

Bir meta bitki toplumunun kuantum analizi

Kürşad Özkan ^{1*}

¹ Süleyman Demirel University, Faculty of Forestry, Department of Soil Science and Ecology, 32200, Isparta, Turkey

* Corresponding author e-mail (İletişim yazarı e-posta): kursadozkan@sdu.edu.tr

Received (Geliş tarihi): 13.12.2014 - Revised (Düzelme tarihi): 22.01.2015 - Accepted (Kabul tarihi): 23.01.2015

Özet: Ekoloji bilimi içinde çok çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Bu anlamda, özellikle son yıllarda olasılık tabanlı analitik yaklaşımların ekoloji alanında daha çok tercih edildiği görülmektedir. Diğer yandan kuantumun özü olasılıkçı yaklaşımla enerji ayak izi hesabına dayanmaktadır. Bu sebepten dolayı kuantum analizlerinin gelecekte ekolojik çalışmalar içinde önemli bir yer tutacağı öngörülmekte olup, László Orlóci Frsc tarafından kaleme alınan kuantum ekolojisi kitabı bu süreçte giriş aşamasında önemli bir katkı yapmıştır. Bu çalışma bir meta bitki toplumu için kuantum analizleri kullanılarak filogeni, çevresel arabulucu ve zuhur eden etki olarak isimlendirilen özel süreçlerin potansiyel enerji ayak izlerinin hesaplanmasını amaç edinmiştir. Max Planck'ın László Orlóci Frsc tarafından modifiye edilmiş entropi formülünü temel alan bu çalışmada, Göller bölgesi-Yazılı Kanyon Tabiat Parkı'nda farklı yamaç konumlarından 3 kompleksi içeren bir meta bitki toplumuna ait veriler materyal olarak kullanılmış ve her bir kompleks için enerji yapısı parametreleri hesaplanmıştır. Kuantum analizi sonuçları itibariyle komplekslerin H(cx) enerji ayak izleri arasında önemli farklar bulunamamıştır. Zincir ağı seviyesinde ise nH ifadesine göre filogeninin enerji ayak izi yamaç pozisyonu etkisinden çok daha fazla bulunmuştur. Bununla birlikte durum H ifadesinde tersine dönmüş, yamaç pozisyonu H ifadesinde dominant faktör olarak kendini göstermiştir. Çalışmada ayrıca komplekslerin değişkenlik değerleri hesaplanmış ve en değişken (en kararsız) değer Yazılı Kanyon'un vadi tabanından alınan komplekste tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji, entropi, filogenetik ağaç, yetiştirme ortamı faktörleri, resonatör

Quantum analysis of a plant metacommunity

Abstract: A wide variety of statistical methods have been frequently used in the area of ecology. Especially probability based analytic approaches have been become more popular in the ecological studies in recent years. On the other hand, the core of quantum is based on calculation of energy footprint by probability approach. That is why it has been expected that quantum analysis will have found a significant place in the ecological studies in the future. As a result, the book of quantum ecology written by László Orlóci Frsc made a profound contribution to enter within this process. This study aims at calculations of the potential energy footprints of specific processes including phylogeny, environmental mediation and emergent effects by using quantum analysis for a plant metacommunity. In this study, the fundamental formulate was based on Max Planck's energy based entropy modified by László Orlóci Frsc. A plant metacommunity example includes 3 complexes taken from various slope positions of Yazılı Canyon Nature Park located in the Lake districts was subjected to quantum analysis. Energy structure parameters were calculated for each complex. Variations among the complexes' H(cx) energy footprints were found insignificant. Calculations at the level of catena was shown that potential energy footprint of phylogeny overwhelms the effect of slope position in the nH terms. However this is turned in favor of the slope position gradient when the H footprints are compared. In the study, stability values of the complexes were also calculated and, the highest instability value was found for the complex taken from valley bottom of the canyon.

Keywords: Energy, entropy, phylogenetic tree, site factors, resonator

To cite this article (Atıf): Özkan, K., 2016. Bir meta bitki toplumunun kuantum analizi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* 66(1): 30-45. DOI: [10.17099/jffiu.63195](http://dx.doi.org/10.17099/jffiu.63195)



1.GİRİŞ

Ekoloji biliminde en basit istatistik yöntemlerden karmaşık sınıflandırma ve derecelendirme yöntemlerine; basit ilişkilendirme yöntemlerinden çoklu karmaşık modelleme tekniklerine kadar bir çok farklı araştırma ve değerlendirme yöntemi kullanılmaktadır. Bu anlamda özellikle son çeyrek yüzyılda ardi ardına gelişmeler yaşanmış ve olasılıkçı yaklaşımlara dayanan analitik yöntemler ekoloji bilim dalında önemli uygulama alanı bulmuştur. Diğer yandan modelleme süreçleri genelleştirme ve simülasyon süreçlerini de kapsamış, böylece ekolojik veri yaygın etki sağlayacak şekilde aktive edilmiştir. Ekoloji biliminin hızla gelişmesi haliyle onun olasılıkçı-bütünsel yaklaşımla canlı ve cansızlar arasındaki ilişkileri incelemeye, canlıların ve canlılar adına cansız faktörlerin özelliklerine ait varyasyonları belirlemeye, bu varyasyonları modellemeye, modelleri ise zamansal ve mekânsal boyutta yaygınlaştırmaya odaklı bir bilim dalı şeklinde yeniden tanımlanmasını mecburi kılmıştır.

Ekoloji alanında kullanılan olasılıkçı yaklaşım yöntemlerinden en iyi bilinenleri genetik algoritmalar (GARP) ve maksimum entropi yaklaşımıdır (MAXENT). Bu yöntemler hedef türlerin potansiyel dağılımı veya habitat uygunluk modellemesi ve haritalaması için sıklıkla kullanılmaktadır. Olasılıkçı yaklaşımların ekoloji bilim dalı içerisinde yer alması ve gittikçe daha yoğun olarak kullanılmaya başlaması kuantum yaklaşımlarının ekoloji ile sıcak ilişkiler kurabileceğine de işaret etmiştir.

Aslında kuantum hesapları Shannon-Wiener çeşitlilik indisinin ekoloji alanında kullanılmaya başlaması ile bir yer bulmuştur. Ancak kuantum jargonu ekolojinin kendi terminolojisinde asimile edilmiş, o yıllarda henüz gelişmesine ve sindirilmesine devam eden kuantumun temel yaklaşım ve kabulleri ekoloji alanının dışında bırakılmıştır. Günümüzde ise kuantum jargonu ekolojinin terminolojisine girme eğiliminde olup, ekolojiyi yeni kavrayış ve algılarla buluşturma sürecindedir (Orlóci, 2013a; 2013b; 2014). Kuantum dünyasının ekoloji bilimine nüfuzu ile ekoloji biliminde temel kabullerin yeniden sorgulanması ve hatta değişmesi bile söz konusu olabilir. Çünkü kuantum kendi uygulama alanı içinde önemli değişimlere imza atmış, bu alandaki algı ve kavrayışları değiştirmiş, sarsılmaz denilen Newton fiziğinin temel kurallarına dahi önemli darbeler vurmuştur. Bu darbelerin belki de en etkili olanı gariptir ki Newton fiziğinin en ateşli savunucusu olan Albert Einstein tarafından gelmiştir. Burada aslında entropinin keşfine teşekkür etmek gerekir. Çünkü gerçekte Albert Einstein aracılığı ile entropi Newton'u yıpratmıştır.

Kuantum dünyasının ekolojiye giriş sürecinde ekoloji alanında çalışan araştırmacılar için iki seçenek doğmaktadır. İlk seçenek kuantum yaklaşımlarının ekolojiye girişine duyarsız kalmak ya da kuantum yaklaşımların saçmalığını gerekçe göstererek muhalefet etmektir. İkinci seçenek ise bu işle ilgilenmeye başlamak, kuantum ile ekoloji arasındaki iletişimi arttırmaya çalışmaktır. Bu konuda kendi fikrimi belirtecek olursam ikinci seçeneğe yönelmenin daha doğru bir karar olacağıdır. Çünkü kuantum bilimi yukarıda farklı bir şekilde ifade edildiği gibi, kendi disiplininde birçok başarıya imza atarak rüştünü ispatlamış ve buradan aldığı güç ve referans ile ekolojinin kapısını zorlamaya başlamıştır. Bu durumda gelecekte kuantum yaklaşımlarının ekolojinin içinde hatırı sayılır bir ağırlığa sahip olabileceğini tahmin etmek bir eşek ile atı yarıştıranak sonucunu tahmin etmekten daha zor değildir.

