# BİTKİ KOMMUNİTELERİNDE BETA ÇEŞİTLİLİK*

**Deniz IŞIK**

*Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı 45140 Muradiye-Manisa TÜRKİYE*
*biodeniz.04@gmail.com*

**Emin UĞURLU**

*Celal Bayar Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Botanik Anabilim Dalı 45140 Muradiye-Manisa TÜRKİYE*

**Özet**

*"Alfa, beta ve gama çeşitlilik" terimleri Whittaker tarafından ortaya konmuştur. Tür çeşitliliği alfa veya beta düzeyinde belirlenmektedir. Beta çeşitlilik coğrafik bir bölgedeki alanlar arasındaki tür komposizyonundaki çeşitliliktir. Ekosistemin işlevi, biyoçeşitliliğin korunması ve ekosistem yönetimini anlamak için beta çeşitlilik anahtar bir kavramdır.*

***Anahtar Kelimeler:*** *Kommunite, Tür çeşitliliği, Alfa-Beta-Gama çeşitliliği*

*Bu araştırmanın bir bölümü Yrd. Doç. Dr. Emin UĞURLU' nun danışmanı olduğu Deniz IŞIK tarafından 25.Mayıs.2010 tarihinde hazırlanan " *Bitki Kommünitelerinde Beta Çeşitlilik* " adlı Botanik programı tezli yüksek lisans seminerinde sözlü olarak sunulmuştur.

# BETA DIVERSITY ON THE PLANT COMMUNITIES

**Abstract**

*The terms alpha, beta and gamma diversity introduced by Whittaker. Species diversity is determined as Alpha or Beta level. Beta diversity is the variation in species composition among sites in a geographic region. Beta diversity is a key concept for understanding the functioning of ecosystems, for the conservation of biodiversity and for ecosystem management.*

***Key Words:*** *Community, Species diversity, Alpha-Beta-Gamma diversity*

# 1. Giriş

Ilıman kuşak içerisinde yer alan Türkiye, barındırdığı bitki çeşitliliği açısından büyük bir tür zenginliğine sahiptir. Türkiye' de yayılış gösteren bitki türlerinin sayısı, Avrupa kıtasının tümünde yayılış gösteren bitki türlerinin sayısına oldukça yakındır. "Ülkemizin sahip olduğu bitki taksonu ( tür, alt tür ve varyete düzeyinde) 12.000 civarındadır. (Güner ve ark, 2000)". Bu özellikleri ile ülkemizin Asya ve Avrupa kıtaları arasında bir köprü görevi görmesi, ayrıca çok değişik iklim ve topoğrafik yapıya sahip olması, bitki ve hayvan türleri bakımından da oldukça zengin bir çeşitliliğin olması gerektiği sonucunu doğurmaktadır. Tüm bu özellikleri ile biyolojik çeşitlilik bakımından bir kıta özelliği arz etmekte olup dünyada eşsiz bir yere sahiptir.

"Antropojenik küresel değişimden dolayı biyoçeşitlilik ciddi bir tehlike altındadır (Sala ve ark., 2000, 287)". 2002 yılında ülkemizden de temsilcilerin katıldığı toplam 190 Ülkenin katılımıyla Johannesburg'da yapılan sürdürülebilir kalkınma ile ilgili dünya zirvesinde, "küresel, ulusal ve bölgesel düzeyde biyoçeşitliliğin kaybında gözle görülür bir azalma olduğu ifade edilmiş ve 2010 yılına kadar biyoçeşitlilik kaybını minimuma indirecek tedbirlerin alınması noktasında antlaşmaya varılmıştır (Balmford ve ark., 2005a,307, 2005b, 360, EEA, 2007, 11)". Bunun yanında "biyoçeşitliliğin kaybı tek bir etkene bağlı değildir, birçok etken sebep olabilir. Küresel iklim değişimi, verimli alanlarda yapılan yoğun tarım, marjinal alanlardaki tarımın terk edilmesi, direk habitat kaybı, habitat bozulması (Sala ve ark., 2000, 287)". Bu tip negatif eğilimlerin etkisini ölçmek için bilim adamları çeşitli denemeler yapmışlardır. Ayrıca doğa koruma alanları kurulmuş, çevreyle uyumlu tarım yapılması için yeni öneriler getirilmiş (agri-environment schemes) veya organik tarım yaygınlaştırılmaya çalışılmıştır. Buna rağmen büyük oranda biyoçeşitliliği pozitif veya negatif yönde etkileyen faktörlerin ne olduğu tam bilinmemektedir. "Üstelik biyoçeşitlilik tek başına ölçülemez, çok yönlü bir fenomendir, ekosistemden türlere, türlerden genlere çok sayıda etken rol oynar (Heywood ve Watson, 1995)".

Tür çeşitliliği bitki kommunitelerinde önemli bir ekolojik özellik olarak dikkate alınmaktadır. Bu çalışmada da kommuniteler arasındaki tür çeşitliliğinini ifade ederken kullanılan beta çeşitlilik ve indekslerin nasıl hesaplanacağı konusunda bilgi vermek amaçlanmaktadır.

## 2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışma bu konu hakkında yayınlanmış eserlerden derlenerek eğitim amaçlı bilim dünyasına sunulması amaçlanmaktadır.

Elde edilen verilere dayanarak, ekosistemin bir parçası veya bütünü için tür çeşitliliği hesaplamalarında birçok çeşitlilik indeksleri kullanılmaktadır. Biyolojik çeşitlilik indeksleri bir kommunitedeki tür çeşitliliğinin matematiksel bir ölçüsüdür. Çeşitlilik indeksleri, kommunitenin floristik kompozisyonu hakkında tür zenginliğinden daha fazla bilgi vermekte ve farklı türlerin nispi yoğunluklarını da dikkate almaktadır.

### 2.1. Biyoçeşitlilik

Biyolojik çeşitlilik, bilindiği üzere yeryüzünde yaşayan bitki ve hayvan türleri gibi sahip olduğumuz tüm canlı varlıkları kapsar. Biyolojik çeşitlilik veya biyoçeşitlilik; bir bölgedeki genlerin, bu genleri taşıyan türlerin, bu türleri barındıran ekosistemlerin ve bunları birbirine bağlayan olayların (süreçlerin) tamamını kapsar. Tanımdan da anlaşılacağı gibi biyolojik çeşitlilik ya da kısaltılmış şekliyle "biyoçeşitlilik; genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği veya kommunite çeşitliliği olmak üzere üç ana parçadan oluşur (Kılınç ve ark., 2006)".

