



Mathematical expression of the effects of thermal power plants on landscape diversity Example of Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant

Elif Dilan Karagöz*^{ID}, Yüksel Ünlükaplan^{ID}

Department of Landscape Architecture, Faculty of Architecture, Çukurova University, 012580, Adana, Türkiye

Highlights:

- Natural ecosystems expressed mathematically.
- Diversity indices were used on landscape types.
- Time-dependent change of Land Cover / Area Uses was determined with Geographic Information Systems

Keywords:

- Shannon and Simpson Diversity Index
- Land Cover / Land Use
- Change detection
- Thermal Power Plants
- Diversity

Article Info:

Research Article

16.08.2022

05.02.2023

DOI:

10.17341/gazimmfd.1162809

Correspondence:

Author: Elif Dilan Karagöz

e-mail:

elifdilankrgz@gmail.com

phone: +90 553 471 4693

Graphical/Tabular Abstract

The study area consists of two separate micro-catchments. It has been determined that the Yeniköy-Kemerköy thermal power plant located in these micro-catchments caused a change in the Land Cover/Land Use classes between 1990 and 2018. This change over the years has also affected landscape diversity. In this study, the relationship between landscape diversity and human activities such as thermal power plant is discussed. As a result, Shannon's diversity index and Simpson's diversity index calculated for both micro-catchments were found to be "high". (Figure A).

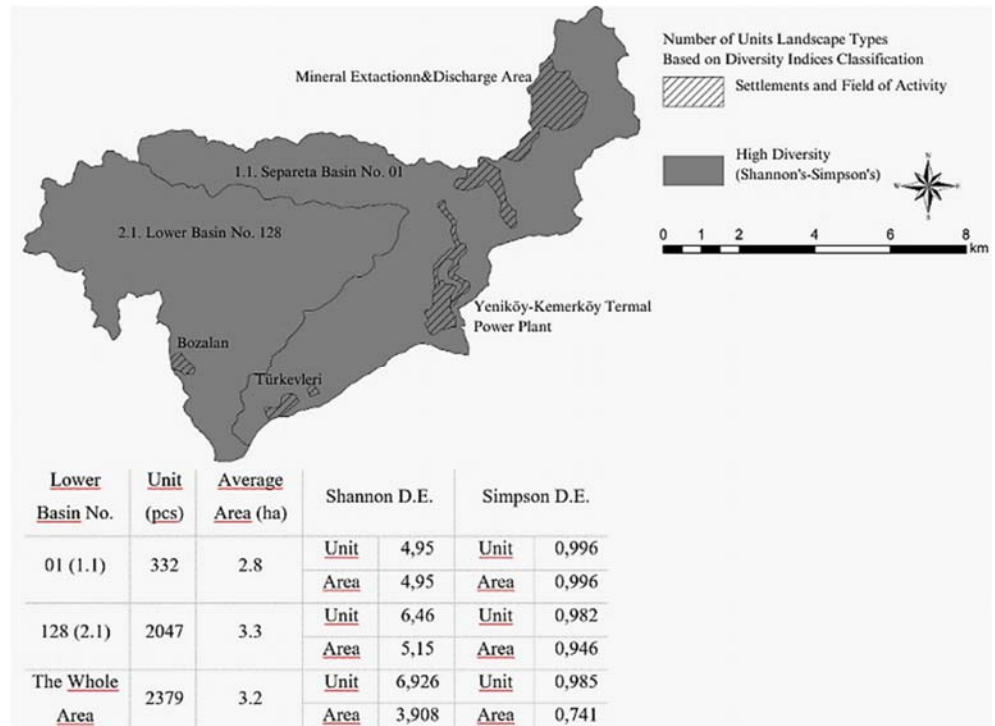


Figure A. Indexes of the study area

Purpose: Examine the change of landscapes depending on human activities and time and to make the right plan decisions by associating this change with the thermal power plants..

Theory and Methods: In the study area, which consists of two micro-watersheds, the change in CORINE LC/LU classes between 1990 and 2018 was calculated on the basis of hectares using ArcGIS 10.6.1 program and landscape types were determined by overlapping with forest stand types.

Results: The Shannon and Simpson diversity indices, calculated based on the year in which the activity was active, were "high" in terms of area and unit. In addition, when the diversity of each micro-catchment is calculated separately, the result is the same.

Conclusion: It is not desirable to have high diversity within the boundaries of the study. The diversity that rises as a result of the fragmentation of the landscape and the effect of human activities is an artificial diversity. The reason for using two different indexes is that they are opposite to each other.



Termik santrallerinin peyzaj çeşitliliği üzerindeki etkilerinin matematiksel olarak ifade edilmesi Yeniköy-Kemerköy Termik Santrali örneği

Elif Dilan Karagöz*^{ID}, Yüksel Ünlükaplan^{ID}

Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 01250, Sarıçam, Adana, Türkiye

Ö N E Ç I K A N L A R

- Doğal ekosistemler matematiksel olarak ifade edildi
- Çeşitlilik endeksleri peyzaj tipleri ile kullanıldı
- Arazi Örtüsü/Alan Kullanımlarında zamana bağlı değişim Coğrafi Bilgi Sistemleri ile tespit edildi

Makale Bilgileri

Araştırma Makalesi

Geliş: 16.08.2022

Kabul: 05.02.2023

DOI:

10.17341/gazimmfd.1162809

Anahtar Kelimeler:

Shannon ve Simpson çeşitlilik endeksleri, arazi örtüsü / alan kullanımları, değişim tespiti, termik santral, çeşitlilik

ÖZ

Peyzajların insan faaliyetlerine bağı olarak değişiminin incelenmesi ve bu değişimin faaliyetle ilişkilendirilmesi doğru plan kararları alınması için önemlidir. Bu çalışmada termik santral gibi çevreye ciddi zararlar veren bir faaliyetin 1990-2018 yılları arasında CORINE Arazi Örtüsü/Alan Kullanımlarında (AÖ/AK) sınıfları kullanılarak nasıl bir değişime neden olduğunun ortaya konulması amaçlanmıştır. Bu bağlamda çalışma alanı olarak seçilen ve ekolojik bir sınır olarak kabul edilen alt havza sınırı içinde Yeniköy-Kemerköy Termik santralinin bütün birimlerini bulundurmaktadır. Bir alt havza ve bir ayrı havza olmak üzere toplam iki mikro havzadan oluşan çalışma alanının peyzaj tipleri 2018 tarihli CORINE AÖ/AK sınıfları ve Orman Meşçere tipleri ile belirlenmiştir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) destekli ArcGIS 10.6.1 programı ile yapılan değişim tespiti neticesinde AÖ/AK sınıfları arasındaki değişim ve dönüşüm incelenmiştir. Belirlenen peyzaj tiplerinin birim sayıları ve alan büyüklükleri göz önünde bulundurularak çeşitlilik endeksleri hesaplanmıştır. Yaşanan peyzaj değişiminine bağlı olarak peyzaj çeşitliliğini nasıl etkilediği matematiksel olarak çeşitlilik endeksleri aracılığıyla ifade edilerek, bu ölçümlerin peyzaj yönetimindeki etkisi tartışılmıştır. Hesaplanan Shannon ve Simpson Çeşitlilik Endekslerine göre alanın çeşitliliği hem tüm alan genelinde hem de mikro havzalar bazında yüksek çıkmıştır. Bu yüksek çeşitliliğin beklenen anlamda ekolojik zenginliği içeren bir çeşitlilik olmadığı ve faaliyetin neden olduğu parçalanmanın bir sonucu olduğu çalışmanın sonuçlar kısmında tartışılmıştır.

