

Kızılçam meşcerelerinde bitki tür çeşitliliği ile verimlilik arasındaki ilişkilerin belirlenmesi

Mehmet Güvenç Negiz^a, Serkan Özdemir^a, Oğuzhan Erfidan^{b,*}, Alican Çivğa^a, Özdemir Şentürk^c

Özet: Bu çalışmada kızılçamın verimliliği ile bitki tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler ortaya konulmuştur. Veriler Muğla ve Antalya'da 101 adet doğal kızılçam meşceresinde gerçekleştirilen envanter çalışmalarından temin edilmiştir. Her bir örnek alanda plus ağaç olarak seçilen 3 kızılçam için yaş ve boy değerleri kaydedilmiştir. Aynı zamanda örnek alanlara Braun-Blanquet skalasına göre bitki türleri kaydedilmiştir. Elde edilen yaş ve boy değerleri 75 yaşa endekslenerek bonitet değerleri hesaplanmış ve bonitet değerlerinin ortalaması alınarak her bir örnek alana ait ortalama bonitet değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra bonitet değerlerine 1 ile 5 arasında bir verimlilik değeri atanmıştır. Çeşitlilik ölçümlerinin yapılabilmesi için kaplama alanı değerleri Westhoff ve Maarel (1973)'e göre 1 ile 9 arasında bir değere karşılık gelecek şekilde düzenlenmiştir. Çeşitlilik hesabı için BİÇEB yazılımı kullanılarak Shannon ve Simpson alfa çeşitlilik değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca verimlilik ve çeşitlilik değerleri ile ilişkilendirilmek üzere yükselti, eğim, radyasyon indeksi, yıllık ortalama sıcaklık ve yıllık toplam yağış değişkenleri temin edilmiştir. İstatistik analiz aşamasında ilk olarak veri matrisine Kolmogorov-Smirnov normallik testi uygulanmıştır. Normallik varsayımının sağlanmadığının ($p<0.05$) tespit edilmesinden ötürü bonitet indeksi gruplarına yönelik olarak çeşitlilik değerlerinin arasında anlamlı fark olup olmadığının tespit edilebilmesi için non-parametrik bir yöntem olan Kruskal-Wallis testi kullanılmıştır. Analiz neticesinde çeşitlilik değerleri arasında istatistik açıdan anlamlı bir fark ($p<0.05$) olduğu görülmüştür. Daha sonra temel bileşenler analizi yöntemi kullanılarak çeşitlilik değerleri ile çevresel değişkenler ilişkilendirilmiştir. Aynı zamanda bonitet indeksi grupları da sınıf verisi olarak temel bileşenler analizine dahil edilmiştir. Sonuç olarak Shannon ve Simpson çeşitlilik değerlerinin yükselti ve eğim ile negatif, yıllık toplam yağış ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya konulmuştur.

Anahtar kelimeler: Biyoçeşitlilik, Bonitet indeksi, Kruskal-wallis testi, *Pinus brutia*, Temel bileşenler analizi

Determination of relations between plant species diversity and productivity in Brutian pine stands

Abstract: This study examines the relationship between Brutian pine productivity and plant species diversity, focusing on its potential as a valuable resource. Data was collected from 101 natural Brutian pine stands in Muğla and Antalya through inventory studies. Age and height values were recorded for three selected Brutian pine trees in each plot, along with plant species diversity using the Braun-Blanquet scale. Site index values were used to assign productivity scores between 1 and 5 for each plot. Diversity values were adjusted to a scale of 1 to 9 according to Westhoff and Maarel (1973) to calculate alpha diversity indices (Shannon and Simpson) using BİÇEB software. Environmental variables such as elevation, slope, radiation index, annual mean temperature, and annual precipitation were also collected for further analysis. The Kolmogorov-Smirnov normality test was first applied to the data matrix. Since it was determined that the normality assumption was not met ($p<0.05$), the Kruskal-Wallis test, which is a non-parametric method, was used to determine whether there is a significant difference between the diversity values for the site index groups. Results indicated a statistically significant difference ($p<0.05$) in diversity values among these groups. Then, diversity values and environmental variables were correlated using principal component analysis method (PCA). At the same time, site index groups were also included in the PCA as class data. As a result, it was revealed that Shannon and Simpson diversity values have a negative relationship with elevation and slope and a positive relationship with total annual precipitation.

Keywords: Biodiversity, Site index, Kruskal-wallis test, *Pinus brutia*, Principal components analysis

1. Giriş

Ekosistemler, canlı organizmalar ile fiziksel çevreleri arasındaki etkileşimlerin karmaşık bir ağıdır. Bu etkileşimler, ekosistemde bulunan tüm canlı organizmaların (bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar) ve cansız çevre faktörlerinin (hava, su, toprak, iklim) bir arada çalışması sonucu meydana

gelir (Weiskopf vd., 2020). Ekosistemler, kendine has benzersiz özelliklere sahiptir ve iklim, bitki örtüsü, toprak tipi ve canlı organizmalarla karakterize edilen çeşitli ekosistem türleri bulunmaktadır (Adner, 2017; Gülsoy vd., 2022).

