

## Dağlık Ekosistemlerde Bitki Tür Zenginliği ve Çeşitliliği: Sultan Dağları Örneği

### *Plant Species Richness and Diversity in Mountain Ecosystems: A Case Study of the Sultan Mountains*

*Araştırma Makalesi – Research Article*

**Seda KAYA KÖSE**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya A.B.D, sedakaya1990@gmail.com  
ORCID Numarası | ORCID Number: 0000-0003-1418-5360

**Çetin ŞENKUL**

Süleyman Demirel Üniversitesi, Coğrafya Bölümü, cetinsenkul@sdu.edu.tr  
ORCID Numarası | ORCID Number: 0000-0002-7641-1143

#### Öz

Küresel ve lokal ölçeklerde biyolojik çeşitlilik yok olma tehlikesi altındadır. Biyoçeşitliliğin belirlenmesi, ölçülmesi, değerlendirilmesi, tür çeşitliliğinin azaldığı/yoğunlaştığı alanların belirlenmesi ve neyi, nasıl korunacağı sorularının cevap bulması giderek artan bir öneme sahip olmuştur. Biyolojik çeşitliliğin ölçülmesinde çeşitlilik indislerini kullanmak yaygın bir araştırma metodudur. Bu çalışma kapsamında, çeşitlilik bileşenlerinin bir arada değerlendirilmesi ve görselleştirilmesine olanak sağlayan SHE analizi uygulanarak Türkiye'nin ortam ve bitki çeşitliliği açısından önemli dağlık alanlarından biri olan Sultan Dağları'nda bitki zenginliği ve çeşitliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. SHE analizi (S=Tür Zenginliği, H=Shannon-Wiener indisi, E=Buzal ve Gibson eşitliğini) çeşitlilik ve dengeliliğin ölçülerek belirlenmesini sağlamaktadır. Çalışmada Sultan Dağları'nda 2019-2021 yılları arasında 95 örnek alanda (100 X 100 m) arazi çalışmaları gerçekleştirilerek bitki türleri ve bitki türlerine ait bolluk verisi elde edilmiştir. Elde edilen veriler SHE analizi ile değerlendirilerek alanın çeşitlilik ve dengelik değerleri belirlenmiştir. SHE analizine göre H değeri 1,92- 3,65 değerleri arasında değişkenlik göstermektedir. Genel bir ifade ile dağlık alanın kuzey ve doğu yamaçlarında tür zenginliğinin ve çeşitliliğinin fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu çalışma kapsamında Sultan Dağları'nda bitki türlerinin değerlendirilmesine ilişkin bir sonuca ulaşılmıştır. Dağlık alanın tür çeşitliliği değerlerinin belirlenmesi hem lokal ölçekte hem de dünyanın geri kalan bölgeleri ile kıyaslanması, ilişkilendirilmesi ve özgün değerinin belirlenmesi açısından son derecede önemlidir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoçeşitlilik, SHE analizi, Alfa çeşitlilik indisi, Shannon indeksi, Sultan Dağları

#### Abstract

Globally and locally, biological diversity is under threat of extinction. Determining, measuring, evaluating biodiversity, identifying areas where species diversity decreases or concentrates, and finding answers to what, where, and how to preserve have become increasingly important. The utilization of diversity indices is a prevalent research approach in gauging biological diversity. This study conducted an assessment and measurement of plant richness and diversity in the Sultan Mountains, an ecologically significant mountainous region in Turkey, regarding environmental and plant diversity. This was accomplished through the application of SHE analysis, facilitating the comprehensive evaluation and visualization of diversity components. SHE analysis, comprising S = Species Richness, H = Shannon-Wiener Index, E = Evenness, ensures the measurement and determination of diversity and evenness. Field surveys conducted between 2019 and 2021 in 95 sample areas (100 x 100 m) within the Sultan Mountains provided data on plant species and their abundance. The collected data were subjected to SHE analysis to ascertain the diversity and evenness values of the area. The H value, as per the SHE analysis, exhibited variability within the range of 1.92 to 3.65. Overall observations indicated higher species richness and diversity on the northern and eastern slopes of the mountainous region. This study yielded conclusions regarding the evaluation of plant species in the Sultan Mountains. Determining species diversity values in mountainous regions is crucial not only on a local scale but also for comparative analyses with global regions, establishing correlations, and delineating its distinct value.

**Keywords:** Biodiversity, SHE analysis, Alpha diversity index, Shannon index, Sultan Mountains

### 1.Giriş

Biyοçeşitlilik, farklı bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar, içerdikleri genler ve oluşturdukları ekosistem de dahil olmak üzere, yeryüzündeki farklı yaşam formlarının çeşitliliğidir<sup>1</sup>. Bir alandaki biyοçeşitliliğin bilinmesi, korunması, geliştirilmesi ekosistemin devamlılığı ve sürdürülebilirliği için önemlidir. Biyοçeşitliliğin gelişimini ve dinamiklerini anlamak için farklı çeşitlilik hesaplama ve tahmin yöntemleri kullanılmaktadır<sup>2</sup>. Bu yöntemlerden toplumların çeşitliliği alfa (birim içi), beta (birimler arası) ve gama (toplam veya üst birim) düzeyinde hesaplanabilmektedir<sup>3</sup>. Alfa ve gama çeşitliliği doğrudan tür zenginliği olarak da hesaplanabilmektedir. Alfa tür zenginliğini ve çeşitliliğini ölçen Margalef (D), Menhinick, Shannon (H), Simpson (E), Berger-Parker, McIntosh, Brillouin indisleri bu indislerden bazılarıdır<sup>4</sup>. Alfa tür çeşitliliğinin ölçülmesi ve değerlendirilmesi zenginlik ve çeşitlilik değerlerinin tespiti, değerlendirilmesi ve sonrasında yapılacak olan planlama, yönetim ve önceliklendirilmesi için önemlidir.

