı yaklaşımlarla gösterge bitki türlerinin analizi. *Anadolu Çev. Hay. Bil. Derg.*, 10(1), 69-78. <https://doi.org/10.35229/jaes.1581328>

How to cite: Tekeş, A. & Özkan, K. (2025). Analysis of indicator plant species in red pine (*Pinus brutia* Ten.) and black pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold) forests with different approaches. *J. Anatol. Env. Anim. Sci.*, 10(1), 69-78. <https://doi.org/10.35229/jaes.1581328>

\*ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4515-7258>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8526-7243>

\*Corresponding author's:

Ayşegül TEKEŞ

Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi,  
Orman Fakültesi, 32260 Isparta, Türkiye

✉: [tekesaysegull@gmail.com](mailto:tekesaysegull@gmail.com)

**Öz:** Bu çalışma, Bozdağlar Yöresinde bulunan kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçamın (*Pinus nigra* J.F.Arnold) gösterge bitki türlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Çalışmada 170 örnek alan verisi kullanılmıştır ve vejetasyon veri seti var-yok olarak düzenlenmiştir. Ardından bu veri seti nitelikler arası ilişki analizi, Spearman sıralama korelasyon katsayısı analizi, Kendall Tau katsayısı analizi ve indikatör tür analizine göre değerlendirilmiştir. Tüm bu analizlerin sonucunda, kızılçam için en önemli pozitif gösterge tür *Cistus creticus* L., karaçam için en önemli pozitif gösterge tür *Chamaecytisus pygmaeus* (Willd.) Rothm. olarak belirlenmiştir. Farklı analiz yöntemlerinin kullanılması, her iki hedef tür için en önemli pozitif ve negatif gösterge türlerinin belirlenmesini sağlamıştır. Elde edilen bu sonuçlar ise gösterge türlerin ekolojik rollerine ilişkin güçlü kanıtlar sunmaktadır. Analizler sonucunda ayrıca yöntemler arasında belirlenen gösterge türlerin sayısı ve çeşitliliği bakımından farklılıklar gözlemlenmiştir. Bu farklılıklar, kullanılan yöntemlerin temel aldığı algoritmalarından kaynaklanmaktadır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi ve korunmasına ilişkin pratik bilgiler sunmayı hedeflemektedir.

**Anahtar kelimeler:** Gösterge bitki türü, hedef tür, indikatör tür analizi, karaçam, kendall tau, kızılçam.

## Analysis of Indicator Plant Species in Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) and Black Pine (*Pinus nigra* J.F. Arnold) Forests with Different Approaches

**Abstract:** This study was conducted to identify indicator plant species for red pine (*Pinus brutia* Ten.) and black pine (*Pinus nigra* J.F.Arnold) within the Bozdağlar Region. Data from 170 sample plots were utilized, organized in a presence-absence format. The vegetation dataset was then evaluated using interspecific correlation analysis, Spearman's rank correlation coefficient analysis, Kendall's Tau coefficient analysis, and indicator species analysis. As a result of these analyses, *Cistus creticus* L. was identified as the most significant positive indicator species for red pine, and *Chamaecytisus pygmaeus* (Willd.) Rothm. for black pine. The use of different analysis methods allowed the identification of the most important positive and negative indicator species for both target species. These results provide strong evidence for the ecological role of indicator species. The analyses also revealed differences in the number and diversity of indicator species identified between the methods. These differences are due to the algorithms on which the methods are based. The findings of the study aim to provide practical information on the sustainable management and conservation of forest ecosystems.

**Keywords:** Indicator plant species, target species, indicator species analysis, black pine, kendall's tau, red pine.

\*Sorumlu yazar:

Ayşegül TEKEŞ

Isparta University of Applied Sciences, Faculty  
of Forestry, 32260 Isparta, Türkiye

✉: [tekesaysegull@gmail.com](mailto:tekesaysegull@gmail.com)

### GİRİŞ

Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) ve karaçam (*Pinus nigra* J.F.Arnold), Türkiye'de geniş bir yayılışa sahiptir. Orman ekosistemlerinin asli ağaç türleri arasında yer almakta olan bu türler, farklı ekolojik koşullara uyum sağlamaktadır. Kızılçam, Pinaceae (Çamgiller) familyasına ait olup, Akdeniz ikliminin görüldüğü,

Türkiye, Yunanistan ve İtalya gibi Akdeniz çevresindeki ülkelerde geniş bir dağılım göstermektedir (Biger & Lipschitz, 1991). Bu tür ülkemizde Akdeniz ve Ege bölgeleri ile Güney Marmara ve Karadeniz ardu bölümlerinde, deniz seviyesinden 1500 metreye kadar geniş bir coğrafyada görülmektedir (Dönmez & Aydınöz, 2012; Atalay & Efe, 2015). Ekonomik ve ekolojik açıdan

önemli olan tür, kereste endüstrisinde (Erten & Taşkın, 1985; Ketten & Gülsoy, 2020) ve reçine üretimi (Yaşar vd., 2024) gibi alanlarda geniş bir kullanım yelpazesine sahiptir. Ekolojik açıdan ise, yangına dayanıklılığı ve yeniden yeşerebilme kabiliyetiyle yangın sonrası ormanların yenilenmesinde önemli rol oynamaktadır (Tavşanoğlu, 2009; Atalay & Efe, 2015; Tüfekçioğlu vd., 2022). Aynı zamanda toprak erozyonunu önleme, su kaynaklarını koruma ve biyolojik çeşitliliği destekleme gibi ekosistem hizmetleri sunmaktadır. Yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi zorlu iklim koşullarına karşı dayanıklı olması, kızılçam Akdeniz havzasındaki ormanların sürdürülebilirliğinde anahtar türlerden biri haline getirmiştir (Atalay & Efe, 2015).

Karaçam ise, yine Pinaceae (Çamgiller) familyasına ait olup, Anadolu'da dört farklı varyetesi bulunmakta ve yaklaşık 30-40 m'ye kadar boylanabilmektedir. Dünya ölçeğinde Kuzeybatı Afrika'dan, Güney Avrupa boyunca küçük Asya'ya kadar olan alanda dağılım göstermektedir (Vacek vd., 2023). Türkiye'de ise nemli veya karasal iklim koşullarının görüldüğü Ege Bölgesi, Akdeniz Bölgesi, İç Anadolu ve Karadeniz'de yaklaşık 800-1500 m yükselti aralığında dağılım göstermektedir (Dönmez & Aydınözü, 2012; Günal, 2013). Ekolojik açıdan ışık isteyen, rüzgâra, kuraklığa (Isajev vd., 2004) ve düşük sıcaklıklara karşı dayanıklılığı (Bussotti, 2002) ile geniş adaptasyon yeteneği sayesinde ormancılık çalışmalarında değerli bir tür olarak öne çıkmaktadır. Karaçam, odununun dayanıklı ve işlenmesinin kolay olması nedeniyle kereste, mobilya, kâğıt ve kimya sanayileri başta olmak üzere birçok sektörde tercih edilmektedir (Oğuzoğlu & Özkan, 2015; Giovannelli vd., 2017; Vacek vd., 2023).

Türkiye'de ormanlık alanların %22,81'ini kızılçam, %17,48'ini ise karaçam oluşturmaktadır (OGM, 2023), bu iki hedef tür yukarıda da bahsedildiği gibi farklı habitat özelliklerine sahiptir. Bu durum kızılçam ve karaçam ormanlarında yaşayan bitki türlerinin çeşitliliğini artırmaktadır. Orman ekosistemlerinin sağlıklı ve sürdürülebilir yönetimi için sahip oldukları bitki topluluklarının yapısını ve ekolojik fonksiyonlarını anlamak önem arz etmektedir (Özdemir vd., 2014; Atalay & Efe, 2015; Tekeş, 2024a; Acarer & Mert, 2025). Orman ekosistemlerinin sağlığını ve biyoçeşitliliğini değerlendirmede, gösterge tür analizleri, tanımlayıcı olan bazı çevresel koşulları yansıtan bitki türlerini tespit etmeye yönelik pratik bilgiler sunmaktadır (Rolstad vd., 2002; Carni vd., 2022). Gösterge türler, spesifik ekolojik koşulların varlığını veya ekosistemlerin sağlık durumunu gösteren ve dolayısıyla biyoçeşitliliği temsil etme kapasitesine sahip türlerdir. Ekosistem sağlığının ve habitat kalitesinin bir göstergesi olan bu türler, genellikle doğrudan ölçülmesi zor olan çevresel koşulları veya tür