Ekosistem türleri kendi içerisinde karasal ve suluk ekosistemler olmak üzere iki alt başlık altında gruplanmaktadır. Karasal ekosistemler; orman, çayır-mera,

^a Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Sütçüler Prof. Dr. Hasan Gürbüz Meslek Yüksekokulu, Sütçüler, Isparta

^b Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

^c Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Gölhisar Meslek Yüksekokulu, Burdur

* **Corresponding author** (İletişim yazarı): erfidanoguzhan@gmail.com

✓ **Received** (Geliş tarihi): 16.10.2023, **Accepted** (Kabul tarihi): 09.01.2024



Citation (Atıf): Negiz, M.G., Özdemir, S., Erfidan, O., Çivğa, A., Şentürk, Ö., 2024. Kızılçam meşcerelerinde bitki tür çeşitliliği ile verimlilik arasındaki ilişkilerin belirlenmesi. Turkish Journal of Forestry, 25(1): 49-55. DOI: [10.18182/tjf.1376666](https://doi.org/10.18182/tjf.1376666)

dağ ve çöl ekosistemleri olarak ifade edilmektedir (Yu vd., 2013). Sucul ekosistemler ise tatlı su ve tuzlu su ekosistemleri olarak iki sınıfta değerlendirilmektedir. Her bir ekosistem türü sahip olduğu karakteristik özellik açısından ekolojik ve/veya ekonomik anlamda değer ihtiva etmektedir. Özellikle karasal ekosistemler sahip olduğu biyolojik çeşitlilik ve su kaynaklarının yanı sıra iklim düzenleme, erozyon kontrolü, ekonomik kaynak gibi parametrelerden ötürü önem arz etmektedir. Ayrıca ormanların karbon depolama işlevi de sahip olduğu bu önemi arttırmaktadır (Algeo vd., 2011; Webb, 2012).

Ekolojik ve ekonomik faktörler beraber düşünüldüğünde ormanlar karasal ekosistemler içerisinde ayrıca önem taşımaktadır (Seddon vd., 2016). Bu önemin temel çerçevesini sürdürülebilirlik oluşturmaktadır. Çünkü karasal ekosistemlerin en önemli bileşenlerinden olan ormanlar sürekli ve şiddetli bir şekilde antropojenik etkilere maruz kalmaktadır. Son yıllarda iklim krizinin kendini giderek daha çok hissettirmesi ormanları sahip oldukları tüm unsurları ile beraber sürdürülebilirlik açısından tehdit etmektedir (Özkan, 2010; Özdemir vd., 2020). Bu sebeplerden ötürü ormanlardan faydalanmanın sürdürülebilir bir zeminde yürütülebilmesi için sürecin ve süreçten etkilenen fonksiyonların etraflıca incelenmesi gerekmektedir. Orman ekosistemleri değerlendirilirken dikkate alınabilecek en önemli faktörlerden birisi biyolojik çeşitliliğidir. Çeşitlilik birçok diğer koşulun değerlendirilmesinde doğrudan veya dolaylı olarak gösterge olabilmektedir. Çünkü bir toplumun yüksek çeşitlilik değerine sahip olması o toplumu yangın, böcek zararı, iklim değişikliği gibi dışarıdan etkileyebilecek olan parametrelere karşı daha dirençli kılmaktadır (Süel vd., 2021).

Biyolojik çeşitlilik; ekosistem çeşitliliği, fonksiyonel çeşitlilik, genetik çeşitlilik taksonomik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve yapısal çeşitlilik kavramları ile ifade edilmektedir. Ekoloji ve ormancılık gibi doğa bilimleri alanları içerisinde özellikle tür çeşitliliği üzerine yapılmış çalışmalar nispeten daha fazladır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde tür çeşitliliği hesaplamalarının alfa, beta ve gama olmak üzere üç bileşene ait olarak gerçekleştirildiği görülmektedir. Alfa tür çeşitliliği örnek alan içi çeşitliliği ifade ederken beta çeşitliliği örnek alanlar arasındaki benzemeziğe atfedilmektedir. Gama ise tüm alan çeşitliliğine karşılık gelmektedir (Özkan, 2016). Bu bileşenlerden alfa tür çeşitliliğinin hesaplanmasına yönelik olarak geliştirilmiş birçok indeks yer almaktadır. Shannon ve Simpson çeşitlilik indeksleri bunların arasında en yaygın olanları olarak ifade edilmektedir (Özkan, 2016; Süel vd., 2021). Çeşitlilik üzerine yapılan çalışmalar hem bitki türlerine hem de yaban hayvanlarına yönelik ekolojik açıdan önemli sonuçlar ortaya koymaktadır. Özellikle çeşitlilik modellemesi üzerine gerçekleştirilen çalışmalar sürdürülebilir kullanımın sağlanabilmesi adına koruma ve planlama çalışmalarına yönelik olarak önem arz etmektedir.