SHE analizi<sup>5</sup> ile tür zenginliği, tür çeşitliliği ve dengelilik değerlerini bir arada görmek mümkündür<sup>6</sup>. Bu analizi sadece alanın biyolojik çeşitliliğini kapsamlı bir şekilde tanımlamaz, aynı zamanda bolluğun ve dengeliliğin bir fonksiyonu olarak kullanılabilir<sup>7</sup>. SHE analizindeki formülde S=tür zenginliği, H=Shannon-Wiener indisi, E=Buzal ve Gibson eşitliğini ifade etmektedir<sup>8</sup>. Bir alandaki var olan bitki türlerinin sayısı tür zenginliği (S) olarak ifade edilmektedir. 'H' değerinin hesaplanabilmesi için her bir örnek alan için Shannon-Wiener (H') değeri hesaplanmakta ve 'E' değeri ise E=Buzal ve Gibson eşitliğini ifade etmektedir<sup>9</sup>. SHE analizi tür zenginliği ve dengeliliğinin topluluk çeşitliliğine katkılarının bağımsız ve eş zamanlı olarak değerlendirilmesine olanak tanır<sup>10</sup>.

Türkiye, bitki tür çeşitliliği ve endemik bitki çeşitliliği açısından bulunduğu konumun önemli ülkeleri arasındadır<sup>11</sup>. Bu çeşitliliğin oluşmasında Türkiye'nin jeolojik evrimi, morfolojik özellikleri, bulunduğu konum, flora alanlarının (İran-Turan Flora Bölgesi, Akdeniz Flora Bölgesi ve Avrupa-Sibirya Flora Bölgesi) kesişim alanında bulunması, iklimsel özellikler gibi pek çok çevresel faktör etki etmektedir. Türkiye'deki dağlık alanlar bitki tür çeşitliliği açısından Dünya'nın birçok dağlık alanında olduğu gibi biyοçeşitlilik açısından ön plana çıkmaktadır. Dağlık alanlardaki bu zenginlik bu alanlarda birçok tür çeşitliliği çalışması için olanak sağlamaktadır.

Bitki tür zenginliğinin ve çeşitliliğinin özellikle lokal alanlarda belirlenmesi, ölçülmesi, değerlendirilmesi o alan için yapılacak olan sürdürülebilirlik, yönetim planlamaları, koruma yaklaşımları için önemlidir. Bu çalışma kapsamında bitki tür çeşitliliği açısından önemli bir dağlık alanda bitki tür zenginliği, çeşitliliği ve dengeliliği değerlendirilmiştir. Çeşitlilik tür zenginliği (S), Shannon indeksi (H') ve Shannon denkliği/eşitliği (E) aracılığıyla temsil edilmiştir<sup>12</sup>. Çalışma kapsamında Türkiye'nin bitki tür çeşitliliği açısından ön plana çıkan Sultan Dağları'nda gerçekleştirilmiştir. Sultan Dağları Türkiye'de belirlenen 'Önemli Doğa Alanları'<sup>13</sup> ve '122 Önemli Bitki Alanı'<sup>14</sup> içerisinde yer almakta ancak koruma statüsünde bulunmamaktadır. Yapılan çalışmada Sultan Dağları'nın bitki zenginliği ve çeşitlilik değerleri SHE analizi ile hesaplanmış ve değerlendirilmiştir. Sultan Dağları'nda arazi çalışmaları ile kayıt altına alınan bitki türlerine dair verilerin analiz edilmesi (bitki türleri, bolluğu, yoğunluğu vs.) ile Sultan Dağları bitki tür ve çeşitliliğine dair bir bakış açısı geliştirilmiştir. Bu analiz ile alanın bitki türlerine dair çeşitlilik değerleri elde edilmiştir.

<sup>1</sup> Rawat ve Agarwal, 2015

<sup>2</sup> Özkan, 2016; Whittaker, 1960; Whittaker ve Levin, 1977

<sup>3</sup> Whittaker, 1960, 1972

<sup>4</sup> Farris, 1976; Shannon, 1948; Simpson, 1949; Whittaker, 1960; Whittaker ve Levin, 1977

<sup>5</sup> Buzas ve Hayek, 1996, 1998, 2005

<sup>6</sup> Özkan vd., 2020

<sup>7</sup> Mana, 2005

<sup>8</sup> Buzas ve Hayek, 1996

<sup>9</sup> Buzas ve Hayek, 1996

<sup>10</sup> Leponce vd., 2004; Zamfirescu ve Zamfirescu, 2003

<sup>11</sup> Avcı, 2005; Şenkul ve Kaya, 2017

<sup>12</sup> Zamfirescu ve Zamfirescu, 2003

<sup>13</sup> Eken vd., 2006

<sup>14</sup> Özhatay vd., 2005

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Çalışma Alanı

Sultan Dağları, Akdeniz ve Orta Anadolu sınırının kesişim alanında bulunup ve Eber, Akşehir ve Beyşehir gölleri arasında kuzeybatı-güneydoğu doğrultusunda uzanan dağlık bir kütledir (Şekil 1). Dağlık alan yaklaşık olarak 1000 m (ova tabanından) – 2160 m (Gelincikana zirvesi) yükseltiye sahip olup yükselti kuzeybatıya doğru artmaktadır. Sultan Dağları, Akarçay Havzası, Antalya ve Konya Kapalı Havzaları sınırları içerisinde yer almaktadır. Davis'in oluşturduğu kareleme sistemine göre B3 karelajı içerisinde yer almaktadır<sup>15</sup>.

Sultan Dağları, ortam çeşitliliği ve bitki çeşitliliği açısından Türkiye'nin önemli dağlık alanlarından biridir<sup>16</sup>. Ortamsal çeşitliliğin etkisi (yükselti, iklim, toprak özellikleri vd.) bitki tür çeşitliliğinin de değişkenlik göstermesine etki etmekte ve farklı ekolojik istekleri bulunan bitki türlerinin bir arada yaşamasına olanak sağlamaktadır<sup>17</sup>. Sultan Dağları'nda farklı floristik bölgelere ait bitki türleri bir arada dağılım göstermektedir. Burada *Pinus nigra* subsp. *nigra*, *Cedrus libani* A. Rich., *Corylus avellana* L., *Sorbus torminalis* (L.) Crantz, *Acer hyrcanum* subsp. *hyrcanum*, *Taxus baccata* L., *Juniperus oxycedrus* L., *J. excelsa* M. Bieb., *J. foetidissima* Willd., *J. communis* L., *Quercus vulcanica* Boiss. & Heldr. ex Kotschy, *Q. cerris* L. ve *Q. pubescens* Willd. gibi ağaç türleri dağılım göstermektedir. Dağlık alanda hem Akdeniz Flora Bölgesine (örn; *Cedrus libani* A. Rich.) hem İran-Turan Flora Bölgesine (örn; *Pinus nigra* J.F. Arnold) hem de Avrupa-Sibirya Flora Bölgesine (örn; *Corylus avellana* var. *avellana* L.) ait bitki türleri bir arada yaşamasına olanak sağlayan ortamsal koşullar mevcuttur.