Bu açıklamaların ışığı altında bu makalede kuantum hesapları çerçevesinde bir örnekle enerji hesaplarına dayanan süreçlerden bahsedilmiştir. Diğer yandan bu hesaplamaların ekoloji alanında pratik anlamda karşılıklarının neler olabileceği hakkında düşünceler aktarılmıştır. Kuantum hesapları ekoloji alanında burada bahsedilenler dışında bir çok alanda da kullanılabilir ki, bu makale ile amaçlananlardan biri de ekoloji alanında yeni bir paradigmaya dikkat çekmek ve kuantumun ekolojideki yeri için bir tartışma ortamı oluşturmaktır. Kuantum hesaplarını kullanarak ekoloji alanında gelecekte yapılacak bir çok çalışma sonucunda kuantum jargonu ekoloji içinde asimile edilebilir, edilmelidir de. Ne var ki henüz bu konuda kuantum jargonunun ağırlıklı olarak kullanıldığı birkaç çalışmanın dışında başka kaynak bulunmamaktadır (Orlóci, 2013a; 2013b; 2014). Bundan dolayı bu makalede kuantumun kendi jargonuna sadık kalınarak ekoloji alanında çalışanlar için alışık olmadık bir dil kullanma mecburiyetinde kalınmıştır.

2. KUANTUM EKOLOJİSİ

Bu makalenin temel kaynağı Orlóci (2013a)'nin kuantum ekolojisi, enerji yapısı ve onun analizi isimli kitabıdır. Orlóci (2013a)' kitabında kuantum ekolojisinin tanımı şöyle yapılmaktadır.

Kuantum ekolojisi enerji çalışmaları içinde bütünsel bir yaklaşım oluşturmak için ekolojinin kuantum teorisi ile güçlerini birleştirmesine odaklı bir bilimdir.

Orlóci (2013a)'ye göre kuantum ekolojisi kendisini meta toplumların ve onun çevresel ve filogenetik karar unsurlarının potansiyel enerjilerini hesaplamaya adanmıştır. Kuantum ekolojisinin özünde enerji eşitliği yapmakta olup, enerji eşitliği filogeni, çevresel arabulucular ve zuhur eden etkinin toplamına eşittir.

Bu bağlamda meta toplumlarının potansiyel enerjisinin şekillenmesi aşağıda açıklanan 3 temel kabule dayanmaktadır.

a. Filogenetik süreç, meta toplumların enerji yapısı içinde ölçülebilir bir ayak izi bırakır. Ayak izi floristik ve içsel fonksiyonel özellik çeşitliliği ile ilişkili olduğundan, entropi tabanlı kuantum analizi ile analitik olarak ölçülebilmektedir.

b. Çevresel arabulucular (çevresel değişkenler) meta toplumları kompozisyon değişikliğine zorlayarak enerji yapısını değiştirir. Değişim meta toplumların yaşam alanında gerçekleşir. Enerji yapısı zamansal ve yarı zamansal zincir üzerinden kuantum analizi ile analitik olarak ölçülebilir.

c. Doğal süreç ne tam anlamı ile deterministiktir ne de tamamen rastlantısaldır. Filogeni ve çevresel etki dışında zuhur eden etki doğal sürecin deterministik kısmından kalan enerjiyi ifade etmektedir.

Anlaşılacağı üzere işin özü enerji hesabıdır. Peki, enerji nedir?

2.1 Enerji

Orlóci (2013a) enerjinin tanımını Nobel fizik ödülü sahibi Richard Feynman'a atfen;

“Enerjinin ne olduğu hakkında bir bilgimiz yok...” şeklinde yapılmaktadır.

Orlóci (2013a) Richard Feynman'ın yaptığı bu enerji tanımının ne anlama geldiğini ise;

“Enerjinin ne olduğunu bilmememiz enerjinin olmadığı anlamına gelmiyor. Richard Feynman'ın tanımı enerjinin var olduğunu ama onun tanımında bir sınır olmadığını ve yapılan hiçbir tanımın da enerjiyi tam olarak açıklamadığını söylüyor...” şeklinde açıklamaktadır.

İşte bu noktadan hareketle Orlóci (2013a), enerji ünitelerinin seçiminde bütün hal ve durumlardan bağımsız hareket edilebileceğini ve enerji ünitelerinin herhangi bir yolla seçilebileceğini ifade ederek doğal üniteleri (nats) enerji birimi olarak tanımlıyor, kuantum kuramını ekolojinin içine işliyor ve vermiş olduğu bir örnek ile kullanılan kavramları açıklamaya başlıyor.

Şöyle ki,

Orlóci (2013a), İngiltere- Coquihella taşkın arazisinde bir meta bitki toplumundan (orman-meşçere) elde ettiği verileri kullanıyor. Bu meta toplum içinde üç alt örnekleme (örnek alanlar) yapıyor. Bu alt örneklemleri kompleksler olarak ifade ediyor. Her komplekste aynı 6 tür bulunuyor. Bu alt örnekleme türleri ise resonatörler olarak ifade ediyor. Her komplekste bu türlerin sayıları farklılık gösteriyor. Örneklem sonucu türler ve onların sayısal değerlerine göre veri matrisini kuruyor. Matrisin ilk hali $6 \times 3 = 18$ hücreden oluşuyor ve her hücre içinde tam sayı değerleri (türler için sayısal değerler) bulunuyor. Komplekslerin her biri için sahip oldukları türlerin farklılığını dikkate almadan toplumlar hesaplanıyor. Buna ek olarak, bütün resonatörlerin içerdiği türlerin sayılarının toplamı tespit ediliyor. En son toplam T

olarak ifade ediliyor. Bu toplam enerji ünitesine denk gelen değer oluyor. Burada kompleks sayısını ise n ile ifade ediyor. T ve n değerleri işlevsel sürecin ana girdilerini oluşturuyorlar. İşin diğer boyutu ise her bir kompleksin kendi içindeki hiyerarşisinin belirlenmesi oluyor. Komplekslerdeki türler taban seviyesinden (tür seviyesinden) cins ve familya seviyesine doğru hiyerarşik bir şekilde düzenleniyor. Bu sebepten her bir kompleksin en alt seviyedeki resonatör sayısı 6 iken, bu değer bir üst seviyede değişiyor. Bu durumda T sabit kalıyor fakat n değişiyor. Bu aşamalar neticesinde ekolojik veri kuantum hesaplarına hazır hale gelmiş oluyor. Veri gez-göz-arpacık hizasına getirildikten sonra işlem boyutuna geçiliyor. İşte bu aşamada Orłóci (2013a) enerji tabanlı entropi ile bizi buluşturuyor.

2.2 Enerji Tabanlı Entropi

Orłóci (2013a) kuantum analizinde temel eşitliğin yüksek seviyeli bir enerji fonksiyonu olduğunu ifade ederek açıklamalarına başlamaktadır.

$$H_n = k \ln W + \text{sabite} \quad (1)$$

Bu eşitlik Max Planck'in enerji tabanlı entropisi olarak bilinmektedir. Eşitlikte iki adet sabite bir de W vardır. Orłóci (2013a) bu formülde W yerine P'yi kullanmış ve eşitliği aşağıdaki gibi yazmıştır.

$$H_n = k \ln P + \text{sabite} \quad (2)$$

P'nin formülü ise aşağıda verilmiştir.

$$P = \frac{1}{C} \quad (3)$$

C'nin formülü ise aşağıdaki gibidir.

$$C = \frac{(n+T-1)!}{(n-1)!T!} \approx \frac{(n+T)^{n+T}}{n^n T^T} \quad (4)$$

Burada; n, kompleksteki resonatör sayısını ifade etmektedir. T toplam enerji ünitesini ifade etmektedir. P ise bir kompleksteki olasılık durumunu ifade etmekte olup ilgili kompleksin diğerlerinden farkının önemini tespit etmek için hesaplanmaktadır.

Eğer orantılılık bizim amacımız için yeterli ise, bu durumda sabite hariç tutulabilir veya ihmal edebilir. Bu aşamada aşağıdaki eşitlik kullanılabilir.

$$H_n = nH = (T+n) \ln (T+n) - T \ln T - n \ln n \quad (5)$$

Hn'in bir rezonatör payı H olup formülü aşağıda verilmiştir.

$$H = \frac{H_n}{n} \quad (6)$$

Hn'deki enerji bağlantısının nerede olduğu sorusuna gelince; Orłóci (2013a) Planck'in 1901 yılındaki makalesinde bu durumu açıkça ortaya koyduğunu belirtmiş olup bu soruya orijinal makaleden özetleme yaparak aşağıdaki şekilde cevap vermiştir.

1. $U_n = nU$ olup kompleksin toplam enerjisini ifade etmektedir. O zaman bir rezonatörün enerjisi $U = U_n/n$ olmaktadır. T enerji ünitelerinin toplam sayısını ifade ettiğine göre ve \mathcal{E} bir enerji elementi

(1 kuantum) olduğuna göre; bu durumda $nU=TE$ olmaktadır.