Orman ekosistemlerinden sürdürülebilir şekilde faydalanma noktasında dikkate alınması gereken en önemli faktörlerden birisi de odun hammaddesi kullanımudur. Odun hammaddesi açısından verimli bir meşcerede yetişen bireyler ekonomik açıdan daha çok tercih edilmektedir. Dolayısı ile ekolojik (çeşitlilik) ve ekonomik (verimlilik) açıdan ortaya koyulan bu iki kavramın ilişkilendirilmesinin faydalı bilgileri ortaya koyabileceği düşünülmektedir. Bu noktadan hareketle, gerçekleştirilen çalışmada kızılçam türüne ait olarak hesaplanan verimlilik değerleri ile her bir örnek alan için elde

edilen çeşitlilik değerleri ilişkilendirilmiştir. Kızılçam tipik bir Akdeniz ağacıdır ve İtalya'nın Kalabriya Yarımadası'ndan batıda başlayarak, doğuda Irak'ın kuzeyindeki Zavita Atrush bölgesine kadar uzanan bir dağılıma sahiptir (Selik, 1963). Türün dağılımı kuzeyde Kırım'a kadar uzanırken, güneyde Lübnan ve Filistin'e kadar yayılış göstermektedir (Neyişçi, 1987; Ketten ve Gülsoy, 2020; Kuzugüdenli, 2022). En geniş yayılışı Akdeniz çukurunun doğusunda ve özellikle Anadolu'da olan kızılçam Türkiye'de 5 milyon hektarı aşan bir dağılıma sahiptir (OGM, 2013). Bahsi geçen geniş yayılışı, nispeten hızlı gelişen bir tür olması ve çalı formasyonu ile beraber asıl Akdeniz kuşağı vejetasyonunu temsil eden tür olması bu türe yönelik verimlilik çeşitlilik ilişkilerinin araştırılmasını önemli kılmaktadır (Berberoğlu ve Ertürk, 2020). Bu doğrultuda elde edilen bilgiler ormancılık açısından koruma, planlama, yetiştirme ve tür rehabilitasyon çalışmalarına altlık oluşturabilecek faydalı bilgiler sunmuştur.

2. Materyal ve yöntem

2.1. Çalışma alanı, veri toplama ve hazırlama

Türkiye'nin Akdeniz bölgesinde yer alan Antalya ilinde 100x100 metre boyutlarında 101 örnek parselde saha çalışmaları yapılmıştır. Her bir örnek alanda kaplama alanı verileri Blaun-Blanquet skalasına göre kaydedilmiştir. Kaplama alanı verileri Westhoff ve Maarel'e göre (Westhoff ve Van der Maarel, 1973) taksonomik çeşitlilik değerlerini hesaplayabilmek amacıyla 1 ile 9 arasında bir değere karşılık gelecek şekilde düzenlenmiştir ($r=1, +=2, \%1-5=3, \%6-12=4, \%13-18=5, \%19-25=6, \%26-50=7, \%51-75=8, \%76-100=9$). Örnek alanlarda bitki türlerine yönelik elde edilen kaplama alanı verilerinin dışında belirlenen üç plus ağaçtan artım burgusu ile yaş ölçümü yapılmış, boy ölçer ile de üst boy belirlenmiştir. Ardından ise üç plus ağaçtan elde edilen değerlerin ortalaması alınmıştır. Daha sonra bonitet ve çeşitlilik değerlerinin ilişkilendirilmesinde kullanılmak üzere her bir örnek alana ait yükselti, eğim, radyasyon indeksi, yıllık ortalama sıcaklık (bio1), ve yıllık toplam yağış (bio12) değişkenleri elde edilmiştir. Yükselti verisi EarthData veri tabanından 30 m çözünürlüğe ait olarak indirilen Sayısal Yüksek Modelinden (SYM) elde edilmiştir. Eğim değişkeni ise ArcMap yazılımında yükselti altlığı kullanılarak elde edilmiştir. Radyasyon indeksi değişkeni ise aşağıda ifade edilen Denklem 1 kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Radyasyon indeksi} = \frac{1 - \cos\left(\frac{\pi}{180}\right) \times (Q - 30)}{2} \quad (1)$$

Denklemden Q bakı değerine karşılık gelmektedir. Radyasyon indeksi değerleri 0 ile 1 arasında bir değer almaktadır. Kuzey ve kuzeydoğu yönündeki alanlara ait değerler 0'a yaklaşırken, güney ve güneybatı yönündeki değerler 1'e yaklaşmaktadır. Çalışmada Radyasyon indeksi değişkeni bakı değeri yerine kullanılmak üzere üretilmiştir. Bakı değeri istatistiksel açıdan kullanılmak istendiğinde elde edilen sonuçların değerlendirilmesi hata ortaya çıkarabilmektedir. Şöyle ki, 1 derece ve 359 derece kuzey yönünü ifade eden değerler olmasına karşın matematiksel olarak aralarındaki sonuçların yanlış değerlendirilmesine olanak tanımaktadır. Bu sebepten sürekli formattaki verilerin değerlendirildiği analiz süreçlerinde derece cinsinden bakı değişkeni yerine radyasyon indeksi değişkeninin

kullanılması tavsiye edilmektedir (Özdemir, 2022; Özdemir ve Çınar, 2023).

