



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Araştırma Makalesi

Peyzaj Yapısındaki Zamansal/Mekânsal Değişimin Metrik Analizi ile Değerlendirilmesi: Çanakkale Kent Merkezi

 Berivan EREN^{a*},  Tülay CENGİZ TAŞLI^b

^a*Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, TÜRKİYE*

^b*Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Çanakkale, TÜRKİYE*

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: erenberivan@yahoo.com

DOI: 10.29130.dubited.1085024

Öz

Bu çalışmada Çanakkale kent merkezinde, peyzaj deseninde meydana gelen değişimin 18 yıllık süreçte analiz edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada peyzaj deseninde meydana gelen değişim, Landsat ETM 2000, 2006, 2012, 2018 WGS 84 projeksiyonunda Landsat Copernicus uydu görüntülerinin nesne tabanlı sınıflandırılması sonucunda elde edilen arazi kullanım/arazi örtüsü (AK/AÖ) haritaları üzerinden analiz edilmiştir. Araştırma alanında peyzaj desenleri olarak yapay alanlar, tarım alanları, doğal bitki örtüsü, sulak alanlar olmak üzere 4 sınıf ve bu sınıflandırmalara yönelik alanın kullanım durumuna uygun alt sınıflar kullanılmıştır. Peyzaj deseninde meydana gelen değişimin belirlenmesi için gerekli peyzaj metrikleri, FRAGSTATS V4.2. programı aracılığıyla hesaplanmıştır. Sınıf ve peyzaj düzeyinde; CA- Class Area (Sınıf Alanı), NumP- Number of Patches (Leke Sayısı), MPS- Mean Patch Size (Ortalama Leke Büyüklüğü), ED- Edge Density (Kenar Yoğunluğu), TE- Total Edge (Toplam Kenar), MCA- Mean Core Area (Ortalama Çekirdek Alan), TCA- Total Core Area (Toplam Çekirdek Alan), MNN- Mean Nearest Neighbor (Ortalama En Yakın Komşuluk Mesafesi), MPI- Mean Proximity Index (Ortalama Yakınlık İndeksi), SDI- Shannon's Diversity Index (Shannon Çeşitlilik İndeksi), SEI- Shannon's Evenness Index (Shannon Düzen İndeksi), MSI- Mean Shape Index (Ortalama Şekil İndeksi) metrikleri hesaplanmıştır. Yapılan hesaplamalar sonucunda peyzaj yapısındaki parçalanmaya bağlı değişimler analiz edilmiştir. Araştırma sonucunda, 2000-2018 yılları arasında leke büyüklüğünün yapısal alanlarda arttığı, orman alanları ve tarım alanlarında ise azaldığı tespit edilmiştir. 18 yıllık süreçte tarım alanlarında azalma yaşanmıştır. Sulak alanlarda çok belirgin bir değişim gözlemlenmemiştir. Üzüm bağları (vineyards) ve seyrek bitki örtüsünün (sparsely vegetated areas) olduğu alanlar değişime uğrayarak yerlerini başka peyzaj desenlerine bırakmıştır.

Anahtar Kelimeler: Peyzaj ölçümleri, Parçalılık analizi, Patch Analysis, CBS, Çanakkale Kent Merkezi

Temporal/Spatial Change in Landscape Structure Evaluation with Metric Analysis: Çanakkale City Center

ABSTRACT

In this study, it is aimed to analyze the change in the landscape pattern in Çanakkale city center in 18 years. In the study, the change in the landscape pattern was analyzed through the land use/land cover (AR/LAP) maps obtained as a result of object-based classification of Landsat Copernicus satellite images in Landsat ETM 2000, 2006, 2012, 2018 WGS 84 projection. In the research area, 4 classes as artificial areas, agricultural areas, natural vegetation, wetlands and subclasses suitable for the use of the area for these classifications were used as landscape patterns. FRAGSTATS V4.2 in determining the change in landscape pattern. Landscape metrics were calculated through the program. At the class and landscape level; CA- Class Area, NumP- Number of Patches, MPS- Mean Patch Size (Average Spot Size), ED- Edge Density (Edge Density), TE- Total Edge (Total Edge), MCA- Mean Core Area, TCA- Total Core Area, MNN- Mean Nearest Neighbor, MPI- Mean Proximity Index, SDI- Shannon's Diversity Index (Shannon Diversity Index), SEI- Shannon's Evenness Index (Shannon Layout Index), MSI- Mean Shape Index (Mean Shape Index) metrics were calculated. As a result of the calculations, the changes in the landscape structure due to fragmentation were analyzed. As a result of the research, it was determined that there was an increase in the size of the spots in the structural areas, and a decrease in the size of the spots in the forest areas and agricultural areas, especially in the time period between 2000-2018. There has been a decrease in agricultural areas in the 18-year period. No significant change was observed in wetlands. Vineyards and areas with sparse vegetation (sparsely vegetated areas) have changed and left their place to other landscape patterns.

Keywords: *Landscape metrics, Fragmentation analysis, Patch analysis, GIS, Çanakkale City Center*

I. GİRİŞ

Yeryüzünde yaşanan sanayileşme, kentleşme, yanlış arazi kullanımı, nüfus artışı gibi ekosistem sürdürülebilirliğini olumsuz etkileyen birçok problem ekosistemlerin parçalanmasına ve niteliklerini kaybetmelerine sebep olmaktadır. İnsan nüfusunun belli alanlarda yoğunlaşarak yapısal alanların arttırması, yapıli alanların kent çeperlerine kadar yayılması, yeşil alanların yapısal alanlara dönüşmesine yol açar. Bu büyüme faktörü kent dışına doğru yayılırken, aynı zamanda yeni yerleşim alanları ve ulaşım ağları oluşturarak yeni leke ve koridor parçalarını meydana getirir veya lekelerin başka bir sınıf lekesine dönüşmesine neden olur [1], [2], [3], [4].