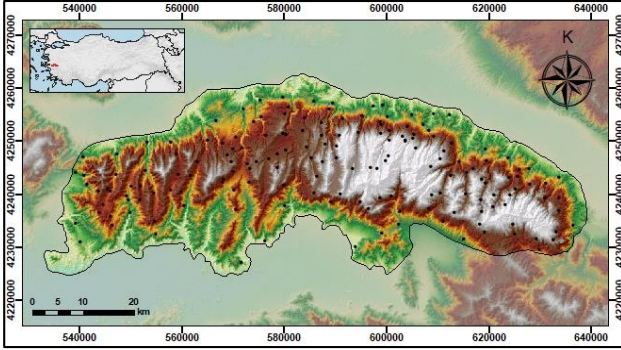
topluluklarını değerlendirmenin pratik bir yolu olarak tercih edilmektedir (Rolstad vd., 2002). Gösterge türler, ekosistemlerde farklı taksonomik grupların temsilcisi olarak kullanılıp ekosistem sağlığını, çeşitliliği ve habitat uygunluğunu anlamaya katkıda bulunmaktadır (Carignan & Villard, 2002; Siddig vd., 2016). Ekosistem dinamiklerinin anlaşılması, hangi bitki türlerinin belirli ekolojik koşullarla ilişki gösterdiğini anlamakla mümkündür. Gösterge türler, orman ekosistemlerinde çevresel değişkenlerin etkisini incelemek için yararlı bir araçtır (Tekeş & Özkan, 2024). Ekosistemlerde nem, sıcaklık, toprak özellikleri gibi habitat parametrelerinin doğrudan ölçülmesinin mümkün olmadığı durumlarda gösterge türler dolaylı bilgi sağlamaktadır (Gülsoy vd., 2013; Siddig vd., 2016).

Bu çalışmada, Türkiye'nin Ege Bölgesi'nde Akdeniz ve karasal iklimin kesişim noktasında bulunan Bozdağlar'da, kızılçam ve karaçam ormanlarının ekolojik koşullarını yansıtan gösterge bitki türlerinin farklı yöntemlerle belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda dört farklı yöntem kullanılmıştır. Bozdağlar'ın alçak kesimlerinde (düşük rakımlı bölgelerinde) kızılçam, yüksek kesimlerinde ise karaçam ormanlarının yaygın olması, farklı yükselti, toprak ve iklim koşullarının aynı bölgede incelenmesine imkân tanımaktadır. Bu özgün ekolojik yapı, kızılçam ve karaçamın çevresel değişkenlere nasıl tepki verdiğini ortaya koymak için ideal bir çalışma alanı sunmaktadır. Çalışma kapsamında, bu iki ağaç türünün varlığı ve dağılımıyla ilişkili çevresel koşulları en iyi yansıtan pozitif ve negatif gösterge bitki türleri belirlenmiştir. Elde edilen bulgular, Bozdağlar'daki orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimi ve korunmasına yönelik pratik bilgiler sağlamayı ve benzer ekosistemler için önemli bir referans kaynağı oluşturmayı amaçlamaktadır.

## MATERYAL VE METOT

**Çalışma Alanı:** Çalışma alanı, Türkiye'nin batısında yer alan Bozdağlar (Manisa-İzmir) Yöresinde, toplam 259.000 ha'lık alanı kapsamaktadır (Şekil 1). Yörede Akdeniz iklimi hakimdir; yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bitki coğrafyası bakımından Akdeniz Fitocoğrafik Bölgesi içerisinde yer alan Bozdağlar'da, orman, maki, Akdeniz dağ stepi ve subalpinik vejetasyon tipleri görülmektedir (Atalay & Efe, 2015). Yöredeki orman ekosistemleri kızılçam (*P. brutia*), karaçam (*P. nigra*) ve kestane (*Castanea sativa* Mill.) topluluklarından oluşmaktadır (Günal, 1987; Bekat & Oflas, 1990). Bozdağlar, jeolojik yapısı itibarıyla Menderes masifinin bir parçası olup, Paleozoik yaşlı şistler ve Prekambrien gnayslarla karakterize edilen karmaşık bir jeolojik geçmişe sahiptir. Bölgede kahverengi orman toprakları, kırmızı Akdeniz toprakları, rendzinalar, alüvyal

ve kolüvyal toprak türleri yaygın olarak bulunmaktadır (Koçman, 1985, 1989; Vardar, 2018; Atalay vd., 2022; Tekeş, 2024b).



Şekil 1. Çalışma alanının konumu ve örnek alanların temsili dağılımını gösteren harita.

Figure 1. Map showing the location of the study area and the representative distribution of sampling sites.

### Yöntem

#### Arazi Envanter Çalışmaları ve Verilerin

**Düzenlenmesi:** Arazi çalışmaları 20x20 m (400 m<sup>2</sup>) boyutlarındaki örnek alanlarda gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda 170 örnek alanda (Şekil 1) arazi envanter çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları sırasında, tüm örnek alanlarda bitki türlerine ilişkin veriler toplanmış ve bu veriler literatürde sıkça önerilen Braun-Blanquet Skalası kullanılarak envanter karnelerine kaydedilmiştir (Çepel, 1995; Fontaine vd., 2007; Özkan & Negiz, 2011; Negiz & Erfidan, 2023). Arazi çalışmaları sırasında toplanan bitki örnekleri herbaryum kurallarına uygun bir şekilde kurutulmuş, herbaryum materyali haline getirilmiştir.

Kurutulan bitki örneklerinin teşhis işlemleri Flora of Turkey and the East Aegean Islands” [Türkiye ve Doğu Ege Adaları Florası] adlı esere göre gerçekleştirilmiştir (Davis 1965-1985; Davis vd., 1988; Güner vd., 2000). Teşhis işlemleri tamamlandıktan sonra veri seti düzenlenmiş ve bitkilerin Latince isimleri Türkiye Bitkileri Listesi (Güner vd., 2012) kullanılarak güncellenmiştir. Ardından bitkilerin Latince isimleri kısaltılarak kodlanmıştır. Hazırlanan veri seti, gösterge tür analizlerinin yapılabilmesi için var-yok veri setine dönüştürülmüştür (Özkan, 2002; Özdemir vd., 2017; Negiz & Erfidan, 2023).

**İstatistiksel Analizler:** Bitki türlerine ait var-yok veri seti üzerinde kızılçam ve karaçam bulunduğu habitatlarda gösterge bitki türlerini ve ilişki yönünü (pozitif/negatif) belirlemek amacıyla çeşitli istatistiksel analizler uygulanmıştır. Bunlar nitelikler arası ilişki analizi (interspesifik korelasyon analizi), Spearman sıralama korelasyon katsayısı analizi, Kendall Tau katsayısı analizi ve indikatör tür analizidir. Nitelikler arası ilişki analizi için C3 formülü (Cole, 1949; Özkan, 2002), Spearman sıralama korelasyon katsayısı analizi ve Kendall Tau katsayısı

analizi için PAST yazılımı (Press vd., 1992; Hammer vd., 2001; Hammer & Harper, 2024), indikatör tür analizi için PC-ORD yazılımı kullanılmıştır (McCune & Mefford, 2011).

### BULGULAR

Araştırma sahasında, kızılçam (*P. brutia*) ve karaçam (*P. nigra*) ormanlarının bulunduğu habitatlarda toplam 139 bitki türü tespit edilmiştir (EK Tablo 1). Kızılçam ve karaçamın yanı sıra yörede yayılış gösteren başlıca orman ağacı türleri arasında saçlı meşe (*Quercus cerris* L.) ve boylu ardıç (*Juniperus excelsa* M.Bieb) yer almaktadır. Ayrıca yörede yayılış gösteren ve odun dışı orman ürünü niteliği taşıyan çeşitli odunsu ve otsu bitki türleri bulunmaktadır. Bu türlerden özellikle *Amygdalus graeca* Lindl., *Arbutus andrachne* L., *Cistus creticus* L., *Cistus laurifolius* L., *Cistus salviifolius* L., *Crataegus monogyna* Jacq. var. *monogyna*, *Juniperus oxycedrus* L., *Pistacia terebinthus* L., *Pyrus amygdaliformis* Vill. var. *amygdaliformis*, *Quercus coccifera* L., *Rosa canina* L., *Rubus caesius* L., *Sideritis lanata* L., *Thymus longicaulis* C. Presl subsp. *chaubardii* (Rchb.f.) Jalas var. *chaubardii* gibi türler bölgede yaygın olarak gözlemlenmiştir. Bu çalışma kapsamında kızılçam ve karaçam hedef türleri için, gösterge bitki türlerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli istatistiksel analiz yöntemleri kullanılmıştır. Tüm analizlerde istatistiksel anlamlılık için p<0.01 eşik değeri esas alınmış ve elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur. Nitelikler arası ilişki analizi sonuçlarına göre, *P. brutia* hedef türü için 10 pozitif ve 11 negatif gösterge (Ek Tablo 2), *P. nigra* hedef türü için ise 16 pozitif ve 8 negatif gösterge (Ek Tablo 3), Spearman sıralama korelasyon katsayısı analiz sonuçlarına göre, *P. brutia* hedef türü için 11 pozitif ve 11 negatif gösterge, *P. nigra* hedef türü için 16 pozitif ve 8 negatif gösterge (Ek Tablo 4), Kendall Tau katsayısı analiz sonuçlarına göre *P. brutia* hedef türü için 36 pozitif ve 48 negatif gösterge, *P. nigra* hedef türü için ise 57 pozitif ve 22 negatif gösterge (Ek Tablo 5), İndikatör tür analizi sonuçlarına göre, *P. brutia* hedef türü için 8 pozitif ve 8 negatif gösterge (Ek Tablo 6), *P. nigra* hedef türü için 10 pozitif ve 2 negatif gösterge türü (Ek Tablo 7) tespit edilmiştir.