#### *2.1.1. Genetik çeşitlilik*

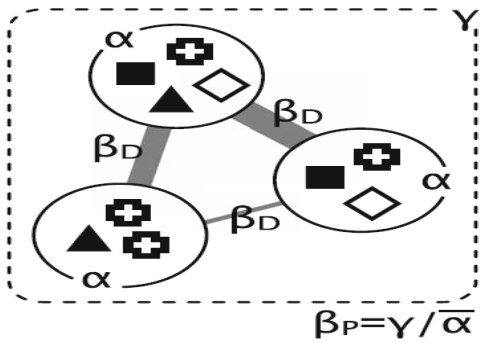
"Bir türün her bireyleri genetik olarak birbirinden farklıdır. Bu farklılık, söz konusu bireylerin belirli bir karakter için aynı genin farklı alleline veya değişik gen kombinasyonlarına sahip olmalarının sonucudur (Aslan, 2007)". Sonuç olarak, bir genin, aynı canlı türünün farklı populasyonları arasında değişik kombinasyonlarda veya farklı frekanslarda bulunması populasyonlar arası genetik çeşitliliğe yol açmaktadır.

## *2.1.2. Tür çeşitliliği*

Biyoçeşitliliğin ikinci öğesidir. "Bir bölgedeki canlı türlerinin çeşitliliğinin sayısını ifade eder (Aslan, 2007)". Genellikle tür çeşitliliği hatalı bir şekilde biyoçeşitlilik ile eş anlamlı olarak ifade edilmektedir. Oysa "biyoçeşitliliğin tanımı içerisinde tür çeşitliliğine ilaveten, genetik çeşitlilik ve ekosistem çeşitliliği de bulunmaktadır (Aslan, 2007)".

Biyoçeşitlilik özünde karşılaştırmalı bir bilimdir. Biyoçeşitlilik hesaplamalarının amacı kommuniteleri sıralamak veya karşılaştırmaktır. Bir araştırmacı, iki farklı alanın çeşitliliğini karşılaştırmayı amaçlar ya da zamana ve diğer faktörlere bağlı olarak belli bir alandaki değişimi ölçer. Bu anlamda, "tür çeşitliliği; alfa çeşitliliği (α), beta çeşitliliği (β) ve gama çeşitliliği (γ) olmak üzere üç farklı grup altında toplamak mümkündür.

**"Whittaker' ın (1960) yaptığı tür çeşitliliğine göre (Koleff ve ark., 2003,72)";**




**Şekil1.** α, β, γ çeşitlilik arasındaki ilişki. *γ, geniş alanlar arasındaki çeşitliliktir. α tek bir örnekte bulunan türlerin sayısıdır. β, ise kommuniteler arasındaki türlerin değişimi ve çeşitliliğidir.*

Alfa çeşitlilik (α): Bir kommunite veya habitat içerisindeki tür çeşitliliğidir. Genellikle tür sayısı ile ifade edilir (küçük alanlardaki yerel çeşitlilik).

Beta çeşitlilik (β): İki ya da daha fazla alan veya ekosistemin tür zenginliğine bağlı olarak tür çeşitliliğindeki farklılıkları ölçen, varlık-yokluk veya bolluk indeksleri yardımıyla tür benzerliklerini karşılaştıran çeşitliliktir.

Gama çeşitlilik (γ): Farklı ekosistemleri kapsayan geniş coğrafik alanların tür çeşitliliğidir.

Daha ayrıntılı olarak ele aldığımızda, ekosistemin her bir parçası (örnek alan bazında) için tür çeşitliliği hesaplaması yapılıyorsa söz konusu olan alfa çeşitliliğidir. Başka bir deyişle, tek bir habitatta bulunan türlerin sayısı lokal olarak tespit edilir.

Eğer, “bir habitatta yer alan farklı parçalara (örnek alan) ait çeşitlilik değerleri bir bütün şeklinde ele alınarak tek bir indeks değeri ifade ediliyorsa burada beta çeşitliliği söz konusudur (Jurasinski ve ark., 2008, 159)”. Diğer bir ifadeyle; “lokal habitatlar arasında yer alan türlerin oranıdır (Jurasinski ve ark., 2008, 159)”. Farklı örnek alanlarda yer alan türler sabit yani aynı türler tekerrür ediyorsa düşük, türler farklılık arz ediyorsa yüksek çıkar. “Yüksek beta çeşitlilik değerleri çevresel gradiyentin (sıcaklık, nem, toprak özellikleri) bir fonksiyonu olarak tür sayısında yüksek orandaki değişimin göstergesidir (Kılınç ve ark., 2006)”.

Alfa ve beta çeşitliliğinden başka en yaygın olarak kullanılan üçüncü çeşitlilik türü ise gama çeşitliliğidir. Gama çeşitliliği, çok sayıda habitatın ve dolayısıyla daha fazla örnek alanın bir araya gelmesiyle oluşan geniş bir bölgedeki çeşitliliği ifade etmektedir. “Gama çeşitliliği; ‘Gama çeşitliliği= Alfa çeşitliliği x Beta çeşitliliği x Toplam habitat adedi’ formülü ile ifade edilmektedir (Gülsoy ve Özkan, 2008, 1)”. Whittaker’ ın (1960) not ettiği gibi, alfa ve gama çeşitlilik, belli bir alandaki türlerin açıklayıcısıdır. “Gama çeşitlilik genellikle araştırma alanı içerisindeki farklı örneklerin kombinasyonu şeklinde yüksek oranda birikim gösteren kategoride tür yoğunluğuna değinirken, alfa çeşitlilik tek örnek içerisinde ölçülür (Legendre, 2008,1)”.