Sultan Dağları endemik bitki türleri açısından da önemlidir. *Quercus vulcanica* Boiss. & Heldr. ex Kotschy, *Bellevalia tauri* Feinbrun, *Muscari discolor* Boiss. & Hausskn. Ex Boiss., *Inula anatolica* Boiss. gibi endemik bitki türleri tespit edilmiştir<sup>18</sup>.



Şekil 1. Sultan Dağları lokasyon haritası

<sup>15</sup> Davis., 1965-1985; Davis vd., 1988

<sup>16</sup> Atalay, 1973; Özhatay vd., 2005; Şenkul ve Kaya, 2017

<sup>17</sup> Hugget, 2004

<sup>18</sup> Başhan, 2019; Kargıoğlu ve Başhan, 2023; Ketenci, 2022

### 2.2. Bitki Verilerinin Toplanması

Sultan Dağları bitki zenginliği, çeşitliliğini ve dengeliliğini değerlendirmek amacıyla SHE analizi kullanılmış ve bunun için bir dizi yöntem izlenmiştir. Bitki türlerine ait veriler, Sultan Dağları'nda rastgele örnekleme (random sampling) tekniği ile 95 örnek alanda (100 X 100 m) bitki türleri teşhis edilerek veri setleri oluşturulmuştur. Örnek alanlarda bitki türlerine ait var/yok verisi, bitki bolluk verileri kayıt altına alınmıştır. Belirlenen örnek alanlar içerisinde bitki türleri, bolluk değerleri, birey sayısı, örtüş kapalılık değerleri, bitki fotoğrafları gibi bitki tür zenginliği ve çeşitliliğine dair bilgiler elde edilmiştir. Global Positioning System (GPS) ile kaydedilen örnek alanlarda belirlenen bitki taksonlarının teşhisi 'Flora of Turkey and the East Aegean Islands' ve 'Resimli Türkiye Florası 2' eserinden<sup>19</sup> yararlanılmıştır. Bitkilerin güncel isimleri için 'Türkiye Bitkileri Listesi Damarlı Bitkiler'<sup>20</sup> eseri baz alınmıştır. Arazi çalışmalarında teşhis edilen bitki verileri daha sonrasında veri matrislerine dönüştürülerek analiz edilmiştir.

### 2.3. Analizler

Arazi çalışmalarında elde edilen bilgileri toplumlar arasındaki değişikliklerin yorumlanmasına izin veren<sup>21</sup> ölçüm yöntemlerinden SHE analizi<sup>22</sup> ile değerlendirilmiştir. Bilgi-kuramsal bir yaklaşıma dayanan SHE Analizi<sup>23</sup> bir topluluğun mekân ve zaman içindeki kapsamlı çeşitliliğinin değerlendirilmesine yönelik metodolojik ilerlemedir<sup>24</sup>. SHE analizi ile belirli bir alan için zenginlik ve bolluğa ilişkin verileri entegre ederek, örnek boyutu boyunca tür zenginliği ve bolluğundaki değişikliklerin özetini sağlar<sup>25</sup>. SHE analizi, H, E ve ln(E) ve ln(E)/ln(S)'in grafiksel dökümüdür<sup>26</sup>. Analizdeki terimlerin formüllerinin açıklımı;<sup>27</sup>

$$S = \sum_i^S S_i$$

$$P_i = x_i / \sum_i^S x_i$$

$$H' = - \sum p_i \ln p_i$$

$$E = e^H / S$$

\*Formüllerdeki S=tür zenginliğini (bir alandaki farklı tür sayısı), (x<sub>i</sub>), türlerin bolluk değerine, H'n formülündeki p<sub>i</sub> her tür için hesaplanarak örnek alanda bulunan bir türün bolluk değeri (N) bölünmesi ile E hesabında kullanılan e, doğal logaritmanın tabanı olan 2,71828182845904'e eşittir<sup>28</sup>.

Biyçeşitliliğin hesaplanması amacıyla farklı program ve yazılımlar kullanılmaktadır. Bu yazılımlardan biri olan BİÇEB (Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri)<sup>29</sup> yazılımı ile alfa düzeyinde tür zenginliği ölçümleri, heterojenlik indisleri ve tür bolluk modelleri, beta düzeyinde ise ikili ve sürekli verilerin; iki toplum arasında ve evrensel ölçekte çeşitlilik hesaplanmaların yapılmasına imkân

<sup>19</sup> Davis, 1965-1985; Davis vd., 1988; Güner vd., 2018

<sup>20</sup> Güner vd., 2012

<sup>21</sup> Magurran, 2004

<sup>22</sup> Buzas ve Hayek, 1998; Zamfirescu ve Zamfirescu, 2003

<sup>23</sup> Buzas ve Hayek, 1996, 2005

<sup>24</sup> Buzas vd., 2007

<sup>25</sup> Mukherjee vd., 2015

<sup>26</sup> Özkan, 2016

<sup>27</sup> Buzas ve Hayek, 1998; Özkan, 2016; Zamfirescu ve Zamfirescu, 2003

<sup>28</sup> Özkan, 2016

<sup>29</sup> Özkan vd., 2020



vermektedir<sup>30</sup>. Sultan Dağları bitki tür zenginliği ve çeşitliliğini değerlendirmek amacıyla uygulanan SHE analizi BİÇEB yazılımı kullanılarak hesaplanmıştır.