Analizler sonucunda, belirlenen önem seviyesi (p<0.01) değerine göre, *P. brutia* hedef türü için en önemli pozitif gösterge türleri *Cistus creticus* (Ciscrc), *Quercus coccifera* (Quecoc), *Onobrychis crista-galli* (Onocri), *Phillyrea latifolia* (Philat), *Asparagus acutifolius* (Aspacu), *Cistus salviifolius* (Cissal), *Geranium purpureum* (Gerpur) ve *Ranunculus paludosus* (Ranpal), en önemli negatif gösterge türleri ise *P. nigra* (Pinnig), *Rosa canina* (Roscan), *Euphorbia anacamperos* var. *tmolea* (Eupana), *Minuartia juressi* subsp. *asiatica* (Minjur), *Thymus longicaulis* subsp. *chaubardii* var. *chaubardii* (Thylon), *Pteridium aquilinum* (Pteaqu),

*Carduus nutans* (Carnut) ve *Trifolium arvense* var. *arvense* (Triarv) olarak belirlenmiş ve tüm analiz sonuçlarında ortak olduğu gözlemlenmiştir (Tablo 1).

*P. nigra* hedef türü için en önemli pozitif göstergeler türleri *Chamaecytisus pygmaeus* (Chapyg), *Bellis perennis* (Belper), *Huetia cynapioides* subsp. *macrocarpa* (Huecyn), *Tanacetum* sp. (Tansp.), *Silene conica* (Silcon), *Cistus salviifolius* (Cislau), *Doronicum orientale* (Dorori), *Holosteum umbellatum* var. *tenerrimum* (Holomb), *Erodium hoefftianum* (Erohoe) ve *Rosa canina* (Roscan), en önemli negatif göstergeler türleri ise *P. brutia* (Pinbru) ve *Quercus coccifera* (Quecoc) olarak belirlenmiş ve tüm analiz sonuçlarında ortak olduğu tespit edilmiştir (Tablo 1).

**Tablo 1.** *Pinus brutia* ve *Pinus nigra* hedef türleri için tüm analiz yöntemlerinde ortak olan pozitif ve negatif göstergeler türleri.

**Table 1.** Positive and negative indicator species common across all analysis methods for the target species *Pinus brutia* and *Pinus nigra*.

Hedef Tür	Pozitif Göstergeler Türler	Negatif Göstergeler Türler
<i>P. brutia</i>	Ciscre, Quecoc, Onocri, Philat, Aspacu, Cissal, Gerpur, Ranpal	Pinnig, Roscan, Eupana, Minjur, Thylon, Pteaqu, Carnut, Triarv
<i>P. nigra</i>	Chapyg, Belper, Huecyn, Tansp., Silcon, Cislau, Dorori, Holomb, Erohoe, Roscan	Pinbru, Quecoc

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Bozdağlar Yöresindeki kızılçam (*P. brutia*) ve karaçam (*P. nigra*) ormanlarına özgü göstergeler bitki türlerinin dört farklı analiz yöntemi kullanılarak belirlenmesi amaçlanmıştır. *P. brutia* hedef türü için yapılan analizlerde, tüm yöntemlerde en önemli pozitif göstergeler tür Ciscre, en önemli negatif göstergeler tür ise Pinnig olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Ciscre'nin kızılçam türünün ormanlarının ekolojik özelliklerine yüksek bir uyum sağladığını, buna karşılık Pinnig'in bu alanlarda daha düşük toleransa sahip olduğunu göstermektedir. Benzer çalışmalar incelendiğinde, Negiz & Erfidan (2023), Akdağ (Burdur) Yöresi'nde kızılçamın en önemli pozitif göstergesinin *Sytrax officinalis*, en önemli negatif göstergesinin ise *P. nigra* olduğunu ifade etmiştir. Göstergeler türlerin değişiminde ise farklı çalışma alanlarında çevresel etmenlerin varyasyonunun belirleyici olduğu ifade edilmiştir (Gülsoy vd., 2013). *P. nigra* hedef türü için yapılan analizlerde ise en önemli pozitif göstergeler türü Chapyg, en önemli negatif göstergeler türü ise Pinbru olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar, Chapyg'nin, karaçam türünün ormanlarının ekolojik özellikleri ile yüksek uyum gösterdiği, buna karşılık Pinbru'nun bu alanlarda daha düşük tolerans gösterdiği anlaşılmaktadır. Türkiye'nin farklı bölgelerinde karaçamla ilgili yapılan çalışmalarda, bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik ve farklılıkların olduğu gözlenmektedir. Örneğin, Özkan (2002) Beyşehir Gölü Havzası'nda *Cistus laurifolius* L., Öztürk & Güvenç (2010) ise *Pseudevernia fufuracea* var. *fufuracea* (L.) Zopf. türünü karaçamın önemli bir göstergesi olarak tanımlamışlardır. Gülsoy vd., (2013) Acıpayam (Denizli)

Yöresi'nde *Cedrus libani* A.Rich. türünü karaçamın en önemli pozitif göstergesi olarak tanımlarken, *P. brutia* türünü en önemli negatif göstergesi olarak saptamıştır. Negiz & Erfidan (2023) Akdağ (Burdur) Yöresi'nde karaçamın en önemli pozitif göstergesini *Cistus laurifolius*, en önemli negatif göstergesini *P. brutia* olarak tespit etmişlerdir.

Görüldüğü üzere bu çalışmanın sonuçları, literatürdeki bulgularla hem uyumlu hem de belirli farklılıklar göstermektedir. Bu durumun başlıca sebebi, ülkemizde kızılçam ve karaçamın geniş bir yayılım alanına sahip olmasıdır. Bu türlerin dağılım alanlarında eşlik eden bitki türleri, çeşitli çevresel faktörlerden etkilenmekte ve bu faktörler yerel olarak bitki türlerinin kompozisyonunda değişikliklere yol açmaktadır. Dolayısıyla, hedef türlerin göstergeler bitki türlerini belirlemeye yönelik çalışmaların, bu türlerin ekolojik koşullara özgü karakteristiklerini daha iyi anlamak amacıyla yerel ölçekte yapılması önem arz etmektedir (Gülsoy vd., 2013; Özdemir & Çınar, 2023; Ürkmez & Gülsoy, 2023).

Bu çalışmada ayrıca dört analiz yönteminin tümünde, her iki hedef tür için en önemli pozitif ve negatif göstergeler bitki türlerinin aynı olduğu belirlenmiştir. Bu durum, mevcut bitki türlerinin ekolojik rollerinin güçlü göstergeler olduğunu ve kullanılan yöntemlerden bağımsız olarak anlamlı sonuçlar verdiğini göstermektedir. Ancak yöntemler arasında belirlenen göstergeler türlerin sayısı ve çeşitliliği açısından önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Örneğin, Kendall Tau katsayısı analizi, sıralı verilerle daha hassas ve kapsamlı bir ilişki ölçümü sağlaması nedeniyle diğer yöntemlere göre daha fazla sayıda pozitif ve negatif göstergeler tür belirlemiştir. Bu analiz, türler arasındaki zayıf fakat istatistiksel olarak anlamlı ilişkileri de göstergeler tür olarak değerlendirdiği için daha fazla tür ortaya çıkmıştır (Ghent, 1963; Chen vd., 2022). Öte yandan, indikatör tür analizi, sadece yüksek anlam düzeyine sahip türleri değerlendirdiğinden, daha az sayıda göstergeler tür belirlemiştir (Ghent, 1963). Bu farklı yaklaşımların bir arada kullanımı, her iki hedef türün ekolojik gereksinimlerinin daha kapsamlı şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Özetle yöntemler arasındaki farklılıklar, her birinin kendine özgü istatistiksel yaklaşımlarından kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, Bozdağlar Yöresindeki kızılçam ve karaçam ekosistemleri arasındaki ekolojik farklılıkları bitki örtüsündeki varyasyonlarla desteklemektedir. İklim değişikliği etkisi altında, bu iki ekosistem tipinde belirli bitki türlerinin popülasyon dinamiklerinde ve dağılım alanlarında değişiklikler yaşanabileceği öngörülmektedir (Chapin III, 2003; Acarer, 2024a; Acarer, 2024b; Ertürk & Arıca, 2024). Bu bağlamda, kızılçam ve karaçam ekosistemlerine özgü göstergeler bitki türlerinin belirlenmesi, bu iki türün habitat

tercihleri, ekolojik gereksinimlerinin anlaşılması ve bu ekosistemlerin korunması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu veriler, kızılçam ve karaçam ormanlarının sürdürülebilir yönetiminde stratejik kararların alınmasına rehberlik edebilecek niteliktedir. Aynı zamanda bu araştırma ağaçlandırma çalışmalarında da değer taşımaktadır. Ağaçlandırma projeleri, maliyetli ve uzun vadeli yatırımlar olduğundan, bu projelerde hedef türlerin doğal ekolojik uyumlarını gözetmek başarı oranını artırabilmektedir. Doğru bitki türlerinin seçimi, ağaçlandırmanın yapılacağı alanın ekolojik koşullarıyla uyumlu olacak şekilde yapılmalıdır. Gösterge bitki türleri, ağaçlandırma potansiyeline sahip alanlarda hangi türlerin ekolojik açıdan uygun olduğunu veya uygun olmadığını belirlemek açısından pratik bilgiler sunmaktadır (Godefroid & Koedam, 2003; Gülsoy vd., 2013). Bu şekilde, hedef türlerin doğal yayılış özellikleriyle uyumlu ağaçlandırma çalışmalarının, başarılı ve sürdürülebilir orman restorasyonu için önemli bir temel sağlayacağı düşünülmektedir.