## Beta Çeşitlilik

Literatür derlemelerinde beta çeşitliliğin iki farklı grup kavramı içinde sıralanabileceğini, çok sayıda ölçümün kullanılması ile ortaya konmuştur. Birinci grup “doğrudan alanların benzerliğinin karşılaştırılması (benzer indeksler, akrabalık ilişkilerinin ayrışma aralığının eğimi, ordinasyon ekseninin uzunluğu ve tür matriksinin kare toplamı) ve sayım içinde tür ayrımını içermektedir (Anderson ve ark., 2011, 14)”. İkinci grup, diğerlerine iki (veya çok) kademe faklı olan tür bolluğunu içermektedir. Bundan dolayı araştırmacılar önemli bir fark olarak, beta çeşitliliği iki kademeye ayırmayı önermişlerdir; ‘farklılaşan çeşitlilik’ (birinci grup) ve nispi=oransal çeşitlilik (ikinci grup). Araştırmacılar, “envanter çeşitlilik terimini örnek içi çeşitlilikte, ‘farklılaşan çeşitlilik’ terimini ise geçici veya üç boyutlu ölçeğe karşılık olarak envanter çeşitliliğin karşılaştırılması için kullanmayı önermişlerdir (Jurasinski, 2008,159 - Koleff ve ark., 2003,72)”.

Sadece türlerin sayısını saymaktan ziyade, türlerin bir araya gelmesinde meydana gelen çeşitliliğin değerlendirmesinin birçok yolu vardır. “Peirce (1884), Jaccard (1901) ve Williams

(1950) gibi tüm araştırmacılar, örneklerin heterojenitesinin kullanılmasına ilave olarak çeşitliliğin ölçümü şeklinde fikirlerde bulunmuşlardır". Bununla beraber, Whittaker (1956, 1960) biyolojik çeşitlilik görüşüyle ilgili farklı taslaklar geliştiren ilk kişidir. Siskiyou Dağlarının (Whittaker 1960) vejetasyonu üzerine yaptığı çalışmalar çığır açmıştır. "Whittaker doğal kommunitelerde: (1) *alfa çeşitlilik* belli topluluğun veya kommunitelerin türlerindeki bolluk, *(2) beta çeşitlilik* kommunite kompozisyon değişiminin miktarı, (3) *gama çeşitlilik* çok sayıda kommunite örneklerinin tür çeşitliliği, şeklinde tür çeşitliliğinin üç durumunu veya kaidesini tanımlamış, vejetasyon çeşitliliğinin karşılaştırmasını ve ölçümünü yapmış olup bunlar için kavramlar ve terminoloji geliştirmiştir (Jurasinski,, 2008, 159)". "Whittaker (1960) ölçümlerin benzer yapısını alfa çeşitlilikte olduğu gibi gama çeşitliliğe uygulamış ve beta çeşitliğin farklı bir problem gösterdiğini görmüştür (Anderson ve ark., 2006,9)".

Tür zenginliği ve tür frekansı (alfa çeşitlilik), biyoçeşitliliği tanımlamak için esas parametreler şeklinde uzun zamandan beri kullanılmaktadır. Qian' nin 2009' da yaptığı araştırmaya göre de beta çeşitlilik, "tür topluluklarının nötür modellerine zıt olan ekolojik niş esaslı modelleri test etmek amacıyla ve karasal alanlarda parçalanmış aralıklı alanların evriminde kullanılır". Küçük bir alana, koruma ile ilgili çalışmalarda veya biyolojik homojenizasyon üzerindeki çalışmalarda da bu kavram uygulanır. Son zamanlarda, ekolojik araştırmalarda beta çeşitliliğin önemi görülmüş olup, kendi başına tartışma konusu olmuştur. "Legendre ve ark. (2005) ekosistem yönetimi ve biyoçeşitliliğin korunması için ekosistemlerin fonksiyonunun anlaşılmasında beta çeşitliliğin 'anahtar bir kavram' olduğunu belirtmiştir, çünkü zaman ve mekan içinde tür çeşitliliği dağılımını tanımlamak için kullanılabilmektedir (Jurasinski, 2008,159)".

Bir çok bilim adamı ekolojik araştırmalarda ve koruma planlarında beta çeşitliliği önemli ölçüde kullanmaktadırlar. Fakat diğer çeşitlilik tanımları gibi net ve kısa tanımının yapılması güç kabul edilmektedir. Buda bilim insanları arasında tartışmalara yol açmaktadır.

Kavram olarak beta çeşitlilik alfa ve gama çeşitlilik gibi tanımlanmamıştır. Belki bu durum beta çeşitliliğin incelenmesinde niçin fazla türde metodun mümkün olduğunu açıklamaya yardımcı olur. Farklı çalışmaların sonuçları arasındaki mukayeseler, beta çeşitliliğin miktarını belirlemede kullanılan ölçümlerin farklılığından veya uygulanış yollarından ötürü engellenmiştir. Bununla beraber kesin olmamak şartıyla beta çeşitlilik terimi, net olarak açık ve tamamen anlaşılan bir terim olmayıp arka plandaki kavramsal farklılıklar ile ilgilidir. Whittaker (1960) beta çeşitliliğin birkaç farklı kavramını ortaya atarak gelecekte tartışılma alanı oluşturmuştur. "Bu tartışmalar farklı fikirlere sebep olmuş bazıları ortak tanımda birleşmişlerdir. Örneğin;

Jurasinski, Koleff ve arkadaşları bir ekosistemin ya da çevrenin heterojenitesinin bu ekosistem ve çevre içerisinde yapılacak gözlemlerin ortak analizi ile mümkün olacağını ifade etmektedirler (Jurasinski, 2008,159 - Koleff ve ark., 2003,72)".

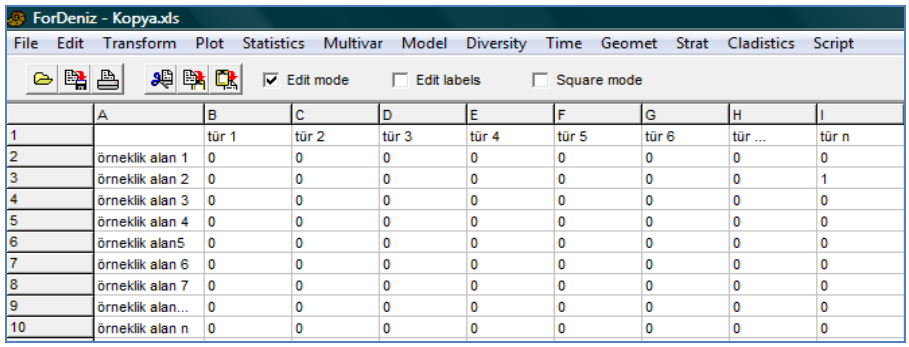
Son yıllarda geliştirilen birçok bilgisayar programları sayesinde alfa, beta ve gama çeşitlilik ölçümleri kolaylıkla yapılabilmektedir. Bunlardan en çok kullanılan ücretsiz bilgisayar programları PAST (http://folk.uio.no/ohammer/past/diversity.html) ve JUICE (http://www.sci.muni .cz/botany/juice/)' dir. Diğer kullanılan bilgisayar programlarına ise aşağıda Tablo 1'de yer verilmiştir.

