

Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi
Seri: A, Sayı: 2, Yıl: 2008, ISSN: 1302-7085, Sayfa: 188-201

BİTKİ SOSYOLOJİSİ ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN SAYISAL METOTLAR VE BAZI BİLGİSAYAR PROGRAMLARI

Ali KAVGACI^{1*} Andraz CARNI² Urban SILC²

¹Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Müdürlüğü PK 264 07002 Antalya/TÜRKİYE

²Institute of Biology, Scientific Research Centre of Slovenian Academy of Sciences d Arts,
Novi trg 2 1000 Ljubljana/SLOVENIA
*alikavgaci1977@yahoo.com

ÖZET

Türkiye'deki bitki sosyolojisi çalışmaları, bitki toplumlarını belirleme üzerine yoğunlaşmıştır. Bitki toplumlarının ekolojik, biyolojik ve yapısal özellikleri konularında ise pek çalışma bulunmamaktadır. Bu kapsamda, geliştirilmiş olan sayısal metotlar (ordinasyon-sınıflandırma) ve bu metotların kullanımını olanaklı kılan bilgisayar programları önemli yardımcı araçlardır. Bu metotlar ve programlar sayesinde, bitki toplumlarının sınıflandırılması ve onların ekolojik, biyolojik ve yapısal özelliklerinin ortaya konması çok kolaylaşmıştır. Bu çalışmada, tüm dünyada ve özellikle Avrupa'daki bitki sosyolojisi ve vejetasyon ekolojisi araştırmalarında yoğun olarak kullanılan ordinasyon ve sınıflandırma teknikleriyle, kapsamlı bir veri yönetim sistemi olan TURBOVEG ve bitki sosyolojisi verilerini analiz etmek ve düzenlemek amacıyla kullanılan JUICE programları tanıtılarak, uygulamaları konusunda bilgi verilmeye çalışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Bitki sosyolojisi, Juice, Ordinasyon, Sınıflandırma, Turboveg.

NUMERIC METHODS AND SOME COMPUTER PROGRAMS USED IN PHYTOSOCIOLOGICAL WORKS

ABSTRACT

As the phytosociological works in Turkey are examined, it can be seen that they were mainly focused on the classification of plant communities, but the number of the studies on ecologic, biologic and structural properties of the plant communities are not many. In this sense, 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. In this work, some knowledge were presented about ordination and classification techniques, which are widely used in vegetation science in the world and especially in Europe. TURBOVEG data base management program and JUICE program, which is used to classify and arrange the vegetation data were also presented.

Keywords: Phytosociology, Juice, Ordination, Classification, Turboveg.

1. GİRİŞ

Vejetasyon, bir bölgedeki bitkilerin birlikteliğini ifade eder (Box ve Fujiwara, 2005). Belirli bir bölgeye ait vejetasyon, yapısında bir çok bitki toplumu barındırır. Vejetasyonun nasıl şekillendiği ya da bitki toplumlarının nasıl oluştuğuna dair 20. yüzyılın başlarında Kuzey Amerika’da başlıca iki farklı düşünce egemen olmuştur. Bunlardan ilki, Frederic E. Clements’e ait olan, özetle “bitki toplumlarının zaman içinde belirli bir sıralı gidiş (süksesyon) sonucu oluşan, dinamik yapılar olduğu” şeklindeki görüştür (Barnes vd., 1997). İkincisi ise, toplumların homojen olmadığını; zaman ve mekan içinde çevre faktörlerine ve örneğin bir afet gibi çeşitli rastlantısal olaylara bağlı olarak farklılaştıklarını savunan Henry A. Gleason’un görüşüdür (Van der Maarel, 2005).

Vejetasyonu sınıflandırmaya ilişkin ilk çalışmalar ise 1800’lü yılların ilk yarısında Alexandr von Humboldt ve Griesbach’ın yapmış oldukları ve temelde vejetasyonun fizyonomik yapısına (görünüş) dayalı çalışmalarla başlamıştır. Vejetasyonu sınıflamaya yönelik bu ilk çalışmaların ardından, vejetasyona ait çeşitli özelliklere göre farklı sınıflandırma tekniklerinin kullanıldığı vejetasyon sınıflama ekolleri oluşmuştur (Whittaker, 1973). 1970’li yıllara kadar vejetasyon sınıflaması üzerine gerçekleştirilmiş olan çalışmaların ayrıntılı bir derlemesi Whittaker (1973), tarafından gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, yakın geçmişe kadar olan çalışmaları kapsayacak şekilde, vejetasyon sınıflamasının geçmişi, bugünü ve geleceğine ilişkin kapsamlı bir derleme, *Journal of Vegetation Science*, *Vegetatio*, *Phytocoenologia* ve *Tuexenia* gibi önemli uluslararası dergilerdeki yayınları dikkate alarak Mucina (1997), tarafından gerçekleştirilmiştir.

Vejetasyon sınıflamasına ilişkin çok sayıda ekol ve yöntem olmakla birlikte, dünya üzerinde ve özellikle Avrupa’da en yoğun bir şekilde kullanılan ve en çok taraftar bulan metodun, Zürih-Montpellier ekolü olarak da bilinen Braun-Blanquet (1928, 1932, 1964) metodu olduğu anlaşılmaktadır. Floristik-sosyolojik temele dayalı bu sistemin ortaya koyduğu bilim dalı ise “bitki sosyolojisi” olarak adlandırılmaktadır. Vejetasyona ilişkin çalışmaların zaman içinde artması ve gelişmesi ise bitki sosyolojisi disiplininin sadece Braun – Blanquet yaklaşımıyla sınırlandırılmayacağını ortaya koymuştur. Nitekim Ewald (2003), bitki sosyolojisini kritik ettiği çalışmada, vejetasyona dair gerçekleştirilen bütün çalışmaların bitki sosyolojisi kapsamında değerlendirilmesi gerektiğini savunmuş ve bitki sosyolojisini sadece Braun – Blanquet yaklaşımıyla özdeşleştirmenin anlamsız olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle gerek vejetasyonu sınıflandırmaya, gerekse ekolojik yapısı ve gelişimini ortaya koymaya çalışan araştırmaların tamamı bitki sosyolojisi kapsamında ele alınmalıdır.

