



## Taksonomik çeşitlilik indislerinin geleneksel çeşitlilik indisleri ile karşılaştırılması

Kürşad Özkan

Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta

İletişim yazarı/Corresponding author: kursadozkan@sdu.edu.tr, Geliş tarihi/Received: 16.01.2012, Kabul tarihi/Accepted: 08.05.2012

**Özet:** Bu çalışma Isparta-Sütçüler yöresi'nde bulunan Yazılı Kanyon Tabiat Parkı'ndan alınan 11 örnek alan verisi kullanarak taksonomik tür çeşitlilik (TAÇ) indisleri ile geleneksel tür çeşitlilik (GEÇ) indislerinin hesaplanması ve karşılaştırılması amacıyla gerçekleştirilmiştir. Her bir örnek alan için 5 farklı GEÇ (Shannon-Wiener ( $H^1$ ), Simpson  $\bar{D}$ , Fisher alfa ( $a$ ), Margalef ( $d$ ) indisleri ve tür zenginliği ( $S$ )) ile beş 5 ayrı TAÇ (taksonomik çeşitlilik ( $\Delta$ ), taksonomik mesafe ( $\Delta^*$ ), ortalama taksonomik mesafe ( $\Delta^+$ ), taksonomik mesafe içindeki varyasyon ( $\Lambda^+$ ), toplam taksonomik mesafe ( $s\Delta^+$ )) indisi hesaplanmıştır. İndislerin birbiriyle ilişkilerini belirlemek için korelasyon analizi uygulanmıştır. Analizler sonucunda, GEÇ indislerinin TAÇ indisleri ile karşılaştırıldığında birbirleriyle çok daha yüksek ilişkiler gösterdiği belirlenmiştir. Çalışmada ayrıca hem her bir çeşitlilik indisi grubu hem de bütün çeşitlilik indisleri için temel bileşenler analizi (TBA) uygulanmıştır. TBA sonuçlarına göre, GEÇ indislerinin veride çoklu bağlantı değerini gösteren kapa katsayısı 95,14 olarak bulunurken bu değer TAÇ indisleri için 34,63 çıkmıştır. Bütün indislerin dahil edildiği TBA sonuçlarına göre, özdeğeri 1'den ve varyansa katılma oranı %10 dan büyük olan iki bileşen tespit edilmiş olup bu bileşenlerin toplam varyans içindeki oranı % 94,62 olarak bulunmuştur. Burada bütün geleneksel çeşitlilik indisleri sadece bileşen 1 ile önemli ilişki göstermiştir. Taksonomik çeşitlilik indislerine gelindiğinde;  $\Delta$ ,  $\Delta^*$  ve  $\Lambda^+$  her iki eksenle yüksek korelasyon gösterirken  $s\Delta^+$  sadece bileşen 1 ile ve  $\Delta^+$  ise bileşen 2 ile ilişki bulunmuştur. Sonuçların genel değerlendirmesine göre, taksonomik çeşitlilik indisleri geleneksel çeşitlilik indisleri ile karşılaştırıldığında daha geniş bir aralığı tanımlamakta olup  $\Delta$  bütün indisleri en iyi temsil eden indis olarak görülmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Biyoçeşitlilik, Taksonomik çeşitlilik, Tür çeşitliliği, Fonksiyonel çeşitlilik, Yapısal çeşitlilik

## Comparison of taxonomic diversity indices with traditional diversity indices

**Abstract:** A comparative study of taxonomic species diversity (TAX) indices with traditional species diversity (TRAD) indices was made from 11 sampling points in the Yazılı Canyon Nature Park of the Sütçüler district, Isparta. Five TRAD (i.e. Shannon-Wiener ( $H^1$ ), Simpson  $\bar{D}$ , Fisher alpha ( $a$ ), Margalef ( $d$ ) indices and species richness ( $S$ )) and five TAX (i.e. Taxonomic Diversity ( $\Delta$ ), Taxonomic Distinctness ( $\Delta^*$ ), Average Taxonomic Distinctness ( $\Delta^+$ ), Variation in Taxonomic Distinctness ( $\Lambda^+$ ) and Total Taxonomic Distinctness ( $s\Delta^+$ )) indices were calculated for each of all sampling points. Simple correlation analyses were applied to examine the relationships among the indices. As a result, traditional diversity indices were higher correlated with each other compared to the relationships among taxonomic indices. Principle component analysis (PCA) were applied for not only each of the groups of the diversity indices but also for all of the indices. According to results of PCA, a kappa coefficient ( $K$ ) illustrating multicollinearity of TRAD indices was found 95.14 whereas this value was 34.63 for TAX indices. According to the PCA results applied for all indices, two components (eigenvalue >1 and proportion of variance > 10%) were explained 94.62 % of total variance. All traditional diversity indices were only significantly correlated with the first axes. Regarding to taxonomic diversity indices,  $\Delta$ ,  $\Delta^*$  and  $\Lambda^+$  were correlated to both of the axes, whereas the significant correlations were found for  $s\Delta^+$  with axes 1 and for  $\Delta^+$  with second axes. According to all results, taxonomic diversity indices describe a wider area compared to traditional diversity indices and,  $\Delta$  seems to be the best representative index for all diversity indices.