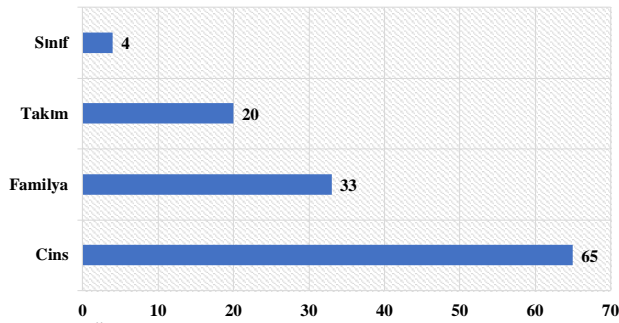
2.2. İstatistiksel analizler

İstatistiksel analiz sürecinde ilk olarak, düzenlenen kaplama alanı verileri kullanılarak Shannon (Shannon, 1948) ve Simpson (Simpson, 1949) çeşitlilik değerleri hesaplanmıştır (Özkan vd., 2020). Daha sonra her bir örnek alandan elde edilen üst boy ve yaş değerleri kullanılarak bonitet indeksleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama için bonitet indeksleri 75 yaşa endekslenmiştir. Hesaplama işlemlerinin ardından çeşitlilik ve bonitet indeksi değerlerine Kolmogrov-Smirnov normallik testi (Smirnov, 1948; Kolmogorov, 1993) ve Kruskal-Wallis (Kruskal-Wallis, 1952) testi uygulanmıştır. Son olarak bonitet indeksi ile çeşitlilik değerlerinin çevresel değişkenler ile olan ilişkilerinin belirlenebilmesi için temel bileşenler analizi (Pearson, 1901; Özdemir ve Çınar, 2023) kullanılmıştır.

3. Bulgular ve tartışma

Çalışmada 101 örnek alanda gerçekleştirilen arazi çalışmaları neticesinde odunsu ve çok yıllık otsu olmak üzere 72 takson tespit edilmiştir. Taksonların toplamda 65 cins, 33 aile, 20 takım ve 4 sınıfta gruplandırıldığı görülmüştür.

Çalışmada kızılçam verimliliği ile çeşitlilik ilişkisine bakıldığında örneklemeler kızılçam alanlarında gerçekleştirilmiştir. Bulunma yüzdesi olarak kızılçamdan sonra en çok tespit edilen türler *Quercus coccifera* L. ve *Cistus creticus* L.'dir. En az tespit edilen türler ise *Allium cepa* L., *Ampelopsis orientalis* (Lam.) Planch ve *Ballota nigra* L.'dir. Taksonlar içerisinde bulunma yüzdesi en fazla ve en düşük olan 10 tür Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Örnek alanlarda tespit edilen taksonların taksonomik seviyelerinin sayıları (adet)

Örnek alanlarda tespit edilen türlere ait olarak Shannon ve Simpson çeşitlilik hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Çeşitlilik indeksleri itibariyle minimum, maksimum ve ortalama çeşitlilik değerleri Çizelge 1'de sunulmuştur.

Çeşitlilik değerlerinin hesaplanmasının ardından bonitet değerleri 75 yaşa endekslenerek hesaplanmıştır ve 5 bonitet grubuna göre sınıflandırılmıştır (Erkan, 1996; Carus ve Çatal 2007; Sönmez vd., 2015). Bonitet sınıflarının örnek alanlara göre yüzdesel dağılımları ile her bir bonitet grubunun ortalama çeşitlilik indeksi değeri Çizelge 2'de verilmiştir.

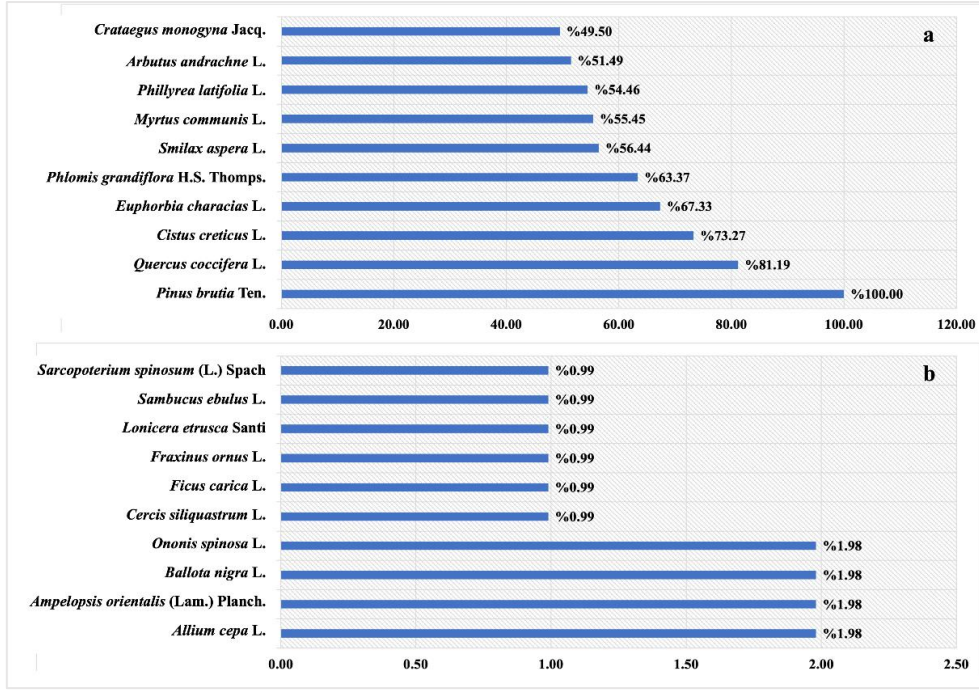
Çizelge 2 incelendiğinde Shannon çeşitlilik indeksi bakımından en yüksek çeşitlilik değerine sahip grubun II. bonitet olduğu, onu sırasıyla V, III, IV ve I. bonitet alanların takip ettiği tespit edilmiştir. Simpson açısından ise ortalama çeşitlilik değerinin en yüksek olduğu alanın benzer şekilde II. bonitet olduğu onu sırasıyla V, III, I ve IV. bonitet alanların takip ettiği görülmüştür. Kruskal-Wallis testi, istatistiksel bir hipotez testi yöntemidir ve bağımsız gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar olup olmadığını belirlemek için kullanılır. Bu test, grup dağılımlarına ait medyanlar arasında fark olup olmadığını değerlendirmek amacıyla ve grupların normal dağılıma sahip olmadığı veya grupların varyansları eşit olmadığı durumlarda tercih edilen bir yöntemdir (McKight ve Najab, 2010; Uysal ve Kılıç, 2022). Bonitet grupları arasındaki çeşitlilik indeksi değerleri için uygulanan analiz neticesinde hem Shannon ($p=0.041$) hem de Simpson ($p=0.031$) çeşitlilik indeksi değerleri bakımından gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar olduğu ($p<0.05$) görülmüştür (Şekil 3).