Ülkemizdeki vejetasyon sınıflamasına ilişkin çalışmalar ise Avrupa’ya oranla daha geç başlamıştır. Özellikle 70’li yıllarda yoğunlaşan ve günümüze kadar uzanan bu çalışmalar, çoğunlukla Braun-Blanquet metodu temelinde gerçekleştirilmiştir (Akman, 1972,1974; Çetik, 1976; Uslu, 1977; Aksoy, 1978; Akman vd. 1978; Ocakverdi ve Çetik, 1982; Akman ve İlarıslan, 1983; Ketenoğlu vd. 1983; Yöneli, 1986; Özalp, 1989; Uslu ve Géhu, 1990; Akman vd. 1992; Özalp, 1993; Serin ve Eyce, 1994; Akman, 1995; Duman, 1995; Mayer ve Aksoy,

1998; Varol ve Tatlı, 2001; Kılınç, 2005) Bitki toplumlarının sınıflandırılması kapsamında gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda, bitki toplumlarının sahip oldukları ekolojik, biyolojik ve yapısal özellikleri hakkında fazla bir bilgi verilmemiştir. Oysa ki Braun Blanquet, oluşturmuş olduğu metoda ait ilk kitabının büyük bir bölümünü, işlevsel ve nedensel ilişkileri ortaya koyacak şekilde ekolojiye ayırmıştır (Ewald, 2003).

Braun Blanquet'in ortaya koymuş olduğu sistem geniş bir kullanıma sahip olmasına karşın, örnek alanların seçimi, örnek alanlardaki değerlendirmeler ve elde edilen verilerin sınıflandırması aşamalarındaki subjektif yapısından dolayı devamlı eleştiriye maruz kalmıştır. Metotta amaç, floristik ve sosyolojik açıdan birbirine benzer örnek alanları bularak yan yana getirmek ve böylece bitki toplumlarını belirlemektir. Metotta sınıflandırma, 5 aşamalı bir tablolama sürecinden oluşmaktadır. Ham tablo, bulunma tablosu, parça tablo, vejetasyon tablosu ve sinoptik (özet) tabloların oluşturulmasından ibaret olan bu süreç (Şekil 1) bir bütün olarak ele alındığında, subjektif bir yapıya sahip olmasının yanısıra oldukça uzun, pratik olmayan ve bir o kadar da yanlış yapma ihtimali yüksek bir süreçtir. Geliştirilen sayısal metotlar (ordinasyon ve sınıflandırma teknikleri) ise daha objektif temele sahiptirler ve bu metotlar yardımıyla birbirine benzer örnek alanları yan yana getirerek örnek alan grupları oluşturmak çok daha kolaylaşmıştır (Austin, 2005). Ayrıca bu teknikler sayesinde türlerin, örnek alanların ve bitki toplumlarının ekolojik yapılarını ortaya koymak mümkün olabilmektedir.

Ordinasyon ve sınıflandırma tekniklerinin yanı sıra, geliştirilmiş olan bilgisayar programları sayesinde, geniş miktarlardaki bitki sosyolojisi verilerini analiz etmek ve onların ekolojik koşullarla ilişkisini ortaya koymak mümkün olabilmektedir. Bu kapsamda geliştirilmiş olan ve geniş bir kullanıma sahip olan bilgisayar programlarından bazıları şunlardır: TURBOVEG (Hennekens, 1996), JUICE (Tichy, 2002), SYN – TAX (Podani, 1993), PC-ORD (Mc Cune ve Mefford, 1999), TWINSpan (Hill, 1979), CANOCO (ter Braak ve Šmilauer, 2002) MULVA (Wildi ve Orłóci, 1996), CAP (Community Analysis Packet).

Bu çalışmada, tüm dünyada ve özellikle Avrupa'daki bitki sosyolojisi ve vejetasyon ekolojisi araştırmalarında yoğun olarak kullanılan ordinasyon ve sınıflandırma teknikleri hakkında fazla detaya inmeden bilgi verilmiştir. Ayrıca bitki sosyolojisi verilerini depolamak amacıyla geliştirilen ve kapsamlı bir veri yönetim sistemi olan TURBOVEG programı ile bitki sosyolojisi verilerini analiz etmek ve düzenlemek amacıyla kullanılan JUICE programı hakkında açıklamalarda bulunulmuştur.

2. ANALİZ YÖNTEMLERİ

Vejetasyon bilimlerinin en önemli çalışma alanlarından biri olan kantitatif toplum ekolojisi, çoklu ekolojik faktörlerin türler üzerindeki etkilerini analiz etmekle uğraşan bir bilim dalıdır. Bu amaçla ekologlar çok değişik yöntemsel yaklaşımları çalışmalarında kullanmaktadır. Bu tekniklerin sayısı çok fazla olmakla birlikte, bunları sınıflandırma ve ordinasyon olmak üzere, başlıca iki başlık halinde gruplandırma mümkündür. Sınıflandırma, benzerliklerine göre türleri veya örnek alanları gruplar halinde bir araya getirmek anlamı taşırken; ordinasyon, belirli

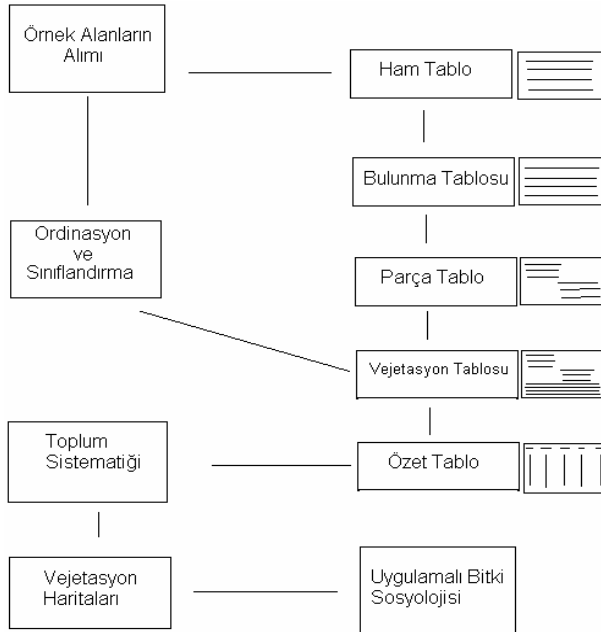
değişkenler boyunca (yetişme ortamı özellikleri gibi) türleri ya da örnek alanları düzenlemek ve tasnif etmek anlamına gelmektedir.