**Keywords:** Biodiversity, Taxonomic diversity, Species diversity, Functional diversity, Structural diversity

### 1. Giriş

Shannon-Wiener indisi, Simpson indisi ve Margalef indisi gibi geleneksel tür çeşitlilik (GEÇ) indislerinden farklı olarak taksonomik tür çeşitlilik (TAÇ) indisleri türler arası taksonomik mesafeyi dikkate alarak hesaplanmaktadır. Taksonomik çeşitlilik bir taraftan tür çeşitliliği ile ilişki gösterirken diğer taraftan yapısal çeşitlilik ve fonksiyonel çeşitlilik hakkında önemli ipuçları vermektedir. Bu yüzden taksonomik çeşitlilik ekosistem çeşitliliği hesabından önemli bir bileşendir (Özkan, 2010).

Taksonomik çeşitliliğin hesaplanması ile ilgili makaleler Warwick ve Clarke (1995, 1998) ve Clarke ve Warwick (1998, 1999, 2001) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışmalar ile taksonomik mesafenin ve taksonomik çeşitliliğin hesaplanması için geliştirdikleri indisleri ilgi gruplarına sunmuşlardır. Böylece taksonomik çeşitliliğin hesabına ve konu ile ilgili araştırmalara yönelik önemli bir adım atılmıştır. Daha sonra geliştirilen bu TAÇ indisleri farklı ekosistemlerde Desrochers ve Anand (2004), Aurélio da Silva ve Batalha (2006), You-Hua ve Zhi-Bo (2009), Koperski (2010) ve Gwali vd. (2010) gibi

araştırmacılar tarafından gerçekleştirilen çalışmalarda kullanılmıştır.

Yukarıda bahsi geçen çalışmalara rağmen günümüze kadar ekoloji alanında GEÇ indisleri TAÇ indislerinden daha fazla kullanılmıştır. Bunun en önemli sebepleri geleneksel çeşitlik indislerinden daha sonra geliştirilmiş olan TAÇ indislerinin kullanıcılar tarafından yeterince tanınmaması, bunların GEÇ indislerinden daha uzun ve karışık hesaplar içermesi ve TAÇ indislerinin hesabına yönelik paket programların yetersizliğidir.

TAÇ indislerinin GEÇ indislerinden farkının daha iyi anlaşılması için şu örnek verilebilir. İki ayrı alanın birinde 5 ağaç ile 5 ot türü, bir diğerinde sadece 10 ot türü bulunduğu ve burada bütün türlerin her iki alanda da aynı oranda olduğu farz edilsin. Bu durumdaki iki alan için GEÇ indisleri hesaplanacak olursa bu alanlar için birbirinin aynı sayısal tür çeşitlilik değerleri elde edilecektir. Oysaki TAÇ indisleri her iki alan için farklı değerler gösterecektir. Bu farklılık TAÇ indislerinin yapısal ve fonksiyonel çeşitlilik için daha fazla ipucu verebileceği anlamına gelmektedir. Bu sebepten taksonomik çeşitliliğin hesabı ile biyoçeşitlilik adına çok daha nitelikli bilgilere ulaşılabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışma Yazılı Kanyon Tabiat Parkı'nda alınan 11 örnek alan verisi ile gerçekleştirilmiştir. Çalışmada her örnek alan için TAÇ indisleri (taksonomik çeşitlilik, taksonomik mesafe, ortalama taksonomik mesafe, taksonomik mesafe içindeki varyasyon, toplam taksonomik mesafe) ile GEÇ indisleri (tür zenginliği, Shannon-Wiener, Simpson, Margalef ve Fisher  $\alpha$  indisleri) hesaplanmış, indislerin birbirleriyle olan ilişkileri çeşitli istatistiksel yöntemler kullanarak araştırılmış ve nihayet bütün indisleri en iyi temsil etme kabiliyetine sahip olan indis belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

Çalışmada Yazılı Kanyon Tabiat Parkı'ndan alınan 11 örnek alan verisi kullanılmıştır. Örnek alanlarda ağaç çalı ve ot türlerinin kaplama alanı değerleri Braun Blanquet yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir. Daha sonra bu değerler TAÇ ve GEÇ indislerinin hesaplanması için Whittaker (1973)'a göre 0-9 aralığında ıskala değerleri kullanılarak sayısallaştırılmıştır.