Mathematical expression of the effects of thermal power plants on landscape diversity Example of Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant

H I G H L I G H T S

- Natural ecosystems expressed mathematically
- Diversity indices were used on landscape types
- Time-dependent change of Land Cover / Area Uses was determined with Geographic Information Systems

Article Info

Research Article

16.08.2022

05.02.2023

DOI:

10.17341/gazimmfd.1162809

Keywords:

Shannon and Simpson diversity index, land cover / land use, change detection, thermal power plants, diversity

ABSTRACT

Studying the landscape change depending on human activities and associating this change with activity is important for making the appropriate planning decisions. In this study, it was aimed to determine how an activity that seriously damages to the environment, such as a thermal power plant, causes a change in CORINE Land Cover/Land Uses (LC/LU) classes between 1990 and 2018. In this context, it has all the units of the Yeniköy-Kemerköy Thermal power plant within the lower basin boundary, which has been selected as the study area and is considered an ecological boundary. The landscape types of the study area, which consists of a total of two micro-catchments, a sub-basin and a separate basin, were determined by the 2018 CORINE LC/LU classes and Forest Stand types. As a result of the change detection carried out with the ArcGIS 10.6.1 program, supported by Geographic Information Systems (GIS), the change and transformation between LC/LU classes were examined. Diversity indices were calculated by considering the number of units and area sizes of the determined landscape types. The effect of such measurements on landscape management has been discussed by mathematically demonstrating how this change affects landscape diversity through diversity indices. According to the calculated Shannon and Simpson Diversity Indices, the diversity of the area is high both in the whole area and in the micro-catchment's basis. It has been discussed in the results section of the study that this high diversity is not a diversity that includes ecological richness in the expected sense and that it is a result of fragmentation caused by the activity.

1. Giriş (Introduction)

Peyzajın canlı veya cansız bileşenlerinin oluşturduğu peyzaj çeşitliliğinin matematiksel olarak hesaplanmasının birçok yolu vardır. Peyzaj çeşitliliğinin tespit edilmesi, korunması ve sürdürülebilirliğinin sağlanması için peyzajların insan kullanımları ile ilişkisi ortaya konulmalıdır. Bunun için peyzaj çeşitliliğini belirleyen, peyzaj tipolojisinin ortaya konulmasında kullanılan Peyzaj Karakter Analizi (PKA); peyzajlardaki farklı bileşenlerin oluşturduğu peyzaj karakter tipleri ile peyzajın tanımlanmasını, sınıflandırılmasını ve haritalanmasını içermektedir [1-4]. Ancak bununla birlikte peyzaj çeşitliliğini matematiksel ifadelerle de ortaya koyabilmek mümkündür.

Peyzajlardaki değişim/dönüşümün ortaya konulması Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'nin de (APS) başlıca amaçlarından biridir. Peyzaj karakter analizinin en temel bileşeni olan ve her bir peyzaj tipini oluşturan parçaların (birimler) özelliklerini ifade eden peyzaj metrikleri, peyzajın yapısını oluşturan ve mekânsal arazi kullanımlarının niteliklerini temsil eden matematiksel olarak da ölçülebilen girdilerdir [5-8]. Ayrıca peyzaj çeşitliliğinin niteliğini belirlemek için yaygın olarak kullanılan ve tür/tip zenginliğini matematiksel olarak ifade edebilen endeksler arasında Shannon Çeşitlilik Endeksi (H) ve Simpson Çeşitlilik Endeksi (E) kullanılmaktadır.

Peyzaj karakter çeşitliliği, bir diğer ifadeyle farklı peyzaj birimlerinden oluşan özgün peyzaj tiplerini, ile bu çeşitliliğin yarattığı algıyı korumak ve geliştirmek çevre politikalarının da ortak hedefidir [9-10]. Bu çeşitliliğe bağlı olarak, peyzajın algısını değerlendirmek için yapılan araştırmaların temelinde peyzajın doğal ve kültürel değerinin belirlenmesi amacı vardır [11]. Peyzaj planlama kapsamında, peyzaj çeşitliliği temelli çalışmaların ana değerlendirme ölçütü biyolojik çeşitlilik [12]. Başta biyolojik çeşitliliğe etki ederek peyzaj çeşitliliğini değiştiren temel bileşenlerden biri de Arazi Örtüsü/Alan Kullanımı (AÖ/AK) sınıflarıdır. Peyzaj çeşitliliğinin incelendiği çalışmalarda AÖ/AK sınıflarının zaman içindeki mekânsal değişiminin analiz edilmesi oldukça önemlidir [13]. Türkiye'de gerçekleştirilen bir çalışmada Akşehir Gölü'ndeki değişim, meteorolojik ve uydu verilerinden yola çıkarak incelenmiş ve 2008 yılında gölün kurumuş olmasının sebepleri ortaya konulmuştur [14]. AÖ/AK sınıflarının değişiminin incelenmesi genellikle farklı insan kullanımları hakkında bilgi verirken, bu değişimin peyzaj çeşitliliğine etkisinin matematiksel olarak ifade edilmesi peyzaj planlama ve peyzaj yönetim çalışmalarına yol göstermek için büyük önem taşımaktadır.

Hızla büyüyen kentlerde artan nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak için başvuru alan doğal kaynaklar üzerindeki baskı her geçen gün artmaktadır. Artan bu baskıların sonucunda ise AÖ/AK sınıflarındaki zamana bağlı değişimin incelenmesi tüm dünyada yaygın olarak çalışılmaktadır [15-17]. Bu kaynaklardan biri olan ve insan hayatının vazgeçilmezi olan elektriğin üretiminde kullanılan fosil kaynaklı yakıtlar hem çıkarılması hem de kullanılması sonucunda AÖ/AK meydana gelen değişimler peyzaj karakterini ve buna bağlı olarak peyzaj çeşitliliğini olumsuz etkilemektedir. Fosil kaynaklı yakıtlar kullanılarak elektrik üreten termik santrallerinin yarattığı baskı sonucunda peyzajlardaki değişim/dönüşüm peyzajın nitelikli alanlarına zarar vermektedir. Bu değişimin peyzajın ekolojik fonksiyonları açısından etkilerini gözlemlemek için çeşitli analitik yöntemler ortaya konulmuştur [18, 19]. 2021 yılında İşler ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada, batı ülkelerinde 19. yy. başlayan sanayileşmenin kentleşmeyi arttırdığı ve bu durumun temel ekosisteme verdiği zararı bölgesel iklim değişimi ve küresel çeşitlilik ölçeğinde incelenmiştir [20]. Bir ülkenin ekonomik gelişme seviyesine paralel olan enerji tüketimi, sanayileşme, teknolojik gelişmeler, nüfus artışı ve şehirleşmeden dolayı artmaktadır [21].