2. $T = \frac{nU}{\varepsilon}$ yani T 'yi nU/ε temsil etmekte olup, nH 'in eşitliğinde yerine konulduğunda durum aşağıdaki gibidir.

$$nH = \ln C = (n + T) \ln (n + T) - n \ln n - T \ln T = n \left[\left(1 + \frac{U}{\varepsilon}\right) \ln \left(1 + \frac{U}{\varepsilon}\right) - \frac{U}{\varepsilon} \ln \frac{U}{\varepsilon} \right] \quad (7)$$

Bu durumda H 'nin formülü n 'nin devre dışı bırakılması ile veya n 'ye bölme işlemi ile aşağıdaki gibi olmaktadır.

$$H = \left(1 + \frac{U}{\varepsilon}\right) \ln \left(1 + \frac{U}{\varepsilon}\right) - \frac{U}{\varepsilon} \ln \frac{U}{\varepsilon} \quad (8)$$

Entropiyi kullandığımız zaman n resonatör kompleksinde bulunan T 'nin potansiyel enerji durumunun onun benzersizliğinin bir fonksiyonu olduğunu görüyoruz. Ayrıca hatırlanacağı üzere $P = \frac{1}{C}$ idi ve bir H değeri elde edildikten sonra olasılığın (P) aşağıdaki eşitliği kullanarak hesaplanması da mümkün olabilmektedir.

$$P = e^{-H} \quad (9)$$

2.3 Enerji Yapısı

Orlói (2013a) enerji yapısını, enerji eşitliği ve taban hattının yükseltilmesi şeklinde iki ayrı başlık altında açıklamaktadır.

2.3.1 Enerji eşitliği

Enerji yapısının eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$n_{cx, res} H(cx, res) = n_{cx} H(cx | res) + n_{res} H(res | cx) + n_{cx, res} H(cx; res) \quad (10)$$

Eşitlikteki terimler özel süreçlerin **potansiyel enerji ayak izini** temsil etmektedir. Burada;

$n_{cx, res} H(cx, res)$; birleşik etki veya toplam etki olmaktadır.

$n_{cx} H(cx | res)$; Zincirdeki (catena) harici zorlayıcı sürecin özel enerji ayak izi veya geçici çevresel etki ayak izi olarak ifade edilebilir.

$n_{res} H(res | cx)$; Filogeni için özel etkidir. Bu uzun dönemli filogeni sürecine özel enerji ayak izi veya düzensizlikten geri kazanımın zamansal sürecine özel ayak izidir.

$n_{cx, res} H(cx; res)$; determinizm haricinde zuhur eden etkilere özel enerji ayak izidir.

Formüldeki birleşik terimlerin parçalanmış açıklamaları aşağıda verilmiştir.

n_{cx} ; komplekslerin sayısı,

n_{res} ; resonatör sayısı,

$n_{cx} H(cx)$; belli bir kompleksin enerji ayak izi,

$n_{cx,res}$; T ve $n_{cx,res} H(cx, res)$ 'e dayanarak enterpolasyon ile belirlenebilmektedir. Eğer veri giriş tablosunun herhangi bir hücresi sıfır içermiyor ise o zaman $n_{cx,res} = n_{cx} n_{res}$ olur.

H ve nH sırası ile bir resonatör ve bir kompleksin enerji ayak izini ifade etmektedir. P ise H ve nH çıktılarının olasılığıdır.

Kuantum analizinin anlaşılması için bireysel terimlerin tanımına ihtiyaç vardır. Bu bağlamda ilgili formüller ve açıklamalar maddeler halinde aşağıda verilmiştir.

$$1. H(cx, res) = \frac{1}{n_{cx,res}} \ln C_{cx,res} ; n_{cx,res} = n_{cx} n_{res} ; T = \sum_{i=1}^{n_{cx}} T_i = \sum_{i=1}^{n_{cx}} \sum_{j=1}^{n_{res}} X_{ij} \quad (11)$$

T_i enerji ünite sayısı X 'in genel toplamıdır. $C_{cx,res}$; $n_{cx,res}$ ve T'ye dayanmaktadır. Sıfır hücrelerinin veya unsurlarının varlığında, $n_{cx,res}$ tabloda sıfır içermeyen hücrelerin sayısına göre ayarlanabilir.

$$2. H(cx | res) = \frac{1}{n_{cx}} \ln C_{cx|res} = \frac{1}{n_{cx}} \ln \frac{C_{cx,res}}{C_{res} C_{cx;res}} \quad (12)$$

Örtülü T değeri genel toplama denk gelmektedir. $n_{cx,res}$ 'e dayanarak $C_{cx,res}$ belirlenmektedir. $n_{cx,res}$ daha önceden bahsi geçtiği üzere - T ve $n_{cx,res} H(cx, res)$ 'e dayanarak enterpolasyon yapılarak hesaplanmaktadır.

$H(cx | res)$ meta toplumlar enerji yapısına enerji ünite sayılarının n_{cx} taban vektörlerinin özel katkısı olarak düşünülebilir.

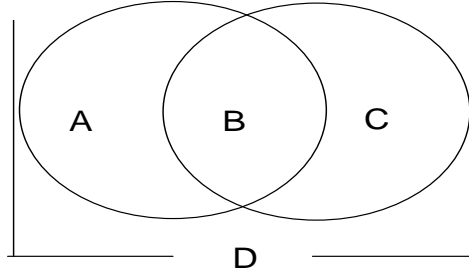
$$3. H(res | cx) = \frac{1}{n_{res}} \ln C_{res|cx} = \frac{1}{n_{res}} \ln \frac{C_{cx,res}}{C_{res} C_{cx;res}} \quad (13)$$

Burada da örtülü T değeri genel toplama eşittir.

$$4. H(cx ; res) = \frac{1}{n_{cx;res}} \ln C_{cx;res} = \frac{1}{n_{cx;res}} \ln \frac{C_{cx,res}}{C_{cx} C_{res}} \quad (14)$$

Örtülü T genel toplamdır ve $n_{cx,res}$ enterpolasyon ile belirlenmektedir.

Yukarıdaki hesaplar bir Venn diyagramı ile temsil edilebilir (Şekil / Figure 1). $H(cx) = A + B$ ve $H(res) = B + C$ 'dir.



Şekil 1. Enerji yapısının bileşenleri
Figure 1. Components of energy structure

2.3.2 Taban hattını yukarı taşıma

Hiyerarşi içindeki her bir seviye için iki tip enerji ayak izi belirleyebiliriz. Birinci ayak izi aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$n_{res,i} H(cx)_i = \ln C_{cx,i} \text{ veya } H(cx)_i = \frac{1}{n_{res,i}} \ln C_{cx,i} \quad (15)$$

Burada $n_{cx,i}$ hiyerarşik seviye i 'de düğümlerin sayısıdır. Örtülü T kompleksin enerji ünitelerinin toplam sayısını ifade etmektedir. $C_{cx,i}$ 'nin formülde ise aşağıdaki gibidir.

$$C_{cx,i} = \frac{(n_{res,i} + T)^{n_{res,i} + T}}{n_{res,i}^{n_{res,i}} T^T} \quad (16)$$

İkincisi bir fark olup formülü aşağıdaki şekildedir.

$$d_{nres,i} H(cx)_i = n_{res,0} H(cx)_0 - n_{res,i} H(cx)_i = \ln \frac{C_{cx,0}}{C_{cx,i}} \quad (17)$$

$$dh(cx)_i = \frac{dn_{res,i} H(cx)_i}{n_{res,0} - n_{res,i}} \quad (18)$$

Bu formüller seviye sıfırdan seviye i 'ye çıktıkça her bir resonatör ayak izinin ne kadar azaldığını tespit etmeyi sağlamaktadır.

2.4 P İle İlgili Daha Fazlası

Daha önceden bahsedildiği gibi $P = \frac{1}{C} = e^{-H}$ şeklindeydi. Bir kompleks için P hesaplanırken aşağıdaki formülde kullanılabilir.

$$P = \frac{1}{dn_{res,i} \sqrt{dC_{cx,1}}} \quad (19)$$

Burada örneğin seviye 2, seviye 1 ve seviye 0 olsun. Bu durumda $dn_{res,1}$ seviye 2 ile seviye 1 arasındaki düğüm sayısı farkıyla ve $dC_{cx,1}$ seviye 1'in C değerinin seviye 2'nin C değerine bölünmesiyle elde edilmektedir. Aynı hesaplar seviye 0 için seviye 0 ve seviye 1 dikkate alınarak yapılmaktadır. En son seviye olan seviye 2'de ise düğüm sayısı seviye 2'deki düğüm sayısına eşit olmaktadır. Yine $dC_{cx,2}$ aynı şekilde bu seviye için elde edilen C değerine eşittir.