Taksonomik çeşitlilik ( $\Delta$ ), taksonomik mesafe ( $\Delta^*$ ), ortalama taksonomik mesafe ( $\Delta^+$ ), taksonomik mesafe içindeki varyasyon ( $\Lambda^+$ ), toplam taksonomik mesafe ( $s\Delta^+$ ) PRIMER programı kullanılarak aşağıdaki formüller ile belirlenmiştir (Clarke and Warwick (1998, 2001); Salas vd. 2006).

$$\Delta = \frac{\left[ \sum_{i < j} \omega_{ij} x_i x_j \right]}{[n(n-1)/2]} \quad (1)$$

$$\Delta^* = \frac{\left[ \sum_{i < j} \omega_{ij} x_i x_j \right]}{\left[ \sum_{i < j} x_i x_j \right]} \quad (2)$$

$$\Delta^+ = \frac{\left[ \sum_{i < j} \omega_{ij} \right]}{[s(s-1)/2]} \quad (3)$$

$$\Lambda^+ = \frac{\left[ \sum_{i \neq j} (\omega_{ij} - \bar{\omega})^2 \right]}{[s(s-1)]} \quad (4)$$

$$s\Delta^+ = \sum_i \left[ \frac{\left( \sum_{i \neq j} \omega_{ij} \right)}{(s-1)} \right] \quad (5)$$

Burada,  $X_i$ ,  $i$ . türün kaplama alanı değerini,  $s$  ilgili örnek alandaki tür sayısını (tür zenginliğini) ifade etmektedir.  $\omega_{ij}$  hiyerarşik sınıflandırma içerisinde tür  $i$  ve tür  $j$  arasındaki bağlantılı yol uzunluğunu veren mesafenin ağırlığıdır. " $n$ " türlere ait değerlerin toplamını ifade etmektedir.  $\bar{\omega}$  basit (var-yok verilerine dayalı) ortalama taksonomik mesafeyi ifade etmektedir.

Taksonomik çeşitlilik (TAÇ) indisleri hesaplanmadan önce örnek alanlarda kaydı yapılan türlerin cins, familya, takım, sınıf, şube ve alemdeki yerleri konumlandırılmaktadır. Daha sonra bu bilgilerden hareketle dendrogramlar oluşturulmaktadır. Burada 7 seviyeli (tür; cins; familya; takım; sınıf; şube; alem) olarak bütün dendrogramlar oluşturulmuştur. Dal ağırlıkları eşit değerler içermiştir. Yani her dal 14,286 değeri ile ağırlıklandırılmıştır.

GEÇ indislerinden tür zenginliği (S) doğrudan farklı türlerin sayısı olarak, diğerleri aşağıda verilen formüller aracılığıyla (Heip and Engels, 1974; Fisher vd., 1943) PAST programı kullanılarak hesaplanmıştır.

$$H^1 = - \sum \left[ \left( \frac{n_i}{N} \right) \times \left( \frac{\ln n_i}{N} \right) \right] \quad (6)$$

$$\bar{D} = 1 - D = 1 - \left[ \frac{\sum n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right] \quad (7)$$

$$d = \frac{S - 1}{\ln N} \quad (8)$$

$$S = a \times \ln \left( 1 + \left( \frac{N}{a} \right) \right) \quad (9)$$

Formüllerde  $H^1$ : Shannon-Wiener çeşitlilik indisini,  $\bar{D}$ : Simpson çeşitlik indisini,  $d$ : Margalef çeşitlilik indisini,  $S$ : tür zenginliğini (tür sayısını),  $n_i$ :  $i$ . türün Whittaker (1973) skalasına göre çevrilmiş değerini,  $N$ : çevrilmiş değerlerin toplamını ifade etmektedir. Dokuzuncu

formül Fisher  $\alpha$  çeşitliliğini belirlemek için kullanılmakta olup formüldeki “ $a$ ” değeri Fisher  $\alpha$  çeşitliliğini vermektedir.

İndislerin birbirleri olan ikili ilişkileri korelasyon analizi ile incelenmiştir. Bunun yanında çalışmada temel bileşen analizi (TBA) kullanılmıştır (Özdamar, 2004). Burada TBA iki amaç için kullanılmıştır. İlk amaç her bir indis grubunun kendi içindeki çoklu bağlantı değerlerini tespit etmektir. İkinci amaç bütün indisleri bir bütün halinde değerlendirerek kaç tane bileşen oluştuğunu, indislerin hangi bileşen içinde bulunduğunu ve temsil kabiliyeti en yüksek indisin hangisi olduğunu sorgulamaktır. TAÇ ve GEÇ grupları için ayrı ayrı yapılan TBA analizlerinde çoklu bağlantı değerleri aşağıda formülü verilen Kappa değerleri ( $\kappa$ ) hesaplanarak (Cohen vd., 2003) tespit edilmiştir.