Çizelge 1. Minimum, maksimum ve ortalama çeşitlilik değerleri

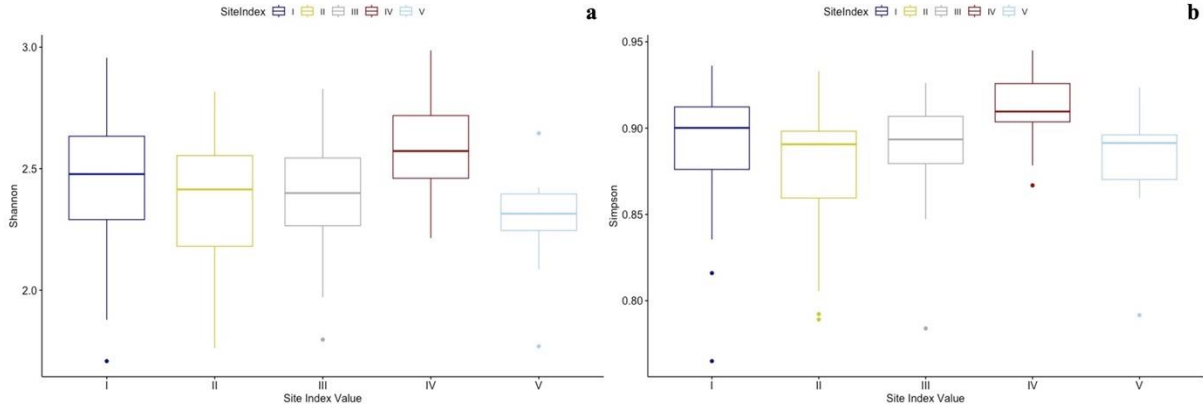
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Shannon	1.709	2.987	2.422
Simpson	0.765	0.945	0.890

Çizelge 2. Bonitet sınıflarının yüzdesel dağılımları ile bonitet sınıflarına karşılık gelen ortalama çeşitlilik indeksi değerleri

Bonitet sınıfları	Örnek alan sayısı		Ortalama çeşitlilik indeksi değerleri	
	Adet	Yüzde	Shannon	Simpson
I	36	% 36	2.284	0.879
II	20	% 20	2.582	0.91
III	18	% 18	2.381	0.888
IV	17	% 17	2.346	0.877
V	10	% 10	2.449	0.891



Şekil 2. Örnek alanlardaki bulunma yüzdesi en yüksek (a) ve en düşük (b) olan 10 tür



Şekil 3. Bonitet sınıflarına ait Shannon (a) ve Simpson (b) çeşitlilik indeksi değerleri için uygulanan Kruskal Wallis testi sonuçları

Şekil 3 incelendiğinde hem Shannon hem de Simpson çeşitlilik indeksi değerleri bakımından IV. boniteye ait grup ortalamalarının nispeten daha farklı olduğu görülmüştür. Şekil 3a itibarıyla Shannon çeşitlilik indeksi için V. grup ortalamalarının da grup ortalamaları bakımından farklılığa sahip olduğu tespit edilmiştir.

Temel bileşenler analizi sonuçlarına göre özdeğer ve varyans değerleri itibarıyla 1, 2 ve 3. bileşenler üzerinden değerlendirmelerin yapılabileceği görülmüştür. Şöyle ki, bileşenler üzerinden yorumların yapılabilmesi için özdeğerin % 1'den varyans açıklama oranının ise %10 dan yüksek olması beklenir. Dolayısı ile sadece ilk üç eksen bu koşulları sağlamaktadır (Çizelge 3).

Bileşenlerden ilk üçünün gerekli koşulları sağlamasına karşın Shannon ve Simpson çeşitlilik değerlerinin en yüksek korelasyonu bileşen 1 ile gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4). Dolayısı ile çeşitliliklere ait değerlendirmeler bileşen 1 üzerinden yapılmıştır.