2.5. Komplekslerin Değişkenlik Durumunun Tespiti (Yapısal Değişkenlik)

Orlóci (2014) yapısal değişiklik ile ilgili açıklamalarını *Vejetasyon Süreçleri* isimli kitabının yapısal değişkenlik ve süper pozisyon başlıkları altında yapmaktadır. Şöyle ki, komplekslerin yapısal değişkenliği P değerine dayanmaktadır. P değeri “0” ve “1” olmama şartı ile bu iki değer arasında yer almaktadır. Çünkü P değerinin “0” olması bir kompleksin var olmaması anlamına gelmektedir. P değerinin “1” olması ise kompleksin sonsuza kadar sadece bir durum içinde var olması anlamına gelmektedir (Orlóci, 2014).

Bir kompleks için yapısal değişkenliğin belirlenmesindeki süreçler $H(cx)$ den itibaren şu şekilde gerçekleşmektedir. $P=\exp(-H(cx))$ olup, $H(cx)$ üzerinde P değeri elde edilmektedir. $1-P$ değeri bulunup kaydedilmektedir. İkinci H terimi bu değer üzerinden tespit edilmektedir. Burada formül $H=\exp(-1+P)$ şeklindedir. Daha sonra potansiyel enerji tabanlı değişkenlik skalası (Wab) aşağıdaki formülle tespit edilmektedir.

$$Wab=1-P^2-(1-P)^2 \quad (20)$$

Değişmezliğin değeri ise aşağıdaki formül kullanılarak belirlenmektedir.

$$\text{Değişmezlik}=0,5-Wab \quad (21)$$

Sonuç olarak, değişkenliğin % olarak ifadesine $(Wab*2)*100$ formülü ile ulaşılırken, değişmezliğin % olarak ifadesine $(\text{değişmezlik}*2)*100$ formülü ile ulaşılmaktadır.

3. BULGULAR VE ÖRNEK ÇALIŞMA

Çalışmaya konu olan veri Yazılı Kanyon Tabiat Parkı'nda daha önceden yapılmış bir çalışmadan (Özkan, 2007) temin edilmiştir. Çalışmada kanyonun alt kaide seviyesinden (Yazılı dere), orta bölümünden ve üst kaide seviyesinden 3 örnek alan (3 kompleks) ile bir meta toplum seviyesinde değerlendirmeler yapılmıştır. Diğer bir deyişle burada değerlendirme materyali üç kompleksten oluşan bir meta toplumdur. Ancak burada ifade edilen meta toplum Orlóci (2013a)'un İngiltere- Coquihella meta toplum örneğinden birkaç farklılık göstermektedir. Bu farklılıklardan biri Yazılı Kanyon meta toplumuna ait veri matrisinin sıfır hücreleri içermesidir. Buna karşılık Orlóci (2013a)'un İngiltere- Coquihella meta toplumuna ait veri matrisinde hiç sıfır değeri içeren hücre bulunmamaktadır.

Diğer farklılık çevresel arabulucunun tanımlanması ile ilgilidir. Şöyle ki, Orlóci (2013a) İngiltere-Coquihella bölgesinde aldığı meta toplum örneğinde çevresel faktör olarak taşkın seviyesini dikkate almıştır. Orlóci (2013a) farklı taşkın seviyelerini dikkate alarak üç kompleksten oluşan bir meta toplumda çalışmıştır. Hal böyle olduğundan Orlóci (2013a)'un örneğinde çevresel etki için “geçici” ifadesi yerini bulmaktadır. Diğer bir deyişle su seviyesi için uzun dönemde stabil bir durum olmaması araştırmacının çevresel arabulucu için geçici ifadesini kullanmasını kolaylaştırmaktadır. Böylece “uzun dönem” ifadesi filogeni'ye kalmaktadır. Ne var ki, Yazılı Kanyon örneğinde sonuçlar ne şekilde çıkarsa çıksın, çevresel arabulucu için geçici ifadesinin kullanması pek mümkün değildir. Çünkü Yazılı Kanyon örneğindeki çevresel arabulucu Orlóci (2013a)'un çevresel arabulucu kadar kısa sürede değişmez veya zaman içinde dalgalanan bir varyasyon göstermez.

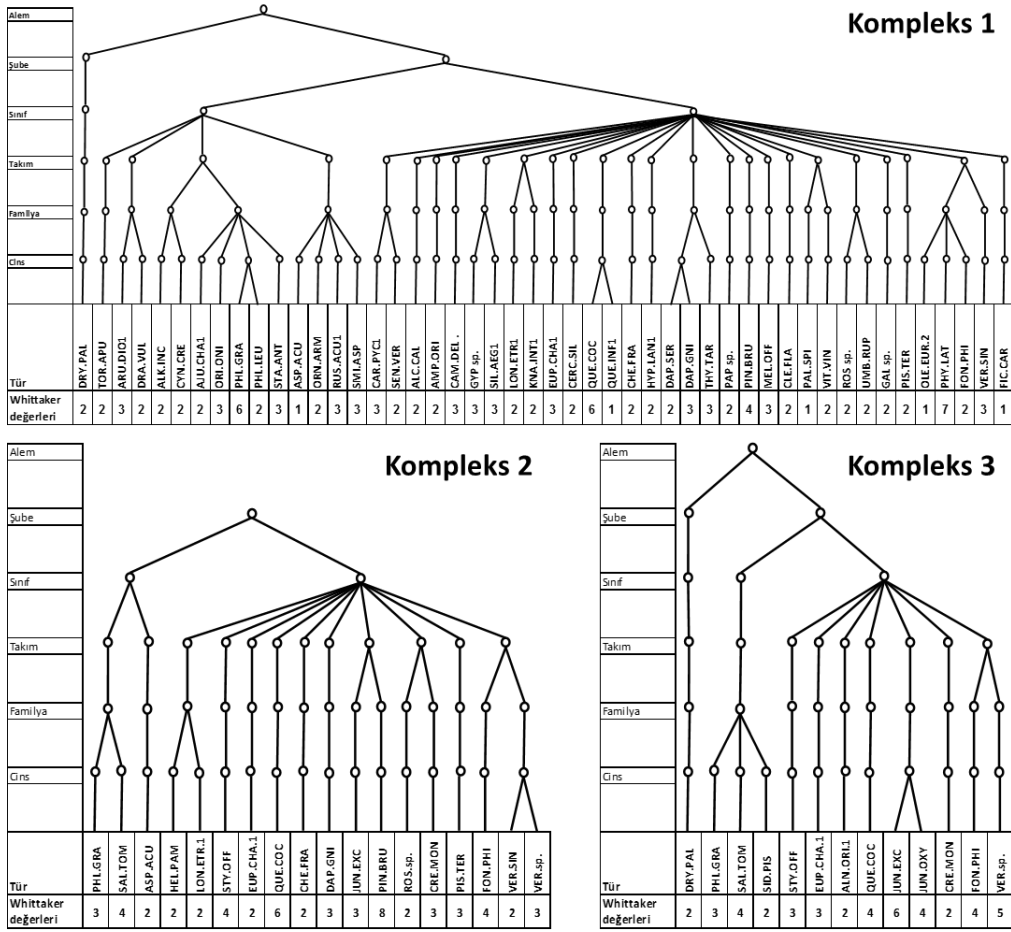
Diğer yandan ekosistem sınıflanması, biyoçeşitlilik, tür dağılımı veya tür verimlilik haritalaması gibi çalışma alanlarında çevresel arabulucular için “geçici” ifadesi değil “uzun dönemli etkili” ifadesi önem arz etmektedir. Çünkü kuantum hesapları bizi potansiyel enerjiyi çevresel arabulucularla bir şekilde ilişkilendirmeye itmeleridir. Aksi takdirde bir bütünün parçalarından elde edilen veri ile modelleme yapılamaz. Modelleme yapılamaz ise yaygınlaştırma ve simülasyon süreçlerine girilemez. Daha açık bir ifade ile herhangi bir coğrafi bölge için potansiyel enerji dağılım haritası üretilemez ve bunun farklı etkiler altındaki değişimine yönelik simülasyonlar gerçekleştirilemez.