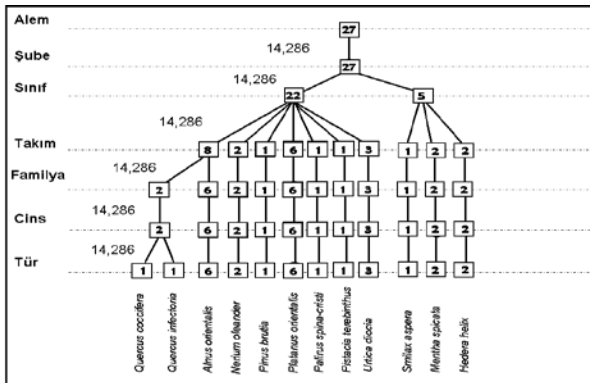
$$\kappa = \sqrt{\frac{\lambda \max}{\lambda \min}} \quad (10)$$

Burada  $\lambda$  bileşenlerin özdeğerlerini ifade etmektedir.

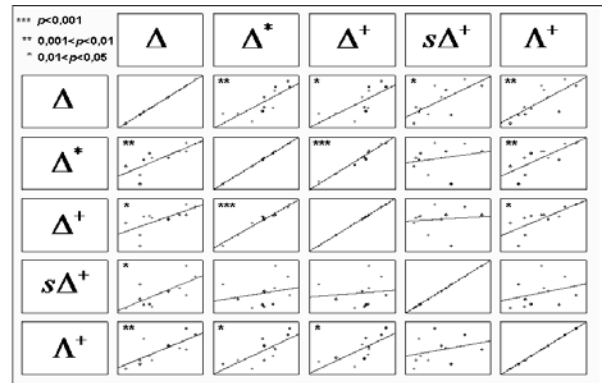
### 3. Bulgular

Materyal ve yöntem kısmında da bahsedildiği gibi, taksonomik çeşitlilik indislerinin hesaplanması için öncelikle türlerin taksonomik sınıflandırılması gerekmektedir. Çalışmada, her örnek alan için türlerin taksonomik sınıfları sırası ile cins, familya, takım, sınıf, şube ve alem düzeyinde dendrogramlar oluşturularak belirlenmiştir. Şekil 1a dendrogram oluşturulmasına örnek vermek amacıyla verilmiştir. Burada değerlendirilen örnek alanların birinde bulunan türlerin taksonomik adresleri dendrogramda gösterilmiştir. Bu dendrogramdan anlaşılacağı üzere, 12 tür; 12 cins, 8 familyaya, 5 takıma, 2 sınıfa, 1 şubeye ve 1 aleme dağılmıştır. Örnek alanlarda türlerin çevrilmiş değerleri toplamı ise 27 olup, bu değerlerin her taksonomik ayırım seviyesinde dağılımları Şekil 1a'daki kutucuklar içerisinde verilmiştir.

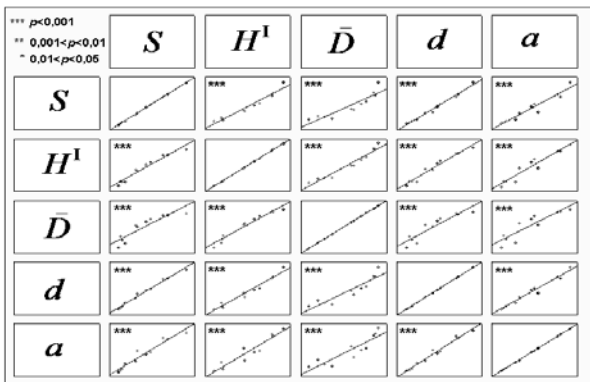
Bütün örnek alanlara ait dendrogramlar oluşturduktan sonra TAÇ indisleri hesaplanmıştır. Örnek alanlarda GEÇ indisleri ilgili formüller kullanılarak doğrudan hesaplanmıştır. Zira GEÇ indisleri için türlerin taksonomik konumları önemli değildir.



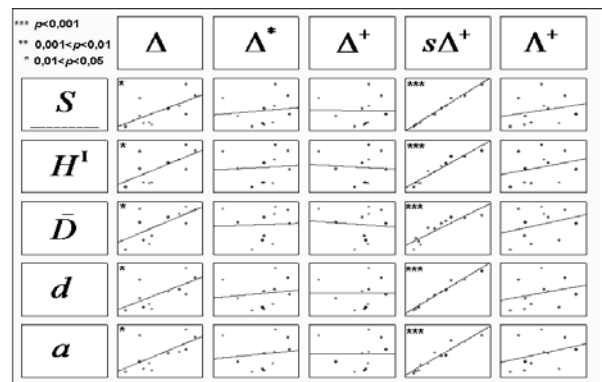
a



b



c



d

Şekil 1. Değerlendirmeye alınan bir örnek alandaki türlerin taksonomik konumları, dönüştürülmüş değerlerinin taksonomik sınıflara dağılımı ve dal ağırlıkları (a), GEÇ indisleri arasında (b), TAÇ indisleri arasında (c) ve GEÇ ile TAÇ indisleri arasındaki (d) korelasyon analizi sonuçları