2.1 Sınıflandırma

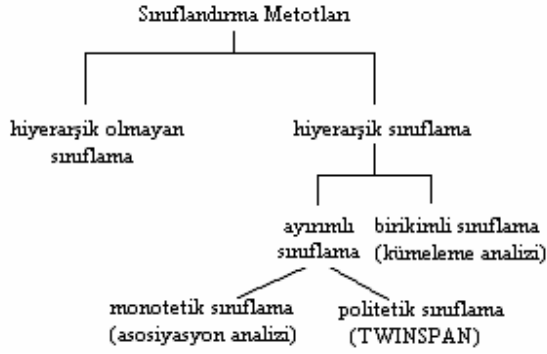
Vejetasyonunun sınıflandırılmasına ait ilk çalışmalar subjektiftir. Oysaki sayısal sınıflandırma tekniklerinin ortaya çıkmasıyla birlikte bu süreç objektif bir şekilde gerçekleştirilir hale gelmiştir (Austin, 2005). Nitekim tarihsel açıdan ele alındığında, sayısal sınıflandırma, Braun-Blanquet metodu gibi subjektif sınıflandırmalara alternatif olarak düşünülmüştür. Sayısal sınıflamalarda aynı metotlar aynı sonuçlara sahiptir Ancak metodolojik farklılıklar farklı sonuçlara neden olur. Sınıflandırma tekniklerinin amacı, homojen tür ya da örnek alan gruplarını belirlemek ve bunları diğer tür ya da örnek alan gruplarından belirgin bir şekilde ayırmaktır (Lepš ve Šmilauer, 1999). Sayısal sınıflandırmada alt bölümlere ayrılma, ayrımlı (divisive) veya birikimli (agglomerative) bir şekilde gerçekleştiği gibi monotetik ya da politetik de olabilir (Simith, 1980).

Sınıflandırma çalışmaları sonucu elde edilen sonuçlar, birbirine benzer örnek alanların yan yana bulunduğu bir dendrogram şeklinde ortaya konmaktadır. Sınıflandırma metotları genel olarak Şekil 2’de gösterildiği şekilde kategorize edilmektedir (Lepš ve Šmilauer, 1999).

Hiyerarşik olmayan sınıflandırmada (non-hierarchical classification) amaç, örnek alanların oluşturduğu grupları belirlemektir. Bu gruplar, birbirine benzer örnek alanların yan yana gelmesiyle oluşur ve yeknesak bir yapıya sahiptir. Bu özelliğiyle de kendini diğer gruplardan ayırmaktadır. Bütün gruplar aynı seviyededir ve aralarında bir hiyerarşi yoktur.



Şekil 1. Vejetasyon alımlarının değerlendirilmesi süreci (Braun-Blanquet yöntemine göre)



Şekil 2. Sınıflandırma metotlarının genel dağılımı

Hiyerarşik sınıflamada, birbirine benzer örnek alanlardan oluşan gruplar alt gruplardan oluşmaktadır ve hiyerarşik bir derecelenme söz konusudur. Eğer gruplar aşağıdan yukarıya doğru oluşuyorsa yani birbirine en çok benzeyen iki örnek alanın yan yana gelmesiyle ilk gruplar oluşuyor ve daha sonra bunlara yeni örnek alanların eklenmesiyle üst grupların oluşması şeklinde bir analiz süreci varsa, sınıflandırma birikimli (agglomerative) sınıflandırma olarak isimlendirilmektedir. Buna karşın analiz, bütün örnek alanların bir arada bulunduğu bir veri setinin, birbirine en çok benzeyen örnek alanların oluşturduğu örnek alan grupları şekline devamlı olarak ikiye bölünerek, yukarıdan aşağıya doğru çalışıyor ve en aşağıda birbirine en çok benzeyen iki örnek alanın oluşturduğu en küçük gruplarla sonlanıyorsa, ayırımı (divisive) sınıflandırma olarak adlandırılmaktadır. Birikimli sınıflandırma metodları genellikle kümeleme (cluster) analizi olarak isimlendirilmektedir (Lepš ve Šmilauer, 1999).

Kümeleme (cluster) analizinde amaç birbirine benzer olan grupları tanımlamaktır. Kümeleme analizi hiyerarşik, birikimli ve politetik bir yapıya sahiptir. Hiyerarşik; geniş kümelerin daha küçük kümelerden meydana geldiğini ifade ederken, birikimli; analizin kümeler halinde bölünme yerine, yeni kümelerin eklenmesi şeklinde devam ettiği anlamını taşımaktadır. Politetik ise, kümeleri birleştirme ya da bölümlenme işleminin, örnek alanlara ait birçok değişik kriterlerin dikkate alınarak gerçekleştirildiği anlamı taşımaktadır (Mc Cune ve Mefford, 1999).

Ayırımı (divisive) sınıflandırmada, sınıflandırma daha önce de belirtildiği gibi, veri setinin yukarıdan aşağıya doğru devamlı olarak iki alt gruba bölünmesi suretiyle gerçekleşmektedir. Eğer bu bölünmede kriter olarak tek bir unsur ele alınıyorsa (örneğin tek bir tür gibi) sınıflandırma monotetik sınıflandırma olarak isimlendirilmektedir. Buna karşın kümeleme analizinde olduğu gibi bölünme birçok kriterle bağlı olarak gerçekleştiriliyorsa (örneğin, veri setindeki türlerin tamamı) politetik sınıflandırma olmaktadır.

Sınıflandırma metotları içinde en sık kullanılan metotlar TWINSPAN (Two Way Indicator Species Analysis) ve UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using Arithmetic Averages) metotlarıdır (Austin, 2005). TWINSPAN, politetik bölümlü sınıflandırma tekniği olup, kısmen klasik bitki sosyolojisinin

sınıflandırma metotlarından ve özellikle vejetasyon tiplerini belirlemede gösterge türleri kullanma düşüncesinde türetilmiştir (Lepš ve Šmilauer, 1999). TWINSPAN aynı zamanda analizin gerçekleştirildiği bilgisayar programının da adıdır (Hill, 1979). Buna karşın UPGMA, birbirine en çok benzeyen örnek alan ve grupları yan yana getiren politetik bir kümeleme analizidir (Austin, 2005).

2.2. Ordinasyon

Ordinasyon, tür kompozisyonlarının benzerlikleri temel alınarak oluşturulan eksenlere bağlı olarak, ekolojik koşulları analiz etmek amacıyla oluşturulan multivaryant teknikler için kullanılan ortak bir terimdir. Ekolojik toplumlar arasındaki çok boyutlu ilişkileri ortaya koymakta geniş bir şekilde kullanılan metotları adlandırmak için kullanılan ordinasyon terimi, zaman veya yetişme ortamı değişkenlerinin değişimine (gradyentine) bağlı olarak nesnelere oluşturdukları grupları düzenlemek amacıyla gerçekleştirilen ilk çalışmalardan türetilmiştir. Bugün için geniş bir kullanıma sahip olan ordinasyon metotlarının amacı, belirli bir yetişme ortamındaki tür kompozisyonu ile yetişme ortamı değişkenleri arasındaki ilişkiler hakkında hipotezler üretmeye yardımcı olmaktır (Palmer, 2007; Mc Cune ve Mefford, 1999).