Enerjinin üretilmesi veya tüketilmesi önemli çevre sorunlarına neden olduğu için bu durumun çeşitlilik ölçeğinde çalışılması önemlidir. Bu çalışmada fosil kaynaklı yakıtları kullanarak elektrik üreten Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin bulunduğu alt havza ölçeğinde, AÖ/AK sınıflarının 1990-2018 yılları arasında gösterdiği değişim ortaya konulmuş ve bu faaliyetin peyzaj çeşitliliği üzerindeki etkilerinin Shannon's Çeşitlilik Endeksi ve Simpson's Çeşitlilik Endeksi ile matematiksel olarak ifade edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın temel amacı, özellikle büyük ölçekli faaliyetlerin doğal peyzajlar üzerindeki olumsuz etkilerinin değerlendirilerek gelecekte alınacak plan kararlarına ışık tutmaktır. Peyzajın sadece görsel açıdan değil, ekolojik açıdan da insan faaliyetlerinden ne şekilde etkilendiğinin matematiksel ölçümler olan metriklerle ortaya konulması çalışmanın başlıca hedeflerindedir. Bu noktada ölçülebilir olan çeşitliliğin ortaya konulması peyzajın yönetimi ve planlanmasında etkili olacaktır.

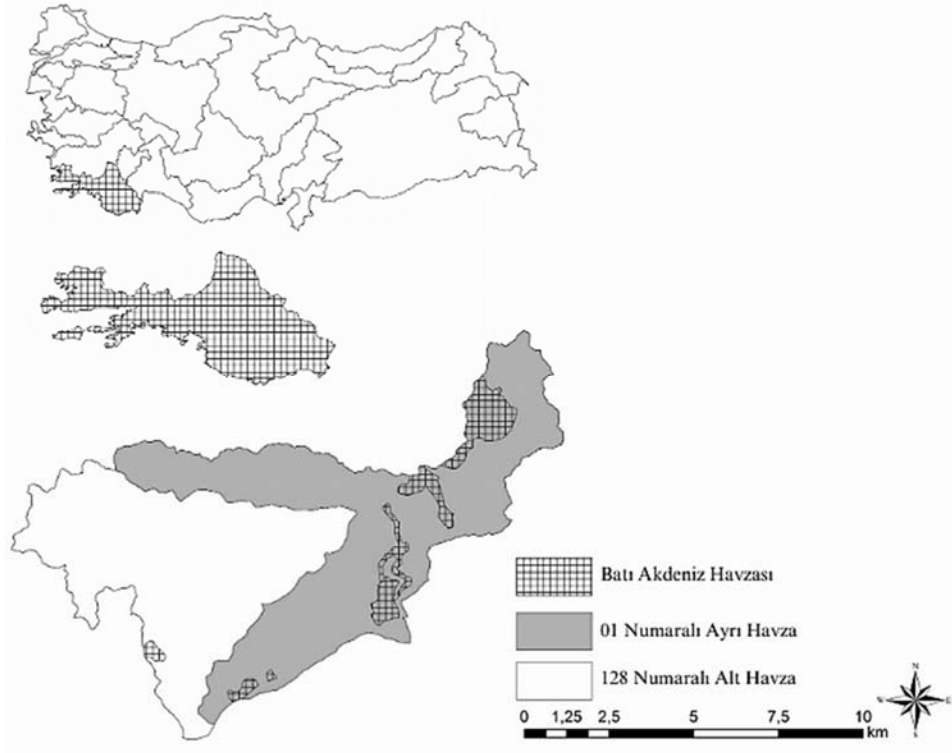
2. Teorik Metot (Theoretical Method)

Çalışma alanı sınırları belirlenirken sosyo-ekonomik açıdan önemli olması ve benzer çalışmalarda havzaların ekolojik sınır olarak kabul edilmesi nedeniyle 26 havzanın kıyı bölgesindeki, Mediterranean karakterli Batı Akdeniz (BA_H No:08) havzasında, termik santralinin tüm birimlerini içeren mikro havza (01 ve 128 numaralı) sınırları çalışma alanı olarak seçilmiştir. Çalışma alanında termik santralinin olması peyzaj çeşitliliğinin insan faaliyetleriyle değerlendirilmesi için önemlidir. Yaklaşık büyüklüğü 7781 ha olan alan, çalışmanın sonraki aşamalarında "Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin bulunduğu alt havza" olarak ifade edilecektir (Şekil 1). Ayrıca 01 numaralı ara havza ve 128 numaralı ayrı havzaları çalışmada mikro havzalar 1-1 ve 2-1 olarak numaralandırılmıştır.

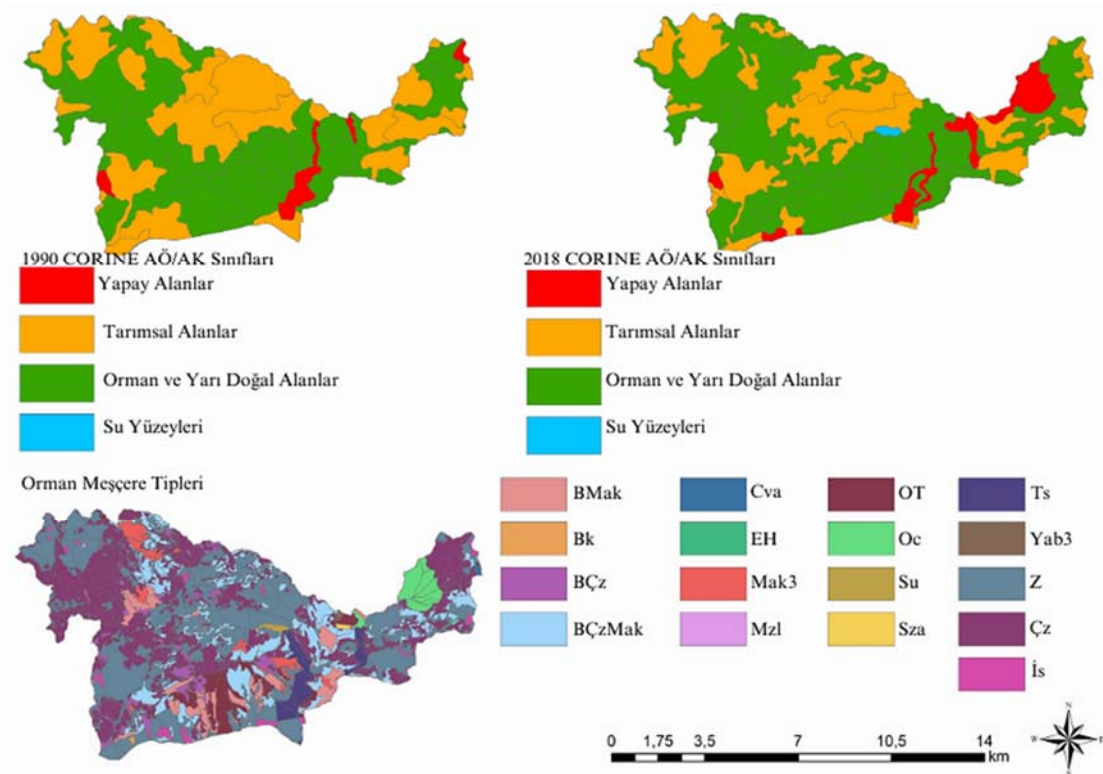
Çalışmada iki bileşenli bir PKA söz konusu olduğundan Pan-Avrupa'nın oluşturduğu, 1990 ve 2018 tarihli CORINE AÖ/AK sınıflarının yanı sıra Ören Orman Bölge Şefliğinden temin edilen, 2014 tarihli Orman Meşçere Tiplerinin bulunduğu haritalar kullanılmıştır (Şekil 2).