Bütün çeşitlilik indislerinin birbiri ile olan ilişkileri için gerçekleştirilen korelasyon analizi sonuçları Şekil 1'de verilmiştir. Geleneksel çeşitlilik indisleri olan  $H^I$ ,  $\bar{D}$ ,  $d$ ,  $a$  ve  $S$  birbirleri ile çok önemli ilişkiler ( $0,001 < p$ ) göstermektedir (Şekil 1b). GEÇ indisleri için yapılan TBA sonucu ilk bileşenin özdeğeri 4,8288 ve son bileşenin özdeğeri 0,0005 olarak bulunmuştur (Çizelge 1). Bu değerlerden  $K$  değeri ise 95,15 olarak hesaplanmıştır. TAÇ indisleri arasındaki ilişkiler ise GEÇ indisleri kadar kuvvetli değildir. Burada  $\Delta$  diğer TAÇ indisleri ile önemli ilişki göstermiştir. Fakat en önemli ilişki  $\Delta^*$  ile  $\Delta^+$  arasındadır.  $s\Delta^+$  ise hiçbir TAÇ indisi ile önemli ilişki göstermemiştir (Şekil 1c). TAÇ indislerinin ( $\Delta$ ,  $\Delta^*$ ,  $\Delta^+$ ,

$s\Delta^+$ ,  $\Lambda^+$ ) TBA analizi sonucu ilk özdeğer 3,5439 ve son özdeğer 0,0030 bulunmuştur (Çizelge 2). Buradaki  $K$  değeri ise 34,64 olarak belirlenmiştir.

TAÇ ve GEÇ indisleri arasındaki korelasyon analizi sonuçları göre,  $s\Delta^+$  bütün geleneksel çeşitlilik indisleri ile çok önemli ( $0,001 < p$ ) ilişkiler göstermektedir.  $\Delta$ 'da GEÇ indisleri ile önemli ilişkilere sahiptir, fakat bu ilişkilerin önem seviyesi % 5 düzeyinde kalmıştır (Şekil 4d). İndislerin tamamının girdiği TBA sonucu, 2 bileşenin özdeğeri 1'den ve varyansa katılma oranı %10'dan fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu bileşenler sırası ile 6,54 ve 2,92 özdeğer, 65,37 ve 29,25 varyans oranı değerlerine sahiptir (Şekil 2). Her iki bileşenin toplam varyans oranı % 94,62 dir.

Çizelge 1. GEÇ indislerinin TBA sonuçları

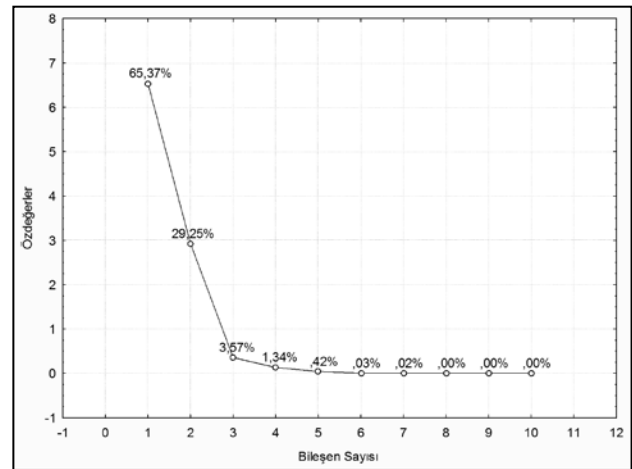
Bileşenler	Özdeğer	Varyans %	Eklemeli Özdeğer	Eklemeli Varyans %
1	4,828783	96,57566	4,828783	96,5757
2	0,134490	2,68979	4,963273	99,2655
3	0,034592	0,69184	4,997865	99,9573
4	0,001602	0,03204	4,999467	99,9893
5	0,000533	0,01067	5,000000	100,0000

Çizelge 2. TAÇ indislerinin TBA sonuçları

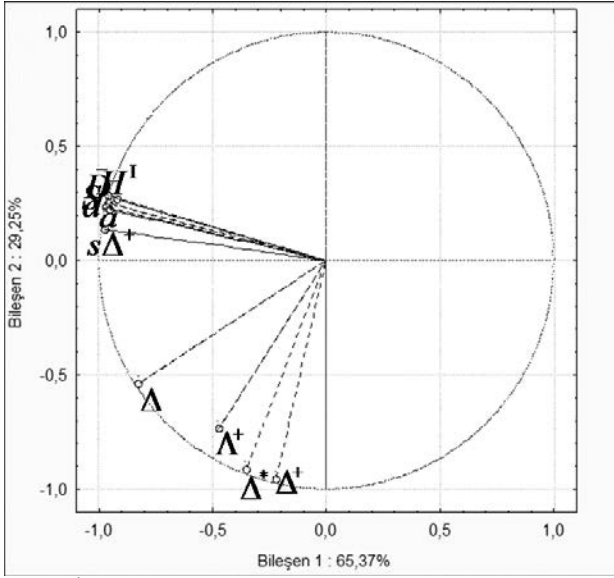
Bileşenler	Özdeğer	Varyans %	Eklemeli Özdeğer	Eklemeli Varyans %
1	3,543862	70,87724	3,543862	70,8772
2	1,094048	21,88095	4,637910	92,7582
3	0,312136	6,24273	4,950046	99,0009
4	0,047000	0,93999	4,997046	99,9409
5	0,002954	0,05908	5,000000	100,0000