### 3. Bulgular

Sultan Dağları'nda gerçekleştirilen arazi çalışmalarında 95 örnek alandan 414 bitki taksonu kayıt altına alınmıştır. Bu bitki türlerinden 86 tanesi endemik bitki türü olma özelliği göstermektedir. Bitki türleri arasında *Pinus nigra* J.F.Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana*, *Cedrus libani* A.Rich.var. *libani*, *Juniperus communis* var. *saxatilis* Pall., *J. excelsa* M. Bieb. subsp. *excelsa*, *J. foetidissima* Willd., *J. oxycedrus* L. subsp. *oxycedrus* var. *oxycedrus* f. *oxycedrus*, *Quercus cerris* L., *Q. coccifera* L., *Q. infectoria* Oliv. subsp. *veneris* (A.Kern.) Meikle, *Q. pubescens* Willd. subsp. *pubescens*, *Q. trojana* Webb subsp. *trojana*, *Q. vulcanica* Boiss. & Heldr. ex Kotschy gibi ağaç türleri dağılım göstermektedir. Bununla birlikte Sultan Dağları'nda *Lonicera caucasica* Pall., *Dianthus zonatus* Fenzl var. *zonatus*, *Silene italica* (L.) Pers. subsp. *italica*, *Sedum acre* L., *Astragalus angustifolius* Lam. gibi otsu türler kayıt altına alınmıştır. Şekil 2'de arazi çalışmaları ile elde edilen bazı bitki türlerin görselleri mevcuttur.

SHE analizine göre Sultan Dağları 'S' değeri 9 ile 52 arasında değişkenlik göstermektedir. S değerinin en yüksek olduğu alanlar OA61 (52), OA74 (51), OA87 (39), OA19 (34), OA68 (34) örnek alanlarda kaydedilmiştir. 'H' değeri (Shannon-Wiener) 1,92 ve 3,65 değerleri arasındadır. H değerinin en yüksek olduğu örnek alan olan OA61'de 52 bitki taksonu kaydedilmiştir. Bu örnek alanları sırası ile OA74 (3,59), OA87 (3,38), OA69 (3,28), OA68 (3,24), OA03 (3,08) takip etmektedir. Örnek alanlar içerisinde en düşük değerlere sahip alanlara ise OA43 (1,92), OA42 (1,93), OA51 (1,94), OA38 (1,95), OA91 (1,96)'dir. H değerinin en düşük olduğu örnek alanda (OA43) 10 bitki taksonu kaydedilmiştir (Şekil 3).

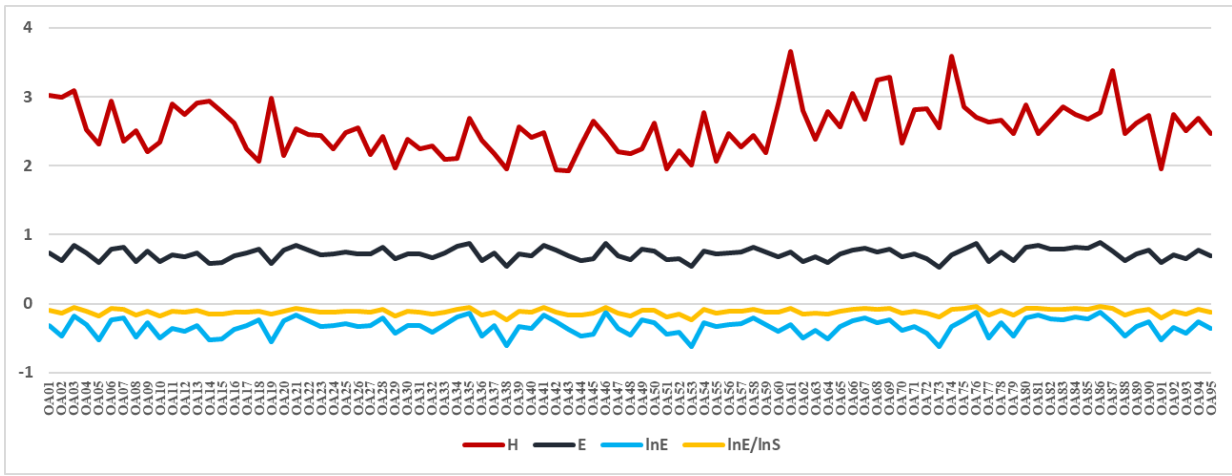
SHE analizinde dengelik değeri olan E değerine göre türlerin oransal olarak daha dengeli dağıldığı alanlar OA86 (0,88), OA46 (0,88), OA76 (0,87), OA35 (0,86), OA41 (0,84)'dir. Shannon-Wiener indeksine (H) göre bitki çeşitliliği en fazla olan OA61'de genel olarak homojen bir bitki türü dağılımı mevcuttur (lnE/lnS değeri -0,07553, E değeri ise 0,74). Bu alan genel olarak tür bakımından dengeli bir dağılım göstermektedir. Ekosistem içerisindeki dengelik devamlılık, süreklilik ve sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır.



<sup>30</sup> Özkan vd., 2020



Şekil 2. Sultan Dağları'nda örnek alanlarda yetişen bazı bitki türleri - 1. *Quercus vulcanica* Boiss. & Heldr. ex Kotschy 2. *Silene compacta* Fisch. ex Hornem. 3. *Astragalus tmoleus* Boiss. var. *bounacanthus* (Boiss.) D.F.Chamb 4. *Erodium cicutarium* (L.) L Hér. subsp. *cicutarium* 5. *Phlomis armeniaca* Willd. – 6. *Marrubium astracanicum* Jacq. subsp. *macrodon* (Bornm.) P.H.Davis 7. *Pinus nigra* J.F.Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana* 8. *Papaver pilosum* Sibth. & Sın. subsp. *sparsipilosum* (Boiss.) Kadereit



Şekil 3. Sultan Dağları SHE analiz sonuç grafiği (OA: Örnek alan).

#### 4. Tartışma ve Sonuç

Bitki çeşitliliğini kantitatif olarak değerlendirmek amacıyla birçok ölçme ve değerlendirme metodu mevcuttur<sup>31</sup> ve pek çok alanda uygulanmaktadır. Bu metodlar arasında bitki zenginliği, çeşitliliği ve dengeliliğini bir arada değerlendiren bir analiz olan SHE analizi bitki türlerinin mekânsal ve zamansal değişimlerini ayırt etmeyi sağlayabilir. Bu analiz çoğunlukla denizdeki paleo-toplulukları incelemek için kullanılmış olsa da<sup>32</sup> farklı alanlarda yapılan çalışmalar ile kapsamı genişlemiştir. SHE analizi flora<sup>33</sup>, fauna<sup>34</sup> ve arkeoloji<sup>35</sup> gibi farklı alanlarda tür çeşitliliğini ölçmek için kullanılmıştır. Javaid (2006)<sup>36</sup> Keşmir'deki dağ otlaklarına ait tüm bitki örtüsü birimlerinde tek bir kuardattan kümülatif topluluk ölçümüne kadar ölçülen çeşitlilik arasındaki ilişkileri incelemek için kullanmıştır. Salarian vd. (2014)<sup>37</sup> yaptığı çalışmada ise mera ekosisteminin gelecekteki eğiliminin planlanması için yararlı olduğu öne sürülmüştür. Yapılan bu ve benzeri çalışmalarda SHE analizi kullanılarak alanın tür zenginliği ile takson bolluğu arasındaki matematiksel ilişkinin ve bunun dengelilik ile arasındaki ilişkinin tanımlaması ile biyolojik çeşitlilik çalışmalarına yönelik bir yaklaşım oluşturmaktadır.