Bu makalede kompleksler Yazılı Kanyon'dan elde edilen verilerden seçilmiş, komplekslerin seçiminde de her açıdan özellikle vejetasyon açısından bariz farklılıkların olmasına dikkat edilmiştir. Komplekslerin bu şekilde seçilmesindeki sebep bu makaleyi okuyanların kuantum hesaplarının bitki toplumlarının farklılaşması ile ilgilenmediğini daha iyi anlamasına yardımcı olmak içindir. Zira bu makaledeki temel amaç yukarıda da kısmen bahsedildiği gibi kuantum yaklaşımını tanımak ve ilgili çıktılar ekolojik ilişkiler (özellikle çevresel faktörler ve enerji) açısından yorumlayabilmektir. Diğer bir değişle burada dikkat edilmesi gerek nokta kanyonun farklı kesimleri (vadi tabanı, orta yamaç ve sırt bölümü) itibariyle bitki örtüsündeki farklılaşmalar değildir. Bu farklılıklar kuantum hesaplarında dolaylı olsa da, doğrudan bir anlam ifade etmez ki, bize de kuantum hesabı bu noktada gerekmektedir. Eğer kuantum hesabı doğrudan tür farklılaşmasına bağlı olsa idi her ne kadar kavramsal açıdan ilgi çekici olsa da ekoloji de kullanılan diğer yöntemlerden bir farklılık ortaya koyamazdı ve bu durumda kuantum analizleri ekolojik değerlendirme yöntemlerine renk katmaktan başka bir işe yaramazdı. Konuyu biraz daha farklı şekilde açıklamak gerekirse, bitki toplumları arasındaki farklar onların filogeni, çevresel etki ve ortaya çıkan etkinin potansiyel enerji ayak izi bakımından değişiklik göstereceği anlamına gelmemektedir. Yazılı Kanyon örneği ile dert edinilen ve çözülmek istenilen sorunlar sırası ile toplam potansiyel enerji, çevresel arabulucu payı ve bu enerjinin çevresel (burada yamaç konumu) değişim itibariyle ilişkisinin olup olmadığı şeklindedir. Toplamdaki değerlendirmelerde filogeni daha yüksek paya sahip olabilir. Filogeninin daha yüksek paya sahip olması, çevresel etkinin kompleks, meta toplum ve daha yüksek seviyelerde -potansiyel enerji anlamında- karşılığını aramaktan bizi alıkoymaz. Ama eğer bu karışıklığı ararken beklenen ilişkiler bulunamaz ise ve bu durum kuantumun aldırmaçlığından kaynaklanıyorsa o zaman onunla yolumuzu ayırırız olur biter.

Şekil / Figure 2 çalışma materyali olup 3 kompleksle (3 örnek alanla) ifade edilen bir meta topluma karşılık gelmektedir. Her bir kompleksin kendi içindeki resonatörleri (türleri) onların taksonomik sınıflandırmadaki yerleri dikkate alınarak dendrogramlar şeklinde düzenlenmiştir. Kodlara karşılık gelen türler ve onların taksonomik sınıflandırmadaki yerleri Ek Tablo1'de verilmiştir.

Komplekslerin en alt seviyesi (seviye 0) tür seviyesi olup, burada türlerin rakamsal değerleri görülmektedir. Bu değerler türlerin kaplama değerlerinden Whittaker (1973)'a göre 0-9 aralığında sayısallaştırılarak elde edilmiştir. Şekil / Figure 3 incelenecek olur ise her bir kompleksin (örnek alan) içerdiği bitki türleri (resonatörler) itibariyle hiyerarşik seviyelerde konumlanması görülebilir. Buradaki dendrogramlar türleri, T değerlerini ve her seviyesi için n değerlerini göstermektedir. Örneğin seviye 0'da kompleks 1 den kompleks 3'e doğru n değerleri sırası ile 31, 15 ve 10 olup, T değerleri ise sırası ile 120, 58 ve 44 olarak değişmektedir.

Komplekslerin kuantum analizi sonuçları Tablo / Table 1 ve 2'de verilmiştir. Zincir ağı seviyesindeki kuantum analizi sonuçları ise Tablo / Table 3'de verilmiştir. Komplekslerin dh(cx) terimi altında potansiyel enerji ayak izleri tür seviyesinden (seviye 0) sınıf seviyesine doğru bir artış göstermektedir (Tablo / Table 1). Şekil / Figure 3 bu durumun daha iyi anlaşılması için verilmiştir. Komplekslerde tür seviyesinden sınıf seviyesine artış görülmektedir ancak bu artışlar bütün komplekslerde tür seviyesinden cins seviyesine, cins seviyesinden familya, seviyesine, familya seviyesinden takım seviyesine kadar çok belirgin olmayıp istatistiksel bakımdan % 5 seviyesinde öneme sahip değildir. Burada asıl zıplamalar takım seviyesinden sınıf seviyesine geçişte olmaktadır. Çünkü bu seviyede bütün komplekslerde n değerinde ani düşüşler söz konusu olmaktadır. Bu bağlamda filogeninin asıl rolünü sınıf seviyesinde gerçekleştirdiği söylenebilir. Genel anlamda tür seviyesinden sınıf seviyesine doğru artış zaten beklenmekteydi. Ancak bu artışın seviyeler itibariyle açısı veya hiyerarşik sıralamadaki artış oranı ancak analiz edilerek tespit edilebilirdi. Bu bağlamda özet olarak potansiyel enerji ayak izinin tür seviyesinden takım seviyesine kadar olan durumu için filogeninin dominant rol üstlenmediği, fakat sınıf seviyesinde bunu yakalayabildiğini söyleyebiliriz. Filogeninin sınıf seviyesine gelene kadar kontrolü belirgin bir şekilde eline geçirememesi sebepleri sınıf seviyesinde alternatif grup sayısının artık iyice azalmış olmasına ve muhtemelen de çevresel etkinin tür seviyesinden sınıf seviyesine kadar filogeniye sunduğu alternatif aralığın genişliğine bağlıdır. Benzer durum Orlóci (2013a)'un kitabındaki ikinci örneği olan İngiltere-Coquihella taşkın arazisinden 17 bitki örneğinden oluşan veri matrisine uygulanan kuantum analizleri sonuçları ile de desteklenmektedir. Bu çalışmada da komplekslerde dh(cx) ifadesi ile sınıf seviyesinde belirgin bir zıplama söz konusu olmaktadır.

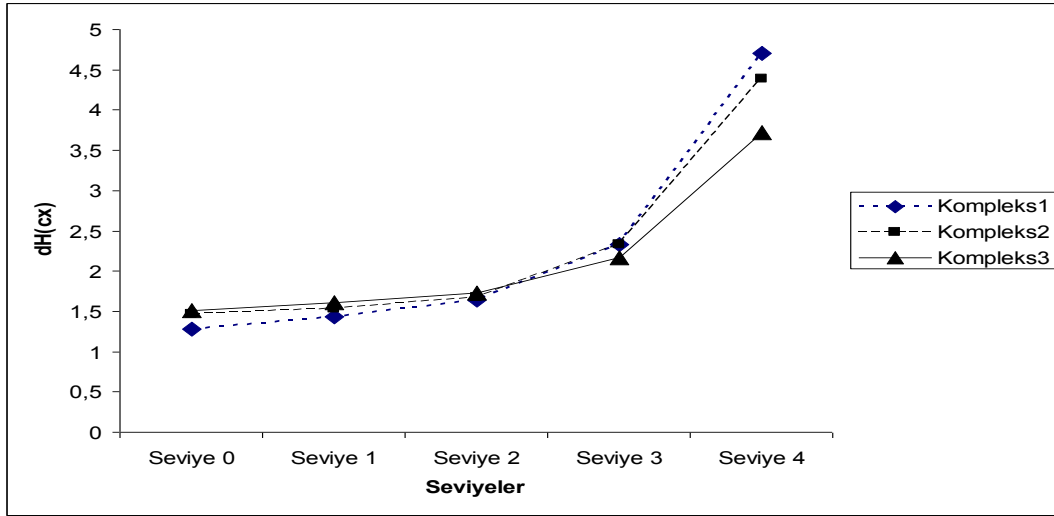


Şekil 2. Yazılı Kanyon'dan bir meta toplum örneği, resonatörler (türler), kompleksler (örnek alanlar) ve her bir komplekste türlerin taksonomik seviyedeki yerleri

Figure 2. A meta plant community from the Yazılı canyon, resonators (species), complexes (sample plots) and the locations of the species at the various taxonomic levels of each complex

Zincir ağı ölçeğinde kuantum analizi sonuçlarına gelindiğinde, bunlar Tablo / Table 2'de verilmiştir. Tablo / Table 2 incelenecek olursa nH terimi için zuhur eden etkiye ait potansiyel ayak izi 16,067 ve % 9,27 dikkate değer bir değere sahip olmuştur. Zuhur eden etki H terimi ile istatistiksel bakımdan da önemli olup, bu sonuç meta bitki toplulumunun bütünü itibariyle parçalarından önemli düzeyde daha fazla bir şey ifade etmektedir. Filogeni ve çevresel arabulucu ile ilgili açıklamalara gelindiğinde, Tablo /Table 2'ye bakılacak olursa nH ifadesine göre filogeninin enerji ayak izinin yamaç pozisyonu etkisinden yaklaşık 9 kat kadar daha fazla olduğu görülebilir. nH teriminde filogeniğin etkisinin çevresel arabulucudan daha yüksek çıkması zaten beklenen bir durumdur. Ancak bu etkinin yaklaşık 9 kat gibi fazla bir değere sahip olabildiğinin hesabı ancak zincir ağı ölçeğinde kuantum hesapları ile mümkün olmuştur ve bu sonuç biraz şaşırtıcıdır. Orlóci (2013a) 'in zincir ağı sonuçlarında da filogeni baskındır ama bu baskınlık filogeninin lehine yaklaşık 4 kat kadardır. Bu durumun Orlóci (2013a)'ın örneğinde sadece 17 türün bulunması, bütün türlerin her komplekslerde değer içermesi yani sıfır içeren hiçbir hücrenin bulunmaması ve komplekslerin ve meta toplumun T değerlerinin Yazılı Kanyon örneğinden daha yüksek değerler içermesi ile alakalı olabileceğini düşündürebilir. Ancak belki de asıl belirleyici unsur çevresel arabulucu etkilerinin her iki meta toplumda farklı rol oynamasıdır. Bu düşünce oldukça makul ve muhtemel görünmektedir. Şöyle ki, Orlóci (2013a)'ın örneğinde nH terimine göre filogeni Yazılı Kanyon örneğinden daha az etkili görünmektedir. Çünkü Orlóci (2013a)'un değişkeni taşkın seviyesi olup, bu değişkenin üç komplekste bulunduğu filogenetik kapasite çeşitliliği Yazılı Kanyon'da yamaç pozisyonu farklılığının sunduğu filogenetik kapasite çeşitliliğinden daha düşüktür. Yani komplekslerde tür farklılığından orta çıkan gizli bir beta çeşitliliği devreye girerek nH teriminde filogeni ile çevresel arabulucu etkilerinin birbirlerine oranına