Ordinasyon metotları, temelde belirli bir topluma ait veri matrisleri üzerinde işlemler gerçekleştirir. Bu veri matrislerinde türler matrisin sıralarını oluştururken örnek alanlar sütunlarda yer alır ya da bunun tam tersidir. Toplum veri matrisinin elamanları türlerin bolluklarıdır (abundance). Bolluk terimi, türlerin kapalılığına, biyokütlesine, sıklığına ya da onların var veya yok olma durumlarına gönderme yapan genel bir kavramdır (Palmer, 2007). Belirli bir ordinasyon tekniği sonucunda elde edilen bir ordinasyon uzayı içinde, birbirine yakın bir şekilde yer alan nesnelere, birbirine uzak nesnelere oranla daha benzer özelliklere sahiptirler (Mc Cune ve Mefford, 1999).

Ordinasyon metotları doğrudan ve dolaylı ordinasyon (*direkt-indirekt ordination*) metotları olmak üzere başlıca iki grup halinde sınıflandırılmaktadır. Her iki ordinasyon metodu da kendine has analiz tekniklerine sahiptir. Bu kapsamda *Polar Ordinasyon* (Bray-Curtis-PO), *Principal Coordinates Analiz* (PCoA), *Nonmetric Multidimensional Scaling* (NMDS), *Principal Component Analiz* (PCA), *Correspondance Analiz* (CA-Reciprocal Averaging) ve *Detrended Correspondance Analiz* (DCA) dolaylı ordinasyon tekniklerini, *Canonical Correspondance Analiz* (CCA) *Redundancy Analiz* (RDA) ve *Detrended Canonical Correspondance Analiz* (DCCA) ise doğrudan ordinasyon analiz teknikleri olarak belirginleşmektedir.

Dolaylı ordinasyon, örnek alan matrisleri oluştururken yalnızca türleri kullanmaktadır. Eğer çevre ya da yetişme ortamıyla ilgili bir bilgi varsa, bu yapılan analizden sonra elde edilen ordinasyonu açıklamada bir araç olarak kullanılır. Buna karşın doğrudan ordinasyon metotları, matrisi oluştururken türlerin yanı sıra çevre değişkenlerini de kullanmaktadır. Daha basit bir anlatımla doğrudan ordinasyon, bir regresyon tekniğidir ve tür kompozisyonları ile ölçülen değişkenler arasında bir ilişki olup olmadığını gösterir (Palmer, 2007). Yani, dolaylı ordinasyonda, örnek alanların benzerlik veya farklılıklarına bağlı olarak oluşan ordinasyonlar, belirli bir

çevre değişkeni ile açıklanabilmekte ve bu değişken ordınasyon eksenini olarak kabul edilmektedir. Buna karşın doğrudan ordınasyonda ise örnek alanlar, belirlenmiş olan çevre değişkenlerine bağlı olarak ordınasyon eksenleri üzerinde yer almaktadır (Lepš ve Šmilauer, 1999). Ordınasyon metodlarına ait analiz tekniklerinin sahip oldukları özellikleri kısaca şu şekilde açıklamak mümkündür:

PO (Polar Ordınasyon - Bray-Curtis): Ordınasyon metodları arasındaki en basit teknik olan ve bilgisayar desteği olmaksızın gerçekleştirilebilen analizde amaç, belirli bir mesafe matrisine göre, matrisin bitiş noktaları ya da kutup noktaları arasında yer alan örneklerin düzenlenmesidir (Palmer, 2007). Bitiş noktaları; belirli bir ekolojik faktör açısından en yüksek farklılığa sahip iki örnek alanı ya da belirli bir değişkenin birbirinden farklı iki ucunda yer alan iki örnek alanı karşılık gelmektedir.

PCoA (Principal Coordinates Analysis): PCoA'nın amacı; belirli bir büyüklüğe sahip olan bir uzay alandaki nesnelerin birbirlerine olan durumlarını belirlemektir. Bunu yaparken nesnelerin mesafe ilişkilerini mümkün olduğu ölçüde korumaktadır. Analiz çok boyutlu ölçümler için oluşturulmuş, metrik ölçümlerle çalışan basit bir metodur. Analiz, örnek alanları arasındaki benzerlik veya farklılıklara bağlı olarak oluşturduğu bir tabloyu girdi olarak alır ve daha sonra bu tablodan bir ordınasyon meydana getirir. Bu ordınasyon diyagramında örnek alanlar belirli bir yönelimde düzenlenirler ve birbirine yakın örnek alanlar birbirine benzer örnek alanlar olup, birbirinden uzak olanlar ise farklı örnek alanlardır ve dolayısıyla farklı toplumlara aittirler. Örnek alanları arasındaki mesafenin artması örnek alanların birbirinden daha fazla farklılaşması anlamına gelmektedir (Podani, 1993; Ter Braak ve Šmilauer, 2002).

NMDS (Nonmetric Multidimensional Scaling): Belirli bir ordınasyon uzayında yer alan nesnelerin birbirleriyle olan mesafeleri arasındaki sıra düzeni ilişkilerini en yüksek seviyeye çıkaran analizin amacı, düşük boyutluluğa sahip olan nesnelerin alansal tanımlamasını yapmaktır (Anonim, 2007a).

PCA (Principal Component Analysis): Temel özanaliz (eigenanalysis) tekniklerinden biri olan PCA, birbiriyle ilişkisi olan belli bir sayıdaki değişkeni, birbiriyle ilişkisi olmayan ve temel bileşen olarak isimlendirilen değişkenlere dönüştüren bir analiz tekniğidir (Anonim, 2007b). Burada amaç, belli bir veri setindeki çok boyutlu yapıyı ortaya koymak ve bu çok boyutluluğu indirgeyerek anlamlı olan yeni bileşenleri tanımlamaktır.