Doğal veya yarı doğal alanlarda genellikle antropojen etkili arazi kullanımlarının mekânsal olarak düzenlenmesi leke-matris-koridor bileşenlerinin meydana getirdiği peyzaj desenlerini oluşturur. Leke-matris-koridorlar, arazi kullanımlarının planlanarak peyzajdaki desenin akışını, değişimini, dönüşümünü izlemek ve değerlendirmek için kullanılmaktadır [5], [6],[7], [3].

Heterojen özellikte olan ama işlevsel açıdan benzer olan bir peyzaj yapısı mekânsal olarak birbiri ile ilişkili ekosistemler barındırmaktadır. Bu ilişkiler biyolojik zenginliğe, çeşitliliğe, büyüklüğe, sayıya ve şekle göre değişiklik göstermektedir. Leke-matris-koridor peyzajın yapısındaki, fonksiyon ve değişimleri mekânsal olarak analiz eden ve değerlendirmelerde bulunan ölçümlerin temelini oluşturmaktadır. Peyzaj metrikleri diğer bir deyişle peyzaj ölçümleri desen-süreç ilişkisini kavramak açısından oldukça önemlidir [8], [9], [10], [11].

Günümüzde peyzajların yapısına yönelik geliştirilen metrikler iki başlık altında değerlendirilmektedir. Bunlardan biri; peyzaj bileşenlerinin mekânsal ilişkisi göz ardı edilerek, varlık, miktar ve çeşitliliği konusunda bilgi veren 'peyzaj kompozisyon metrikleri', bir diğer metrik ise peyzaj desenindeki çeşitlilik, alan tiplerinin peyzaj dokusu içindeki dağılım ve düzeninin belirlenmesi için kullanılan 'peyzaj konfigürasyon metrikleri' ve 'fraktal metrikler'dir. Geliştirilen metrikler ile Arazi Kullanım/Arazi Örtüsü (AKAÖ) yapısındaki işlev ve fonksiyonda meydana gelen değişim sayısal olarak ifade edilirken, peyzaj düzeyinde ve sınıf düzeyinde hesaplamalar yapılabilmektedir [12], [13], [6], [14], [15].

Peyzaj metrikleri, peyzaj karakterindeki değişimin yanısıra sosyal ve çevresel süreçler arasındaki karmaşık ilişkinin analizi, ekolojik süreçlerin çözümlenmesi, yeni modeller oluşturulması, alternatif planlama yaklaşımlarının karşılaştırılmasını sağlar. Böylelikle planlama çalışmalarının ekosistemler üzerindeki önemli rolleri tahmin edilerek daha etkin sonuçlar üretilebilmektedir. Peyzaj metrikleri ekolojik süreçlerin anlaşılması, modellerin oluşturulması, farklı planlama alternatiflerinin objektif olarak mukayese edilmesi ve planlama çalışmalarının ekosistemler üzerindeki etkilerinin tahmin edilmesinde etkin sonuçlar üretebilmektedir. Peyzaj metriklerinin hesaplanmasında Fragstats, Erdas Imagine, Patch Analysis programları kullanılabilir. Sınıf ve peyzaj düzeyinde yapılan ölçümlerde alan/yoğunluk/kenar, şekil, öz alan, izolasyon/yakınlık, çeşitlilik, karışım, bağıntılılık ve baskınlık gibi peyzaj ölçümleri yapıp, CBS teknikleri yardımıyla sayısal eşitlikler elde edilmektedir [12], [13], [16], [17], [11].