Çizelge 3. TBA bileşen matrisi

İndisler/bileşenler	1	2
$\Delta$	-0,825148	-0,538166
$\Delta^*$	-0,352212	-0,915326
$\Delta^+$	-0,220739	-0,958952
$s\Delta^+$	-0,972847	0,138402
$\Lambda^+$	-0,474508	-0,735371
$S$	-0,956152	0,248686
$H^I$	-0,955281	0,282337
$\bar{D}$	-0,918064	0,268746
$d$	-0,966689	0,235219
$a$	-0,952921	0,221242



Şekil 2. İndislerin tamamının alındığı TBA analizinin bileşenlerine ait özdeğer ve varyans % değerleri



Şekil 3. İndislerin bileşenlere göre konumları

TBA'nın bileşen matrisi (Çizelge 3) incelendiğinde, geleneksel çeşitlilik indislerinin sadece bileşen 1 ile önemli ilişkiler gösterdiği görülebilir. Taksonomik çeşitlilik indislerinden  $\Delta^+$  sadece bileşen 2 ile önemli ilişki gösterirken,  $s\Delta^+$  sadece birinci bileşenle önemli ilişki göstermiştir.  $\Delta$ ,  $\Delta^*$  ve  $\Delta^+$  ise her iki bileşenle önemli ilişkiler göstermiştir. Bu indislerinden  $\Delta^*$  ve  $\Delta^+$  ikinci eksenle birinci eksenden daha fazla ilişki gösterirken,  $\Delta$  birinci eksenle daha fazla ilişkilidir. Bütün indisleri en iyi temsil eden indis ise  $\Delta$  indisidir. Zira bu indis diğer indislerin konumlanma yerlerinin orta alanında yer almıştır (Şekil 3).

#### 4. Tartışma ve sonuç

Türkiye 29 Ağustos 1996 tarihli ve 4177 Sayılı kanun ile onaylanmasını uygun bulduğu biyoçeşitlilik sözleşmesini, 21 Kasım 1996 tarih ve 96/8857 Sayılı Bakanlar Kurulu Kararıyla onaylamıştır. Sözleşmenin onaylandığı 27 Aralık 1996 tarih 22860 sayılı Resmi Gazete'de ilan edilmiştir. Bu sözleşme kapsamında biyolojik çeşitlilikle ilgili veri ve bilgi eksikliğinin giderilmesi ve uygun tedbirlerin planlanmasına ve uygulanmasına esas oluşturacak temel bir kavrayışın sağlanması için acilen bilimsel çalışmalara olan ihtiyaçlara vurgu yapılmaktadır. Sözleşmede biyoçeşitliliğin korunmasının temel gereğinin, ekosistemlerin ve doğal yaşam ortamlarının "in-situ" korunması ve yaşayabilir tür popülasyonlarının doğal ortamlarında idame ettirilmesi ve geri kazanılması olduğu ifade edilmektedir. Sözleşmeye göre devletler kendi biyoçeşitliliklerini korumakla ve kendi biyolojik kaynaklarını sürdürülebilir biçimde kullanmakla yükümlüdürler.

Bu aşamada ekoloji alanında biyoçeşitliliğin tespiti, onun çevresel faktörler ile olan ilişkileri ve biyoçeşitlilik modellenmesi ve haritalaması konuları ile ilgili çalışmalara büyük ihtiyaç doğmuştur. Ekoloji alanında biyoçeşitlilik kapsamında en fazla tür çeşitliliği çalışılmaktadır. Tür çeşitliliği ile yetişme ortamı özellikleri arasındaki ilişkilere yönelik birçok değerli çalışma yapılmıştır. Yapılan bu çalışmalarda genelde tür çeşitliliğinin hesabında Shannon-

Wiener, Simpson veya Margalef indisleri gibi geleneksel çeşitlilik indisleri veya tür sayısını ifade edilen tür zenginliği kullanılmıştır. Bazı araştırmacılar bu indislerin tür çeşitliliğini bütün yönleri ile tanımlamadığı ifade etmişler ve geleneksel çeşitlilik indislerinin yanında taksonomik çeşitlilik indislerinin hesaplanmasının da önemine vurgu yapmışlardır (Warwick and Clarke, 1995; Desrochers and Anand, 2004; Aurélio da Silva and Batalha, 2006). Zira, taksonomik çeşitlilik tür çeşitliliği ile kıyaslandığında yapısal çeşitlilik ve fonksiyonel çeşitlilik hakkında daha fazla bilgi sunmaktadır. Çünkü taksonomik çeşitlilik türler arası taksonomik mesafeyi dikkate alarak hesaplanmaktadır (Özkan, 2010).