**Tablo1.** Biyoçeşitlilik ölçümleri için kullanılan bilgisayar programları.

| Web sites | Software details |
|---|---|
| viceroy.eeb.uconn.edu/EstimateS | *EstimateS* package for species richness estimation. Also calculates a range of α diversity statistics and complementarity (β) measures. Mac and PC |
| homepages.together.net/~gentsmin/ ecosim.htm | *Ecosim*. Focuses on null models in ecology. Computes rarefaction curves and some diversity indices. PC |
| www.irchouse.demon.co.uk/ | *Species Diversity and Richness*. Calculates a range of diversity measures (with bootstrapping), richness estimators, rarefaction curves, and β diversity measures. PC |
| www.exetersoftware.com | Programs to accompany Krebs's (1999) *Ecological Methodology*. Good range of richness, diversity, and evenness measures plus log normal and log series models. PC |
| www.biology.ualberta.ca/jbzustp/ krebswin.html | Provides software for some of the diversity measures (and other techniques) described in Krebs's (1999) *Ecological Methodology*. PC |
| www.entu.cas.cz/png/PowerNiche/ | *PowerNiche* package provides expected values for certain niche apportionment models. PC |
| www.pml.ac.uk/primer/ | PRIMER software. Multivariate techniques for community analysis. Includes diversity measures, dominance curves, and Clarke and Warwick's taxonomic distinctness statistics PC |

"En çok kullanılan PAST bilgisayar programı (Hammer ve ark. 2008) ile basit bir örnek verilebilir (Işık ve ark, 2011)." Beta çeşitliliği ölçmek için hazırlanan Excel dosyasına arazi çalışmaları sonuçları Tablo 2' deki gibi girilmiştir.

**Tablo 2.** PAST programında Excel dosyasının görünümü.



ForDeniz - Kopya.xls

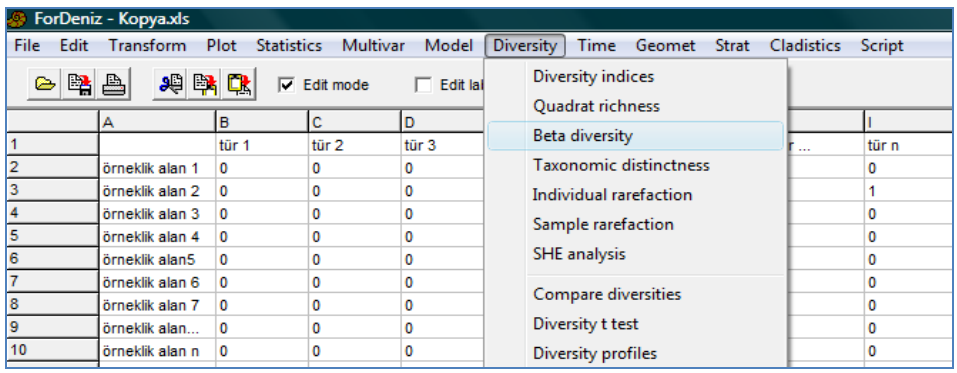
File Edit Transform Plot Statistics Multivar Model Diversity Time Geomet Strat Cladistics Script

Edit mode | Edit labels | Square mode

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | tür 1 | tür 2 | tür 3 | tür 4 | tür 5 | tür 6 | tür ... | tür n |
| 2 | örneklik alan 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | örneklik alan 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | örneklik alan 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | örneklik alan 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | örneklik alan5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | örneklik alan 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | örneklik alan 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | örneklik alan... | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | örneklik alan n | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Yukarıdaki Tablo 2' de Excel dosyasında hazırlanarak PAST programı ile açılır. İlk sütuna örneklik alan numaraları girilir ve ilk satıra türler yazılır. Daha sonra seçilen örneklik alanlar arasında beta çeşitliliği analiz etmek için PAST programında aşağıda verilen Tablo 3' deki yol izlenerek beta çeşitlilik değerleri ölçülebilir. Çıkan sonuçlar değerin yüksek veya düşük oluşuna göre yorumlanabilir. Eğer yüksek benzerlik gözlenmiş ise; örnekler arasında birkaç tür farklılıklar söz konusudur ve beta çeşitlilik değeri düşük hesaplanır. Diğer yandan düşük benzerliğe ulaşılmışsa; örnekler arasında daha fazla tür farklılıkları vardır ve beta çeşitlilik değeri yüksek çıkar.

**Tablo 3.** PAST bilgisayar programında beta çeşitliliğin hesaplanması.



ForDeniz - Kopya.xls

File Edit Transform Plot Statistics Multivar Model Diversity Time Geomet Strat Cladistics Script

Edit mode | Edit la

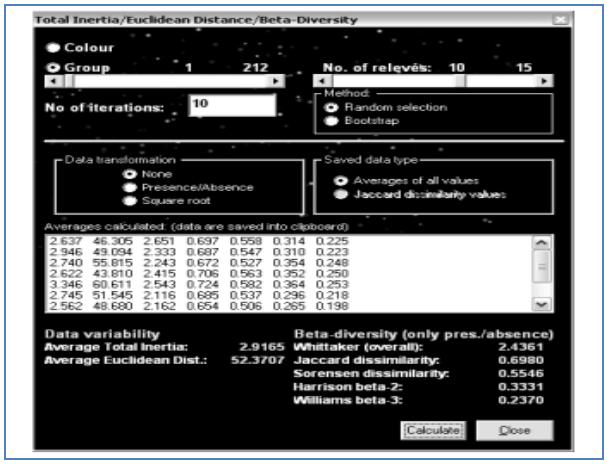
Diversity indices
Quadrat richness
Beta diversity
Taxonomic distinctness
Individual rarefaction
Sample rarefaction
SHE analysis
Compare diversities
Diversity t test
Diversity profiles

| | A | B | C | D | I |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | tür 1 | tür 2 | tür 3 | tür n |
| 2 | örneklik alan 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | örneklik alan 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 4 | örneklik alan 3 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | örneklik alan 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | örneklik alan5 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | örneklik alan 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | örneklik alan 7 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | örneklik alan... | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | örneklik alan n | 0 | 0 | 0 | 0 |