<sup>31</sup> Whittaker, 1960, 1972

<sup>32</sup> Buzas, Hayek, ve Culver, 2007; Buzas, Hayek, Hayward, vd., 2007; Buzas ve Hayek, 2011

<sup>33</sup> Akkurt Gümüş vd., 2021; Mathur ve Sundaramoorthy, 2019

<sup>34</sup> Araujo vd., 2019; Parra-H ve Nates-Parra, 2012; Samanta vd., 2023; Usher vd., 2010

<sup>35</sup> Phillipps vd., 2022

<sup>36</sup> Javaid, 2016

<sup>37</sup> Salarian vd., 2014

Bu çalışmada Sultan Dağları'ndaki bitki tür zenginliği ve çeşitliliği ile dengeliliğin arasındaki matematiksel ilişkiyi yansıtmaktadır. Yapılan çalışma Sultan Dağları'nın tür zenginliği ve çeşitliliğinin birlikte değerlendirildiği ilk çalışmadır. Örnek alanlardan elde edilen bitki verilerine göre Shannon indisinin (H) yüksek olduğu örnek alanlarda tür zenginlik (S) değerleri de yüksektir. Tür zenginliğinin en yüksek olduğu OA61'de (52 takson) H' değeri de yüksektir. Ancak alanın E değeri nispeten düşüktür (0,74). Çeşitlilik değerlerinin yüksek olduğu ama tür dağılımlarının dengesiz olması ekosistemi savunmasız hale getirebilir. Bu nedenle bir alanda koruma öncelikli alanlar belirlenirken tür sayısı, çeşitliliği ve dengeliliğini bilmek daha önemlidir<sup>38</sup>. Engili üzerinde bulunan bu örnek alanda *Anthemis* sp., *Cistus laurifolius* L., *Cota tinctoria* (L.) J.Gay ex Guss. var. *tinctoria*, *Pinus nigra* J.F.Arnold. subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe var. *pallasiana*, *Orchis* sp., *Paeonia mascula* (L.) Mill. subsp. *mascula*, *Ajuga* sp. gibi bitki türleri kayıt altına alınmıştır. Genel olarak çalışma alanında kuzey ve doğu yamaçlarda ölçülen örnek alanlarda tür zenginliği ve çeşitliliği açısından önemli olduğu kadar dengelik açısından da önemli olduğu görülmektedir. Bitki türlerinin kuzey ve doğu yamaçlarda yoğunluk göstermesi dağlık alanın kuzey-kuzeybatıya doğru artan yükselti faktörü, engebelilik değerlerinin fazla olması, insan etkisinin bu alanlarda diğer alanlara kıyasla daha az etkili olması olabilir.

Sultan Dağları'nda tür zenginliği (S) ve Shannon değerlerinin (H) yüksek olduğu kuzey ve doğu kesimleri ortam çeşitliliğinin de fazla olduğu alanları oluşturmaktadır. Zenginlik, çeşitlilik ve dengelik durumu kuzey ve doğu kesimlerde daha fazla ilen güney kesimlerde daha düşüktür. Alanın güney ve batı kesimlerinde yer alan örnek alanlarda hayvanların otlatılması, tarım alanların açılması, yerleşim yerlerinin yakın olması ve kuzey kesimlere göre nispeten yükselti değerlerinin düşük olması ve insan etkileşimine açık olması alan için ciddi tehdit oluşturmaktadır.

Bitki çeşitliliği bulunduğu ortamı yansıtmakta ve yetiştiği ortamsal koşullardan etkilenmekte ve etkilemektedir. Sultan Dağları'nda ortamsal çeşitlilik tür varlığı ve dağılımı için önemli bir etkidir. Sultan Dağları'nın yaklaşık olarak 1000-2610 m arasında değişen yükselti kademeleri, 4,2 ile 11,7 °C arasında sıcaklık şartları ve 449- 648 mm toplam yağış değerleri<sup>39</sup> arasında değişen değerleri, toprak çeşitliliği ve jeolojik evrimi tür çeşitliliğinin farklılaşması ve farklı ekolojik istekleri bulunan bitki türleri için yetişme ortamı sağlamaktadır. Dağlık alanın bölgeler arasında değişen ortam şartları mikro alanlarda da tür çeşitliliğinin değişmesine olanak sağlamaktadır. Değişen ortam şartları ile birlikte farklı flora bölgelerine ait bitki türlerinin bu alanda yetiştiği görülmektedir. Akdeniz Flora Bölgesi'ne ait *Quercus cerris* L., *Salvia tomentosa* Mill. türleri, İran-Turan Flora Bölgesi'ne ait *Astragalus microcephalus* Willd. subsp. *microcephalus*, *Hedysarum varium* Willd. subsp. *varium* türleri ve Avrupa-Sibirya Flora Bölgesi'ne ait *Vicia cassubica* L., *Prunella vulgaris* L. türleri alanda dağılım göstermektedir.

Sultan Dağları günümüzde koruma statüsü altında değildir. Ancak bu alan Türkiye'nin Önemli Doğa Alanı ve 122 Önemli Bitki Alanından biridir<sup>40</sup>. Ayrıca bu alanda *Anthemis fulvida*, *Astragalus akscherensis*, *A.scholerianus*, *Campanula iconia*, *Hireacium stellidorsum*, *Minuartia anatolica* var. *phrygia* ve *Sideritis phrygia* türleri alana özgüdür<sup>41</sup>. Arazi çalışmaları sırasında bitki türleri ile birlikte kaydedilen endemik bitki sayısı alanın bitki çeşitliliği açısından da önemini ortaya koymaktadır. Çalışma alanı sınırlar içerisinde kayıt altına alınan 86 endemik bitki taksonu alanın araştırılması, korunması ve değerlendirilmesi için daha da önemli kılmaktadır. Arazi çalışmalarında *Acer hyrcanum* Fisch. & C.A.Mey. subsp. *sphaerocaryum* Yalt., *Amelanchier parviflora* Boiss. var. *parviflora* gibi endemik bitki taksonları kayıt altına alınmıştır.