Çizelge 3. Temel Bileşenler Analizi'ne ait varyans ve özdeğer sonuçları

	Özdeğer	Varyans	Kümülatif varyans
Bileşen 1	2.362	33.745	33.745
Bileşen 2	1.541	22.020	55.765
Bileşen 3	1.143	16.323	72.088
Bileşen 4	0.902	12.880	84.968
Bileşen 5	0.815	11.638	96.606
Bileşen 6	0.200	2.857	99.463
Bileşen 7	0.038	0.537	100

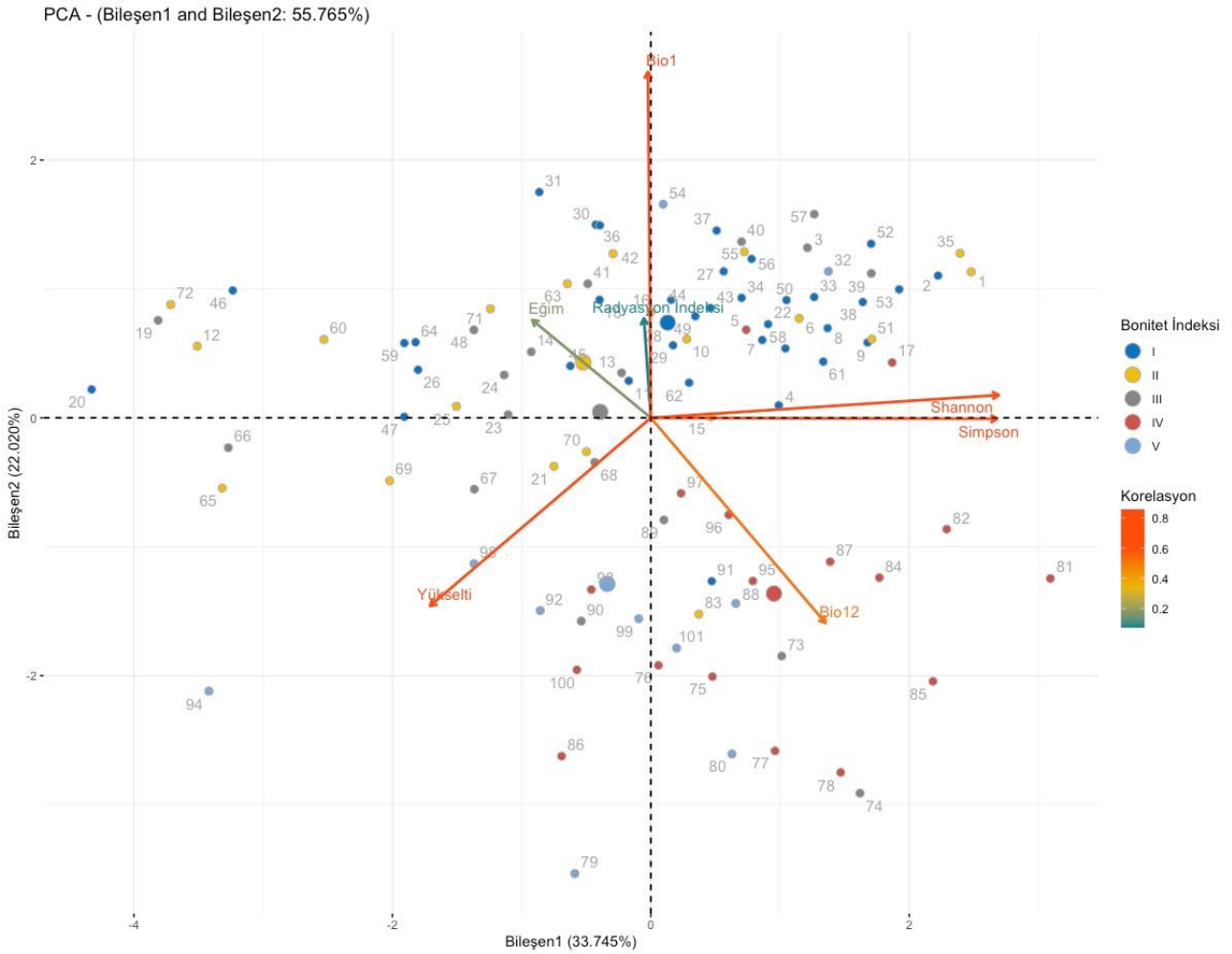
Çizelge 4. Çeşitlilik ile çevresel değişkenlerin bileşenler ile korelasyon değerleri

	Bileşen 1	Bileşen 2	Bileşen 3
Shannon	0.925	0.061	-0.215
Simpson	0.921	-0.003	-0.196
Eğim	-0.315	0.261	0.237
Radyasyon indeksi	-0.018	0.265	0.746
Yükselti	-0.587	-0.501	-0.391
Bio1	-0.008	0.922	-0.177
Bio12	0.464	-0.546	0.512

Çizelge 4'ten görüldüğü üzere bileşen 1 ile en yüksek korelasyon gösteren değişkenler yükselti, Bio12 ve eğimdir. Bu değişkenlerden yükselti ve eğim çeşitlilik değerleri ile negatif ilişkiye sahipken, Bio12 pozitif ilişki göstermiştir. Değişkenleri çeşitlilik indeksleri üzerinden yorumlarken aynı zamanda bonitet indeksi gruplarına göre de değerlendirebilmek için temel bileşenler analizine bonitet indeksi değerleri sınıf değişkeni olarak aktarılmıştır (Şekil 4).