## TEŞEKKÜR

Bu çalışma, 2022 yılında Ordu'da düzenlenen 6. Uluslararası Hesaplamalı Matematik ve Mühendislik Bilimleri Konferansı (6th International Conference on Computational Mathematics and Engineering Sciences - CMES) kapsamında sözlü bildiri olarak sunulan çalışmanın genişletilmesiyle oluşturulmuştur.

Bu çalışma "Ege Bölgesi-Bozdağlar Yöresi'nde bitki tür çeşitliliğinin günümüz ve iklim değişimi altında potansiyel dağılım modellemesi ve haritalaması" başlıklı doktora tezinin verilerinden üretilmiştir.

Bu çalışma, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu (TÜBİTAK) tarafından 222O236 numaralı proje ile desteklenmiştir. Projeye verdiği destekten ötürü TÜBİTAK'a teşekkürlerimizi sunarız.

## KAYNAKLAR

- Acarer, A. (2024a).** Response of black pine (*Pinus nigra*) in southwestern Anatolia to climate change. *BioResources*, **19**(4), 8594-8607. DOI: [10.15376/biores.19.4.8594-8607](https://doi.org/10.15376/biores.19.4.8594-8607)
- Acarer, A. (2024b).** Role of climate change on Oriental spruce (*Picea orientalis* L.): Modeling and mapping. *BioResources*, **19**(2), 3845-3856. DOI: [10.15376/biores.19.2.3845-3856](https://doi.org/10.15376/biores.19.2.3845-3856)
- Acarer, A. & Mert, A. (2025).** Tınaz Dağının (Burdur) sosyoekonomik koşulları ve arazi kullanımı açısından 20 yıllık değişimi. *Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi*, **11**(1), 1-9. DOI: [10.53516/ajfr.1578759](https://doi.org/10.53516/ajfr.1578759)
- Atalay, İ. & Efe, R. (2015).** *Türkiye biyocoğrafyası*. Meta Basım Matbaacılık, İzmir.
- Atalay, İ., Siler, M. & Altunbaş, S. (2022).** Türkiye'de oyuntu erozyonu oluşumu ile ana materyal arasındaki ilişkiler. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, **20**(1), 84-120. DOI: [10.33688/aucbd.982732](https://doi.org/10.33688/aucbd.982732)
- Bekat, L. & Ofilas, S. (1990).** Bozdağ (Ödemiş) Vejetasyonu. *X. Ulusal Biyoloji Kongresi*, 18-20 Temmuz 1990, Erzurum, Türkiye, 257-270.
- Biger, G. & Liphshitz, N. (1991).** The recent distribution of *Pinus brutia*: a reassessment based on dendroarchaeological and dendrohistorical evidence from Israel. *The Holocene*, **1**(2), 157-161. DOI: [10.1177/095968369100100208](https://doi.org/10.1177/095968369100100208)
- Bussotti, F. (2002).** *Pinus nigra* Arnold. In: Pines of silvicultural importance. Wallingford-New York, CAB International: 266-285.
- Carignan, V. & Villard, M.A. (2002).** Selecting indicator species to monitor ecological integrity: a review. *Environmental monitoring and assessment*, **78**, 45-61. DOI: [10.1023/A:1016136723584](https://doi.org/10.1023/A:1016136723584)
- Carni, A., Conc, Š. & Valjavec, M.B. (2022).** Landform-vegetation units in karstic depressions (dolines) evaluated by indicator plant species and Ellenberg indicator values. *Ecological Indicators*, **135**. DOI: [10.1016/j.ecolind.2022.108572](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108572)
- Çepel, N. (1995).** *Orman Ekolojisi*. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, Üniversite Yayın No.3886.Orman Fakültesi Yayın No.433, 536s. İstanbul.
- Chapin III, F.S. (2003).** Effects of plant traits on ecosystem and regional processes: a conceptual framework for predicting the consequences of global change. *Annals of Botany*, **91**(4), 455-463. DOI: [10.1093/aob/mcg041](https://doi.org/10.1093/aob/mcg041)
- Chen, S., Ghadami, A. & Epureanu, B.I. (2022).** Practical guide to using Kendall's  $\tau$  in the context of forecasting critical transitions. *Royal Society Open Science*, **9**(7). DOI: [10.1098/rsos.211346](https://doi.org/10.1098/rsos.211346)
- Cole, L.C. (1949).** The measurement of interspecific association. *Journal Ecology*, **30**(4), 411-424. DOI: [10.2307/1932444](https://doi.org/10.2307/1932444)
- Davis, P.H. (1965-1985).** *Flora of Turkey and the East Aegean Island (Vols.1- 9)*. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Davis, P.H., Mill, R.R. & Tan, K. (1988).** *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Vol. 10 (suppl.))*. Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Dönmez, Y. & Aydınözü, D. (2012).** Bitki özellikleri açısından Türkiye. *Coğrafya Dergisi*, **1**(24), 1-17.
- Erten, P. & Taşkın, O. (1985).** *Kızılçam (Pinus brutia Ten.) Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar*. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Teknik Bülten Serisi No: 147, Ankara.
- Ertürk, N. & Arıca, B. (2024).** Possible changes in red pine (*Pinus brutia* Ten.) distribution areas in Kastamonu due to global climate change. *Kastamonu University Journal of Engineering and Sciences*, **10**(1), 29-37. DOI: [10.55385/kastamonujes.1474468](https://doi.org/10.55385/kastamonujes.1474468)
- Fontaine, M., Aerts, R., Özkan, K., Mert, A., Gulsoy, S., Suel, H., Waelkens, M. & Muys, B. (2007).** Elevation and Exposition Rather Than Soil Types Determine Communities and Site Suitability in Mediterranean Mountain Forests of Southern Anatolia Turkey. *Forest Ecology and Management*, **247**(1), 18-25. DOI: [10.1016/j.foreco.2007.04.021](https://doi.org/10.1016/j.foreco.2007.04.021)
- Ghent, A.W. (1963).** Kendall's "Tau" Coefficient as an Index of Similarity in Comparisons of Plant or Animal