müdahale etmektedir. Elbette ki bu sadece bir yorumdur. Bu yorumun doğrulanması için meta toplum ölçeğinde farklı alanlarda yapılacak birçok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır ki buradan gelen sonuçlar istatistikî açıdan ilişkilendirilip doğrulanabilsin ya da reddedilebilsin.



Şekil 3. Komplekslerde taksonomik seviyelere göre dH(cx) değerlerinin değişimi
Figure 3. Variations of dH (cx) values in the complexes according to taxonomic levels

Tablo 1. Komplekslerin enerji yapısı parametrelerine ait sonuçlar
Table 1. The results of energy structure parameters of the complexes

Kompleksler	Seviyeler	C	$n_{res}H(cx)$	dC	$dn_{res}H(cx)$	dn_{res}	dH(cx)	P
1	4	1334183	14,1038	1334183	14,1038	3	4,70128	0,00908
	3	2,80E+30	70,107	2,10E+24	56,0032	24	2,33347	0,09696
	2	1,96E+33	76,6566	699,004	6,54966	4	1,63741	0,19448
	1	9,74E+41	96,6822	5,00E+08	20,0255	14	1,4304	0,23921
	0	4,47E+43	100,509	45,9296	3,82711	3	1,2757	0,27923
2	4	6429,71	8,76869	6429,71	8,76868	2	4,38434	0,01247
	3	8,47E+13	32,0701	1,30E+10	23,3014	10	2,33014	0,09728
	2	1,27E+16	37,0771	149,456	5,007	3	1,669	0,18844
	1	2,71E+17	40,1413	21,4172	3,0642	2	1,5321	0,21608
	0	1,17E+18	41,6034	4,31484	1,46206	1	1,46206	0,23176
3	4	70035,43	11,1568	70035,4	11,1568	3	3,71892	0,02426
	3	3,07E+10	24,1461	437727	12,9893	6	2,16489	0,11476
	2	1,73E+11	25,8749	5,6341	1,72884	1	1,72884	0,17749
	1	4,33E+12	29,0965	25,0664	3,22153	2	1,61076	0,19974
	0	1,96E+13	30,6052	4,52115	1,50877	1	1,50877	0,22118
Kompleksler	Seviyeler	C	$n_{res}H(cx)$	n_{res}	H(cx)	P		
1	0	4,47E+43	100,509	48	2,09394	0,1232		
2	0	1,17E+18	41,6034	18	2,3113	0,09913		
3	0	1,96E+13	30,6052	13	2,35425	0,09496		

Diğer yandan Tablo / Table 2’de H terimi çıktıları incelemek olur ise durumun değiştiği görülebilir. Yani yamaç pozisyonu H ifadesinde dominant faktör olarak kendini göstermiştir. H terimde filogeninin değeri 2,48 iken yamaç pozisyonu değeri 5,31 olmaktadır. Orlóci (2013a)’ın örneğinde ise bu değerler filogeni ve taşkın seviye yükseltisi için sırası ile 3,88 ve 4,56 şeklindedir. Orlóci (2013a)’ın örneğinde de durum tersine dönmüştür fakat farklılık Yazılı Kanyon’un meta toplum örneğinden daha düşüktür. Yazılı Kanyon örneğinde yamaç pozisyonu etkisi geniş ölçekte filogeniye tolerans alanı sağlarken içsel ölçekte H ifadesi ile potansiyel enerji ayak izine filogenetikten daha fazla katkı yapmaktadır ve bu katkı oranı Orlóci (2013a)’ın örneğinkinden daha fazladır. Bu durum yamaç konumu değişkeninin yarı kararlı bir değişken olması sebebiyle, uzun dönemde taşkın seviyesi yükseltisine göre çok daha değişmez özelliğe sahip olması ve komplekslerin potansiyel enerji ayak izinin belirlenmesinde onun kendi içsel varyasyonunun yönlendirme kabiliyetine sahip olmasından kaynaklanmış olabilir. Her iki meta toplum örneğinin zincir ağı kuantum analizi çıktılarında nH ile H ifadelerinin ters sonuçlar verdiği görülmektedir. Ancak nH ve H arasındaki bu ikilem bilindiklerdir (Orlóci, 2014). Diğer bir değişle potansiyel enerji ayak izi değerlerine nH ile genel seviyede H ile bireysel ölçekte ulaşılmaktadır. Buraya kadar elde edilen sonuçlara göre H teriminin çevresel değişkenlerin potansiyel enerji ayak izine etkilerinin değerlendirilmesine diğer terimlerden daha yakın olduğu ve bu yüzden ekolojik araştırmalarda açıklayıcı bir değişken olarak ümit vaat ettiği söylenebilir.

Tablo 2. Zincir ağı sonuçları (ana süreçlerin potansiyel ayak izleri)
Table 2. The results of catena (potential energy footprints of the basic processes)

Yapılar	$n_{res}H$ (res cx)	n_{res}	%	H (res cx)	P
Resonatörler*	141,26	57	81,531	2,48	0,084
Kompleksler*	15,93	3	9,196	5,31	0,005
Birleşik etki	173,26	79	100	2,19	0,111
Zuhur eden etki	16,07	**3	9,273	5,30	0,005

* Resonatörler filogeniyi, kompleksler ise yamaç pozisyonunu ifade etmektedir.

** Metinde daha önceden ifade edildiği gibi ortaya çıkan etkiye n sayısı enterpolasyon yolu ile belirlenmektedir. Tablo / Table 2’de ortaya çıkan etki için $n_{res}H$ (res|cx) değeri 16,07 olup bu değer n için tam sayı olarak en yakın 3 değerine karşılık gelmektedir.

Bu çalışma kapsamında ayrıca komplekslerin değişkenliği-değişmezliği de değerlendirilmiştir. Komplekslere yönelik stabilite değerlendirme yöntem ve açıklamalarını Orlóci’in kuantum ekoloji kitabından sonra yazdığı “The vegetation process. A holistic study of long-term community energetics in East Beringia.” isimli kitabında yapısal değişkenlik ve süperpozisyon başlıkları altında bulmak mümkündür (Orlóci, 2014). Komplekslerin tür seviyesinde (seviye 0) değişkenlik durumları ile ilgili analiz sonuçları Tablo / Table 3’de verilmiştir. Tablo / Table 3 incelenecek olursa komplekslerin oldukça kararsız olduğu söylenebilir. Bu bağlamda en belirgin derecede fark atanı kompleks 1 olmuştur. Bu durum anlaşılabilir. Çünkü tür zenginliği açısından kompleks 1 diğer komplekslerden daha yüksek değere sahiptir. Komplekslerin kararsızlık % değerlerinde yükseklik gelecekte onların şu anki durumlarını muhafaza etme olasılığını düşük kılmaktadır. Ancak bu kararsızlık ekosistem değerlendirmelerinde genelde olumsuz bir ifadeye denk gelmemektedir. Zira ekosistemlerin dinamik yapısının asıl göstergesi onların değişim kapasitelerinin yüksekliğidir ve bu özellik onlara dışardan gelen her tür müdahaleye karşı esneklik kazandıran bir strateji çeşitliliği sunmaktadır. Diğer yandan bu özelliğin çıktıları birey bazında kaynak çeşitliliği sunarken onların başka bir alıcıya kaynak olma ihtimali de arttırmaktadır. Elbette bu olguda sağlıklı bir ekosistemin sahip olması gereken özelliktir. Tablo / Table 3 kompleks bazında yapılan değerlendirme sonuçlarını göstermektedir. Bu değerlendirmeler meta toplum bazına da çekilebilir.