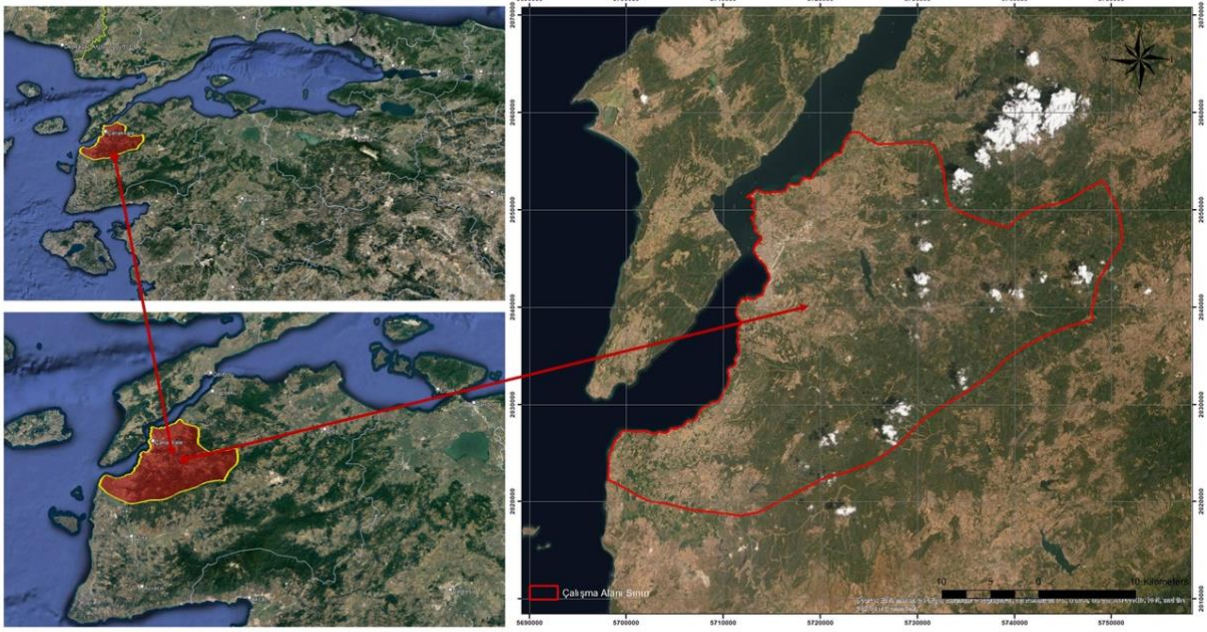
Yaşam ortamlarında insan etkili ortaya çıkan ve durdurulmaz bir süreç olan parçalılık bir kayıp ve izolasyonun başlangıcıdır. Peyzajda zamanla meydana gelen parçalılığın ve değişimin belirlenmesi, peyzaj deseninden çıkarılan sonuçlarla mümkün olacaktır. Parçalılık yaşam alanı miktarını azaltarak orada yaşayan türler için bir risk faktörü oluşturmaktadır. Fakat bazen de parçalılık sadece olumsuz olarak yorumlanmayabilir. Lekelerin homojen dağılım gösterdiği parçalılık durumlarında yaşam alanı açısından geniş alana ihtiyaç duyan canlı türleri yaşam alanlarını devam ettirebilmektedir. Homojen olmayan parçalılık yapısında lekeler arası açıklık ve izolasyon fazla olmaktadır. Bu tür parçalılıklarda yaşanan artış alanda yaşayan önemli türlerin azalmasına var olan leke sınıflarının yok olmasına, orijinal habitat özelliklerinde kaybolmaya sebep olmaktadır. Peyzajın parçalanması birbiriyle komşu alanlar arasındaki ekolojik ağların yok olması anlamına gelmektedir. Bu anlamda peyzaj bütünlüğü dolayısıyla koridorlar, biyoçeşitliliğin korunması ve doğal ekosistemlerin sürdürülebilirliği açısından çok önemlidir. Parçalılığın artışıyla birlikte türler küçük üniteler arasında hareket eder ve zamanla parçalılığın artması ve yok olmasıyla bu türlerin hareketleri de ortadan kalkmaktadır. Yaşanan bu değişim sadece biyoçeşitlilikte yok oluşa değil aynı zamanda sağlıklı olarak kabul edilen kenar habitatlarının da ortaya çıkmasına sebep olmaktadır [18], [19], [10], [20], [11].

Alanlarda yaşanan nüfus değişimi ve gerçekleştirilen faaliyetlere bağlı olarak zaman içinde parçalılık değişkenlik gösterebilir. Ancak peyzaj yapısındaki tüm dinamiklerin tanımlanması, fonksiyonelliği ve hassasiyetlerinin bilinmesi parçalılık yorumlarını kuvvetlendirerek ve doğru değerlendirmeler yapılmasını sağlayarak, peyzaj planlama, koruma, kullanım, yönetim çalışmalarına katkı sağlamaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Çanakkale ili kent merkezinde meydana gelen arazi kullanım/arazi örtüsü (AKAÖ) sınıflarında 2000-2006-2012 ve 2018 yılları arasında meydana gelen değişimler belirlenen peyzaj metrikleri ile analiz edilmesi suretiyle peyzaj genelinde yaşanan parçalılıkların değerlendirilmesidir.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

Araştırma alanı olarak seçilen Çanakkale kent merkezinde (Şekil 1), yerleşim birimleri ile ticaret merkezleri kıyı kesiminde yer almaktadır. Kent merkezinin doğusu ve güneyinde bulunan alanlar tarımsal alanlar ile orman ve yarı doğal alanlar ile kaplıdır. Kentin güneyinde ve doğusunda Balıkesir ili, kuzeyinde Tekirdağ, batısında Ege Denizi ve kuzeyinde Marmara Boğazı yer almaktadır. Doğal ve kültürel değerleri açısından eşsiz bir öneme sahip kent merkezi, tüm bu değerleri ile günümüzde gelişen bir yapıya sahiptir.



Şekil 1. Araştırma Alanının Konumu.

Çanakkale kent merkezinde yapılan bu araştırmada 2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarına ait uydu görüntüleri sınıflandırılmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması işlemi üç aşamadan oluşmaktadır: Görüntü ön işlemleri, eşik temelli nesne tabanlı sınıflandırma ve sınıflandırma doğruluk analizi. Corine AK/AÖ sınıflandırması ile peyzaj desenleri tespit edilmiştir.

Belirlenen yıllara ait peyzaj desenleri peyzaj metrikleri ile ölçülerek kentin peyzaj yapısındaki değişim ve parçalılık analizi yapılmıştır (Tablo 1).

Belirlenen bu leke sınıflarındaki değişim ve parçalılığın değerlendirilmesi için sınıf ve peyzaj düzeyinde peyzaj metrikleri kullanılmıştır. Bu amaçla hazırlanan haritalar ile sınıf ve peyzaj düzeyinde 12 metrik hesaplanmış, yapılan hesaplamalar sonucunda peyzaj yapısındaki parçalanmaya bağlı değişimler analiz edilmiştir.