Bu çalışmada Sultan Dağları'nda yapılan SHE analizi ile biyolojik çeşitliliği anlamakla birlikte aynı zamanda bolluk ve eşitliğin bir fonksiyonu ve analiz edilen topluluğun yapısı da karakterize edilmiştir. Çalışma ile elde edilen veriler kapsamında alanın farklı alanlar ile karşılaştırılması, değerlendirilmesi hem bölge bazında hem de tür bazında mümkün hale gelmiştir.

## Bilgilendirme

Bu çalışma Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü'nde yürütülen 'Sultan Dağları Endemik Bitki Coğrafyaları' isimli doktora tezinden üretilmiştir. Ayrıca SDK-2019-7013 no'lu

<sup>38</sup> Özkan, 2016

<sup>39</sup> Fick ve Hijmans, 2017

<sup>40</sup> Eken vd., 2006; Özhatay vd., 2005

<sup>41</sup> Özçelik ve Özhatay, 2005



‘Sultan Dağları Endemik Bitki Coğrafyaları’ isimli doktora tez projesi kapsamında Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmektedir.

Yazarlardan Seda KAYA KÖSE, TÜBİTAK-BİDEB 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı ile desteklenmektedir. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK’a teşekkür ederiz.

Bu makalede uygulanan yöntemler TÜBİTAK tarafından desteklenen ve Prof. Dr. Kürşad Özkan yürütücülüğünde tamamlanan TÜBİTAK 2237- A “Biyolojik Çeşitliliğin Tür, Taksonomik, Fonksiyonel ve Yapısal Özelliklere Dayalı Tespiti” adlı program sırasında edilen bilgiler ile üretilmiştir. Bu kapsamda Prof. Dr. Kürşad Özkan ve proje ekibine teşekkür ederiz.



**Kaynakça**

- Akkurt Gümüş, S., Gülsoy, S., ve Avcı, M. (2021). Evaluation of Alpha Diversity Results in the Kargı and Karpuz River Basins by SHE Analysis. *Biological Diversity and Conservation*, 14(2), 334–341. <https://doi.org/10.46309/biodicon.2021.959626>
- Araujo, M. R., Uramoto, K., Ferreira, E. N. L., Mesquita Filho, W., Walder, J. M. M., Savaris, M., ve Zucchi, R. A. (2019). Fruit Fly (Diptera: Tephritidae) Diversity and Host Relationships in Diverse Environments Estimated with Two Sampling Methods. *Environmental Entomology*, 48(1), 227–233. <https://doi.org/10.1093/ee/nvy177>
- Atalay, İ. (1973). Sultandağları'nda Toprak Erozyonu Araştırmaları. *Türk Coğrafya Dergisi*.
- Avcı, M. (2005). Çeşitlilik ve endemizm açısından Türkiye'nin bitki örtüsü. *İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü Coğrafya Dergisi*, 13, 27–55.
- Başhan, Ö. F. (2019). *Deresinek (Afyonkarahisar) Havzası Florası*. Afyon Kocatepe Üniversitesi (yayınlanmamış tez).
- Buzas, M. A. ve Hayek, L.-A. C. (1996). Biodiversity Resolution : An Integrated Approach. *Biodiversity Letters*, 3(2), 40–43.
- Buzas, M. A. ve Hayek, L.-A. C. (1998). She analysis for biofacies identification. *Journal of Foraminiferal Research*, 28(3), 233–239.
- Buzas, M. A. ve Hayek, L.-A. C. (2005). On richness and evenness within and between communities. *Paleobiology*, 31(2), 199–220. [https://doi.org/10.1666/0094-8373\(2005\)031\[0199:oraewa\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1666/0094-8373(2005)031[0199:oraewa]2.0.co;2)
- Buzas, M. A., ve Hayek, L. A. C. (2011). Community structure: Global evaluation and the role of within community beta-diversity. *Journal of Foraminiferal Research*, 41(2), 138–154. <https://doi.org/10.2113/gsjfr.41.2.138>.
- Buzas, M. A., Hayek, L. A. C., ve Culver, S. J. (2007). Community structure of benthic foraminifera in the Gulf of Mexico. *Marine Micropaleontology*, 65(1–2), 43–53. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2007.05.006>
- Buzas, M. A., Hayek, L. A. C., Hayward, B. W., Grenfell, H. R., ve Sabaa, A. T. (2007). Biodiversity and community structure of deep-sea foraminifera around New Zealand. *Deep-Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 54(9), 1641–1654. <https://doi.org/10.1016/j.dsr.2007.05.008>
- Davis, P. H. (1965-1985). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands 1–9* (Davis, P.H). Edinburgh University Press.
- Davis, P. H., Mill, R. R., ve Tan, K. (1988). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands Vol 10*. Edinburgh University Press.
- Eken, G., Bozdoğan, M., İsfendiyaroğlu, S., Kılıç, T., ve Lise, Y. (2006). *Türkiye'nin Önemli Doğa Alanları*. Doğa Derneđi.
- Farris, J. S. (1976). An introduction to numerical classification. *Systematic Zoology*, 25(1), 92–95. <https://doi.org/10.2307/2412784>.
- Fick, S. E., ve Hijmans, R. J. (2017). WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37(12), 4302–4315. <https://doi.org/10.1002/joc.5086>
- Güner, A., Aslan, S., Ekim, T., Vural, M., ve Babaç, M. T. (Ed.). (2012). *Türkiye Bitkileri Listesi Damarlı Bitkiler*. Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Botanik Bahçesi ve Flora Araştırmalı Derneđi Yayını.
- Güner, A., Kandemir, A., Menemen, Y., Yıldırım, H., Ekşi, G., Güner, I., ve Çimen, A. Ö. (Eds.). (2018).