CA (Correspondance Analysis - Reciprocal Averaging): Analiz, değişkenleri maksimize etmek yerine, tür veya örnek alan değerleri arasındaki benzerliği maksimize eder. Türleri ve örnek alanları belirli bir ordınasyon uzayı içinde yansıtır ve elde edilen bu ordınasyonu diğer dolaylı ordınasyon metodlarında olduğu gibi belirli bir çevre değişkeniyle açıklamak mümkündür. Analiz türlerin unimodal yani tek bir tepe noktası bulunan bir eğri şeklinde dağılım yaptığını kabul etmektedir. (Lee, 2007)

DCA (Detrended Correspondance Analysis): Bitki sosyolojisi ve diğer ekolojik çalışmalarda oldukça sık bir şekilde kullanılan DCA, CA'da var olan

hataları ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiş bir özeanaliz ordinasyon tekniğidir (Mc Cune and Mefford, 1999).

CCA (Canonical Correspondance Analysis): Bitki toplulukları kompozisyonu ile yetiştirme ortamı değişkenleri arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla geliştirilmiş çok varyanslı analiz tekniği olan CCA, CA'nın genişletilmiş şeklidir. CA, türlerin bulunma ya da bolluklarına ilişkin değişimlere ait ordinasyon eksenleri oluştururken, elde edilen ordinasyon eksenlerini yetiştirme ortamı değişkenleriyle açıklayabilmek mümkündür. Buna karşın CCA yardımıyla toplum değişkenleri ile yetiştirme ortamı değişkenlerini ilişkilendirmek mümkündür. Kullanılan yetiştirme ortamı değişkenleri nicel ya da nominal değerler olabilir (Ter Braak, 1986, Jongman vd 1987).

DCCA (Detrented Canonical Correspondance Analysis): Bu analiz CCA'nın eksiklerini ortadan kaldırmak amacıyla geliştirilmiştir. Analizde ordinasyon eksenleri parçalara bölünmektedir. Böylece geniş salınıma sahip olan ordinasyon eksenlerinde yer alan örnek alanlar daha kolay bir şekilde değerlendirilmektedir.

RDA (Redundancy Analysis): CCA'da olduğu gibi RDA da çevre değişkenleriyle tür grupları arasındaki ilişkiyi belirlemede kullanılmaktadır. Fakat unimodal bir teknik olan CCA'dan farklı olarak linear bir metottur. Dolayısıyla çevre değişkenleri gibi türlerde, elde edilen ordinasyonlar üzerinde oklarla temsil edilebilmektedir. CCA tür kompozisyonları ve özellikle onların bollukları üzerine yoğunlaşmaktadır. Bu nedenle türlerin tamamının belirli bir yetiştirme ortamı değişkeniyle pozitif bir ilişkiye sahip olması durumunda CCA yeterli bir analiz yapma fırsatı vermemektedir. Buna karşın RDA, böyle bir değişken üzerinde ayrıntılı bir inceleme yapma fırsatı sunmaktadır. Ayrıca RDA, değişkenin çok dar olduğu durumlarda da kullanışlı bir analiz tekniğidir (Palmer, 2007). Bugün için RDA ve CCA'nın polynomial regresyona dayalı teknikleri oluşturulmuş bulunmaktadır (Makarenkov ve Legendre, 2002).

3. TURBOVEG - Veri Tabanı Yönetim Sistemi Programı

Bitki sosyolojisi çalışmaları sonucunda elde edilen geniş miktarlardaki vejetasyon alımlarını saklamak, daha sonraları yapılacak çalışmalarda kullanmak ve geniş alanlarda yapılan çalışmalarda, daha önce yapılmış olan çalışmalara kıyaslama yapabilmek amacıyla bilgisayar destekli veri bankası programı oluşturmak önemli bir konudur. Bu bağlamda Microsoft® Windows® platformuna uygun ve bitki sosyolojisi verilerini düzenleme amacıyla geliştirilmiş olan TURBOVEG programı (Hennekens, 1996), kapsamlı bir veri bankası yönetim sistemidir. Kolay kullanılabilir bir veri yönetim sistemi olan program yardımıyla, vejetasyon alımlarını depolamak, bunlar üzerinde değişiklikler ve analizler yapmak amacıyla diğer bilgisayar programlarına aktarmak mümkün olabilmektedir. Program içerisinde çok sayıda alt veri tabanları oluşturmak mümkün olup, her bir veri tabanında 100 000'e yakın vejetasyon alımı depolanabilmektedir. Örneğin Hollanda'da 350 000'den fazla örnek alan TURBOVEG ortamında depolanmış bulunmaktadır. TURBOVEG Avrupa Vejetasyon Araştırmaları Birliği'nin 1994 yılında Roma'da gerçekleştirdiği 3. toplantısında Avrupa vejetasyon

araştırmalarının standart bilgisayar programı olarak kabul edilmiştir ve hemen hemen bütün Avrupa’da ve diğer birçok ülkede kullanılmaktadır (Hennekens ve Schaminée, 2001).

Kısacası TURBOVEG yardımıyla bitki sosyolojisi veri bankaları oluşturulmaktadır. Bu tür veri bankaları bitki toplumlarının coğrafik yayılışları ve floristik kompozisyonu hakkında bilgi sağlamakta, bu ise farklı uygulamalarda bir kaynak olarak kullanılabilir. Bu şekilde oluşturulmuş olan veri bankaları Avrupa vejetasyon sınıflaması için de çok önemli bilimsel bir temel sağlamıştır. Nitekim Avrupa’nın potansiyel vejetasyon haritası, TURBOVEG’de oluşturulmuş veri tabanları yardımıyla yapılmıştır (Anonim, 2000). Bu şekilde oluşturulan veri bankaları ekolojik kaynakların uluslararası planlama ve yönetimine katkı sağlayabilecek niteliktedir. Bireysel olarak da bitki sosyolojisi tablolarına ve orijinal örnek alanlara dayalı olarak vejetasyon tiplerini ortaya koymak mümkün olabilmektedir.

TURBOVEG’in en önemli özelliklerinden biri ise, farklı bilgisayar programları yardımıyla daha ileri analizler gerçekleştirebilmek amacıyla, verilerin değişik dosya formatlarında farklı bilgisayar ortamlarına aktarılabilmesidir. Bu dosya formatları şunlardır: TURBOVEG veri tabanı (bu çoğunlukla TURBOVEG kullanıcıları arasında örnek alan değişimi amacıyla kullanılır), MS ACCESS veri tabanı, türlerin ve örtme derecelerinin *Cornel Condensed* dosyaları (bu dosya formatı CANOCO, CEDIT, DECORANA, JUICE, MEGATAB, PC-ORD, TWINSPAN ve VESPAN gibi birçok sınıflandırma ve ordinasyon programına veri aktarımı amacıyla kullanılır), MULVA girdi dosyaları, TAB ve ESPRESSO girdi dosyaları, SYN-TAX – 5 girdi dosyaları, örnek alanlara ait tüm verileri içeren kullanıcı tanımlı tablolar, yetişme ortamı verilerinin *Cornel Condensed* dosyalarıdır (Hennekens ve Schaminée, 2001).