AÖ/AK sınıflarının zamana bağlı değişiminin tespit edildiği çalışmalar, özellikle PKA analizi ile peyzaj çeşitliliğinin ilişkilendirilmesiyle yapılmaktadır. Değişim tespitinde kullanılan güncel yöntemlerden biri çalışma alanının sınıflandırılması ile analiz edilmesi, diğeri ise iki farklı tarihteki uydu görüntülerinin karşılaştırılmasıdır. Bu çalışmanın temel verisini AÖ/AK sınıflarının zamana bağlı değişim tespiti ve peyzaj tiplerinin alan büyüklüğü ile birim sayısı oranı oluşturmaktadır. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin bulunduğu alt havzadaki peyzaj çeşitliliğinin belirlenmesi amacıyla 1990-2018 yılları arasındaki AÖ/AK sınıflarının değişimlerinin tespiti CORINE verilerinden faydalanılarak yapılmış, 2018 tarihli CORINE 3. düzey AÖ/AK sınıfları ve 2014 tarihli Orman Meşçere Tipleri CBS teknikleri kullanılarak bir araya getirilerek peyzaj tiplerinin alansal büyüklüğü (ha) ve birim sayıları (adet) bulunmuştur (Şekil 3).

Çalışma hazırlık, gözlem-analiz ve sonuç olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. Çalışmanın hazırlık aşamasında elde edilen 1990 ve 2018 yıllarına ait CORINE AÖ/AK sınıfları ile Orman Meşçere Tipleri verileri, uygun projeksiyon sistemine göre düzenlenmiştir. Gözlem aşamasında 1990 tarihli CORINE AÖ/AK sınıflarının ve güncel kabul edilen 2018 tarihli CORINE AÖ/AK sınıflarının yersel dağılımları incelenerek, zamanla ortaya çıkan değişim faaliyetle ilişkilendirilmiştir. Her bir AÖ/AK sınıflarının alansal büyüklüğü ve peyzaj çeşitliliğinin belirlenmesi analiz aşamasında ortaya konulmuştur. Peyzaj çeşitliliği güncel olarak kabul edilen 2018 CORINE AÖ/AK sınıfları ile Orman Meşçere tiplerinin ArcMap kullanılarak karşılaştırılması ile elde edilmiştir.



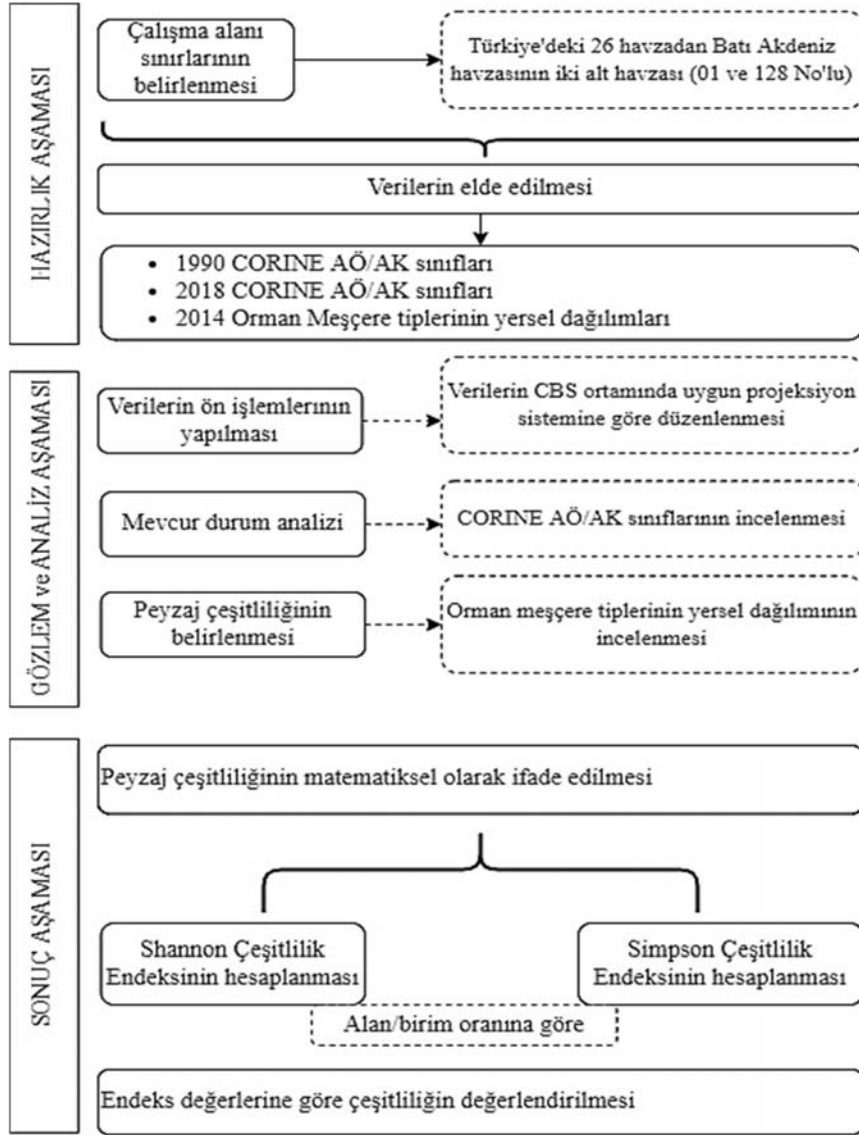
Şekil 1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu (Geographic Location of the Study Area)



Şekil 2. 1990-2018 CORINE AÖ/AK sınıfları ve Orman Meşçere Tiplerinin yersel dağılımı (1990-2018 CORINE LC/LU Classes and Local Distribution of Forest Stand Types)

Bu peyzaj tiplerinin alan büyüklüğü ve birim sayıları göz önünde bulundurularak nadirlik değerlendirilmesi yapılmış ve bu tipler "cluster" analizi ile sınıflandırılmıştır (Şekil 4.). Çalışmanın sonuç

aşamasında ise, peyzaj çeşitliliğinin matematiksel olarak ifade edilmesinde peyzaj tiplerinin Shannon's ve Simpson's çeşitlilik endeksleri hesaplanmış ve peyzaj çeşitliliği bu endekslere bağlı olarak



Şekil 3. Yöntem Akış Şeması (Method Flow Chart)

değerlendirilmiştir. Aynı zamanda peyzaj tiplerinin alansal büyüklüğü ve birim sayıları arasındaki nadirlik ilişkisi betimleyici istatistiklerinden çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) ile ortaya konulmuştur.

Shannon Çeşitlilik Endeksi; bir topluluktaki tür çeşitliliğinin matematiksel hesaplanması esasına dayanmaktadır. Çeşitlilik endeksleri ile farklı türlerin birbirine bağlı olarak bolluklarını, nadirliklerini ve yaygınlıklarını göz önünde bulundurur. Bu veriler ile türlerin meydana getirdiği toplulukların yapısının anlaşılması kolaylaşır. Shannon'ın çeşitlilik endeksi 0 ile 7 aralığında değer alır ve 7'ye yaklaştıkça çeşitliliğin arttığı anlaşılır [22]. (Shannon, 1948) (Eş. 1).

$$\sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i) \quad (1)$$

s = Topluluktaki toplam tip sayısı (zenginlik)
 pi = i. tipten oluşan s oranı (i. tipin tip sayısının toplam tip sayısına oranı)
 ln = doğal logaritma tabanıdır.