Araştırma alanının peyzaj yapısının değerlendirilmesinde ve AK/AÖ değişiminin etkilerinin belirlenmesi için peyzaj kompozisyon ve konfigürasyon metrikleri dikkate alınmıştır. FRAGSTATS V4.2. programları aracılığıyla peyzaj metrikleri hesaplanmıştır. CA- Class Area (Sınıf Alanı), NumP- Number of Patches (Leke Sayısı), MPS- Mean Patch Size (Ortalama Leke Büyüklüğü), ED- Edge Density (Kenar Yoğunluğu), TE- Total Edge (Toplam Kenar), MCA- Mean Core Area (Ortalama Çekirdek Alan), TCA- Total Core Area (Toplam Çekirdek Alan), MNN- Mean Nearest Neighbor (Ortalama En Yakın Komşuluk Mesafesi), MPI- Mean Proximity Index (Ortalama Yakınlık İndeksi), SDI- Shannon's Diversity Index (Shannon Çeşitlilik İndeksi), SEI- Shannon's Evenness Index (Shannon Düzen İndeksi), MSI- Mean Shape Index (Ortalama Şekil İndeksi) metrikleri hesaplanmıştır (Tablo 1). Bu metrikler parçalılığın yorumlanması ve dağılımın değerlendirilmesinde kullanılmışlardır.

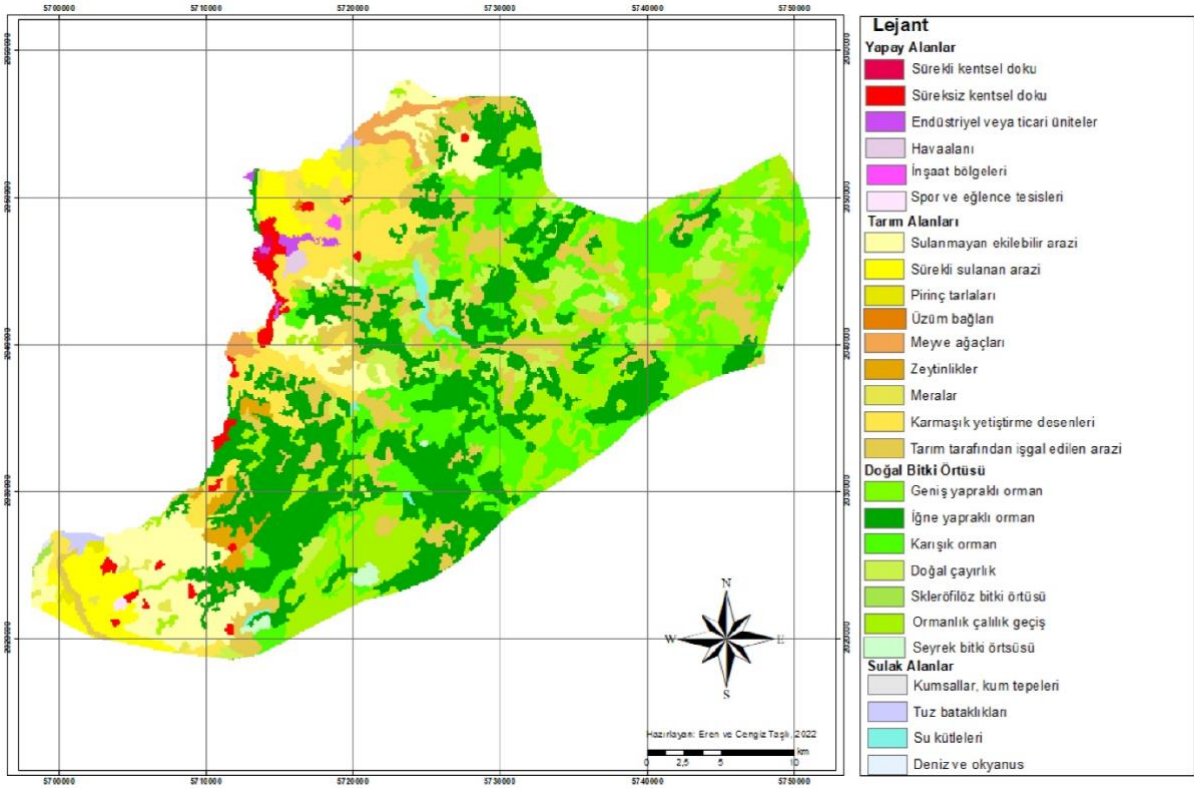
Tablo 1. Peyzaj yapısındaki parçalılık analizinde kullanılan peyzaj metrikleri (Forman, 1995).

Metrik	Sembol	Yorum
Sınıf Alanı	CA	Sınıf alanı ve leke sayısının artışı parçalılığın artacağına işaretler.
Leke Sayısı	NumP	Aynı sınıfa ait leke sayısının fazla olması parçalanmanın da çok fazla olduğunu göstermektedir.
Ortalama Leke Büyüklüğü	MPS	Daha küçük parçalanmış leke sınıfı, parçalılığın varlığını gösterir.
Kenar Yoğunluğu	ED	Kenar yoğunluğu arttıkça bölünmenin artması beklenir.
Toplam Kenar	TE	Toplam kenarın artışı alandaki kenar türleri için hareket alanının artacağını gösterir. İnsan faaliyetlerinde azalma yaşandıkça toplam kenar uzunluğu da düşecektir.
Ortalama Öz Alan	MCA	Ortalama öz alanın azalışı iç habitat türlerinin kenar habitatına dönüşerek parçalandığı anlamına gelir.
Toplam Çekirdek Alan	TCA	Çekirdek alan yoğunluğunun artması biyoçeşitliliği olumlu destekler. TCA arttıkça aynı sınıfa ait lekelerin merkezleri arasındaki mesafe artar. MNN ve TCA değerlerinin birlikte düşmesi parçalılığın artışı göstermektedir.
Ortalama En Yakın Komşuluk Mesafesi	MNN	İzolasyonun artması parçaların küçülmesiyle artar. MNN değeri yüksek olan leke sayısı fazla olan desenler parçalanmaya uğramıştır.
Ortalama Yakınlık İndeksi	MPI	MPI arttıkça tanımlanan komşuluk mesafesi içindeki aynı tip lekelerin alanları artmaktadır.
Shannon Çeşitlilik İndeksi	SDI	SDI artması leke çeşitliliğinin arttığını göstermektedir. SDI=0 olması durumunda peyzaj tek lekeden oluşmaktadır.
Shannon Düzen İndeksi	SEI	SEI 0'a yaklaştığında lekelerin peyzaj içindeki dağılımının düzensiz olduğu anlaşılır.
Ortalama Şekil İndeksi	MSI	MSI değerinin 1'den uzaklaşması parçaların şekil bakımından düzgün olmadığını göstermektedir.