4. JUICE – Veri Değerlendirme ve Düzenleme Programı

Juice programı geniş fitososyolojik tabloları düzenlemek, sınıflandırmak ve analiz etmek amacıyla oluşturulmuş Microsoft® Windows® platformuna uygun olarak dizayn edilmiş bir bilgisayar programıdır. Program aracılığıyla tek bir tabloda 30000 örnek alanı ve 4000 bitki türünü birleştirmek mümkün olmakta ve bu tablo üzerinde her türlü değişiklik yapılabilmektedir. Twinspan ve Coctail metodlarını kullanarak sınıflandırma yapmak, interspesifik asosiyasyonları, bağlılık-sadakat (fidelity) ölçümlerini ve ortalama Ellenberg Gösterge Değerlerini hesaplamak, özet (sinoptik) tabloları hazırlamak, örnek alanlarda değişiklik yapmak ve onları başka programlara aktarmak gibi işlemler, JUICE programı yardımıyla gerçekleştirilebilecek çalışmalardan başlıcalarıdır (Tichý, 2002).

Program, tür listelerini ve örnek alanlara ait verileri *plain text* olarak, türlere ait verileri ise *Cornell condensed* formatında muhafaza etmektedir. Juice Avrupa’da geniş fitososyolojik dataları tek bir ortamda görmeyi sağlama amacıyla geniş bir şekilde kullanılan TURBOVEG programıyla birlikte kullanılacak şekilde dizayn edilmiştir. Program yardımıyla, fitososyolojik tabloların belli bölümlerinin *text* veya *spreadsheet* düzeninde çıktısını almak, sinoptik (özet) tabloların çıktısını

almak, başka programlara aktarmak için örnek alanların transferini yapmak ve örnek alanlara ait verilerin çıktısını almak mümkündür.

Juice içinde yer alan vejetasyon tablosu, program sayfasında görüntülenmektedir ve bu tablo üç bölümden oluşmaktadır. Ekranda beliren tabloda yukardan aşağı bitki listesi, soldan sağa örnek alanlar ve bitkilerin karşısında örtme ve bulunma dereceleri yer alır. Örnek alan veya türleri seçmek için 8 farklı renk kullanılabilir. Tablo üzerinde örnek alanların ve türlerin yerleri ile değerlerle ilgili olarak her türlü değişiklik yapma imkânı bulunmaktadır.

TWINSpan sınıflama metodu Juice içinde bağımsız bir program olarak yer almaktadır. Bu program aracılığıyla elde edilen sınıflandırma sonuçları, örnek alanların düzenlenmesinde kullanılabilir. TWINSpan tarafından elde edilen tür sınıflaması, Juice üzerinde doğrudan olarak sergilenmektedir. Bunların yanı sıra Juice, asıl olarak COCKTAIL sınıflandırma metodu kullanılarak kapsamlı vejetasyon analizi yapmak amacıyla geliştirilmiştir. COCKTAIL metodu, vejetasyon üniteleri ve tür gruplarını optimize eden yinelemeli logoritmik bir tekniktir.

Vejetasyon üniteleri belirlendikten sonra, her bir ünitenin ayırt edici (diagnostic), devamlı (constant) ve egemen (dominant) türlerini objektif bir şekilde belirlemek mümkündür. Bilindiği üzere, bu türlerin klasik Braun-Blanquet metodu kapsamında belirlenmesi subjektif bir şekilde gerçekleşmektedir. Juice bünyesinde ayırt edici türler belirlenirken türlerin bağlılık (sadakat) dereceleri, devamlı türler belirlenirken türlerinin tekerrür dereceleri ve egemen türler belirlenirken türlerin belirlenen minimum bir tekerrüre bağlı olarak örtme dereceleri dikkate alınmaktadır.

5. SONUÇ

Bitki sosyolojisi çalışmaları yardımıyla bitki toplumlarının floristik kompozisyonu, sosyolojik yapısı, kuruluş özellikleri, bitkilerin gelişim gösterdikleri vejetasyon tabakasına bağlı olarak bolluk ve örtme dereceleri, yetişme ortamı özellikleri, kısa veya uzun süreli gelişim dinamikleri ve yaşama evreleri ile tarihçesi gibi birçok konuda bilgi sahibi olunabilmektedir. Bunların yanı sıra tür seçimine ve işletme amacına göre silvikültürel değer belirlenmesi, vejetasyon haritalarının oluşturulması ve elde edilen bütün bu veriler ışığında vejetasyon bilgi ağının oluşturulması mümkündür (Kavgacı ve Özalp, 2006).

Biyolojik çeşitlilik açısından ele alındığında, bitki sosyolojisinin önemi daha da belirginleşmektedir. Nitekim Ewald (2004), biyolojik çeşitlilik açısından bitki sosyolojisi çalışmalarının önemini belirttiği çalışmada, bitki toplumu zenginliğinin ölçüsü olan örnek alanların **“alfa çeşitliliğini”**, belirli bir yetişme ortamı değişkeni boyunca yayılış yapan türlerin oluşturduğu vejetasyon tablolarının **“beta çeşitliliğini”**, özet (sinoptik) tabloların ise tür havuzları yada meta toplumlar olan **“gama çeşitliliğini”** temsil ettiğini vurgulamaktadır. Benzer şekilde Loidi (2004)'de bitki sosyolojisi verileriyle yerel ölçekte alfa, beta ve gama çeşitliliğini belirlemenin mümkün olduğunu ve birleştirilmiş bitki sosyolojisi verileri

yardımıyla peyzaj veya bölgesel çeşitliliğin analiz edilebileceğini bildirmektedir. İşte bu noktada bitki sosyolojisinin önemi daha iyi anlaşılmaktadır. Çünkü bitki sosyolojisi gerek biyolojik çeşitliliğin ortaya konması, gerekse bu çeşitliliğe neden olan faktörlerin belirlenmesi doğrultusunda çalışmalarda bulunmaktadır. Fischer (1995), doğa koruma anlayışı içinde, doğa koruma alanlarının seçimi, bu alanların planlanması ve yönetiminde bitki sosyolojisi çalışmalarının öneminin büyük olduğuna işaret etmektedir. Nitekim bir bölgedeki bitki toplumlarının bilinmesi, onların floristik yapısı, fizyonomisi, zamansal ve alansal ilişkileriyle yetişme ortamı özellikleri hakkında temel bilgilere sahip olunması, o bölgenin biyolojik kontrolü ve doğa koruma açısından temel bir öneme sahiptir (Dierschke, 1994).