Şekil 4'ten görüldüğü üzere bileşen 1 üzerinde eğim ve yükselti değişkenleri çeşitlilik değerlerinden ters yönde konumlanmıştır. Aynı zamanda bu değişkenler I. ve II. bonitet indeksi değerlerine sahip alanlar ile aynı bölgede konumlanmıştır. Dolayısı ile bu sonuçlar çalışma alanı içerisinde verimliliğin yükselti ile pozitif korelasyon gösterdiğini işaret etmektedir. Tür çeşitliliği ile verimlilik arasında pozitif ilişki olduğunu ortaya koyan yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin Güner vd. (2011a) tarafından yapılan çalışmada da sarıçam türünün verimliliği

ile bitki tür çeşitliliği arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Yine Güner vd. (2011b) tarafından karaçam üzerine yapılan çalışmada da karaçam türü verimliliği ile odunsu tür zenginliği arasında pozitif bir ilişki tespit edilmiştir. Daha önce Grace vd. (2007) tarafından yapılan çalışmada ise tür çeşitliliğinin verimlilik ile pozitif ilişkiye sahip olabileceği ancak çevresel etkilerin verimlilik çeşitlilik üzerinde ne ölçüde etkili olabileceğinin belirsizliğini koruduğu belirtilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde yükselti ve eğim ile negatif korelasyon gösteren yıllık toplam yağış (Bio12) değişkeni Kruskal-Wallis testi sonuçlarına göre bonitet indeksi değerleri bakımından diğer gruplardan istatistiksel olarak farklı gruplanan IV. ve V. bonitet ile aynı bölgede konumlanmıştır. Başka bir ifade ile çalışma alanı içerisinde yıllık toplam yağışın yüksek olduğu alanların kızılçam türü için daha verimsiz alanları temsil ettiği görülmüştür.



Şekil 4. Temel bileşenler analizi grafiği

4. Sonuç ve öneriler

Asli orman ağacı türlerinin verimlilikleri ile tür çeşitliliği arasında yapılan çalışmalardan ortaya çıkan genel kanı ilişkilerin pozitif yönde olduğudur. Ancak yapılan çalışmalardan tespit edilen ilişkilerin istatistiksel anlamda çok yüksek olmadığı dikkat çekmektedir. Tür çeşitliliği ekosistemlerin verimliliği noktasında niş bir fonksiyona sahiptir. Bu ilişkilerin temel çerçevesini ekosistemler içerisindeki rekabetçi yaklaşım oluşturmaktadır. Bu rekabetçi yaklaşım doğrultusunda verimlilik çeşitlilik ilişkilerinin küçük ölçekli alanlarda veya örneklerde sorgulanması belirsizliğin tam anlamıyla çözülmesini kısıtlamaktadır. Ancak gerçekleştirilen bu çalışmada endüstriyel anlamda önemli bir tür olan kızılçamın verimliliği ile çeşitliliğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Dolayısı ile türün odun hammaddesi olarak kullanımı sebebiyle gerçekleştirilecek olan silvikültürel çalışmalarda çeşitliliğin mutlaka gözlemlenmesi zaruri kılınmaktadır. Bu noktada ise kullanılabilir en etkili araçlar modelleme çalışmalarıdır. Modelleme çalışmaları ile elde edilecek çeşitlilik haritalarının orman ekosistemlerine yönelik planlamalara dahil edilmesinin ekolojik anlamda uygulanabilecek en etkili çözümlerden birisi olduğu düşünülmektedir.

Açıklama

Çalışma, 27-28 Eylül 2023 tarihlerinde Bartın'da düzenlenen "The 5th International Non-Wood Forest Products Symposium" adlı sempozyumda sözlü sunulmuş ve İngilizce özeti (abstract) Sempozyum Kitabında yayınlanmıştır.

Kaynaklar

- Adner, R., 2017. Ecosystem as structure: An actionable construct for strategy. *Journal of management*, 43(1): 39-58. <https://doi.org/10.1177/0149206316678451>
- Algeo, T.J., Chen, Z.Q., Fraiser, M.L., Twitchett, R.J., 2011. Terrestrial-marine teleconnections in the collapse and rebuilding of Early Triassic marine ecosystems. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 308(1-2): 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2011.01.011>
- Berberoğlu, E., Ertürk, M., 2020. Antalya'nın Doğal Bitki Örtüsünün Yıllara Göre Alansal Değişimi, Antalya Kitabı: Antalya'da Doğa ve Medeniyet, Antalya, s: 217-242.
- Carus, S., Çatal, Y., 2007. Isparta Yöresi Anadolu Karaçamı [*Pinus nigra Arnold subsp. pallasiana* (Lamb.) Holmboe] Meşcerelerinde Büyüme Özellikleri. *Süleyman Demirel University Faculty of Arts and Science Journal of Science*, 2(1): 1-10.
- Erkan, N., 1996. Kızılçam Doğal Meşcerelerinde Artım ve Büyümenin Değerlendirilmesi. *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 2: 33-43.
- Grace, J.B., Michael Anderson, T., Smith, M.D., Seabloom, E., Andelman, S.J., Meche, G., Willig, M.R., 2007. Does species diversity limit productivity in natural grassland communities?. *Ecology Letters*, 10(8): 680-689. <https://doi.org/10.1111/j.1461-0248.2007.01058.x>
- Gülsoy, S., Negiz, M.G., Özdemir, S., Yalçınkaya, B., Ulsan, M.D., 2022. Impacts of Climate Change on Living Organisms. A. Beram & M. D. Ulsan (Eds.), *Forest and Agricultural Studies from Different Perspectives Lithuania: SRAAcademic Publishing*, p: 73-112.
- Güner, T.Ş., Özkan, K., Yücel, E., 2011a. Sarıçam ormanlarının verimliliği ile vejetasyon ve tür çeşitliliği arasındaki ilişkiler: Türkmen Dağı örneği. *Türkiye Ormanlık Dergisi*, 12: 16.