- Communities. *The Canadian Entomologist*, **95**(6), 568-575. DOI: [10.4039/Ent95568-6](https://doi.org/10.4039/Ent95568-6)
- Giovannelli, G., Roig, A., Spanu, I., Vendramin, G.G. & Fady, B. (2017)**. A new set of nuclear microsatellites for an ecologically and economically important conifer: the European black pine (*Pinus nigra* Arn.). *Plant Molecular Biology Reporter*, **35**, 379-388. DOI: [10.1007/s11105-017-1029-z](https://doi.org/10.1007/s11105-017-1029-z)
- Godefroid, S. & Koedam, N., (2003)**. Identifying indicator plant species of habitat quality and invasibility as a guide for peri-urban forest management. *Biodiversity and Conservation*, **12**, 1699-1733. DOI: [10.1023/A:1023606300039](https://doi.org/10.1023/A:1023606300039)
- Gülsoy, S., Şentürk, Ö. & Negiz, M.G. (2013)**. Hedef türler için gösterge bitki türlerinin sayısal metotlar kullanılarak tespiti: Acıpayam Yöresi örneği. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, **14**(1), 10-14.
- Günel, N. (1987)**. Gediz ve Büyük Menderes arasındaki sahanın bitki örtüsü özellikleri. *İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, **3**(4), 93-104.
- Günel, N. (2013)**. Türkiye'de iklimin doğal bitki örtüsü üzerindeki etkileri. *Acta Turcica*, **1**(5), 1-22.
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M. & Babaç, M.T. (edlr.), (2012)**. *Türkiye Bitkileri Listesi (Damarlı Bitkiler)*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmaları Derneği Yayını. İstanbul.
- Güner, A., Özhatay, N., Ekim, T. & Baser, K.H.C. (2000)**. *Flora of Turkey and the East Aegean Islands (Vol 11 (suppl.))*. Edinburgh, Edinburgh Univ Press.
- Hammer, Ø. & Harper, D.A.T. (2024)**. *Paleontological data analysis*, 2nd ed. Elsevier. DOI: [10.1002/9781119933960](https://doi.org/10.1002/9781119933960)
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. (2001)**. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* **4**(1), 9pp.
- Isajev, V., Fady, B., Semerci, H. & Andonovski, V. (2004)**. *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (Pinus nigra)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages.
- Keten, İ. & Gülsoy, S. (2020)**. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.) ormanlarında verimlilik ilişkileri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, **4**(2), 88-102. DOI: [10.30516/bilgesci.740067](https://doi.org/10.30516/bilgesci.740067)
- Koçman, A. (1985)**. İzmir-Bozdağlar yöresinin yapısal jeomorfolojisi ve evrimi. *Ege Coğrafya Dergisi*, **3**(1), 63-86.
- Koçman, A. (1989)**. *Uygulamalı fiziki coğrafya çalışmaları ve İzmir-Bozdağlar Yöresi üzerinde araştırmalar*. İzmir, Ege Üniversitesi.
- McCune, B. & Mefford, M.J. (2011)**. *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 6.08, MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- Negiz, M.G. & Erfidan, O. (2023)**. Akdağ (Burdur) Yöresinin Gösterge Türlerine Göre Ekolojik Değerlendirmesi ve Uygulama Önerileri. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik*, **10**(19), 22-28.
- OGM. (2023)**. Orman Genel Müdürlüğü, Ormancılık İstatistikleri 2023. <https://www.ogm.gov.tr/tr/e-kutuphane/resmi-istatistikler> (Son Erişim Tarihi: 21.01.2025).
- Oğuzoğlu, Ş. & Özkan, K. (2008)**. Productivity distribution modelling of Anatolian Black Pine *Pinus nigra* subsp. *pallasiana* var. *pallasiana* in the Türkmen Mountain, Eskişehir. *Biological Diversity and Conservation*, **8**(2), 134-140.
- Özdemir, S., Oğuzoğlu, Ş. & Ulsan, M.D. (2014)**. Odun Dışı Orman Ürünlerinin Yetiştirme Ortamı Uygunluk Modellemesinde Kullanılabilecek Çevresel Değişkenlere Ait Altlık Haritaların Oluşturulması: Ovacık Dağı Örneği. *II. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu*, **22**(24), 738-749.
- Özdemir, S. & Çınar, T. (2023)**. Determining indicator plant species of *Pinus brutia* Ten. Site index classes using interspecific correlation analysis in Antalya (Turkey). *Cerne*, **29**. DOI: [10.1590/01047760202329013188](https://doi.org/10.1590/01047760202329013188)
- Özdemir, S., Negiz, M. G., Turhan, U. U., Şenol, A. & Arslan, M. (2017)**. Kuyucak Dağı yöresinde alfa çeşitliliğinin gösterge bitki türleri. *Turkish Journal of Forestry*, **18**, 102-109. DOI: [10.18182/tjf.289095](https://doi.org/10.18182/tjf.289095)
- Özkan, K. (2002)**. Türler arası birlikteliğin interspesifik korelasyon analizi ile ölçümü. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, **2**, 71-78.
- Özkan, K. & Negiz, M. G. (2011)**. Isparta yukarı gökdere yöresindeki odunsu vejetasyonun hiyerarşik yöntemlerle sınıflandırılması ve haritalanması. *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, **1**, 27-33.
- Öztürk, Ş. & Güvenç, Ş. (2010)**. Comparison of the epiphytic lichen communities growing on various tree species on Mt. Uludağ (Bursa, Turkey). *Turkish Journal of Botany*, **34**, 449-456. DOI: [10.3906/bot-0905-12](https://doi.org/10.3906/bot-0905-12)
- Press, W.H., Teukolsky, S.A., Vetterling, W.T. & Flannery, B.P. (1992)**. *Numerical Recipes in C*. Cambridge University Press.
- Rolstad, J., Gjerde, I., Gundersen, V.S. & Satersdal, M. (2002)**. Use of indicator species to assess forest continuity: a critique. *Conservation Biology*, **16**(1), 253-257. DOI: [10.1046/j.1523-1739.2002.00552.x](https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.00552.x)
- Siddig, A.A., Ellison, A.M., Ochs, A., Villar-Leeman, C. & Lau, M.K. (2016)**. How do ecologists select and use indicator species to monitor ecological change? Insights from 14 years of publication in Ecological Indicators. *Ecological Indicators*, **60**, 223-230. DOI: [10.1016/j.ecolind.2015.06.036](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.06.036)
- Tavşanoğlu, Ç. (2009)**. Akdeniz Havzası Ormanlarında Yangın Sonrası Kendiliğinden Gençleşme. *I. Orman Yangınları ile Mücadele Sempozyumu*, 7-10 Ocak, Antalya, T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü, sf. 310-317.
- Tekeş, A. (2024a)**. Katran ardıcının (*Juniperus oxycedrus* L.) gösterge bitki tür analizi ve ekolojik değerlendirmesi. *21. Yüzyılda Fen ve Teknik Dergisi*, **11**(22), 81-91.
- Tekeş, A. (2024b)**. *Ege Bölgesi-Bozdağlar Yöresi'nde bitki tür çeşitliliğinin günümüz ve iklim değişimi altında potansiyel dağılım modellemesi ve haritalanması*. Doktora Tezi, Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü.
- Tekeş, A. & Özkan, K. (2024)**. The Relationship Between Certain Oak Species and Ecological Factors: An Analysis of Indicator Plant Species in Bozdağlar. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, **8**(4), 307-323. DOI: [/10.29329/ijjaar.2024.1109.4](https://doi.org/10.29329/ijjaar.2024.1109.4)

- Tüfekcioğlu, İ., Ergan, G., Kaynaş, B., Aktepe, N. & Tavşanoğlu, Ç. (2022).** Akdeniz iklim bölgesindeki alt yükselti orman ve çalılıklarında yangın sonrası hızlı ekolojik değerlendirme ile restorasyon önerilerinin geliştirilmesi: Datça-Bozburun Özel Çevre Koruma Bölgesi örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 23(3), 163-177. DOI: 10.18182/tjf.1118883
- Ürkmez, H.İ. & Gülsoy, S. (2023).** Karaçam, kızılçam, boylu ardıç ve meşe ormanlarında bitki tür çeşitliliği ve çevresel faktör ilişkileri. *Turkish Journal of Forestry*, 24(3), 223-234. DOI: 10.18182/tjf.1336614

- Vacek, Z., Cukor, J., Vacek, S., Gallo, J., Bažant, V. & Zeidler, A. (2023).** Role of black pine (*Pinus nigra* JF Arnold) in European forests modified by climate change. *European Journal of Forest Research*, 142(6), 1239-1258. DOI: 10.1007/s10342-023-01605-5
- Vardar, S. (2018).** *Lidya'nın Tmolos (Bozdağlar) Yaylalarında Jeomorfoloji, Paleocoğrafya ve Jeoarkeoloji Araştırmaları*. İstanbul, Kriter Yayınevi.
- Yaşar, M., Çağlar, L., Tez, H. & Karademir, A. (2024).** Türkiye'de reçine üretimi ve sivil ormancılığın rolü. *Ağaç ve Orman*, 5(2), 79-91.