Diğer sık kullanılan bilgisayar programlarından biride JUICE (Tichy, 2002, )' dir. "Arazide vejetasyon çalışmalarının sonuçlarını değerlendirmede (sınıflandırma, ordinasyon, multivariyatel analiz teknikleri) kullanılan bir programdır (Tichy ve Milan, 2006, 17)". Ayrıca bu program sayesinde "alınan örneklik alanlar arasındaki beta çeşitlilik değerlerinide ölçmek mümkündür

(Tichy ve ark., 2011)". Seçilen örneklik alanlar kullanma kılavuzuna uygun şekilde JUICE programına girildikten ve beta çeşitlilik değerleri hesaplandıktan sonra Şekil 2' deki gibi gösterilir (Tichy ve ark., 2011)".

**Şekil 2.** JUICE programı ile beta çeşitliliğinin ölçülmesi. *JUICE bilgisayar programı beta çeşitliliği hesaplarken aynı zamanda diğer kullanılan beta çeşitlilik indekslerini de hesaplayarak indeksler arasındaki karşılaştırmayı da yapar. Şekilde görüldüğü üzere en çok tercih edilen Whittaker' ın $\beta_W$ indeksi JUICE ile kolayca hesaplanmıştır.*




**Beta Çeşitlilik Ölçümlerinde Kullanılan İndeksler**

Literatürlerde da savunulduğu gibi, beta çeşitliliği ile iki niteliğin ölçümü yapılabilmektedir. Bunlardan birincisi, bir bölgede yer alan farklı habitatların sayısı, ikincisi ise aynı habitatın iki bağımsız parçası (örnek alanları) arasında yer alan farklı türlerin oranıdır. Aktif veriler içinde seçilen örneklerin tamamı, indeksleri hesaplamak için kullanılmaktadır. "Wilson ve Schmida (1949) tarafından öne sürülen beta çeşitliliğine ait 6 indeks değerinin hesaplamaları aşağıda sıralanmaktadır (Koleff ve ark., 2003,72, Mark 2001,12)".

***1.Whittaker' ın $\beta_W$ indeksi (1960)***

$$\beta_w = S/\alpha - 1 \qquad \text{(I).}$$

Burada, S toplam tür sayısını ifade ederken, α ise örneklerdeki ortalama tür zenginliğini ifade etmektedir. (Örneklik alan büyüklükleri tamamen aynı olmalıdır.)

***2. Cody' nin $\beta_C$ indeksi (1975)***

$$\beta_C = \frac{g\,(H)+I\,(H)}{2} \qquad \text{(II).}$$

Burada, g(H): artan toplam tür sayısı ve *I* (H): örnekteki yok olmuş tür sayısıdır. (Dönemsel ölçümler yapılarak hesaplanması mümkündür.)

***3.4.5. Routledge' nin $\beta_R$, $\beta_I$ ve $\beta_E$ indeksleri (1977)***

$$\beta_R = \frac{S^2}{2r+S} - 1 \qquad \text{(III).}$$

Burada, S: örnekte yer alan toplam tür sayısı. r: örnekler arası çakışan tür sayısıdır. Örnek büyüklüğünü eşit varsayan;

$$\beta_I = \log(T) - [(\tfrac{1}{T})\sum e_i \log(e_i)] - [(\tfrac{1}{T})\sum \infty_i \log(\infty_i)] \qquad \text{(IV).}$$

formülü ile ifade edilir.

Burada, $e_i$: içerisinde i değeri kadar türlerin yer aldığı örneklerin sayısıdır.
$\alpha_i$: *i* sayıda örnekte yer alan tür zenginliğidir. T: $e_i$'lerin toplamıdır. ($\sum e_i$)

$$\beta_E = \exp(\beta_I) - 1 \qquad \text{(V).}$$

formülü ile ifade edilir.

***3.2.6. Wilson ve Schmida' nın $\beta_T$ indeksi***

$$\beta_T = \frac{[g\,(H)+I\,(H)]}{2\alpha} \qquad \text{(VI).}$$

formülü ile gösterilir. Buradaki parametreler $\beta_C$ ve $\beta_W$ aracılığı ile belirlenir (Koleff ve ark., 2003,72). Bilindiği üzere, kullanışlı bir indeks; değişimi, katılımı, alfa değerini ve örnek büyüklüğün en iyi bir biçimde belirlemeye yönelik olmalıdır.

Bu bağlamda, "Wilson ve Schmida (1984), en iyi beta indeksinin Whittaker' nın $\beta_W$ indeksi olduğunu ve kendi geliştirdikleri indekslerinde (Wilson ve Schmida' nın $\beta_T$ indeksi) yaklaşık olarak ikinci sırada geldiğini belirtmişlerdir (Koleff ve ark., 2003,72)".