Simpson Çeşitlilik Endeksi (D) hem zenginliği hem de eşitliği dikkate alan bir çeşitlilik ölçüsüdür. Simpson Çeşitlilik Endeksi, bir örnekte rastgele seçilen iki bireyin aynı türe (veya türden başka bir kategoriye) ait olma olasılığını ölçer. D değeri 0 ile 1 arasında değişmektedir. Bu endekse, 0 sonsuz çeşitliliği temsil eder ve 1 ise çeşitliliğin olmadığı durumu ifade eder. Buna göre, D değeri ne kadar büyük olursa çeşitlilik o kadar düşük olur. Bu mantıklı gelmediğinden, genelde D değeri 1'den çıkartılır [23]. (Simpson, 1949) (Eş. 2).

$$D = \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)} \quad (2)$$

n= belirli bir tipin toplam birim sayısı
 N= tüm tiplerin toplam sayısı

3. Sonuçlar ve Tartışmalar (Results and Discussions)

Çalışmada 1990 ve 2018 yıllarına ait CORINE AÖ/AK sınıflarındaki değişim incelendiğinde 1990 yılında 14 adet, 2018 yılında ise bu sınıflara ek olarak endüstriyel ve ticari alanlar, maden çıkarma sahaları ve su kütlelerinden oluşan 6 adet yeni AÖ/AK sınıfı tespit edilmiştir (Tablo 1).

1990-2018 yılları arasında AÖ/AK sınıflarının alansal büyüklüğü ha olarak hesaplandığında, santralin faaliyete başlamış olmasıyla maden çıkarım sahalarının ortaya çıkması ve santralin yapım aşamasının sona ermesiyle 19 ha inşaat sahalarının yok olması dikkati çekmektedir. Söz konusu olan faaliyetin Yapay Alanlar sınıfını büyük ölçüde etkilemesinin sonucu olarak bu sınıfın 273 ha artması, alandaki peyzaj çeşitliliğini ciddi ölçüde etkilemiştir. Faaliyet ile doğrudan ilişkili olan 319 ha Maden çıkarım sahaları sınıfının, 176 ha tarımsal alanlar ve 124 ha orman ve yarı doğal alanların kaybı ile oluştuğu

saptanmıştır. 2018 yılında faaliyete de bağlı olarak 6 adet yeni sınıfın ortaya çıktığı tespit edilmiş ve bu sınıfların alansal büyüklükleri Tablo 2’de koyu renkle gösterilmiştir. (Tablo 2.).

Çalışma alanında 2018 yılına ait 18 adet CORINE AÖ/AK sınıfları ve 17 adet Orman Meşçere Tipleri birlikte kullanılarak 279 farklı *peyzaj tipi* (A1-279), bu tiplerin tekrar ettiği 2379 *peyzaj birimi* tespit edilmiştir. Bu peyzaj tipleri sınıflandırıldığında ise genel yapının tarımsal faaliyetlerden oluştuğu ancak faaliyetin etkileriyle de yapay

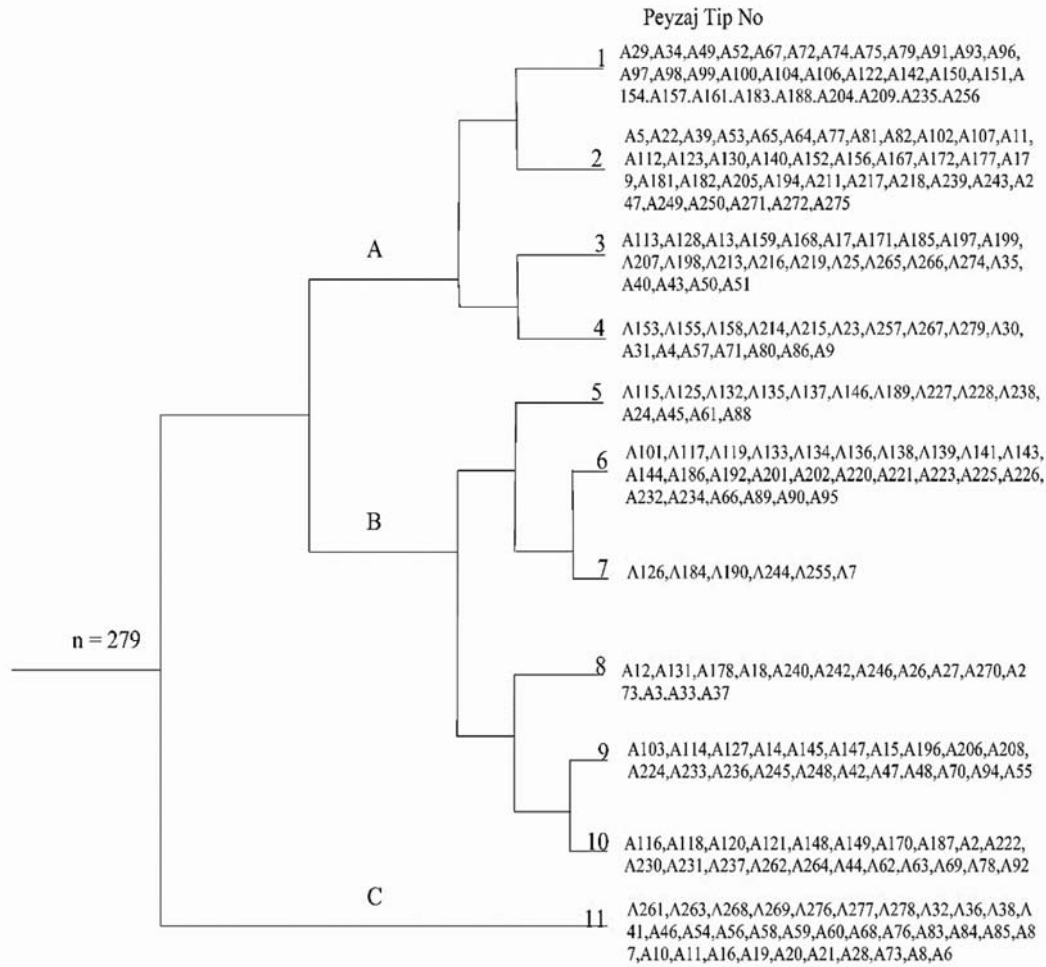
Tablo 1. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzaya Ait 1990-2018 Yılları Arasındaki AÖ/AK Sınıfları (LC/LU Classes of the Lower Basin where Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant is located between 1990-2018)