*Resimli Türkiye Florası Cilt 2. ANG Vakfı Nezahat Gökyiğit Botanik Bahçesi Yayınları.*

- Hugget, R. J. (2004). *Fundamentals of Biogeography*. Taylor & Francis (Second Edi). Taylor & Francis.
- Javaid, M. D. (2016). Distribution, Species Diversity and Composition of Plant Communities in Relation To Various Affecting Factors in an Alpine Grassland At Bandipora, Kashmir. *Pakistan Journal of Botany*, 48(2), 551–560.
- Kargioğlu, M., ve Başhan, Ö. F. (2023). Deresinek (Afyonkarahisar) Basın Flora. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 23, 1–26. <https://doi.org/10.35414/akufemubid.1141377>
- Ketenci, H. (2022). *Eber Deresi Havzası Florası (Afyonkarahisar)*. Afyon Kocatepe Üniversitesi (yayınlanmamış tez).
- Leponce, M., Theunis, L., Delabie, J. H. C., & Roisin, Y. (2004). Scale dependence of diversity measures in a leaf-litter ant assemblage. *Ecography*, 27(2), 253–267. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03715.x>.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Science Ltd.
- Mana, D. (2005). *A Test Application of The She Method as a Biostratigraphical Parameter*. 2, 99–106.
- Mathur, M. ve Sundaramoorthy, S. (2019). Woody Perennial Diversity at Various Land forms of the Five Agro-Climatic Zones of Rajasthan, India. In K. G. Ramawat (Ed.), *Biodiversity and Chemotaxonomy* (Vol. 24). Springer. <https://doi.org/10.4155/fmc-2017-0028>
- Mukherjee, S., Banerjee, S., Saha, G. K., Basu, P., & Aditya, G. (2015). Butterfly diversity in Kolkata, India: An appraisal for conservation management. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 8(3), 210–221. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2015.08.001>
- Özçelik, H. ve Özhatay, N. (2005). Sultan Dağları. In N. Özhatay, A. Byfield, & S. Atay (Eds.), *Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı*. WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) Yayınları.
- Özhatay, N., Byfield, A., ve Atay, S. (2005). Türkiye'nin 122 Önemli Bitki Alanı. In *WWF-Türkiye (Doğal Hayatı Koruma Vakfı) Yayınları*.
- Özkan, K. (2016). *Biyolojik Çeşitlilik Bileşenleri ( $\alpha$ ,  $\beta$  ve  $\gamma$ ) Nasıl Ölçülür?* Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları.
- Özkan, K., Ecir Uğur, K., Mert, A., & Gülsoy, S. (2020). *Biyolojik Çeşitlilik Bileşen (BİÇEB) Hesaplama Yazılımı Program Kodu : 1005 Proje No : 1170983 Proje Yürütücüsü : Prof. Dr. Kürşad ÖZKAN*.
- Parra-H, A., ve Nates-Parra, G. (2012). The Ecological Basis for Biogeographic Classification: An Example in Orchid Bees (Apidae: Euglossini). *Neotropical Entomology*, 41(6), 442–449. <https://doi.org/10.1007/s13744-012-0069-1>.
- Phillipps, R., Holdaway, S., Barrett, M., ve Emmitt, J. (2022). Archaeological site types, and assemblage size and diversity in Aotearoa New Zealand. *Archaeology in Oceania*, 57(2), 111–126. <https://doi.org/10.1002/arco.5259>.
- Rawat, U. S., ve Agarwal, N. K. (2015). Biodiversity: Concept, threats and conservation. *Environment Conservation Journal* 16(3), 16(3), 19–28.
- Salarian, T., Jour, M. H., Askarizadeh, D., ve Mahmoudi, M. (2014). The Study of Diversity Indices of Plants Species Using SHE Method (Case Study: Javaherdeh Rangelands, Ramsar, Iran). *Journal of Rangeland Science*.
- Samanta, S., Das, D., ve Mandal, S. (2023). Diversity, status and guild structure of the avifauna in the Ajodhya Foothills, Baghmundi, Purulia, West Bengal, India. *Tropical Ecology*, 64(2), 211–223.

<https://doi.org/10.1007/s42965-022-00265-7>

- Şenkul, Ç., ve Kaya, S. (2017). Türkiye Endemik Bitkilerinin Coğrafi Dağılımları. *Türk Coğrafya Dergisi*, 225–248. <https://doi.org/10.17211/tcd.322515>
- Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell System Technical Journal*, 27, 379–423. [https://doi.org/10.1016/s0016-0032\(23\)90506-5](https://doi.org/10.1016/s0016-0032(23)90506-5).
- Simpson, E. (1949). Measurement of Diversity. *Nature*, 163, 688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>.
- Usher, M., Saunders, D., Peet, R., ve Andrew, D. (2010). Mapping Species Distributions :spatial inference and prediction Maps. In *Jurnal Penelitian Pendidikan Guru Sekolah Dasar*. Cambridge University Press.
- Whittaker, R. H. (1960). Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Society of America*, 30(3), 279–338. <https://www.jstor.org/stable/1943563>
- Whittaker, R. H. (1972). Evolution and Measurement of Species Diversity. *TAXON*, 21(2/3), 213–251.
- Whittaker, R. H. ve Levin, S. A. (1977). The role of mosaic phenomena in natural communities. *Theoretical Population Biology*, 12(2), 117–139. [https://doi.org/10.1016/0040-5809\(77\)90039-9](https://doi.org/10.1016/0040-5809(77)90039-9).
- Zamfirescu, O. ve Zamfirescu, Ş. R. (2003). Diversity Analysis of Festuco Rubrae-Agrostetum Capillaris Horv. 1951 Grasslands from Stanişoara Mountains SW Slopes. *Rev. Roum. Biol. - Biol. Veget.*, 1–2(48), 105–113.