- Güner, Ş.T., Özkan, K., Çömez, A., Çelik, N., 2011b. İç Anadolu Bölgesi'nde Anadolu Karaçamının (*Pinus nigra subsp. pallasiana*) Verimli Olabileceği Potansiyel Alanların Odunu Gösterge Türleri. *Ekoloji Dergisi*, 20(80). doi: 10.5053/ekoloji.2011.807
- Keten, İ., Gülsoy, S., 2020. Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) Ormanlarında Verimlilik İlişkileri. *Bilge International Journal of Science and Technology Research*, 4(2): 88-102. <https://doi.org/10.30516/bilgesci.740067>
- Kolmogorov, A.N., 1993. Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *Giornale dell' Istituto Italiano degli Attuari*, 4: 83-91.
- Kruskal, W.H., Wallis, W.A., 1952. Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260): 583-621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- Kuzugüdenli, E., 2022. Relationship between the productivity of *Pinus brutia Ten.* and site characters, the Taurus Mountains, Turkey. *Journal of Mountain Science*, 19(3): 662-672. <https://doi.org/10.1007/s11629-021-6738-y>
- McKight, P.E., Najab, J., 2010. Kruskal-wallis test. *The corsini encyclopedia of psychology*, 1-1. <https://doi.org/10.1002/9780470479216.corpsy0491>
- Neyişçi, T., 1987. Kızılçamın Doğal Yayılışı, El Kitabı Dizisi: Kızılçam, Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Ankara, s: 17-22.
- OGM, 2013. Orman Atlası. Orman ve Su İşleri Bakanlığı. Orman Genel Müdürlüğü Ankara.
- Özdemir, S., 2022. Distribution modeling of the main forest tree species under climate change in West Mediterranean. PhD thesis Isparta University of Applied Sciences The Institute of Graduate Education, Isparta.
- Özdemir, S., Çınar, T. 2023. Determining Indicator Plant Species of *Pinus brutia Ten.* Using Interspecific Correlation Analysis in Antalya (Turkey). *Cerne*, 29(1). doi: 10.1590/01047760202329013188
- Özdemir, S., Özkan, K., Mert, A., 2020. An ecological perspective on climate change scenarios. *Biodiversity and Conservation*, 13(3): 361-371.
- Özkan K., 2016. *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri ve Nasıl Ölçülür*. Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınevi, Isparta.
- Özkan, K., 2010. Orman Ekosistem Çeşitliliği Haritalama Çalışmaları İçin Ekolojik Alan Çeşitliliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Öneri. *Turkish Journal of Forestry*, 11(2): 136-148.
- Özkan, K., Küçüksille, E., Mert, A., Gülsoy, S., Süel, H., Başar, M., 2020. *Biyolojik çeşitlilik bileşenleri (BİÇEB) hesaplama yazılımı*. *Turkish Journal of Forestry*, 21(3): 344-348.
- Pearson, K., 1901. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science*, 2(11): 559-572 <https://doi.org/10.1080/14786440109462720>
- Seddon, A.W., Macias-Fauria, M., Long, P.R., Benz, D., Willis, K.J., 2016. Sensitivity of global terrestrial ecosystems to climate variability. *Nature*, 531(7593): 229-232.
- Selik, M., 1963. Kızılçamın Botanik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar ve Bunların Halepçami Vasıfları ile Mukayesesi. *Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, 353: 88.
- Shannon, C.E., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell System Technical Journal*, 27(3): 379-423. <https://doi.org/10.1002/j.1538-7305.1948.tb01338.x>
- Simpson, E.H., 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148): 688.
- Smirnov, N., 1948. Table for estimating the goodness of fit of empirical distributions. *Annals of Mathematical Statistics*, 19(2): 279-281.
- Sönmez, T., Karahalil, U., Günlü, A., Şahin, A., 2015. Aynı yaşlı ve saf Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) meşcerelerinde çap dağılımının bonitet ve yaş sınıfları için değerlendirilmesi. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 15(1): 26-36.

- Süel, H., Akdemir, D., Ertuğrul, E.T., Özdemir, S., 2021. Determining environmental factors affecting bird diversity. *Kastamonu University Journal of Forestry Faculty*, 21(3): 244-251. <https://doi.org/10.17475/kastorman.1049336>
- Uysal, İ., Kılıç, A.F., 2022. Normal distribution dilemma. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 12(1): 220-248. <https://doi.org/10.18039/ajesi.962653>
- Webb, T.J., 2012. Marine and terrestrial ecology: unifying concepts, revealing differences. *Trends in ecology & evolution*, 27(10): 535-541. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.06.002>
- Weiskopf, S.R., Rubenstein, M.A., Crozier, L.G., Gaichas, S., Griffis, R., Halofsky, J.E. & Whyte, K. P. 2020. Climate change effects on biodiversity, ecosystems, ecosystem services, and natural resource management in the United States. *Science of the Total Environment*, 733, 137782. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137782>
- Westhoff, V., Van der Maarel, E., 1973. The Braun-Blanquet approach. In: R.H. Whittaker & Junk (Eds.), *Handbook of vegetation science 5: Ordination and classification of communities*. The Hague, Netherland, p: 617-726.
- Yu, D., Shi, P., Liu, Y., Xun, B., 2013. Detecting land use-water quality relationships from the viewpoint of ecological restoration in an urban area. *Ecological Engineering*, 53: 205-216. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2012.12.045>