Görüldüğü üzere, bitki sosyolojisi çalışmaları sahip olduğu çok işlevli yapısı nedeniyle ekosistem yönetiminde geniş bir kullanım alanına sahiptir (Kavgacı ve Özalp, 2006; Mayer, 1978). Buna karşın Türkiye'deki, ekosistem yönetimi çalışmalarında (Örneğin ormancılık gibi) ise bitki sosyolojisi verileri pek kullanılmamaktadır. Oysa başlı başına tek bir vejetasyon haritası bile, ekosistem yönetimi açısından çok önemli bir altlıktır. Bu olumsuz durumun nedenlerinden biri ise, Türkiye'de yapılan bitki sosyolojisi çalışmalarının çoğunlukla bitki toplumlarını sınıflandırmakla sınırlı kalmış olması ve bitki toplumlarının sahip oldukları ekolojik, biyolojik ve yapısal özelliklerine gerekli vurgunun yapılmamasıdır. Bu nedenle, yapılacak çalışmaları bitki toplumlarının ekolojik, yapısal ve biyolojik özelliklerini de ortaya koyar bir şekilde gerçekleştirmek gerekmektedir. Bu kapsamda, klasik bitki sosyolojisinin subjektif yapısını kısmen ortadan kaldırmak, çalışma zamanını kısaltmak, bitki toplumlarının ekolojik yapılarını belirlemek amacıyla geliştirilmiş olan ve ülkemizde yeni yeni kullanılmakta olan (Kavgacı, 2007a ve b; Fontaine vd. (2007); Özkan, 2007; Özalp vd. 2007) ordinasyon ve sınıflandırma teknikleri ile bu tekniklerin kullanımına imkan veren bilgisayar programlarını etkin bir şekilde kullanmak gerekir. Bir hedef olarak önümüzde duran, gerek bölgesel ve gerekse ülke ölçeğinde vejetasyon yapısını belirlemek ve vejetasyon haritalarını oluşturmak amacıyla, bitki sosyolojisi verilerini belirli bir ortamda depo etmek gerekmektedir. Bu amaçla TURBOVEG veri bankası programı oldukça kullanışlı bir araç olmaktadır. Ayrıca geniş miktarlarda depo edilen bu verilerin kolay bir şekilde analiz edilmesi, JUICE programı aracılığıyla oldukça kolaylaşmıştır.

KAYNAKLAR

- Akman, Y., 1972. The vegetation of Beynam forest. Communications De la Faculté Des Sciences De L' université D'Ankara, S. C 16/2: 29-53.
- Akman, Y., 1974. Etude phyto – ecologique de la region de Beypazarı – Karaşar et Nallıhan. Communications De la Faculté Des Sciences De L' université D'Ankara, S. C, p. 50-113.
- Akman, Y., 1995. Türkiye orman vejetasyonu. AÜ. Fen Fakültesi Yayınları, 450 s., Ankara.
- Akman, Y., İlarıslan, R., 1983. The phytosociological investigation in the district of Uluhan – Mudurnu. Communications De La Faculté Des Sciences De L' Université D'ankara, S. C, p. 54-70.
- Akman,Y., Barbero, M., Quezel, P., 1978. Contrubution à l étude de la végétation foresttière d' Anatolie méditerranéenne . Phytocoenologia, 5(1): 1-79.

BİTKİ SOSYOLOJİ ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN SAYISAL METOTLAR VE BAZI BİLGİSAYAR PROGRAMLARI

- Akman, Y., Ketenoğlu, O., Geven, F., 1992. *Vejetasyon Ekolojisi ve Araştırma Metotları*. 341 s. Ankara.
- Aksoy, H., 1978. Karabük, Büyükdüz Araştırma Ormanındaki orman toplulukları ve bunların silvikültürel özellikleri üzerine araştırmalar. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No 2332/237. 136 s. İstanbul.
- Anonim, 2000. *Map of Natural Vegetation of Europe*. Compiled and revised by Udo Bohn, Gisela Gollub, Christoph Hettwer. Bundesamt für Naturschutz, Bonn.
- Anonim, 2007a. *Nonmetric Multidimensional Scaling*. <http://www.quantlet.com/mdstat/scripts/mva/htmlbook/mvahtmlnode100.html>, 06.11.2007.
- Anonim, 2007b. *Principal Component Analysis*. http://www.fon.hum.uva.nl/praat/manual/Principal_component_analysis.html, 06.11.2007.
- Austin, M. P., 2005. *Vegetation and Environment: discontinuities and continuities*. In: E. van der Maarel (ed.), *Vegetation Ecology*, Blackwell publishing, p. 52-84.
- Barnes, V., Zak, D. R., Denton, S. R., Spurr, S. H. 1997. *Forest Ecology*. John Wiley & Sons, 4th edition, 774 pp.
- Box, E. O. and Fujiwara, K., 2005. *Vegetation types and their broad – scale distribution*. In: E. van der Maarel (ed.), *Vegetation Ecology*, p. 107-128.
- Braun-Blanquet, J., 1928. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. Biologische Studienbücher 7.1. Ed. Berlin. X + 330 pp.
- Braun-Blanquet, J., 1932. *Plant Sociology*. (transl. by G. D. Fuller and H. S. Conard), New York, xviii + 439 pp
- Braun-Blanquet, J., 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde*. 3rd ed. Springer, Wien – New York. 865 pp.
- Çetlik, R., 1976. The phytosociological and ecological studies of the cedrus woodland vegetation of Çığılkara and Bucak at Elmalı. *Comm. Fac. Sc. Univ. Ankara C2:20:1-37*
- Dierschke, H. 1994. *Pflanzensoziologie*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.
- Duman, H., 1995. Engizek Dağı (Kahramanmaraş) vejetasyonu. *Turk J Bot* 19 (2):179-212
- Ewald, J., 2003 *A critique for phytosociology*. *Journal of Vegetation Science*, 14: 291-296.
- Ewald, J., 2004. *On the status of phytosociology as a discipline*. *Botanical Electronic News*, No. 329, 3pp.
- Fischer, A., 1995. *Forstliche Vegetationskunde*. Pareys Studentexte 82, Blackwell Wissenschafts, 317 pp.
- Hennekens, S. M., 1996. *TURBO(VEG)*. Software package for input, processing and presentation of phytosociological data. User's guide. Instituut voor Bos en Natuur, Wageningen and Unit of Vegetation Science, University of Lancaster, 57 pp, Lancaster.
- Hennekens, S. M., Schaminee, J. H. J. 2001. *TURBOVEG*, a comprehensive data base management system for vegetation data. *Journal of Vegetation Science*, 12: 589-591.
- Hill, M.O., 1979. *TWINSpan*, a fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way indicator table by classification of the individuals and attributes. Cornell University, Ithaca, NY.
- Jongman, R. G. H., Ter Braak, C. J. F., van Tongeren, O. F. 1987. *Data Analysis in Community and Landscape Ecology*, Pudoc, Wageningen.
- Kavgacı, A., 2007a. Demirköy-İğneada longoz ormanları ve çevresinin bitki toplulukları ve kuruluş özellikleri. *Doktora Tezi*, İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, 215s. (yayınlanmamış)
- Kavgacı, A., 2007b. Sand-dune vegetation of İğneada coast in the Thracian part of Turkey. *Hacquetia*, 6/2:65-76. (Basım aşamasında)
- Kavgacı, A. Özalp, G. 2006. *Ekosistem yönetiminde bitki sosyolojisinin yeri ve önemi*. *Batı Akdeniz Ormanlık Araştırma Müdürlüğü Dergisi*. (Basım aşamasında)