Tablo 3. Komplekslerin tür seviyesinde (seviye 0) değişkenlik durum analizi
Table 3. Instability condition analysis of the level of species (level 0)

Kompleksler	H(cx)	P	P=exp(-H)	1-P	H=exp(-1+P)	W _{ab}	Değişmezlik	% Değişmezlik	% Kararsızlık
1	2,09394	0,1232	0,1232	0,8768	0,41611	0,21604	0,28396	56,7912	43,2088
2	2,3113	0,09913	0,09913	0,90087	0,40622	0,17861	0,32139	64,2779	35,7221
3	2,35425	0,09496	0,09496	0,90504	0,40453	0,17189	0,32811	65,6214	34,3786

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu makale meta bitki topluluklarında enerji ayak izinin hesaplanmasındaki yol ve yöntemleri kavram ve kabulleri ile birlikte sunmak ve tartışmak amacıyla gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla kuantum analizlerine başvurulmuş olup bunun en önemli nedeni vejetasyon topluluklarının enerji yapıları üzerine kuantum analizlerinin dışında henüz uygulanabilecek bütüncü başka bir yaklaşımın bulunmamasıdır. Bütüncü yaklaşım indirgemeci yaklaşımın aksine bir bütünü parçalarında daha fazla bir şey olduğunu savunmaktadır (Taslaman, 2008). Bu yaklaşım bizi potansiyel enerji ayak izini hesaplamaya zorlamakta ve Max Planck'ın entropi tabanlı enerji fonksiyonu bu hesaplamalara temel olmaktadır. Diğer yandan -bu makalede örnek çözümü yapılmaması ile birlikte- kuantum analizleri bir yetişme ortamındaki bitki topluluklarının süksesyon basamaklarından olgunlaşma safhasına kadar kaydı yapılan verilere işlerlik kazandırmakta, vejetasyonun enerji yapısındaki tarihsel süreçler tarafından ayrılan ayak izlerini izole edebilmektedir. Ayrıca kuantum analizleri süperpozisyon kavramı içinde bitki topluluklarında enerji yapısının homojenliğini, değişmezlik veya değişkenlik kapasitesini belirlenmeye de olanak sağlamaktadır (Orlóci, 2014).

Max Planck'ın enerji tabanlı entropi fonksiyonun iki temel kuramı vardır. Bunlardan ilki ve en önemlisi enerjinin kesikli ünitelerde iletildiği şeklidir. Daha somut bir ifade ile, klasik paradigmanın tersine madde çeşitli frekanslarda enerjiyi paketler halinde taşımaktadır (Bozdemir ve Eker, 2005). Potansiyel enerji ayak izinin hesaplanabilmesi de bu temel kurama dayanmaktadır. İkincisi ise nH ve H'ın resonatör komplekslerinin alternatif parametreleri olmasıdır ki bu durum bir meta bitki toplumunun mekansal ve zamansal boyutta kuantum analizleri ile elde edilen çıktılardan en fazla odaklanacağımız terimlerinde nH ve H olması anlamına gelmektedir (Orlóci 2014).

Kuantum analizlerinin zamansal ve mekansal boyutta enerji yapılarını özel süreçlere göre hesaplayabilme özelliği, ona ekoloji alanında önemli bir yere sahip olma potansiyeli sağlamaktadır. Zira ekolojik araştırmalarda canlılar için bağımlı değişkenler temelde ya çevre ya zaman yada her ikisinin birlikteliği olmaktadır. Ekolojik araştırmaların büyük kısmını ise zamansal verinin uzun dönemde elde edilmesi sebebiyle canlı-çevre ilişkileri oluşturmaktadır. Bu bağlamda özellikle orman ekolojisi alanında en dikkat çeken ve değer arz eden çalışmalar ekosistem sınıflandırması, hedef türlerin, canlı toplumlarının veya biyoçeşitliliğin modellenmesi ve haritalamasına yönelik araştırmalardan çıkmaktadır. Bu kapsamda elde edilen haritalar ekosistem tabanlı yönetim planların gerçekleştirilmesi ve başarı ile uygulanması için en temel altıkları oluşturmaktadır. Burada ki tek eksik ekosistem ölçeğinde potansiyel verimlilik veya diğer adıyla potansiyel enerji dağılım haritalarıdır ve eğer kuantum analizleri bize coğrafî boyutta potansiyel enerji ayak izinin potansiyel veya aktüel dağılımına imkân verecek bağımlı değişkenleri sunabiliyorsa bahsi geçen bu önemli eksikliğinin tamamlanmasına da kapı aralanmış olacaktır.

Bu makalede yapılan örnek çözüm ile yetişme ortamı faktörü olarak alınan yamaç konumunun H terimine göre elde edilen potansiyel enerji ayak izinin değişimine önemli katkı sağladığı belirlenmiştir. Bu sonuç çevresel faktörler ile enerji yapıları arasında ilişki olabileceğini ve bu ilişkileri kullanarak modelleme ve

haritalama süreçlerine girilebileceğini göstermektedir. Bu girdi yukarıda da bahsedildiği gibi ekosistem tabanlı yönetim planlamasında ihtiyaç duyulan önemli bir eksikliğin giderilmesi anlamına gelmektedir.

Bu bölüm altında son olarak eleştirilebileceği düşünülerek, neden “meşçere” yerine “meta toplum” ifadesinin kullanıldığını açıklamak yerinde olacaktır. Zira Orlóci (2013a)’de meta toplum ifadesini açıklarken bunun bir meşçere olarak düşünülebileceğini söylemiştir. Ancak Orlóci’de üzerinde düşünürse kabul edecektir ki, “meşçere” ifadesi meta toplum ifadesini açıklayan gerekçelerin en temel kaygisından bağımsızdır. Şöyle ki;

Bir meta toplum ifadenmesi için, belli ölçekte bir örnekleme alanının içerisinde alt örnekleme alanlarından elde edilen bilgilere ihtiyaç vardır. Diğer bir deyişle meta toplum ifadesinin geçtiği yerde bu kaygıdan bağımsız hareket edilmediği bilinir. Meşçere ifadesi ise böyle bir algı oluşturmaz ki bizim için elzem olan veride ancak “meta toplum” ifadesi içinde yer bulmaktadır. Konuya biraz daha açıklık getirmek gerekirse, Kavgacı ve ark., . (2008) tarafından da ifade edildiği üzere meta toplum ifadesi içinde tür çeşitliliği ve özellikle değeri “sıfır” çıksa bile beta çeşitliliği ifadesinin yer bulmuş olması gerekmektedir. Meta toplum ifadesini diğer ifadelerden ayrılan en önemli olgu ondan beta çeşitliliği değerinin elde edilebilme potansiyelidir. Beta çeşitliliği en az iki grup verisinden temin edilmektedir ve bundan dolayı bir “meta bitki toplumu” ifadesinin karşılık bulması için belli bir ölçüm alanı içinde en az iki alt örnek alandan bitki türlerine ait veri elde edilmiş olması gerekmektedir. Haliyle “meşçere” tanımı bu ifadeyi tam anlamı ile karşılayamamaktadır ve sadece “bir meta toplumunda enerji yapısı hesapları” açıklaması altında, kuantum analizinin “indirgemeciliğe” karşı temel sloganı olan “bütünsellik” yaklaşımının askıda kalması engellemektedir.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

- Bozdemir, S., Eker, S., 2005. Fizikte yeni bir çağ açan buluş: kuantum kuramı (1) kuantum kuramının evrimi ve klasik kuantum kuramı, http://strateji.cukurova.edu.tr/EGITIM/bozdemir/bozdemir_kuantum_01.pdf (Ziyaret tarihi: 27.12.2014).
- Kavgacı, A., Carni, A., Silc, U., 2008. Bitki sosyoloji çalışmalarında kullanılan sayısal metotlar ve bazı bilgisayar programları. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* 2:188-201.
- Orlóci, L., 2013a. Quantum Ecology. The energy structure and its analysis. SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4406077> (Ziyaret tarihi: 12.12.2014).
- Orlóci L., 2013b. Quantum analysis of primary succession. the energy structure of a vegetation chronosere in Hawaii Volcanoes National Park, SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4452597> (Ziyaret tarihi: 12.12.2014).
- Orlóci, L., 2014. The vegetation process. A holistic study of long-term community energetics in East Beringia. SCADA Publishing, Canada, Online Edition: <https://createspace.com/4760258> (Ziyaret tarihi: 12.12.2014).
- Özkan, K., 2007. Yazılı Kanyon Tabiat Parkı’nın Ekolojik Özellikleri. Süleyman Demirel Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Teknik Rapor, 111s. Isparta.
- Taslaman, C., 2008. Kuantum Teorisi, Felsefe ve Tanrı. İstanbul Yayınevi, 264s., İstanbul.
- Whittaker, R.H., 1973. Ordination and Classification of Communities (Part V), Handbook of Vegetation Science, Editor in Chief: Reinhold Tüxen, Printed in the Netherlands by Dijkstra Niemeyer b.v., Groningel.