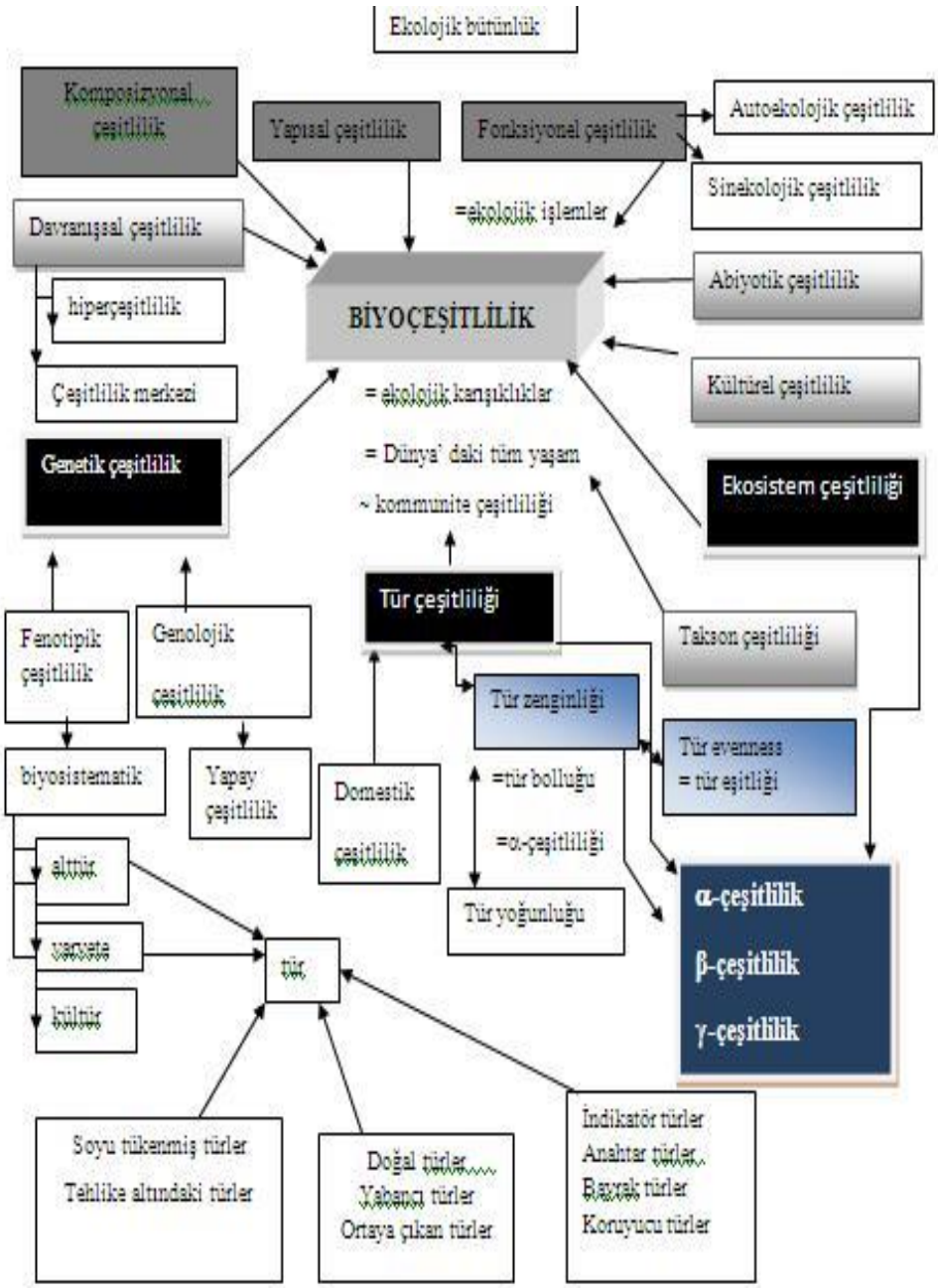
### *2.1.3. Ekosistem çeşitliliği*

Biyoçeşitliliğin son öğesidir. “Ekolojik bir birim olarak karşılıklı etkileşim içinde olan organizmalar topluluğu ile fiziksel çevrelerinin oluşturduğu bütünle ilgilidir**. “**Ekosistemler, sahip oldukları biyolojik faktörler bakımından birbirlerinden farklılık gösterir Ferrier, ve ark. (2007)”. Ekosistem çeşitliliği arttıkça habitat çeşitliliği, dolayısıyla tür çeşitliliği artar.

Çok geniş bir kavram olan biyoçeşitlilik, farklı düzeylerde ele alınarak tanımlanması mümkündür. Biyoçeşitlilik kavramının diğer çeşitlilik düzeyleriyle ilişkisini “Duelli ve Obrist (2003) tarafından hazırlanan yayından uyarlanarak Şekil 3’ de gösterdik”. Şekilde görüldüğü gibi, moleküler düzeyde genetik çeşitlilik, tür düzeyinde tür zenginliği ve topografik düzeyde ise ekosistem çeşitliliği ayrıca tür çeşitliliği düzeyinde α-β-γ ifade edilerek terimler artırılabilir.

Biyolojik çeşitlilik incelemelerinde kommunite analizlerinden faydalanılmaktadır. Kommunite en kısa tarifiyle, “belirli bir zamanda belirli bir alanda yaşayan ve karşılıklı ilişkiler içerisinde bulunan populasyonlar topluluğudur (Legendre, 2008, 1)”. Tür, kommunitenin en önemli karakteristiklerinden biri olup kommunite yapısının bir ifadesidir. “Ekolojik çalışmalarda genellikle çalışılan bölgedeki mevcut türlerin sayıları ve nispi yoğunlukları göz önüne alınır. (Gallardo-Cruz ve ark. 2009, 24)”. Bir kommunitenin tür çeşitliliği iki parametreye bağlıdır; “türlerin sayısal olarak zenginliği ve her bir türün bireysel bolluk derecesine (evenness) bağlıdır (Kılınç, ve ark., 2006)”. Eğer “bir kommunitede çok sayıda birbirine eşit veya yakın bollukta türler bulunuyorsa bu kommunitelerin yüksek tür çeşitliliğine sahip olduğu söylenir (Kılınç, ve ark., 2006)”. Diğer taraftan eğer “bir kommunite çok az sayıda türden oluşuyorsa veya sadece birkaç tür bolluk gösteriyorsa tür çeşitliliği düşük demektir (Kılınç, ve ark., 2006)”.

**Şekil 3.** Biyoçeşitliliğin diğer çeşitlilikler arasındaki ilişkisini gösteren şema. *(Duelli ve Obrist (2003)' ten uyarlanmıştır.)*



İki kommunite aynı tür sayısına sahip olsa da, türlerin birey sayılarının dağılışı farklı ise çeşitlilik oranları da farklı olacaktır (Kılınç, ve ark., 2006)". Bu nedenle tür çeşitliliği çalışmalarında tür sayısı kadar, türlerin birey sayıları ve bunların birbirlerine yakınlık derecesi de oldukça önemlidir.

## 3. Tartışma ve Sonuçlar

Biyolojik çeşitliliğin değerlendirilmesi, biyolojik çeşitliliğin yapısı ve işleyişi konusunda bize büyük ölçüde bilgi sağlamaktadır. Biyolojik çeşitliliğin insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan değişiminin, insanın ve doğal çevrenin bütünlüğünü nasıl etkilediğini izlememize olanak sağlayarak, sürdürülebilirlik konusunda göstergeler oluşturmamızı kolaylaştırır.