**Ek Tablo 1.** Bitki Tür Listesi ve Kodları.**Supplementary Table 1.** The list of Plant Species and Their Codes.

Kodlar	Bitki Tür İsimleri	Kodlar	Bitki Tür İsimleri
Achgra	<i>Achillea grandifolia</i> Friv.	Junexc	<i>Juniperus excelsa</i> M.Bieb.
Alktin	<i>Alkanna tinctoria</i> (L.) Tausch subsp. <i>tinctoria</i>	Junoxy	<i>Juniperus oxycedrus</i> L. var. <i>oxycedrus</i>
Allpet	<i>Alliaria petiolata</i> (M.Bieb.) Cavara & Grande	Lapcop	<i>Lapsana communis</i> L. subsp. <i>psidica</i> (Boiss. & Heldr.) Rech.
Allsco	<i>Allium scorodoprasum</i> L. subsp. <i>rotundum</i> (L.) Stearn	Lavstc	<i>Lavandula stoechas</i> L. subsp. <i>carriensis</i>
Alyfus	<i>Alyssum fulvescens</i> var. <i>stellatocarpum</i> Hub.-Mor.	Legfal	<i>Legousia falcata</i> (Ten.) Fritsch ex Janch.
Amygra	<i>Amygdalus graeca</i> Lindl.	Legspe	<i>Legousia speculum-veneris</i> (L.) Durande ex Vill.
Antacd	<i>Anthemis aciphylla</i> Boiss. var. <i>discoidea</i> Boiss.	Lenerv	<i>Lens ervoides</i> (Brign.) Grande
Antrec	<i>Anthemis cretica</i> L. subsp. <i>leucanthemoides</i> (Boiss.) Grierson	Leotub	<i>Leontodon tuberosus</i> L.
Antvul	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. subsp. <i>praepropera</i> (Kerner) Bornm.	Lonnum	<i>Lonicera nummulariifolia</i> Jaub. & Spach subsp. <i>nummulariifolia</i>
Antwie	<i>Anthemis wiedemanniana</i> Fisch. & C.A.Mey.	Marrot	<i>Marrubium rotundifolium</i> Boiss.
Araver	<i>Arabis verna</i> (L.) R.Br.	Minjur	<i>Minuartia juressi</i> (Willd. ex Schlect.) Lacaita subsp. <i>asiatica</i> McNeill.
Arband	<i>Arbutus andrachne</i> L.	Musarm	<i>Muscari armeniacum</i> Leichtlin ex Baker
Aresp.	<i>Arenaria</i> sp.	Nepvis	<i>Nepeta viscida</i> Boiss.
Armcar	<i>Armeria carriensis</i> Boiss. var. <i>carriensis</i>	Onocap	<i>Onobrychis caput-galli</i> (L.) Lam.
Arudio	<i>Arum dioscoridis</i> Sm.	Onocri	<i>Onobrychis crista-galli</i> (L.) Lam.
Aspacu	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	Onosp.	<i>Onopordum</i> sp.
Aspaes	<i>Asphodelus aestivus</i> Brot.	Orldau	<i>Orlaya daucoides</i> (L.) Greuter
Astang	<i>Astragalus angustifolius</i> Lam.	Ornarm	<i>Ornithogalum armeriacum</i> Baker
Astfla	<i>Astragalus flavescens</i> Boiss.	Palisp	<i>Paliurus spina-christi</i> P. Mill.
Astpti	<i>Astragalus pilodes</i> Boiss.	Paprho	<i>Papaver rhoeas</i> L.
Astsp.	<i>Astragalus</i> sp.	Philat	<i>Phillyrea latifolia</i> L.
Asttmo	<i>Astragalus tmoleus</i> Boiss. var. <i>tmoleus</i>	Phlexa	<i>Phleum exaratum</i> subsp. <i>exaratum</i> Griseb.
Asyvir	<i>Asyneuma virgatum</i> subsp. <i>cichoriiforme</i> (Boiss.) Damboldt	Pilpil	<i>Pilosella piloselloides</i> (Vill.) Sojak subsp. <i>megalomastix</i>
Avebar	<i>Avena barbata</i> subsp. <i>barbata</i> Pott ex Link	Pinbru	<i>Pinus brutia</i> Ten.
Belper	<i>Bellis perennis</i> L.	Pinnig	<i>Pinus nigra</i> J.F. Arnold
Beltri	<i>Bellardia trixago</i> (L.) All.	Pister	<i>Pistacia terebinthus</i> L.
Brohor	<i>Bromus hordeaceus</i> L. subsp. <i>hordeaceus</i>	Plachl	<i>Platanthera chlorantha</i> (Custer) Rchb. subsp. <i>chlorantha</i>
Bugarv	<i>Buglossoides arvensis</i> (L.) I. M. Johnst.	Plalog	<i>Plantago logopus</i> L.
Camlyr	<i>Campanula lyrata</i> Lam. subsp. <i>lyrata</i>	Plasp.	<i>Plantago</i> sp.
Cardiv	<i>Carex divisa</i> Huds.	Poapra	<i>Poa pratensis</i> L.
Carnut	<i>Carduus nutans</i> L.	Pteaqu	<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn
Cencya	<i>Centaurea cyanus</i> Hill.	Pyramy	<i>Pyrus amygdaliformis</i> Vill. var. <i>amygdaliformis</i>
Centri	<i>Centaurea triumfettii</i> All.	Quecer	<i>Quercus cerris</i> L. var. <i>cerris</i>
Chapyg	<i>Chamaecytisus pygmaeus</i> (Willd.) Rothm.	Quecoc	<i>Quercus coccifera</i> L.
Chiluc	<i>Chionodoxa luciliae</i> (Boiss.) Speta	Ranpal	<i>Ranunculus paludosus</i> Poir.
Ciraca	<i>Cirsium acarna</i> (L.) Moench	Ranspr	<i>Ranunculus sprunerianus</i> Boiss.
Ciscre	<i>Cistus creticus</i> L.	Romtem	<i>Romulea tempskyana</i> Freyn.
Cislau	<i>Cistus laurifolius</i> L.	Roscan	<i>Rosa canina</i> L.
Cissal	<i>Cistus salvifolius</i> L.	Rubcae	<i>Rubus caesius</i> L.
Colmel	<i>Colutea melanocalyx</i> subsp. <i>davisiana</i> (Browicz) D.F.Chamb.	Rumace	<i>Rumex acetosella</i> L.
Cramon	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. var. <i>monogyna</i>	Rumbuc	<i>Rumex bucephalophorus</i> L.
Cresmy	<i>Crepis smyrnaea</i> DC. Ex Froehlich	Rumtub	<i>Rumex tuberosus</i> L. subsp. <i>tuberosus</i>
Cupsem	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Satcun	<i>Satureja cuneifolia</i> Ten.
Cynech	<i>Cynosurus echinatus</i> L.	Scacos	<i>Scabiosa cosmoides</i> Boiss.
Digfer	<i>Digitalis ferruginea</i> L. subsp. <i>ferruginea</i>	Scamac	<i>Scandix macrorhyncha</i> C.A.Mey.
Dorori	<i>Doronicum orientale</i> Hoffm.	Scavim	<i>Scariola viminea</i> (L.) F.W.Schmidt.
Dramur	<i>Draba muralis</i> L.	Scosub	<i>Scorzonera sublanata</i> Lipsch.
Dravul	<i>Dracunculus vulgaris</i> Schott.	Sedamp	<i>Sedum amplexicaule</i> DC.
Elaasc	<i>Elaeoselinum asclepium</i> (L.) Bertol.	Sidlan	<i>Sideritis lanata</i> L.
Eriarb	<i>Erica arborea</i> L.	Silcon	<i>Silene conica</i> L.
Erohoe	<i>Erodium hoefftianum</i> C.A.Mey.	Sonole	<i>Sonchus oleraceus</i> L.
Erover	<i>Erophila verna</i> (L.) DC.	Stabyz	<i>Stachys byzantina</i> C. Koch
Eupana	<i>Euphorbia anacamperos</i> Boiss. var. <i>tmolea</i> M.L.S. Khan	Stawor	<i>Stachys woronowii</i> (Schischk. ex Grossh.) R.R.Mill
Euprig	<i>Euphorbia rigida</i> M.Bieb.	Stempa	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>pallida</i> (Dumort.) Asch. & Graebn.
Fessp.	<i>Festuca</i> sp.	Stempo	<i>Stellaria media</i> (L.) Vill. subsp. <i>postii</i> Holmboe
Galapa	<i>Galium aparine</i> L.	Tansp.	<i>Tanacetum</i> sp.
Gallov	<i>Galium lovcense</i> Urum.	Tarbut	<i>Taraxacum butleri</i> van. Soest
Genaca	<i>Genista acanthoclada</i> DC.	Thylon	<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl subsp. <i>chaubardii</i> (Rchb.f.) Jalas var. <i>chaubardii</i>
Gerasp	<i>Geranium asphodeloides</i> Burm. subsp. <i>asphodeloides</i>	Torlep	<i>Torilis leptophylla</i> (L.) Rchb.f.
Germol	<i>Geranium molle</i> L.	Torucl	<i>Torilis ucranica</i> Spreng.
Gerpur	<i>Geranium purpureum</i> Vill.	Triarv	<i>Trifolium arvense</i> L. var. <i>arvense</i>
Gerrot	<i>Geranium rotundifolium</i> L.	Tricam	<i>Trifolium campestre</i> Schreb.
Gertub	<i>Geranium tuberosum</i> L.	Triste	<i>Trifolium stellatum</i> L. var. <i>stellatum</i>
Holumb	<i>Holosteum umbellatum</i> var. <i>tenerrimum</i>	Verpar	<i>Verbascum parviflorum</i> Lam.