1990 Yılına Ait CORINE AÖ/AK Sınıfları	2018 Yılına Ait CORINE AÖ/AK Sınıfları
1. Yapay Alanlar	1. Yapay Alanlar
1.1. Şehir Yapısı	1.1. Şehir Yapısı
1.1.2. Kesikli Şehir Yapısı	1.1.2. Kesikli Şehir Yapısı
	1.2. End. Ve Tic. Ulaşım Birimleri
	1.2.1. Endüstriyel ve Ticari Alanlar
	1.2.2. Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar
1.3. Maden, Boşaltım, İnşaat Sahaları	1.3. Maden, Boşaltım, İnşaat Sahaları
	1.3.1. Maden Çıkarım Sahaları
1.3.3. İnşaat Sahaları	1.3.3. İnşaat Sahaları
	1.4.2. Spor ve Dinlenme Alanları
2. Tarımsal Alanlar	2. Tarımsal Alanlar
2.1. Ekilebilir Alanlar	2.1. Ekilebilir Alanlar
2.1.2. Sürekli Sulanan Alanlar	2.1.2. Sürekli Sulanan Alanlar
2.2. Sürekli Ürünler	2.2. Sürekli Ürünler
2.2.3. Zeytinlikler	2.2.3. Zeytinlikler
2.4. Tarım Alanları	2.4. Tarım Alanları
2.4.2. Karışık Tarım Alanları	2.4.2. Karışık Tarım Alanları
2.4.3. Doğal Bitki Ört. ile Bulunan Tarım Alanları	2.4.3. Doğal Bitki Ört. ile Bulunan Tarım Alanları
3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar	3. Orman ve Yarı Doğal Alanlar
3.1. Orman	3.1. Orman
3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar	3.1.1. Geniş Yapraklı Ormanlar
3.1.2. İğne Yapraklı Ormanlar	3.1.2. İğne Yapraklı Ormanlar
3.1.3. Karışık Ormanlar	3.1.3. Karışık Ormanlar
3.2. Maki ve Otsu Bitkiler	3.2. Maki ve Otsu Bitkiler
3.2.1. Doğal Çayırlikler	3.2.1. Doğal Çayırlikler
	3.2.3. Sklerofil Bitki Örtüsü
3.2.4. Bitki Değişim Alanları	3.2.4. Bitki Değişim Alanları
3.3. Bitki Ört. Az/Olmayan Alanlar	3.3. Bitki Ört. Az/Olmayan Alanlar
3.3.1. Sahil, Kumsal, Kumluk	3.3.1. Sahil, Kumsal, Kumluk
3.3.3. Seyrek Bitki Alanları	3.3.3. Seyrek Bitki Alanları
5. Su yapıları	5. Su yapıları
5.2. Deniz Suları	5.1. Karasal Sular
	5.1.2. Su Kütleleri
5.2.3. Nehir ve Okyanus	5.2.3. Nehir ve Okyanus

Tablo 2. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzanın 1990-2018 Yılları Arasında AÖ/AK Değişimleri ve Alansal Büyüklükleri

(LC/LU Changes and Areal Sizes of the Lower Basin where Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant is located between 1990-2018)

AÖ/AK Değişimleri	2018 CORINE AÖ/AK																	Toplam(ha)	
1990 CORINE AÖ/AK	112	121	122	131	142	223	242	243	311	312	313	321	323	324	331	333	512	523	
112	24						35	2		2				1					64
133		67	61	19						14			2	28					191
212							41							2					43
223	1					495	4	3		14		1		5					523
242	6	9		176			830	1	3	13			1	3					1042
243					34		43	902	91	165	22	28	57	385					1727
311						1	1	6	473	13	3		5	72	2				576
312				40			11	2	11	469			7	21					561
313		1	1	84		26	5	12	44	927	24		6	404	6		2		1542
321						1			2	11		433	7	42	43	1			540
324	1		3					42	23	105		6	117	519		1	25		842
331										1			2						3
333				1						5				58		61			125
523								1										1	2
Toplam(ha)	32	77	66	319	34	523	971	970	647	1739	49	468	204	1540	51	63	27	1	7781



Şekil 4. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alanın Peyzaj Tiplerinin Sınıflanması
(Classification of Landscape Types of the Area where Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant is located)

alanları içeren peyzaj tiplerinin zamanla arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4). Termik santralinin etkisiyle maden çıkarma sahaları, karayolları, demir yolları ve ilgili alanlar içeren peyzaj tiplerinin (A), tarımsal faaliyetler ile iç içe olan endüstriyel ve ticari alanlar (1-2) ile birlikte orman ve yarı doğal alanlar (3-4)'dan oluştuğu görülmektedir. Orman ve yarı doğal alanların hâkim olduğu tiplerin ise 5, 6 ve 7 numaralı dallarda görülmekle birlikte faaliyetin etkilerinin gittikçe arttığı tespit edilmiştir (B). Özellikle 8 numaralı dallanmada genel yapının artık yapay alanlar olduğu ve maden çıkarma sahalarının yer aldığı peyzaj tiplerinin hâkim olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Orman ve yarı doğal alanların çevresini tamamen tarımsal alanlar sarmaktadır (9-10). Alanda 1 ha'dan daha küçük alana sahip olan peyzaj tipleri de bulunmaktadır (C). Bu peyzaj tipleri kesikli şehir yapısı ve dağınık tarımsal alanlardan oluşmaktadır (11).

Yeniköy-Kemerköy Termik Santrali'nin bulunduğu alt havzada yapılan çalışmanın sonucunda, peyzaj tiplerinin alansal büyüklüğü ve birim sayıları arasındaki nadirlik ilişkisinde çarpıklık (skewness) ve basıklık (kurtosis) değerlerinin yüksek olduğu tespit edilmiş ve nadirlik değerlerinin serpilme diyagramında iç içe geçmiş karmaşık dağılımları daha anlaşılır kılmak için alan büyüklüğü ve birim sayıları verilerinin 10 tabanına göre logaritması alınmıştır (Tablo 3.).

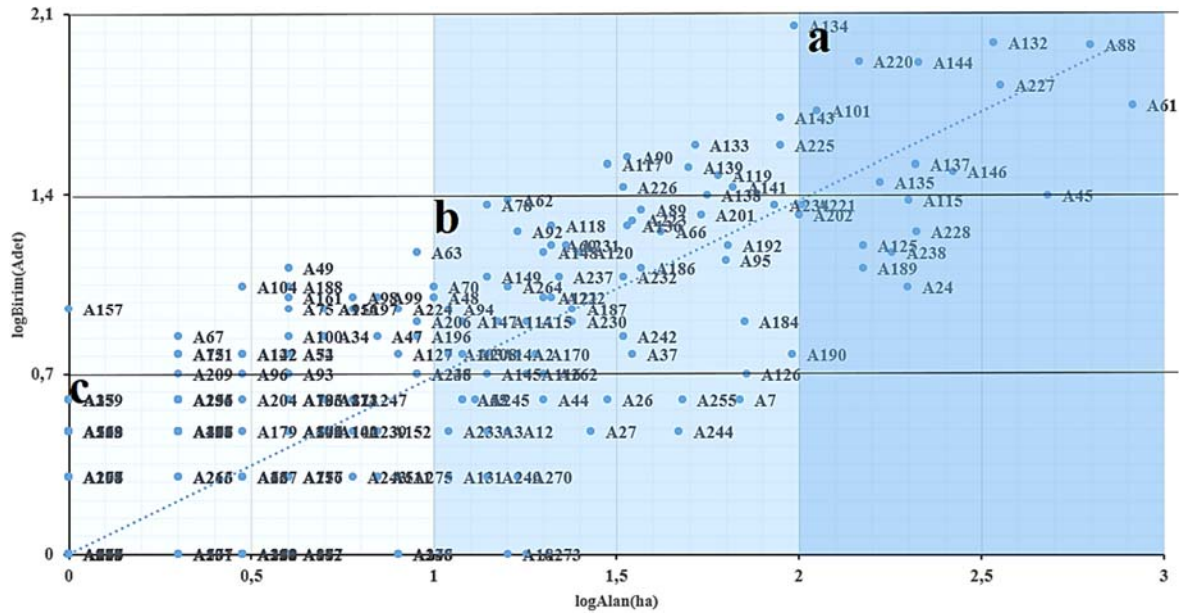
Peyzaj tiplerinin alansal büyüklüğü ve alandaki birim sayıları arasındaki ilişki katsayısı (+) yönde %76,6 olduğu hesaplanmıştır