## Dağlık Ekosistemlerde Bitki Tür Zenginliği ve Çeşitliliği: Sultan Dağları Örneği

### EK 1

ÖA	H	E	lnE	lnE/lnS	S	ÖA	H	E	lnE	lnE/lnS	S
OA01	3,01945	0,73143	-0,31276	-0,09386	28	OA49	2,24563	0,7872	-0,23928	-0,09629	12
OA02	2,99093	0,62201	-0,47481	-0,137	32	OA50	2,61422	0,75869	-0,27616	-0,09554	18
OA03	3,08427	0,84044	-0,17382	-0,05335	26	OA51	1,94847	0,638	-0,44942	-0,18742	11
OA04	2,52795	0,73693	-0,30526	-0,10774	17	OA52	2,21966	0,65745	-0,41939	-0,15892	14
OA05	2,31338	0,59462	-0,51984	-0,18348	17	OA53	2,01421	0,53534	-0,62485	-0,23677	14
OA06	2,93971	0,78793	-0,23834	-0,075	24	OA54	2,77405	0,76302	-0,27047	-0,08884	21
OA07	2,36195	0,81628	-0,203	-0,07914	13	OA55	2,06131	0,71421	-0,33658	-0,14037	11
OA08	2,50886	0,61454	-0,48688	-0,16252	20	OA56	2,47265	0,74086	-0,29994	-0,10818	16
OA09	2,20766	0,75786	-0,27725	-0,11157	12	OA57	2,27256	0,74648	-0,29239	-0,11399	13
OA10	2,34056	0,61101	-0,49265	-0,17388	17	OA58	2,43419	0,81475	-0,20487	-0,07763	14
OA11	2,90207	0,70045	-0,35603	-0,10928	26	OA59	2,18659	0,74206	-0,29832	-0,12005	12
OA12	2,73883	0,67256	-0,39667	-0,12651	23	OA60	2,89959	0,67284	-0,39625	-0,12023	27
OA13	2,90716	0,73219	-0,31172	-0,09684	25	OA61	3,65279	0,74197	-0,29845	-0,07553	52
OA14	2,93534	0,58837	-0,5304	-0,15304	32	OA62	2,79508	0,60607	-0,50076	-0,15194	27
OA15	2,78474	0,59984	-0,51109	-0,15507	27	OA63	2,38548	0,67902	-0,38711	-0,13962	16
OA16	2,62607	0,69097	-0,36967	-0,1234	20	OA64	2,78175	0,59804	-0,51409	-0,15598	27
OA17	2,24851	0,72874	-0,31644	-0,12337	13	OA65	2,55872	0,71774	-0,33165	-0,11474	18
OA18	2,062	0,78617	-0,24058	-0,10448	10	OA66	3,04498	0,77813	-0,25086	-0,07611	27
OA19	2,97696	0,57729	-0,5494	-0,1558	34	OA67	2,67941	0,80981	-0,21096	-0,07299	18
OA20	2,14723	0,77828	-0,25067	-0,10454	11	OA68	3,246	0,75551	-0,28036	-0,0795	34
OA21	2,53789	0,84353	-0,17016	-0,06283	15	OA69	3,28856	0,78836	-0,2378	-0,06744	34
OA22	2,45572	0,77699	-0,25233	-0,09318	15	OA70	2,32551	0,68213	-0,38254	-0,14126	15
OA23	2,43504	0,71352	-0,33755	-0,12175	16	OA71	2,80725	0,72019	-0,32824	-0,10469	23
OA24	2,24145	0,72361	-0,3235	-0,12613	13	OA72	2,82892	0,65104	-0,42918	-0,13173	26
OA25	2,48489	0,74999	-0,2877	-0,10377	16	OA73	2,54878	0,53298	-0,62927	-0,19801	24
OA26	2,55544	0,71539	-0,33493	-0,11588	18	OA74	3,59443	0,71363	-0,33739	-0,08581	51
OA27	2,16737	0,72794	-0,31754	-0,12779	12	OA75	2,86156	0,79494	-0,22949	-0,07424	22
OA28	2,43102	0,81217	-0,20804	-0,07883	14	OA76	2,70333	0,87819	-0,12989	-0,04584	17
OA29	1,97042	0,65216	-0,42747	-0,17827	11	OA77	2,63098	0,6038	-0,50451	-0,1609	23
OA30	2,39014	0,72767	-0,31791	-0,11739	15	OA78	2,66226	0,75414	-0,28218	-0,09583	19
OA31	2,2448	0,72604	-0,32015	-0,12482	13	OA79	2,47151	0,62317	-0,47293	-0,16062	19
OA32	2,29388	0,66089	-0,41417	-0,15294	15	OA80	2,88447	0,81337	-0,20657	-0,06683	22
OA33	2,0927	0,73698	-0,30519	-0,12727	11	OA81	2,46857	0,84326	-0,17048	-0,0646	14
OA34	2,11232	0,82674	-0,19027	-0,08263	10	OA82	2,6636	0,7971	-0,22677	-0,07846	18
OA35	2,69069	0,86717	-0,14252	-0,0503	17	OA83	2,85553	0,79017	-0,23551	-0,07619	22
OA36	2,36876	0,62848	-0,46446	-0,16393	17	OA84	2,74806	0,8217	-0,19638	-0,06669	19
OA37	2,17154	0,73098	-0,31337	-0,12611	12	OA85	2,67085	0,80291	-0,21952	-0,07595	18
OA38	1,95887	0,54549	-0,60608	-0,23629	13	OA86	2,76662	0,8836	-0,12375	-0,04282	18
OA39	2,56429	0,72175	-0,32608	-0,11282	18	OA87	3,38729	0,75861	-0,27627	-0,07541	39
OA40	2,41567	0,69983	-0,35692	-0,12873	16	OA88	2,46923	0,62176	-0,47521	-0,16139	19
OA41	2,47553	0,84914	-0,16353	-0,06197	14	OA89	2,61803	0,72151	-0,32641	-0,11086	19
OA42	1,93864	0,77215	-0,25858	-0,11769	9	OA90	2,73706	0,77208	-0,25867	-0,08635	20
OA43	1,92737	0,68714	-0,37522	-0,16295	10	OA91	1,96087	0,59212	-0,52404	-0,21089	12
OA44	2,3055	0,62682	-0,46709	-0,16847	16	OA92	2,74196	0,70534	-0,34908	-0,11293	22
OA45	2,65322	0,64544	-0,43782	-0,14164	22	OA93	2,51253	0,64927	-0,43191	-0,14669	19
OA46	2,43748	0,88032	-0,12747	-0,0497	13	OA94	2,68493	0,77143	-0,25951	-0,08814	19
OA47	2,20816	0,69992	-0,35679	-0,1391	13	OA95	2,47211	0,69691	-0,3611	-0,12745	17
OA48	2,18028	0,63206	-0,45878	-0,17384	14						