Huecyn	<i>Huetia cynapioides</i> (Guss.) P. W. Ball in Feddes Rep. subsp. <i>macrocarpa</i> (Boiss. & Spruner) P. W. Ball op.	Vicart	<i>Vicia articulata</i> Hornem.
Hymcir	<i>Hymenocarpus circimatus</i> (L.) Savi	Vicvid	<i>Vicia villosa</i> Roth. subsp. <i>dasycarpa</i> (Ten.) Cav.
Hypade	<i>Hypericum adenotrichum</i> Spach	Vintmo	<i>Vincetoxicum tmoium</i> Boiss.
Hypfol	<i>Hypericum perforatum</i> L.	Viokit	<i>Viola kitaibeliana</i> Roem. & Schult.
Hypgla	<i>Hypochaeris glabra</i> L.	Zizten	<i>Ziziphora tenuior</i> L.
Hypspl	<i>Hypericum</i> sp.1		

**Ek Tablo 2.** Niteliklerarası İlişki Analizine göre *Pinus brutia* hedef türü için pozitif ve negatif gösterge bitki türleri ve önem seviyeleri.**Supplementary Table 2.** Positive and negative indicator plant species and their significance levels for the target species *Pinus brutia*, based on Interattribute Relationship Analysis.

Hedef Tür	Gösterge Türler	Khi Kare	C3	p değeri	Gösterge Yönü
Pinbru	Aspacu	10,3840	0,3482	0,0013	+
	Ciscrc	31,6528	0,7276	0,0000	+
	Cissal	9,3343	0,2083	0,0022	+
	Colmel	6,6830	0,1283	0,0097	+
	Cupsem	6,6830	0,1283	0,0097	+
	Gerpur	8,7641	0,2849	0,0031	+
	Onocri	16,7499	0,2971	0,0000	+
	Philat	14,8698	0,4035	0,0001	+
	Quecoc	28,1378	0,6459	0,0000	+
	Ranpal	7,6212	0,2199	0,0058	+
	Carnut	8,2173	-0,2397	0,0041	-
	Cynech	6,9182	-0,2336	0,0085	-
	Eupana	13,6147	-0,3266	0,0002	-
	Holumb	7,3253	-0,1843	0,0068	-
	Minjur	10,8506	-0,2662	0,0010	-
	Pinnig	33,3008	-0,6731	0,0000	-
	Pteaqu	8,2970	-0,3435	0,0040	-
	Roscan	16,6119	-0,4183	0,0000	-
	Thylon	9,9858	-0,2803	0,0016	-
	Triarv	8,2036	-0,3023	0,0042	-
Tricam	7,5430	-0,3582	0,0060	-	

**Ek Tablo 3.** Niteliklerarası İlişki Analizine göre *Pinus nigra* hedef türü için pozitif ve negatif gösterge bitki türleri ve önem seviyeleri.**Supplementary Table 3.** Positive and negative indicator plant species and their significance levels for the target species *Pinus nigra*, based on Interattribute Relationship Analysis.

Hedef Tür	Gösterge Türler	khi	C3	p değeri	Gösterge Yönü
Pinnig	Antacd	7,0301	0,0549	0,0080	+
	Arncar	7,0368	0,0939	0,0080	+
	Belper	14,4755	0,2168	0,0001	+
	Carnut	6,7188	0,1395	0,0095	+
	Chapyg	17,1950	0,1897	0,0000	+
	Cislau	12,7868	0,2111	0,0003	+
	Dorori	11,1288	0,2192	0,0008	+
	Erohoe	10,6083	0,0814	0,0011	+
	Eupana	7,7783	0,1594	0,0053	+
	Holumb	10,7518	0,1394	0,0010	+
	Huecyn	14,2295	0,1075	0,0002	+
	Junexc	7,0301	0,0549	0,0080	+
	Plachl	10,6083	0,0814	0,0011	+
	Roscan	9,9441	0,2133	0,0016	+
	Silcon	13,3253	0,1266	0,0003	+
	Tansp.	13,8977	0,1649	0,0002	+
	Aspacu	7,5925	-0,2557	0,0059	-
	Ciscrc	6,7407	-0,3143	0,0094	-
	Gerpur	7,2748	-0,2130	0,0070	-
	Philat	10,0655	-0,2920	0,0015	-
Pinbru	33,3008	-0,6731	0,0000	-	
Pister	6,8975	-0,2020	0,0086	-	
Quecoc	14,4297	-0,4574	0,0001	-	
Rumtub	8,0448	-0,2352	0,0046	-	

**Ek Tablo 4.** Spearman Sıralama Korelasyon Katsayısı Analizine göre *Pinus brutia* ve *Pinus nigra* hedef türleri için pozitif ve negatif gösterge bitki türleri ve önem seviyeleri.**Supplementary Table 4.** Positive and negative indicator plant species and their significance levels for the target species *Pinus brutia* and *Pinus nigra*, based on Spearman's Rank Correlation Coefficient Analysis.

Hedef Tür	Gösterge Türler	Spearman sıralama korelasyon katsayısı	p değeri	Gösterge Yönü	Hedef Tür	Gösterge Türler	Spearman sıralama korelasyon katsayısı	p değeri	Gösterge Yönü
Pinbru	Aspacu	0,2472	0,0012	+	Pinnig	Antacd	0,2034	0,0078	+
	Aspaes	0,1971	0,0010	+		Arncar	0,2035	0,0078	+
	Ciscrc	0,4315	0,0000	+		Belper	0,2918	0,0001	+
	Cissal	0,2343	0,0021	+		Carnut	0,1988	0,0094	+
	Colmel	0,1983	0,0095	+		Chapyg	0,3180	0,0000	+
	Cupsem	0,1983	0,0095	+		Cislau	0,2743	0,0003	+
	Gerpur	0,2271	0,0029	+		Dorori	0,2559	0,0008	+
	Onocri	0,3139	0,0000	+		Erohoe	0,2498	0,0010	+
	Philat	0,2958	0,0001	+		Eupana	0,2139	0,0051	+
	Quecoc	0,4068	0,0000	+		Holumb	0,2515	0,0009	+
	Ranpal	0,2117	0,0056	+		Huecyn	0,2893	0,0001	+
	Carnut	-0,2199	0,0040	-		Junexc	0,2034	0,0078	+
	Cynech	-0,2017	0,0083	-		Plachl	0,2498	0,0010	+
	Eupana	-0,2830	0,0002	-		Roscan	0,2419	0,0015	+
	Holumb	-0,2076	0,0066	-		Silcon	0,2800	0,0002	+
	Minjur	-0,2526	0,0009	-		Tansp.	0,2859	0,0002	+



Pinnig	-0,4426	0,0000	-	Aspacu	-0,2113	0,0057	-
Pteaqu	-0,2209	0,0038	-	Ciscrc	-0,1991	0,0092	-
Roscan	-0,3126	0,0000	-	Gerpur	-0,2069	0,0068	-
Thylon	-0,2424	0,0015	-	Philat	-0,2433	0,0014	-
Triarv	-0,2197	0,0040	-	Pinbru	-0,4426	0,0000	-
Tricam	-0,2106	0,0058	-	Pister	-0,2014	0,0084	-
				Quecoc	-0,2913	0,0001	-
				Rumtub	-0,2175	0,0044	-

**Ek Tablo 5.** Kendall Tau Katsayısı Analizine göre *Pinus brutia* ve *Pinus nigra* hedef türleri için pozitif ve negatif gösterge bitki türleri ve önem seviyeleri.  
**Supplementary Table 5.** Positive and negative indicator plant species and their significance levels for the target species *Pinus brutia* and *Pinus nigra*, based on Kendall's Tau Coefficient Analysis.