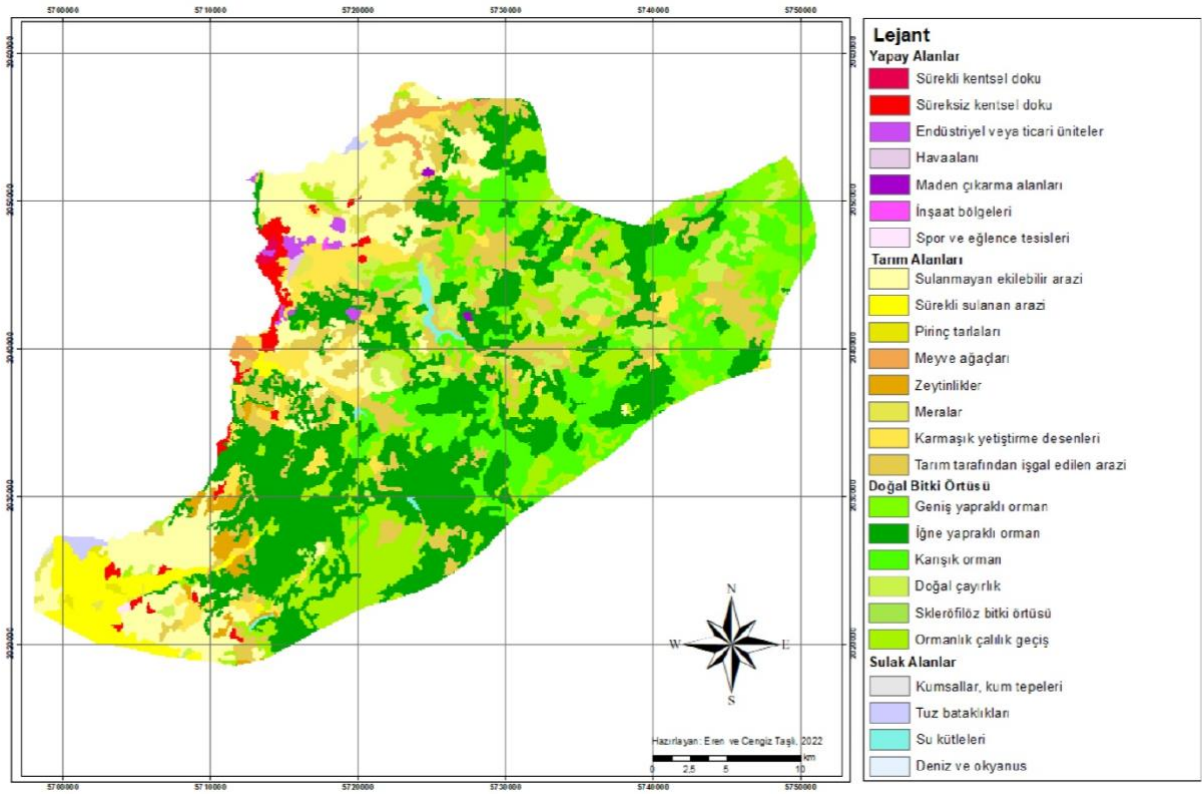
III. BULGULAR

Çalışmada peyzaj deseninde meydana gelen değişim, 2000, 2006, 2012, 2018 WGS 84 projeksiyonunda Landsat Copernicus uydu görüntüleri sonucunda elde edilen AK/AÖ üzerinden analiz edilmiştir. Araştırma alanında peyzaj desenleri olarak yapay alanlar, tarım alanları, doğal bitki örtüsü, sulak alanlar olmak üzere 4 sınıf ve bu sınıflandırmaya yönelik alanın kullanım durumuna uygun alt sınıflar kullanılmıştır (Şekil 2, 3,4, 5).