Ek Tablo 1. Bitki türleri, kodları ve onların taksonomik sınıflandırma hiyerarşisindeki yerleri
Appendix Table 1. Plant species, their's codes and their places at the hierachical level of taxonomic classification

Türler	Kodlar	Cins	Familya	Takım	Sınıf
<i>Asparagus acutifolius</i> L.	ASP.ACU	Ajuga	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Ajuga chamaepitys</i> (L.) Schreber subsp. <i>chia</i> (Schreber) Arcangeli var. <i>chia</i>	AJU.CHA	Alcea	Malvaceae	Malvales	Magnoliopsida
<i>Alcea calvertii</i> (Boiss.) Boiss.	ALC.CAL	Alkanna	Boraginaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Alkanna incana</i> Boiss.	ALK.INC	<i>Alnus</i>	Betulaceae	Fagales	Magnoliopsida
<i>Alnus orientalis</i> Decne. var. <i>pubercens</i> Dippel	ALN.ORI	Ampelopsis	Vitaceae	Rhamnales	Magnoliopsida
<i>Ampelopsis orientale</i> (Lam.) Planchon	AMP.ORI	Arum	Araceae	Arales	Liliopsida
<i>Arum dioscoridis</i> sm var. <i>spectabile</i> (schott) Engler	ARU.DIO	<i>Asparagus</i>	Liliaceae	Liliales	Liliopsida
<i>Campanula delicatula</i> Boiss.	CAM.DEL	Campanula	Campanulaceae	Campanulales	Magnoliopsida
<i>Carduus pycnocephalus</i> L. subsp. <i>albidus</i> (Bieb.) Kazmi	CAR.PYC	Carduus	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida
<i>Cercis siliquastrum</i> L.	CER.SIL	Cercis	Fabaceae	Fabales	Magnoliopsida
<i>Cheilanthes fragrans</i> (L.fil.) Sw.	CHE.FRA	<i>Cheilanthes</i>	Sinopteridaceae	Filicales	Magnoliopsida
<i>Clematis flammula</i> L.	CLE.FLA	Clematis	Ranunculaceae	Ranunculales	Magnoliopsida
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	CRA.MON	<i>Crataegus</i>	Rosaceae	Rosales	Magnoliopsida
<i>Cynoglossum creticum</i> Miller	CYN.CRE	Cynoglossum	Boraginaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Daphne gnidioides</i> Jaup & Spach	DAP.GNI	Daphne	Thymelaeaceae	Myrtales	Magnoliopsida
<i>Daphne serisian</i> Vahl.	DAP.SER	Daphne	Thymelaeaceae	Myrtales	Magnoliopsida
<i>Dracunculus vulgaris</i> Schott	DRA.VUL	Dracunculus	Araceae	Arales	Liliopsida
<i>Dryopteris pallida</i> (Bory) Fomin.	DRY.PAL	<i>Dryopteris</i>	Aspidiaceae	Aspidiales	Filicopsida
<i>Euphorbia characias</i> L. subsp. <i>wulfenii</i> (Hoppe ex Koch) A. R. Smith	EUP.CHA	<i>Euphorbia</i>	Euphorbiaceae	Euphorbiales	Magnoliopsida
<i>Ficus carica</i> L.	FIC.CAR	Ficus	Moraceae	Urticales	Magnoliopsida
<i>Fontanesia philliraeodites</i> Labill.	FON.PHI	<i>Fontanesia</i>	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida
<i>Galium</i> sp.	GAL sp.	Galium	Rubiaceae	Rubiales	Magnoliopsida
<i>Gypsophila</i> sp.	GYP sp.	Gypsophila	Caryophyllaceae	Caryophyllales	Magnoliopsida
<i>Helichrysum pamphylicum</i> Davis & Kupicha	HEL.PAM	<i>Helichrysum</i>	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida
<i>Hypericum lanuginosum</i> Lam. var. <i>scabrellum</i> (Boiss.) Robson	HYP.LAN	Hypericum	Hypericaceae	Malpighiales	Magnoliopsida
<i>Juniperus exelsa</i> Bieb.	JUN.EXC	<i>Juniperus</i>	Cupressaceae	Pinales	Magnoliopsida
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	JUN.OXY	<i>Juniperus</i>	Cupressaceae	Pinales	Magnoliopsida
<i>Knautia inteprifolia</i> (L.) Bertol var. <i>bidens</i> (Sm.) Borbas	KNA.INT	Knautia	Dipsacaceae	Dipsacales	Magnoliopsida
<i>Lonicera etrusca</i> Santi var. <i>etrusca</i>	LON.ETR	<i>Lonicera</i>	Caprifoliaceae	Dipsacales	Magnoliopsida
<i>Melisa officinalis</i> L.	MEL.OFF	Melissa	Labiatae	Polemoniales	Magnoliopsida
<i>Olea europaea</i> L. var. <i>oleaster</i>	OLE.EUR	Olea	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida
<i>Origanum onites</i> L.	ORI.ONI	Origanum	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Ornithogalum armeniacum</i> Baker	ORN.ARM	Ornithogalum	Liliaceae	Liliales	Liliopsida
<i>Palirus spina-cristi</i> Mill.	PAL.SPI	Palirus	Rhamnaceae	Rhamnales	Magnoliopsida
<i>Papaver</i> sp.	PAP sp.	Papaver	Papaveraceae	Papaverales	Magnoliopsida
<i>Phlomis grandiflora</i> H. S. Thamson	PHL.GRA	<i>Phlomis</i>	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Phlomis leucophracta</i> P. H. Davis & Hub.-Mor.	PHL.LEU	Phlomis	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Phyllirea latifolia</i> L.	PHY.LAT	Phyllirea	Oleaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida
<i>Pinus brutia</i> ten.	PIN.BRU	Pinus	Pinaceae	Pinales	Magnoliopsida
<i>Pistacia terebinthus</i> L.	PIS.TER	<i>Pistacia</i>	Anacardiaceae	Sapindales	Magnoliopsida
<i>Quercus coccifera</i> L.	QUE.COC	Quercus	Fagaceae	Fagales	Magnoliopsida
<i>Quercus infectoria</i> oliver subsp. <i>boissieri</i> (Reuter) O. Schwarz	QUE.INF	Quercus	Fagaceae	Fagales	Magnoliopsida
<i>Rosularia</i> sp.	ROS.sp.	<i>Rosularia</i>	Crassulaceae	Rosales	Magnoliopsida

Ek Tablo 1 (devam). Bitki türleri, kodları ve onların taksonomik sınıflandırma hiyerarşisindeki yerleri
 Appendix Table 1 (continued). Plant species, their's codes and their places at the hierachical level of taxonomic classification

Türler	Kodlar	Cins	Familya	Takım	Sınıf
<i>Ruscus aculeatus</i> L. var. <i>angustifolius</i> Boiss	RUS.ACU	Ruscus	Liliaceae	Liliales	Liliopsida
<i>Salvia tomentosa</i> Miller	SAL.TOM	<i>Salvia</i>	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Senecio vernalis</i> Waldst.Kit	SEN.VER	Senecio	Asteraceae	Asterales	Magnoliopsida
<i>Sideritis pisdica</i> Boiss& Heldr	SID.PIS	<i>Sideritis</i>	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Silene aegyptiaca</i> (L) L. Fil. subsp. <i>aegyptiaca</i>	SIL.AEG	Silene	Caryophyllaceae	Caryophyllales	Magnoliopsida
<i>Smilax aspera</i> L.	SMI.ASP	Smilax	Liliaceae	Liliales	Liliopsida
<i>Stachys antalyensis</i> Y. Ayaşlıgil & P.H. Davis	STA.ANT	Stachys	Lamiaceae	Lamiales	Liliopsida
<i>Styrax officinalis</i> L.	STY.OFF	<i>Styrax</i>	Styracaceae	Ebenales	Magnoliopsida
<i>Thymelaea tartonraira</i> (L.) All subsp. <i>argentea</i> (Sm.) Holmboe var. <i>angustifolia</i>	THY.TAR	Thymelaea	Thymelaeaceae	Myrtales	Magnoliopsida
<i>Tordylium apulum</i> L.	TOR.APU	Tordylium	Apiaceae	Apiales	Liliopsida
<i>Umbilicus rupestris</i> (Salisb.) Dandy	UMB.RUP	Umbilicus	Crassulaceae	Rosales	Magnoliopsida
<i>Verbascum sinuatum</i> L.	VER.SIN	Verbascum	Scrophulariaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida
<i>Verbascum</i> sp.	VER.sp.	<i>Verbascum</i>	Scrophulariaceae	Scrophulariales	Magnoliopsida
<i>Vitis vinifera</i> L.	VIT.VIN	Vitis	Vitaceae	Rhamnales	Magnoliopsida