Bu çalışmada taksonomik çeşitlilik indisleri ve geleneksel çeşitlilik indisleri hesaplanmış, birbiri ile ilişkileri korelasyon analizi ile incelenmiş, TAÇ VE GEÇ indisi grupları temel bileşenler analizi ile ayrı ayrı ve bir bütün olarak değerlendirilmiş, indislerin biyoçeşitlilik adına temsil yetenekleri irdelenmiştir.

TAÇ ve GEÇ indislerinin kendi içlerinde ve birbirleri ile yapılan korelasyon analizi sonucu GEÇ indislerinin birbirlerini güçlü bir şekilde tanımladığı belirlenmiştir. TAÇ indisleri arasındaki ilişkiler ise GEÇ indisleri arasında var olan ilişkiler gibi güçlü değildir ve bazı TAÇ indisleri arasında önemli ilişkilerde bulunmamaktadır. Her iki çeşitlilik indisi grubu için gerçekleştirilen TBA sonuçlarından TAÇ ve GEÇ indisleri için belirlenen Kappa katsayısı 30 değerinin üstünde olduğundan her iki grubunda çoklu bağlantı söz konudur (Cohen vd., 2003). Bununla beraber GEÇ indislerinin Kappa değeri TAÇ indislerinin Kappa değerinden yaklaşık üç kat daha fazladır. Bu durum GEÇ indislerinin birbirlerini çok iyi bir şekilde tanımladığını, bir başka değişle onların standartlaşmış sonuçlarının birbirlerine çok benzediğini ifade etmektedir. TAÇ indisleri ise daha geniş bir aralığı tanımlamaktadır. Bütün çeşitlilik indisleri içerisinde temsilci veya en iyi tanımlayıcı değişken ise taksonomik çeşitlilik indisidir. Bu indis ilk olarak Warwick and Clarke (1995) tarafından tanımlanmış ve önerilmiştir.

Ekosistemlerde potansiyel koruma alan değeri modellemesi ve haritalaması çalışmalarında, tür çeşitliliği verileri en önemli altlığı oluşturmaktadır. Geleneksel tür çeşitlilik indisleri kullanılarak potansiyel tür çeşitliliğinin dağılım modellenmesi ve haritalaması ile ilgili önemli çalışmalar yapılmıştır. Bununla birlikte taksonomik çeşitliliği esas alan çalışmalar çok sınırlı kalmıştır. Geleneksel ve taksonomik çeşitlilik indis değerlerinin her zaman paralel doğrultuda seyir göstermemesi, her iki grubun indisleri ile oluşturulan potansiyel dağılım haritalarının koruma alan değer haritalaması için değerlendirilmesi gerektiği düşündürmektedir. Geleneksel ve taksonomik çeşitlilik indislerine göre hazırlanan haritalarının karşılaştırılması hem tür çeşitliliğinin hem de taksonomik çeşitliliğin yüksek olduğu alanların ve dolayısıyla korumada öncelikli alanların algılanmasını sağlayacaktır.

Diğer yandan farklı çeşitlilik indisleri yerine bütün çeşitlilik indislerini en iyi temsil eden indisin kullanılması tercih edilebilir. Bu bağlamda taksonomik çeşitlilik indisi ideal bir indis gibi görünmektedir. Zira bu çalışmanın bir sonucu olarak taksonomik çeşitlilik indisi hem kendi grubu olan TAÇ ve hem de GEÇ indislerini en iyi tanımlayan indis olarak belirlenmiştir. Yine de bu sonuç farklı bölgelerde ve

farklı canlı gruplarında yapılacak çalışmalar ile teyit edilmelidir.

Koruma değer haritalarının yapılmasında hiyerarşik ekosistem haritalarının da devreye sokulması önemlidir. Ekolojik sınıflandırma sonrası ayrılan parçaların koruma etki alanı değerlendirmesinde bir takım kısıtlar dikkate alınabilir. Örneğin ayrılan birimler kapladığı alan ile ters orantılı olarak koruma değerine sahip olabilir. Birimler kendi içerisinde gama ve özellikle beta çeşitliliği bakımından sorgulanabilir ve bu çeşitlilik bileşenlerinin yüksekliği oranında bu birimlere koruma değeri atanabilir. Diğer yandan *koruma değer alanı* değerlendirmesine endemik ve relik türlerin veya onların zenginliklerinin potansiyel dağılım haritaları eklenebilir. Ayrıca bütün türlerin frekans değerlerinin 1- standartlaştırılmış değerleri alanlara koruma kıymetlendirmesi için atanabilir.

Ekolojik birimler, tür çeşitliliği ve hedef türlerin potansiyel dağılımları, türlerin frekans veya önem seviyesi değerleri gibi birçok temel girdinin bütünleştirilmesi ile ekosistemlerin koruma değer haritalarının elde edilmesi, onlara yönelik özellikle in-situ koruma stratejilerinin geliştirilmesi ve uygulanması açısından büyük önem arz etmektedir.