Ekoloji alanında biyolojik çeşitlilik hesabı ile ilgili literatür bilgileri geniş bir yer tutmaktadır. "Özellikle alfa çeşitliliğinin hesaplanmasında kullanılan birçok indeks içerisinden Shannon-Wiener ve Simpson indeksleri birbirine çok yakındır (Koleff ve ark., 2003,72)". Hesaplamaları yapılırken her ikisi içinde aynı tip verilerlerden faydalanmak mümkün olabilmektedir. Bu güne kadar yapılmış araştırmalardan anlaşılacağı üzere, çeşitlilik hesaplamasına dayanan ekoloji ile ilgili çalışmalarda, "Shannon-Wiener ve Simpson indeksleri diğerlerine nazaran daha çok tercih edilmektedir (Koleff ve ark., 2003,72)". Bu iki indeks birbiri ile kıyaslandığında, "Shannon-Wiener indeksi nadir ve baskın olan türleri ayırmaksızın daha objektif sonuçlar vermesi sebebiyle ekolojide daha fazla tercih edilir (Koleff ve ark., 2003,72)".

Bu açıdan Simpson indeksi, baskın olan türleri daha fazla temsil ettiği için daha az tercih edilir. Bu çıkarımdan biz, beta çeşitlilik indekslerinde benzerlik artıkça indeks değeri azalır sonucuna varabiliriz. Yüksek benzerlik gözlenmiş ise; örnekler arasında birkaç tür farklılıkları vardır ve beta çeşitlilik değeri düşüktür. Öte yandan düşük benzerlikte; örnekler arasında daha fazla tür farklılıkları vardır ve beta çeşitlilik değeri yüksektir.

Beta değerleri kıyaslandığında tek başına fazla bir anlamı yoktur. Ancak ekolojik olarak anlam ifade eder. Başka bir deyişle beta değeri, ancak "ayrım yapılmış sistemleri birbiri ile karşılaştırarak değerlendirmek için önem arz etmektedir.

Görüldüğü gibi beta çeşitliliğin esas amacı örnekler veya gradiyent aralığı boyunca benzerlikleri ve farklılıkları ortaya koymaktır. Ele alınan bu tüm örnekler bir biriyle ilişkilidir. Farklı örneklerde ise ayrı süreçlerin varsayımı olup olmadığını açısından ele alabiliriz. Beta çeşitlilik değerleri ile kommunitelerin tür kompozisyonu bakımından benzerlik oranı ve türlerin bolluğu

dikkate alınarak bu oranın ne kadar değiştiği gözlenebilir. Sonuçta arazide türlerin nasıl ve ne kadar değiştiğini istatistik değerler ile kanıtlayabiliriz.

Beta çeşitliliğin önemi vurgulandığında ise tabiatı koruma alanları; bilimsel çalışmalar ve eğitim açısından önem taşıyan, nadir, tehlike altında veya kaybolmaya yüz tutmuş ekosistemleri ve türleri içeren alanlar açısından önemlidir. Çünkü kommunite çalışmalarında beta çeşitlilik analizleri ile bu alanlar belirlenir. Böylelikle öncelik sırasına göre koruma planı oluşturulur. Ayrıca ele alınan alanlarda bu çalışma sonucunda endemik bitki türlerinin mevcudiyeti ve nadir türler veya yok olma tehlikesi altındaki bitki türleri bulundurmaları nedeniyle eğitim çalışmalarına ve koruma çalışmalarına hizmet sunar.

Görüldüğü gibi, biyoçeşitliliğin esas önemli öğesi olan tür çeşitliliğinin korunmasında, özellikle önemli tür kompozisyonu üzerinde araştırmalar yapılmasında, beta çeşitlilik olanak sağlamaktadır. Koruma alanlarında bu çalışmanın önemi artmaktadır.

Son olarak, tür çeşitliliğin analitik olarak sistemin bütün varlıklarını ya da sistemi temsil edebilecek varlıklarını ölçmek ve değerlendirmek istendiğinde, farklı disiplinler ekosistemin işleyişini görmek amacıyla bir araya gelmeleri gerekmektedir.

## 4. Kaynaklar


Anderson, M.J., Crist, T.O., Chase, J.M., Vellend, M., Inouye B.D., Freestone, A.L., Sanders N.J., Cornell, H.V., Comita, L.S., Davies, K.F., Harrison, S.P., Kraft, N.J.B., Stegen, J.C. ve Swenson N.G. (2011). Navigating the Multiple Meanings of β diversity: a Roadmap for the Practicing Ecologist. *Ecology Letters,* 14(1): 19–28.

Anderson, M.J., Ellingsen, K.E. ve McArdle, B.H. (2006). Multivariate Dispersion as a Measure of Beta Diversity. *Ecology Letters,* 9(6): 683–693.

Aslan, Ebru Gül (2007). Çığlıkara, Dibek ve Kasnak Meşesi Tabiatı Koruma Alanlarındaki Altıcinae (Coleoptera: Chrysomelidae) Türlerinin Dağılımı ve Çeşitliliği,. Yayınlanmış Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Balmford, A., Bennun, L., Brink, B. ten, Cooper, D., Côté, I.M., Crane, P., Dobson, A., Dudley, N., Dutton, I., Green, R.E., Gregory, R.D., Harrison, J., Kennedy, E.T., Kremen, C., Leader-Williams, N., Lovejoy, T.E., Mace, G., May, R., Mayaux, P., Morling, P., Redford, K., Ricketts, T.H., Rodríguez, J.P., Sanjayan, M., Schei, P.J., Jaarsveld, A.S. van, Walther, B.A., (2005)a. The Convention on Biological Diversity's 2010 Target. *Science*, 307(5707), 212-213.

Balmford, A., Crane, P., Dobson, A., Green, R.E., Mace, G.M., (2005)b. The 2010 challenge: Data Availability, Information Needs and Extraterrestrial Insights. *Philosophical Transactions The Royal Society B Biological Science,* 360(1454), 221-228.

Duelli, P. ve Obrist, M.K. (2003). Biodiversity Indicators: the Choice of Values and Measures. *Agriculture, Ecosystems and Environment,* 98(1-3), 87–98.

European Environment Agency. (2007) Halting The Loss of Biodiversity by 2010: Proposal for a First set of Indicators to Monitor Progress in Europe. *European Environment Agency Tech*ical Report. (11), 1-182.