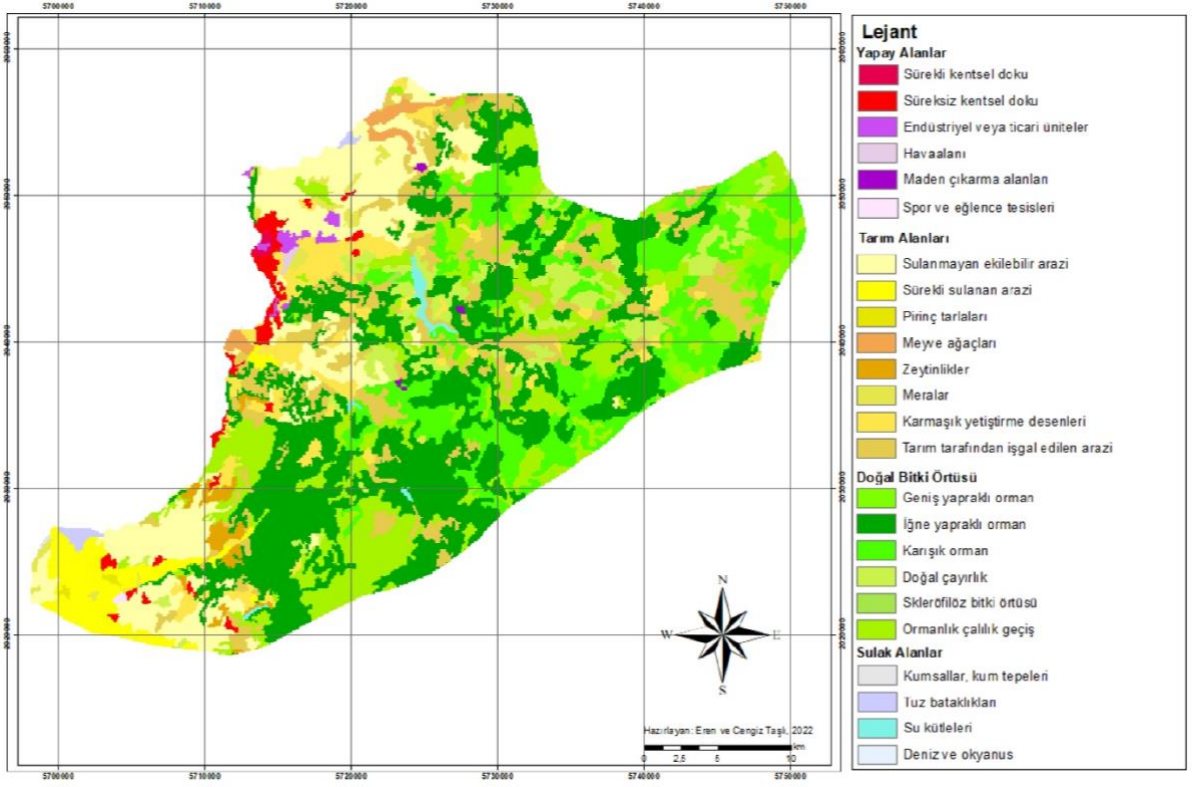
Araştırma alanındaki peyzaj desenleri arasındaki ilişkileri en iyi tanımlayacak dört leke sınıfı belirlenmiştir. Bunlar, yapay alanlar, tarım alanları, doğal bitki örtüsü ve sulak alanlardır. Bu sınıflandırmaya yönelik alanın kullanım durumuna uygun alt sınıflar oluşturulmuştur. Yapay alanlar (sürekli kentsel doku, süreksiz kentsel doku, endüstriyel ve ticari üniteler, havaalanı, inşaat bölgeleri, spor ve eğlence tesisleri, maden çıkarım alanları), tarım alanları (sulanan ekilebilir arazi, sürekli sulanan arazi, pirinç tarlaları, üzüm bağları, meyve bahçeleri, zeytinlikler, karışık yetiştirme desenleri, tarım tarafından işgal edilen arazi), doğal bitki örtüsü (meralar, geniş yapraklı orman, iğne yapraklı orman, karışık orman, doğal çayırlar, skleröfilöz bitki örtüsü, orman çalılık geçişi, seyrek bitki örtüsü), sulak alanlar (plajlar ve kum tepeleri, tuz bataklıkları, su kütleleri, deniz ve okyanus) şeklinde sınıflandırılmıştır.



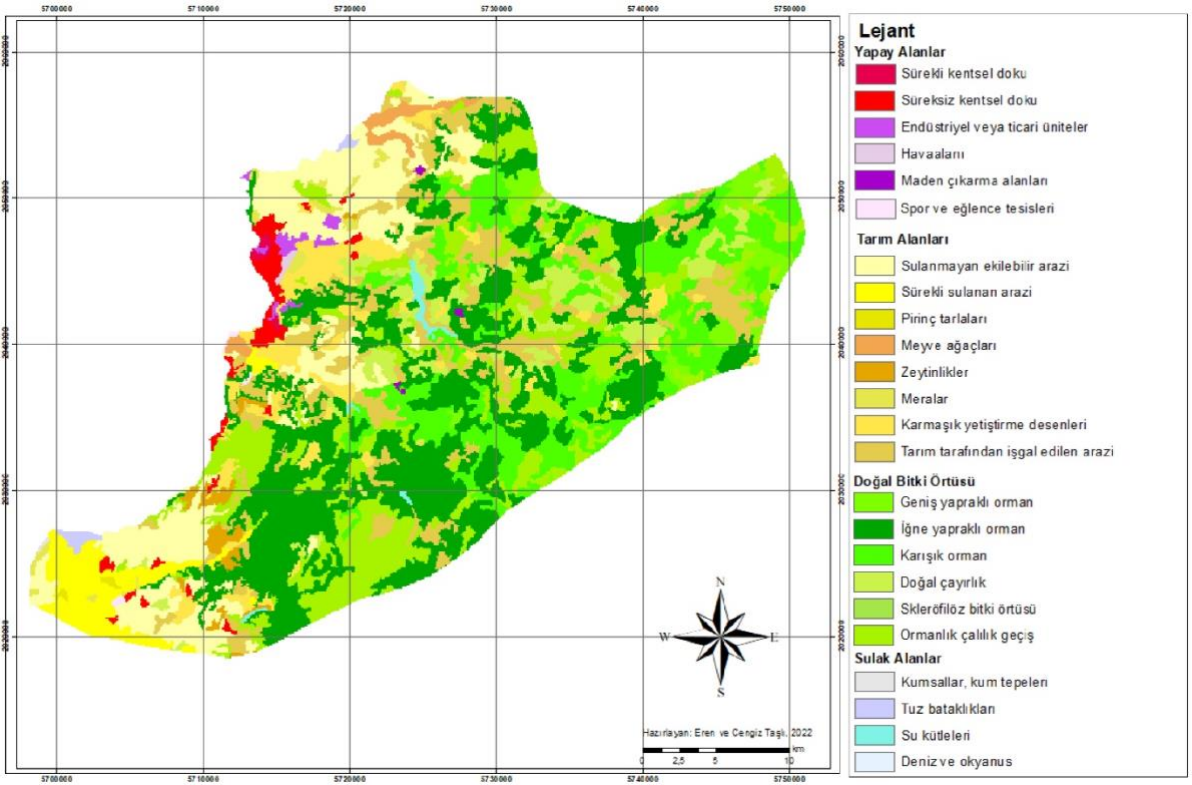
Şekil 2. 2000 Yılı Peyzaj Deseni.