Hedef Tür	Gösterge Türler	Kendall Tau Katsayısı	p değeri	Gösterge Yönü	Hedef Tür	Gösterge Türler	Kendall Tau Katsayısı	p değeri	Gösterge Yönü
Pinbru	Antvul	0,1527	0,0031	+	Pinnig	Achgra	0,1434	0,0055	+
	Arband	0,1536	0,0030	+		Allpet	0,1434	0,0055	+
	Aspacu	0,2472	0,0000	+		Amygra	0,1434	0,0055	+
	Aspaes	0,1971	0,0001	+		Antacd	0,2034	0,0001	+
	Camlyr	0,1412	0,0063	+		Antwie	0,1682	0,0011	+
	Ciscrc	0,4315	0,0000	+		Aresp.	0,1434	0,0055	+
	Cissal	0,2343	0,0000	+		Armcar	0,2035	0,0001	+
	Colmel	0,1983	0,0001	+		Arudio	0,1434	0,0055	+
	Cresmy	0,1527	0,0031	+		Astang	0,1426	0,0058	+
	Cupsem	0,1983	0,0001	+		Astpti	0,1962	0,0001	+
	Elaasc	0,1768	0,0006	+		Astsp.	0,1434	0,0055	+
	Eriarb	0,1763	0,0006	+		Asttmo	0,1475	0,0043	+
	Gerpur	0,2271	0,0000	+		Asyvir	0,1434	0,0055	+
	Gerrot	0,1749	0,0007	+		Beltri	0,1434	0,0055	+
	Hymcir	0,1527	0,0031	+		Belper	0,2918	0,0000	+
	Hypfol	0,1536	0,0030	+		Bugarv	0,1434	0,0055	+
	Junoxy	0,1455	0,0048	+		Carnut	0,1988	0,0001	+
	Lavstc	0,1527	0,0031	+		Cardiv	0,1573	0,0023	+
	Leotub	0,1870	0,0003	+		Centri	0,1426	0,0058	+
	Onocap	0,1527	0,0031	+		Chapyg	0,3180	0,0000	+
	Onocri	0,3139	0,0000	+		Chiluc	0,1434	0,0055	+
	Onosp.	0,1527	0,0031	+		Cislaui	0,2743	0,0000	+
	Orldau	0,1696	0,0010	+		Dorori	0,2559	0,0000	+
	Palisp	0,1411	0,0063	+		Dramur	0,1434	0,0055	+
	Paprho	0,1549	0,0027	+		Erohoe	0,2498	0,0000	+
	Philat	0,2958	0,0000	+		Erover	0,1434	0,0055	+
	Pilpil	0,1335	0,0098	+		Eupana	0,2139	0,0000	+
	Pister	0,1752	0,0007	+		Fessp.	0,1434	0,0055	+
	Plalog	0,1527	0,0031	+		Gerasp	0,1434	0,0055	+
	Pyramy	0,1383	0,0074	+		Gertub	0,1434	0,0055	+
	Quecoc	0,4068	0,0000	+		Holumb	0,2515	0,0000	+
	Ranpal	0,2117	0,0000	+		Huecyn	0,2893	0,0000	+
	Rumtub	0,1892	0,0002	+		Hypspl	0,1434	0,0055	+
	Scosub	0,1527	0,0031	+		Junexc	0,2034	0,0001	+
	Stawor	0,1527	0,0031	+		Lapcop	0,1426	0,0058	+
	Triste	0,1455	0,0048	+		Lenerv	0,1434	0,0055	+
	Allsco	-0,1528	0,0031	-		Lonnum	0,1434	0,0055	+
	Alyfus	-0,1546	0,0028	-		Musarm	0,1808	0,0005	+
	Antcre	-0,1528	0,0031	-		Plasp.	0,1434	0,0055	+
	Armcar	-0,1679	0,0012	-		Plachl	0,2498	0,0000	+
	Astfla	-0,1679	0,0012	-		Poapra	0,1434	0,0055	+
	Astpti	-0,1363	0,0083	-		Pteaqu	0,1651	0,0014	+
Avebar	-0,1679	0,0012	-	Ranspr	0,1434	0,0055	+		
Brohor	-0,1679	0,0012	-	Romtem	0,1434	0,0055	+		
Carnut	-0,2199	0,0000	-	Roscan	0,2419	0,0000	+		
Chapyg	-0,1827	0,0004	-	Rubcae	0,1426	0,0058	+		
Ciraca	-0,1416	0,0061	-	Satcun	0,1659	0,0013	+		
Cramon	-0,1920	0,0002	-	Scavim	0,1434	0,0055	+		
Cynech	-0,2017	0,0001	-	Sedamp	0,1656	0,0014	+		
Digfer	-0,1363	0,0083	-	Silcon	0,2800	0,0000	+		
Eupana	-0,2830	0,0000	-	Sonole	0,1434	0,0055	+		
Galapa	-0,1608	0,0019	-	Stempa	0,1962	0,0001	+		
Gallov	-0,1363	0,0083	-	Stempo	0,1434	0,0055	+		
Genaca	-0,1951	0,0002	-	Tansp.	0,2859	0,0000	+		
Germol	-0,1345	0,0092	-	Tarbut	0,1717	0,0009	+		
Holumb	-0,2076	0,0001	-	Vicart	0,1731	0,0008	+		
Hypade	-0,1528	0,0031	-	Viokit	0,1434	0,0055	+		
Hypgla	-0,1528	0,0031	-	Alktin	-0,1411	0,0063	-		
Legfal	-0,1391	0,0071	-	Araver	-0,1479	0,0042	-		
Legspe	-0,1739	0,0008	-	Aspacu	-0,2113	0,0000	-		
Marrot	-0,1546	0,0028	-	Camlyr	-0,1417	0,0061	-		
Minjur	-0,2526	0,0000	-	Cencya	-0,1710	0,0009	-		
Nepvis	-0,1951	0,0002	-	Ciscrc	-0,1991	0,0001	-		
Ormarm	-0,1895	0,0002	-	Cissal	-0,1341	0,0094	-		
Phlexa	-0,1528	0,0031	-	Dravul	-0,1341	0,0094	-		
Pinnig	-0,4426	0,0000	-	Euprig	-0,1544	0,0028	-		
Pteaqu	-0,2209	0,0000	-	Gerpur	-0,2069	0,0000	-		
Quecer	-0,1599	0,0020	-	Gerrot	-0,1479	0,0042	-		
Roscan	-0,3126	0,0000	-	Onocri	-0,1479	0,0042	-		
Rumace	-0,1819	0,0004	-	Orldau	-0,1683	0,0011	-		
Scacos	-0,1363	0,0083	-	Paprho	-0,1411	0,0063	-		
Scamac	-0,1363	0,0083	-	Philat	-0,2433	0,0000	-		
Sidlan	-0,1493	0,0038	-	Pinbru	-0,4426	0,0000	-		

Silcon	-0,1679	0,0012	-	Pister	-0,2014	0,0001	-
Stabyz	-0,1340	0,0095	-	Quecoc	-0,2913	0,0000	-
Tansp.	-0,1691	0,0011	-	Ranpal	-0,1607	0,0019	-
Thylon	-0,2424	0,0000	-	Rumbuc	-0,1411	0,0063	-
Torlep	-0,1493	0,0038	-	Rumtub	-0,2175	0,0000	-
Torucr	-0,1528	0,0031	-	Vicvid	-0,1455	0,0049	-
Triarv	-0,2197	0,0000	-				
Tricam	-0,2106	0,0000	-				
Verpar	-0,1679	0,0012	-				
Vintmo	-0,1951	0,0002	-				
Zitzen	-0,1819	0,0004	-				

**Ek Tablo 6.** İndikatör Tür Analizine göre *Pinus brutia* hedef türü için pozitif ve negatif gösterge bitki türleri ve önem seviyeleri.

**Supplementary Table 6.** Positive and negative indicator plant species and their significance levels for the target species *Pinus brutia*, based on Indicator Species Analysis.

Hedef Tür	Gösterge Türler	Gösterge Grubu	Gözlemlenen İndikatör Değeri (IV)	Ortalama	Standart Sapma	p değeri	Gösterge Yönü
Pinbru	Aspacu	1	21,3	11,4	2,13	0,0022	+
	Ciscrc	1	54,7	30,9	2,53	0,0002	+
	Cissal	1	11,2	4,7	1,48	0,0042	+
	Gerpur	1	16,8	8,8	1,89	0,0024	+
	Onocri	1	16,2	5,4	1,56	0,0002	+
	Philat	1	23,9	11,1	2,10	0,0002	+
	Quecoc	1	42,6	19,9	2,54	0,0002	+
	Ranpal	1	12,3	6,1	1,64	0,0074	+
	Carnut	0	12,3	6,1	1,71	0,0050	-
	Eupana	0	16,7	6,7	1,77	0,0004	-
	Minjur	0	13,5	5,8	1,51	0,0002	-
	Pinnig	0	37,2	14,0	2,29	0,0002	-
	Pteaqu	0	20,1	12,4	2,16	0,0052	-
	Roscan	0	21,6	9,2	2,05	0,0004	-
	Thylon	0	14,4	6,7	1,76	0,0032	-
Triarv	0	16,5	9,4	1,90	0,0054	-	

**Ek Tablo 7.** İndikatör Tür Analizine göre *Pinus nigra* hedef türü için pozitif ve negatif gösterge bitki türleri ve önem seviyeleri.

**Supplementary Table 7.** Positive and negative indicator plant species and their significance levels for the target species *Pinus nigra*, based on Indicator Species Analysis.

Hedef Tür	Gösterge Türler	Gösterge Grubu	Gözlemlenen İndikatör Değeri (IV)	Ortalama	Standart Sapma	p değeri	Gösterge Yönü
Pinnig	Belper	1	21,9	7,6	2,35	0,0008	+
	Chapyy	1	19,0	5,5	1,98	0,0004	+
	Cislau	1	21,4	8,0	2,47	0,0012	+
	Dorori	1	22,5	9,3	2,58	0,0024	+
	Erohoe	1	7,9	2,4	1,04	0,0096	+
	Holumb	1	13,8	4,6	1,93	0,0032	+
	Huecyn	1	10,5	2,7	1,37	0,0024	+
	Roscan	1	22,0	9,7	2,65	0,0038	+
	Silcon	1	12,4	3,6	1,54	0,0032	+
	Tansp.	1	16,4	5,1	1,94	0,0020	+
	Pinbru	0	52,8	25,7	3,40	0,0002	-
	Quecoc	0	34,3	20,6	3,24	0,0048	-