Ferrier, S., Manion, G., Elith, J. ve Richardon K. (2007). Using Generalized Dissimilarity Modelling to Analyse and Predict Patterns of Beta Diversity in Regional Biodiversity Assessment. *Diversity and Distributions,* 13(3), 252–264.

Gallardo-Cruz J.A., Perez-Garcia, E.A., ve Meave, J.A. (2009). β-Diversity and Vegetation Structure as Influenced by Slope Aspect and Altitude in a Seasonally Dry Tropical Landscape. *Landscape Ecology,* 24(4),473-482.

Gülsoy, S., Özkan, K. (2008). Tür Çeşitliliğin Ekolojik Açıdan Önemi ve Kullanılan Bazı İndisler. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, A(1), 168-178.

Güner A., Özhatay N., Ekim T., Başer K.H.C. (2000), Flora of Turkey and The East Aegean Islands (Supplement 2) Vol 11, Edinburgh University Press, Edinburgh.

Hammer, Ø. (2010, Eylül) PAST (PAleontological STatistics) Version 2.00
<http://folk.uio.no/ohammer/past/diversity.html > (2011, Nisan 24)

Heywood, V.H., Watson, (1995), The Global Biodiversity Assessment. (Editör Watson, R.T.) Cambridge University Press, Cambridge, 1140.

Işık, D., Uğurlu, E. Ve Oldeland, J. (2011, Haziran) *Patterns of Alpha- and Beta-Diversity of Vegetation Types at The Kula Volcano, Turkey.* 54. International Association Vegetation Science Meeting (IAVS), Vegatation in and around water: patterns, processes and threats, sayfa 87'de özet olarak basıldı ve poster olarak sunuldu, Lyon, Fransa.

Jurasinski G., Retzer V., Beierkuhnlein C. (2008). Inventory, Differentiation, and Proportional Diversity: a Consistent Terminology for Quantifying Species Diversity. *Oecologia*, 159(1), 15-26.

Kılınç, M., Kutbay, H. G., Yalçın, E., Bilgin, A. (2006), Bitki Ekolojisi ve Bitki Sosyolojisi Uygulamaları, Palme Kitabevi, Ankara.

Koleff, P., Gaston K.J. & Lennon, J.J. (2003). Measuring Beta Diversity for Presence -Absence Data. *Journal of Animal Ecology*, 72(3), 367–382.

Legendre P. (2008). Studying Beta Diversity: Ecological Variation Partitioning by Multiple Regression and Canonical Analysis. *Journal of Plant Ecology*, 1(1), 1-8.

Mark, V. (2001). Do Commonly Used Indices of β -Diversity Measure Species Turnover?. *Journal of Vegetation Science*, 12(4), 545-552.

Qian, H. (2009). Beta Diversity in Relation to Dispersal Ability for Vascular Plants in North America. *Global Ecology and Biogeograph*, 18(3), 327–332.

Sala, O.E., Chapin, F.S., III, Armesto, J.J., Berlow, E., Bloomfield, J., Dirzo, R., Huber Sanwald, E., Huenneke, L.F., Jackson, R.B., Kinzig, A., Leemans, R., Lodge, D.M., Mooney, H.A., Oesterheld, M., LeRoy Poff, N., Sykes, M.T., Walker, B.H., Walker, M., Wall, D.H. (2000). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100. *Science*, 287(5459), 1770-1774.

Tichy, L., Jason, H., Martina, N. (2011). JUICE Program for Management, Analysis and Classification of Ecological Data, 2. Edition of the Program Manual.

Tichy, L. ve Holt, J. (2010, Eylül 22 ) JUICE (Program For Management, Analysis and Classification of Ecological Data) <http://www.sci.muni.cz/botany/juice/> (2011, Nisan 25)

Tichy, L., Milan, C. (2006). Statistical Determination of Diagnostic Species for Site Groups of Unequal Size. *Journal of Vegetation Science*, 17(6): 809-818.

## Extended Abstract

The number of the studies on ecological, biological and structural properties of the plant communities are not many. In this junction, numeric techniques (ordination and classification) and computer programs including these techniques are important assistant tools. The classification of plant communities and determination of their ecologic, biologic and structural properties is much easier today thanks to these techniques and computer programs. The present report describes -how to analyze beta diversity from community composition and associated environmental and spatial data tables and general properties of the biodiversity components. In this work, some knowledge were presented about multivariate analysis techniques, which are widely used in vegetation science in the world and especially in Europe and computer programs, which is used to classify and arrange the vegetation data were also presented.

‘Biodiversity' refers to the diversity and variety of all fauna, flora and microbes and their habitats. ‘Genetic' diversity is considered to be the basic hierarchical level, depicting internal and inter-species genetic variation. The second level of diversity is ‘species’ diversity. ‘Ecosystem' diversity is recognised as the third level. Terms such as biodiversity, indicator or index are not well defined and their use varies between different countries and disciplines. We showed in Figure 3 that relationship between the concept of biodiversity and other levels of diversity is prepared by “Duell and Obrist (2003).

Species diversity is subdivided into alpha, beta and gamma (Whittaker, 1972). In communities, alpha diversity operates within stands. Beta diversity refers to the variation between stands. Gamma operate on larger scales. Beta diversity, i.e. the differences in species composition are quantified to measure the uniqueness of each vegetation type. Alpha and beta diversity measures will be analyzed with multivariate statistics (Non-metric Multidimensional Scaling= NMDS and post-hoc correlation) to measure the relationship between environmental factors and biodiversity parameters.

Various indices have also been formulated for depicting species diversity. Six measures of beta diversity are compared and evaluated. Application is limited to measures suited for species presence-absence data along environmental gradients. Diversity is the most widely used beta-diversity of Whittaker. The most common of these are Simpson's heterogeneity index and the Shannon–Wiener H' index. The numerical value of these indices rises as the number of species increases and as their occurrences even out.

Communities can be described by several measures. The simplest of these is species richness, the number of species in a community. Other indices of species diversity take into account both the number of species and the relative abundance of each species. Relative abundance can be measured as number of individuals, frequency, cover, or biomass, using a variety of techniques.

A plant community exists as part of a set of communities that make up a landscape. Communities can be compared by a variety of measures. Properties of communities such as biomass or productivity can be compared using standard univariate and multivariate statistical techniques, such as PAST nad JUICE. Using information on species presence or abundance, various measures of similarity are possible.

This study is presented for educational purposes to the world of science.