Şekil 3. 2006 Yılı Peyzaj Deseni.



Şekil 4. 2012 Yılı Peyzaj Deseni.



Şekil 5. 2018 Yılı Peyzaj Deseni.

A. PATCH DENSITY/ SIZE METRICS

A. 1. CA (Class Area) Sınıf Alanı

CA indeksi baskınlık ve hakimiyet indeksi olarak tanımlanmaktadır. Hazırlanan AK/AÖ haritalarının, belirlenen sınıf düzeyinde peyzaj metrikleri ile analizi sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde, 2000 yılında araştırma alanında en fazla CA sahip peyzaj deseni, %64,96 ile doğal bitki örtüsü, %32,18 ile tarım alanları, %2,08 ile yapısal alanlar ve %0,76 ile sulak alanlar olarak belirlenmiştir. Bu oran 2006 yılında; %62,43 ile doğal bitki örtüsü, %34,54 ile tarım alanları, %2,21 ile yapısal alanlar ve %0,8 ile sulak alanlar olarak belirlenmiştir. 2012 yılında; %62,40 ile doğal bitki örtüsü, %34,54 ile tarım alanları, %2,22 ile yapısal alanlar, %0,82 ile sulak alanlar olmuştur. Bu oranlar; 2018 yılına gelindiğinde %62,38 ile doğal bitki örtüsü, %34,25 ile tarım alanları, %2,55 ile yapısal alanlar, %0,82 ile sulak alanlar olduğu görülmektedir.

Geçen 18 yıllık süreçte en fazla değişim yapısal alanlarda yaşanmıştır. Zaman içerisinde yapısal alanlarda meydana gelen artışa bağlı olarak bitki örtüsü ve tarım alanlarında da azalmalar olmuştur. Maden çıkarma alanlarının yapımı nedeniyle orman alanları ve tarım alanlarında azalan bir değişim söz konusu olmuştur. Yıllar bazında en yüksek orana sahip olan doğal bitki örtüsü, alanda hâkim arazi örtüsü sınıfını oluşturmaktadır.

A. 2. Nump (Number of Patch) Leke Sayısı

Nump metapopulasyon sayısını belirleyen bir faktördür. Parçalanma metriğidir ve Nump artışı parçalılığın arttığına işaret etmektedir [5], [21], [14].

Peyzaj genelinde 2000-2006 zaman periyodunda en büyük artış tarım alanları sınıfında bulunan tarım işgalindeki arazilerde, karmaşık yetiştirme modellerinde ve sulanmayan ekilebilir arazi sınıflarında yaşanmıştır. Bu sınıflarda meydana gelen değişimin 2006 yılında yapılan maden alanları nedeniyle antropojenik etkili parçalanmadan kaynaklandığı yapılan analizlerce yorumlanabilir.

Nump değeri 2000-2018 periyodunda yaşanan değişimlerde yapısal alanlarda %14,81 artış, tarım alanlarında %119,73 artış, doğal bitki örtüsünde %0,81 artış, sulak alanlarda ise %75 artış olduğu görülmektedir. Tarım alanlarındaki MPI'nın azalmasıyla birlikte Nump değerinin artması, tarım alanlarında lekesele parçalanmanın artışı olarak değerlendirilmektedir.

A. 3. MPS (Mean Patch Size) Ortalama Leke Büyüklüğü

Bir sınıf ve peyzaj indeksi leke sayısına dayalı bir indeks olan MPS; bir peyzaj mozaikini oluşturan her bir lekenin alanı, belki de tek başına peyzaj içerisindeki en önemli ve kullanışlı bilgiyi oluşturur. Her bir leke tipi (sınıfı) tarafından oluşturulan alanda eşit derecede önemlidir. Örneğin habitat parçaları ölçülerindeki azalma süreci habitat parçalılığının önemli bir bileşenidir. Bundan dolayı üzerinde çalışılan leke tipi için ortalama leke ölçüsünün küçüldüğü bir peyzaj diğer bir peyzajdan daha parçalı olarak düşünülebilir. Benzer şekilde tek bir peyzaj içerisinde daha küçük ortalama leke ölçüsü ile bir leke tipi diğer leke tipinden daha parçalı olarak düşünülebilir. Bu nedenle ortalama leke ölçüsü bir habitat parçalılık indeksi olarak hizmet edebilir. MPS; TCA, PD (ya da Nump) ve leke ölçüsü değişikliği ile birlikte en iyi şekilde yorumlanabilmektedir [12], [22], [6].

Tablo 2. 2000 yılı arazi kullanım sınıflarının peyzaj metrikleri ile analizi.