- Ketenoğlu, O., Akman, Y. Aydoğdu, M., A. 1983. phytosociological research on the maquis formation in the west black sea region, Communications De la Faculté Des Sciences De L' université D'Ankara, S.C, p.10-19.
- Kılınç, M., 2005. Bitki Sosyolojisi (Vejetasyon Bilimi). Palme Yayıncılık, 284 s. Ankara.
- Lee, B., L., 2007. Correspondance Analysis, <http://forrest.psych.unc.edu/research/vista-frames/pdf/chap11.pdf>, 06/11/2007.
- Lepš, J., Šmilauer, P., 1999. Multivariate Analysis of Ecological Data, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, 110 pp., České Budějovice
- Loidi, J., 2004. Phytosociology and Biodiversity: an undissocianle relationship. Fitosociologia, Vol. 41 (1) suppl. 1, p. 3-13.
- Mayer, H., 1978. Uygulamalı orman vejetasyon bilgisi. Çeviren H. Aksoy, Orman Fakültesi Konferansları 1977, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, No 2406/252, p. 3-25.
- Mayer, H., Aksoy, H., 1998. Türkiye ormanları (Wälder der Türkei). (Çeviren H. Aksoy ve G. Özalp) Batı Karadeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, No 38/2, 291 s. Bolu.
- Mc Cune, B., Mefford, M. J., 1999. PC-ORD. Multivariate analysis of ecological data. Version4. MjM Sofware Design, 237 pp, Gleneden Beach, Oregon.
- Mucina, L., 1997 Classification of vegetation; past, present and future. Journal of Vegetation Science, 8: 751-760.
- Ocakverdi, H., Çetik, R., 1982. Sultan Dağları Doğanhisar (Konya) Bölgesinin fitososyolojik ve fitoekolojik yönden incelenmesi. SÜ. Fen Edebiyat Fak Fen Derg 2: 73-90.
- Özalp, G., 1989. Çitdere (Yenice – Zonguldak) Bölgesindeki Orman Toplulukları ve Silvikültürel Değerlendirilmesi, Doktora Tezi, İ. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 151 s., İstanbul.
- Özalp, G., 1993. Datça (Reşadiye) yarımadasının bitki toplulukları. İÜ. Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Sayı 2, 79-99.
- Özalp, G., Kavgacı, A., Tecimen, B. 2007. Demirköy-İğneada Longoz (su basar) ormanları ve çevresinin bitki toplulukları ve kuruluş özelliklerinin belirlenmesi. İÜ Orman Fakültesi, TUBITAK-TOGTAG – 3313 No.lu proje. 208s.
- Palmer, M., W., 2007. Ordination methods- an overview.<http://ordination.okstate.edu/overwiev.htm>.05,11,2007.
- Podani, J., 1993. SYN – TAX –pc, computer programs for multivariate data analysis in ecology and systematics, Verison 5.0, User's guide, Scientia Publishing, 102 pp, Budapest.
- Serin, M., Eyce, B., 1994. Hadim (Konya) Aladağ (Orta Toroslar) ve çevresinin vejetasyonu. Tr. J. of Botany, 18:201-227.
- Simith, P., G., 1980. The development of numerical classification and ordination. Plant Ecology, 42/1-3:1-9.
- Ter Braak, C. J. F., 1986. Canonical Correspondance Analysis: A new eigenvector technique for multivariate direct gradienet analysis. Ecology, 67 (5): 1167-1179.
- Ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User'd Guide, Software for Canonical Community Ordination (version 4.5), 496 pp, Wageningen.
- Tichy, L. 2002. JUICE, software for vegetation classification, Journal of Vegetation Science, 13: 45-453.
- Uslu, T., 1977. A plant ecological and sociological research on the dune and maquis vegetation between Mersin and Silifke - Commun. Fac. Sci. Univ. Ank. 21 C2, suppl. 1 : 60 pp.
- Uslu, T., Géhu, J.-M., 1990. Syntaxonomic units and flora of Turkish coastal dunes. Proceedings of the 2 nd Int. Colloquy on the Mediterranean Coasts and the Protection of the Environment, Council of Europe, Strasbourg 42 pp
- Van der Maarel, E., 2005. Vegetation Ecology – An overview. In: E. van der Maarel (ed.), Vegetation Ecology, Blackwell Publishing, p. 1-51.
- Wildi, O., Orlóci, L., (1996): Numerical Exploration of Community Patterns. A guide to the use of MULVA-5. 2nd edition. SPB Academic Publishing b.v., Amsterdam, 171 pp.

BİTKİ SOSYOLOJİ ÇALIŞMALARINDA KULLANILAN SAYISAL METOTLAR VE BAZI BİLGİSAYAR PROGRAMLARI

- Whittaker, R. H., 1973. Approaches to classifying vegetation. In: R.H. Whittaker (ed.), Handbook of Vegetation Science 5, Ordination and classification of communities, p.325-342.
- Varol, Ö., Tatlı, A., 2001. The vegetation of Çimen Mountains (Kahramanmaraş). Tur. J. of Botany, 25:335-358.
- Yönelli, V., 1986. Belgrad Ormanındaki Orman Topluluklarının Yapısı ve Silvikültürel Değerlendirilmesi. Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, 61 s. İstanbul. (yayınlanmamış).