(Şekil 5). Alanın peyzaj tipleri dağılım grafiğine göre en büyük alana ve en fazla birim sayısına sahip olan peyzaj tipleri *hâkim peyzaj tipleri* (a), alan ve birim sayısı oranı bakımından, alanın ortalamasında olan peyzaj tipleri *sık görülen peyzaj tipleri* (b), en az alana ve en az birim sayısına sahip olan peyzaj tipleri ise *nadir peyzaj tipleri* (c) olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 3. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzanın Betimleyici İstatistikleri
(Descriptive Statistics of the Lower Basin where Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant is located)

Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havza	Alan(ha)	Birim(adet)
Gözlem sayısı (peyzaj tip sayısı)	279	
Ortalama	27,88889	8,526882
Standart sapma	82,37298	15,2211
Varyans	6785,308	231,6818
Skewness	5,975224	4,070843
Kurtosis	46,8819	22,52602

Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzaya ait Simpson çeşitlilik endeksi, alan büyüklüğü bazında 0,741 ve birim (parçalılık) bazında 0,985 olarak hesaplanırken, Shannon çeşitlilik endeksinin alan büyüklüğü bazında 3,908 ve birim (parçalılık) bazında 6,926 olduğu hesaplanmıştır (Tablo 4.).



Şekil 5. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzada Tanımlanan Peyzaj Tiplerinin Nadirlik Değerlendirmesi (Rarity Assessment of Landscape Types Defined in the Lower Basin where Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant is located)



Şekil 6. Peyzaj Tiplerinin Birim Sayısı Bazında Çeşitlilik Endekslerine Göre Sınıflandırılması (Classification of Landscape Types According to Diversity Indices Based on the Number of Units)

Tablo 4. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Alt Havzanın Çeşitlilik Endeksleri (Diversity Indices of the Lower Basin where Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant is located)

Çeşitlilik Endeksi (ÇE)	Simpson ÇE	Shannon ÇE
Alan (ha)	0,741	3,908
Birim (adet)	0,985	6,926

Alandaki mikro havzaların peyzaj çeşitliğinin de, Simpson ve Shannon endekslerine göre yüksek oranda olduğu tespit edilmiştir (Tablo 5.).

Tablo 5. Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin Bulunduğu Mikro Havzaların Çeşitlilik Endeksleri (Diversity Indices of Micro-Catchments Where Yeniköy-Kemerköy Thermal Power Plant is located)

	Simpson's ÇE	Shannon's ÇE
1.1 Alan	0,996	4,95
Birim	0,996	4,95
2.1 Alan	0,946	5,15
Birim	0,982	6,46

Yeniköy-Kemerköy Termik Santralinin bulunduğu alt havzadaki her iki mikro havzanın peyzaj tiplerinin toplam birim sayısı ve kapladıkları alansal büyüklüğün paralel dağılım gösterdiği ve endeks değerleri derecelendirildiğinde ise yüksek derecede çeşitliliğe sahip olduğu saptanmıştır.

4. Sonuçlar (Conclusions)

Linyit kaynaklı termik santrallerinin peyzaj çeşitliliği üzerindeki etkilerini mikro havza ölçeğinde ortaya koyma amacı ile, 2018 CORINE verileri ve 2014 Orman Meşçere bilgileri kullanılarak, 7781 ha olan ve iki mikro havzaya sahip çalışma alanında 279 peyzaj tipine ait 2379 peyzaj birimi saptanmış olup birimlerin ortalama büyüklüğü 3,2 ha olarak hesaplanmıştır. Yeniköy-Kemerköy Termik Santrali'nin bulunduğu alt havzaya ait peyzaj çeşitliliğinin hem tüm alt havza hem de her bir mikro havza ölçeğinde ortaya konulduğu bu çalışmada, tüm alanın çeşitliliğinin her iki ölçekte de yüksek çıktığı tespit edilmiştir (Şekil 6).

Özellikle birim açısından yapılan değerlendirmede alanın çeşitliliğinin daha yüksek çıkmış olması peyzaj parçalılığı açısından değerlendirilmelidir. Planlama sürecinde, havza veya alt havza/mikro

havza ölçeğinde peyzaj çeşitliliğinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi peyzaj potansiyelinin korunmasını ve sürdürülebilirliğini sağlayacaktır. Bu çalışmada AÖ/AK sınıflarının zamana bağlı değişimi ve peyzaj çeşitliliğinin ortaya konulması temelinde bir yöntem izlenmiş ve incelenen alanda gerçekleştirilen faaliyetin çeşitlilik üzerine etkileri tartışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan; peyzaj çeşitliliği, peyzaj tipleri gibi kavramlar ile çeşitlilik endekslerinin, AÖ/AK planlama sürecinde dikkate alınması önerilmektedir. AÖ/AK sınıflarının insan faaliyetlerine bağlı olarak değişimi ve peyzaj tiplerinin tespit edilmesinde mikro havza ölçeğinde çalışılmış olması, farklı ölçeklerdeki diğer çalışmalara referans olmayı hedeflemektedir.

Alan her iki çeşitlilik endeksi açısından değerlendirildiğinde çeşitliliğin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Birim sayısı noktasında çeşitliliğin daha yüksek çıkması alanda yürütülen faaliyetin peyzajdaki parçalılığı arttığı sonucu ortaya çıkmaktadır. Peyzaj çeşitliliğinin yüksek olması bu noktada beklenenin aksine istenilen bir durum değildir. Faaliyetin yapıldığı alanın 1.1 numaralı havzada bulunmasına rağmen çeşitliliğin 2.1 numaralı alt havzada daha yüksek olması dikkat çekicidir. Buradaki çeşitlilik, AÖ/AK sınıfları ve meşçere tipleri ile belirlendiği için, bu verilerden faaliyetin sadece bulunduğu bölgede değil yakın çevresinde de AÖ/AK sınıflarını artırarak peyzaj tiplerinin çeşitliliğini etkilediği sonucu çıkarılmıştır. 1990 yılından farklı olarak 2018 yılında oluşan (121) Endüstriyel ve Ticari Alanlar, (122) Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar, (131) Maden Çıkarım Sahaları, (132) Boşaltım Sahaları, (142) Spor ve Dinlenme Alanları, (323) Sklerofil Bitki Örtüsü ve (512) Nehir ve Okyanuslar sınıfları arasında özellikle Maden Çıkarım Sahaları, Endüstriyel ve Ticari Alanlar ve Karayolları, Demiryolları ve İlgili Alanlar sınıflarının oluşması da mikro havzadaki çeşitliliği faaliyetle kapsamında doğrudan etkilediğinin göstergesidir.