Koruma değer haritalarının oluşturulmasında taksonomik çeşitliliğin tespiti, modellenmesi ve haritalanmasının önemi daha ziyade herhangi bir alanda birbirinden taksonomik mesafeleri yüksek olan canlı gruplarının varlığının algılanması açısından önemlidir. Bu bağlamda belirli bir alan az sayıda tür içerse dahi bu türler bitki, hayvan, böcek, kuş ve sürüngenler gibi farklı canlı gruplarını temsil ediyorsa, bu durumda o alanda türler bakımından taksonomik çeşitlilik yüksek olacaktır. Bu çeşitliliği tanımlayacak indis ise o alanın koruma değerini gerçek anlamda ortaya çıkaracaktır. Ekosistemlerin dengesi, sürdürülebilirliği, sağlığı, dinamizmi ile farklı yaşam formu ve davranış biçimlerine sahip canlı gruplarının varlığı ve çeşitliliği arasında belirgin ve güçlü ilişkiler vardır. Bu sebepten taksonomik çeşitliliğinin ekosistem değerlendirme çalışmalarında kullanımı büyük önem taşımaktadır.

#### Kaynaklar

- Aurélio da Silva, I., Batalha, M.A., 2006. Taxonomic Distinctness and Diversity of a Hyperseasonal Savanna in Central Brazil. *Diversity and Distribution*, 12: 725-730.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1998. A taxonomic distinctness index and its statistical properties. *Journal of Applied Ecology*, 35: 523-531.

- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 1999. The taxonomic distinctness measure of biodiversity: weighting of step lengths between hierarchical levels. *Marine Ecology Progress Series*, 184:21-29.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M., 2001. A further biodiversity index applicable to species lists: variation in taxonomic distinctness. *Marine Ecology Progress Series*, 216: 265-278.
- Cohen, J., Cohen, P., Stephen, G.W., Aiken, L.S., 2003. *Applied Multiple Regression/Correlation Analysis for the Behavioral Sciences (Third Edition)*. 3. Bölüm (Multiple Regression/Correlation with Two or More Independent Variables), Lawrence Erlbaum Associates, Inc., Publisher, 703 s., Mahwah, New Jersey, USA.
- Desrochers, R., Anand, M., 2004. From Traditional Diversity Indices to Taxonomic Diversity Indices, *International Journal of Ecology and Environmental Science* 30: 85-92.
- Fisher, R.A., Corbet, A.S., Williams, C.B., 1943. The relationships between the number of species and the number of Individuals in a random sample of an animal population, *J. Anim. Ecol.*, 12:42-58.
- Gwali, S., Okullo, P., Hafashimana, D., Byabashaija, D.M., 2010. Taxonomic Diversity, Distinctness, and Abundance of Tree and Shrub Species in Kasagala Forest Reserve in Uganda: Implications for Management and Conservation Policy Decisions, *Tropical Conservation Science*, 3(3): 319-333.
- Heip, C., Engels, P., 1974. Comparing Species Diversity and Evenness Indices, *J. Mar. Biol. Ass., U.K.*, 54: 559-563.
- Koperski, P., 2010. Diversity of Macrobenthos in Lowland Streams: Ecological Determinants and Taxonomic Specificity, *J. Limnol.*, 69(1), 88-101.
- Özdamar, K., 2004. Paket Programlar ile İstatiksel Veri Analizi (Çok Değişkenli Analizler), Kaan Kitabevi, 502s. Eskişehir.
- Özkan, K., 2010. Orman Ekosistem Çeşitliliği Haritalama Çalışmaları için Ekolojik Alan Çeşitliliğinin Belirlenmesi Üzerine Bir Öneri, *SDÜ Orman Fakültesi Dergisi*, A(2):136-148.
- Salas, F., Patrício, J., Marcos, C., Pardal, M.A., Pérez-Ruzafa, A., Marques, J.C., 2006. Are Taxonomic Distinctness measures compliant to other ecological indicators in assessing ecological status?, *Marine Pollution Bulletin* 52, 817-829.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R., 1995. New biodiversity measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress. *Marine Ecology Progress Series*, 129, 301- 305.
- Warwick, R.M., Clarke, K.R., 1998. Taxonomic distinctness and environmental assessment. *Journal of Applied Ecology*, 35: 532-543.
- Whittaker, R.H. 1973. Ordination and Clasification of Communities (Part V). *Handbook of Vegetation Science*, Editor in Chief: Reinhold Tüxen, Printed in The Netherlands by Dijkstra Niemeyer b. v., Groningel.
- You-Hua, C., Zhi-Bo, W., 2009. Relationship between Taxonomic Distinctness and Environmental Stress in Terrestrial Organisms at Large Spatial Scale: A Study for Insect family Ceratopogonidae in East Asia. *Acta zool. bulg.*, 61(1): 69-77.