Tablo 6. Peyzaj çeşitliliğinin parçalılık açısından karşılaştırılması (Comparison of landscape diversity in terms of fragmentation)

Alt Havzalar	Birim (adet)	Ortalama Alan (ha)	Shannon Ç.E.	Simpson Ç.E.
01 (1.1)	332	2.8	Birim 4,95 Alan 4,95	Birim 0,996 Alan 0,996
128 (2.1)	2047	3.3	Birim 6,46 Alan 5,15	Birim 0,982 Alan 0,946
Tüm Alt Havza	2379	3.2	Birim 6,926 Alan 3,908	Birim 0,985 Alan 0,741

Çalışmada iki ayrı çeşitlilik endeksinin hesaplanmış olmasının nedeni, bu iki endeksin birbirini destekler nitelikte olmasıdır. Çalışmada gerek alan genelindeki gerekse her bir mikro havza bazındaki çeşitlilik endekslerinin yüksek olması, peyzaj birimlerindeki çok parçalılığın bir sonucudur. Faaliyetin yer aldığı 1.1 numaralı mikro havzada 332 adet peyzaj biriminin ortalama alan büyüklüğü 2,8 ha, 2.1 numaralı havzadaki 2047 adet peyzaj biriminin ise ortalama alan büyüklüğü 3,3 ha'dır (Tablo 6). Tüm alandaki peyzaj birimlerinin ortalama büyüklüğüne bakıldığında ise 2.1 numaralı mikro havzanın ortalama alan büyüklüğünün çalışma alanının ortalama alan büyüklüğüne daha yakın olarak tespit edilmiştir. Ayrıca birim sayısının da fazla olması bu alt havzada parçalılığın fazla olduğunu göstermektedir. Bu parçalılığın fazla olması çeşitlilik endekslerini arttırmıştır, ancak bu "çeşitlilik" sadece matematiksel olarak "yüksek" çıkmıştır. Çalışma alan genelinde 820 ha büyüklüğe sahip bir adet peyzaj tipinin 56 birimden oluşması alanın parçalılık açısından değerlendirilmesinde referans alınmıştır. Ayrıca 1 ha'dan küçük peyzaj tiplerinin ise 69 adet olması ve 112 birimden oluşması da çeşitliliğin artmasındaki sebeplerdendir. Bu çalışmada insan kullanımının AÖ/AK üzerindeki etkilerinin bir sonucu olarak peyzaj çeşitliliğini hangi düzeyde etkilediği, matematiksel bir ifade olan çeşitlilik endeksleri ile ortaya konulmuştur.

Yapılan bu çalışmanın asıl amacı doğal ekosistemlerin matematiksel olarak ifade edilerek peyzaj yönetimi uygulamalarının etkin bir şekilde yapılmasını sağlamaktır. Yapılan benzer çalışmalarda da görüldüğü gibi elde edilen ve ölçülebilen sonuçlar, sürdürülebilir peyzaj plan kararlarının alınmasında önemli bir yer tutmaktadır. Gelecekte yapılacak olan benzer çalışmalarda değerlendirilecek olan insan kullanımları ile değişip dönüşebilen ve dinamik bir yapıda olan peyzaj çeşitliliğinin, plan kararları alınırken göz önünde bulundurulması amacıyla örnek teşkil etmeyi hedeflemektedir.

Kaynaklar (References)

- Swanwick, C., Landscape Character Assessment Guidance For England and Scotland, The Countryside Agency and Scottish Natural Heritage, England, 2002.
- Shannon, C. E., A Mathematical Theory of Communication. ACM SIGMOBILE Mobile Computing and Communications Review, 5 (1), 3-55, 2001.
- Westhoff, V., Van Der Maarel, E., The Braun-Blanquet Approach, Classification of Plant Communities, 5-1, Robert H. Whittaker, Springer Dordrecht, Netherlands, 287-399, 1978.
- Whittaker, R. H., Approaches to Classifying Vegetation, Classification of Plant Communities, 5-1, Springer Dordrecht, Netherlands, 1-31, 1978.
- Lausch, A., Herzog, F., Applicability of Landscape Metrics For The Monitoring Of Landscape Change: Issues of Scale, Resolution And Interpretability, Ecological Indicators, 2 (1), 3-15, 2002.
- Uemaa, E., Antrop, M., Roosare, J., Marja, R., Mander, Ü., Landscape Metrics And Indices : An Overview Of Their Use In Landscape Research, Living Reviews in Landscape Research, 3 (1), 1-28, 2009.
- McGarigal, K., Landscape Pattern Metrics, Encyclopedia of Environmetrics, 2, 1135-1142, 2002.
- Sütüncü H.S., Çorbacı, Ö.L., Assessment of Basic Green Infrastructure Components as Part of Landscape Structure for Siirt, Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi, 16 (2), 70-88, 2020.
- Frank, S., Fürst, C., Koschke, L., Witt, A., Makeschin, F., Assessment of Landscape Aesthetics Validation of A Landscape Metrics-Based Assessment by Visual Estimation of The Scenic Beauty, Ecological Indicators, 32, 222-231, 2013.
- Tribot, A. S., Deter, J., Mouquet, N., Integrating The Aesthetic Value of Landscapes And Biological Diversity, Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 258 (1886), 1-10, 2018.
- Çakıcı, I., Çelem, H., Kent Parklarında Görsel Peyzaj Algısının Değerlendirilmesi, Journal of Agricultural Sciences, 15 (1), 88-95, 2009.
- Gülçin, D., Uzaktan Algılama ve CBS Teknikleri ile Peyzaj Çeşitliliği ve Karbon Depolama Potansiyeli Arasındaki İlişkinin İncelenmesi, Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 18 (1), 89-96, 2021.
- Ünlükaplan, Y., Karagöz, E.D., Peyzaj Çeşitliliğindeki Zamana Bağlı Değişimin İrdelenmesi: Afşin-Elbistan Termik Santrali Örneği, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 53 (1), 58-66, 2022.
- Dönmez S., Assessing Akşehir Lake's Recession Using Meteorological and Earth Observation Data, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 33 (1), 177-188, 2018.
- Hu, Y., Zhen, L., & Zhuang, D., Assessment of Land-Use and Land-Cover Change in Guangxi, Scientific Reports, 9 (1), 1-13, 2019.
- Verburg, P.H., Alexander, P., Evans, T., Magliocca, N.R., Malek, Z., Rounsevell, M.D., van Vliet, J., Beyond Land Cover Change: Towards a New Generation of Land Use Models, Current Opinion in Environmental Sustainability, 38, 77-85, 2019.
- Li, X., Chen, D., Duan, Y., Ji, H., Zhang, L., Chai, Q., Hu, X., Understanding Land Use/Land Cover Dynamics and Impacts of Human Activities in The Mekong Delta Over The Last 40 Years, Global Ecology and Conservation, 22, e00991, 2020.
- Turner, M.G., Landscape Ecology: The Effect Of Pattern On Process, Annual Review of Ecology and Systematics, 20 (1), 171-197, 1989.
- Lindenmayer, D. B., Fischer, J., (2013). Habitat Fragmentation And Landscape Change: An Ecological and Conservation Synthesis, Island Press, London, 2013.
- İşler B., Aslan Z., Modeling of Vegetation Cover and the Impact of Urbanization, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 36 (4), 1863-1874, 2021.

21. Cetin B., Özen E., Thermodynamic Analysis of the Coal-Fired Power Plants Under Various Load Conditions, Journal of the Faculty of Engineering and Architecture of Gazi University, 36 (1), 1-12, 2020.
22. Shannon, C.E., A Mathematical Theory of Communication, Bell System Technical Journal, 27 (3), 379-423, 1948.
23. Simpson, E.H., Measurement of Diversity, Nature, 163 (4148), 688-689, 1949.