Arazi Kullanım/ Arazi Örtüsü Sınıfları	Ölçülen Metrikler													
	CA (ha)	ED TE/TLA (m/ha)	NUMP	MPS (ha)	MNN (m)	MCA (ha)	TCA (ha)	MSI	MPI	PSSD	SDI	SEI	TE (m)	TLA (ha)
													229	70
Yapay Alanlar														
Sürekli kentsel doku	0.94	7	2	0.47	22361	0.24	0.48	139	940	300	0	0	76000	1017.03
Sürekli kentsel doku	13.65	93	17	0.80	201337	0.33	7.61	154	2084	10235	0	0	950000	1017.03
Endüstriyel veya ticari üniteler	3.28	27	5	0.66	158674	0.27	1.61	169	4797	5785	0	0	270000	1017.03
Havaalanları	1.90	8	1	1.90	1	1.38	1.38	141	0	0	0	0	78000	1017.03
İnşaat bölgeleri	0.76	4	1	0.76	1	0.48	0.48	126	0	0	0	0	44000	1017.03
Spor ve eğlence tesisleri	0.67	4	1	0.67	1	0.41	0.41	134	0	0	0	0	44000	1017.03
Maden çıkarma alanları	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1017.03
Toplam	21.20	143	27	5.26	382375	3.11	11.97	863	7821	16320			1462000	
Tarım Alanları														
Sulanmayan ekilebilir arazi	85.52	292	8	10.69	98739	3.10	65.04	292	63136	84492	0	0	2974000	1017.03
Sürekli sulanan arazi	39.30	109	4	9.83	55902	6.34	31.69	225	12851	60290	0	0	1104000	1017.03
Pirinç tarlaları	1.42	9	2	0.71	304795	0.40	0.79	139	8	200	0	0	94000	1017.03
Üzüm bağları	0.34	3	1	0.34	1	0.16	0.16	137	0	0	0	0	32000	1017.03
Meyve ağaçları ve tarlaları	11.34	50	2	5.67	1481891	1.56	7.82	249	3	30000	0	0	512000	1017.03
Zeytin korusu	10.62	54	4	2.66	153195	1.00	6.98	208	587	20116	0	0	546000	1017.03
Karışık yetiştirme desenleri	73.82	269	7	10.55	554483	3.67	55.04	276	715	151311	0	0	2734000	1017.03
Tarım tarafından işgal edilen arazi	104.96	610	48	2.19	93749	0.58	63	220	6375	22415	0	0	6208000	1017.03
Toplam	327.32	1396	76	42.62	2742755	16.80	230.52	1746	83675	368824			14204000	
Doğal Bitki Örtüsü														
Meralar	11.82	75	13	0.91	160244	0.38	6.86	161	3758	9669	0	0	758000	1017.03
Geniş yapraklı orman	40.10	194	23	1.74	70628	1.04	27.10	170	3483	22992	0	0	1968000	1017.03
İğne yapraklı orman	246.15	1003	48	5.13	65260	1.61	176.77	217	91222	136806	0	0	10200000	1017.03
Karışık orman	145.19	665	45	3.23	48193	1.18	99.16	212	36753	54369	0	0	6764000	1017.03
Doğal çayırlar	56.02	325	34	1.65	116853	0.60	34.00	192	5253	14518	0	0	3304000	1017.03
Sklerofilöz bitki örtüsü	0.75	8	2	0.38	14142	0.32	0.32	163	1875	3350	0	0	78000	1017.03
Ormanlık çalı geçişi	156.32	806	76	2.06	49727	0.79	101.36	194	20313	34069	0	0	8194000	1017.03
Seyrek bitki örtüsü	4.38	22	4	1.10	895451	0.74	2.94	141	4	7862	0	0	226000	1017.03
Toplam	660.73	3098	245	16.18	1420498	6.65	448.51	1450	162661	283635			31492000	
Sulak Alanlar														
Plajlar kum tepeleri	0.27	4	1	0.27	1	0.08	0.08	173	0	0	0	0	36000	1017.03
Tuz bataklıkları	3.12	17	2	1.56	3064719	0.96	1.92	171	0	7000	0	0	168000	1017.03
Su kütelleri	4.27	36	4	1.07	781978	0.24	1.92	220	3	12223	0	0	364000	1017.03
Deniz ve okyanus	0.12	4	9	0.01	286197	0	0	106	1	67	0	0	44000	1017.03
Toplam	7.78	61	16	2.91	4132895	1.28	3.92	670	4	19290			612000	

NumP ve çekirdek alan değerleri parçalılık durumunu değerlendirmede yeterli olmadığı için MPS değerleri de dikkate alınmalıdır [1], [7].

2000 yılının NumP değerine bakıldığında yapısal alan 27, tarım alanı 76, doğal bitki örtüsü 245, sulak alan 16 leke sayısı bulunmuştur. Bu CA sırayla 21,20 ha; 327,32 ha; 660,73 ha ve 7,78 ha olduğu görülmektedir. Bu değerlere bakılarak hangi leke sınıfının daha parçalı olduğunu söylemek zor olduğu için MPS ölçülerine bakmak gerekmektedir. MPS değerleri yapısal alan 5,25 ha; tarım alanları 42,62 ha; doğal bitki örtüsü 16,18 ha; sulak alan grubu için 2, 91 ha alanlar olduğu görülmektedir. Bu değerler birlikte ele alınıp yorumlandığında tarım alanlarının leke sayısı ve alan ölçülerine bakıldığında alanda en yüksek ortalamaya sahip leke sınıfları tarım alanlarıdır ancak MPS değerleri incelendiğinde görülüyor ki lekelerin ortalama şekil boyutları diğer sınıflara göre yüksektir. Bu durumda tarım alanlarında parçalanmanın az; leke alan değeri yüksek olan ancak MPS değeri ortalaması tarım alanına göre daha az olan doğal bitki örtüsü grubunda ise parçalanmanın daha fazla olduğu tespit edilmektedir. Bu sınıfların PSSD-Patch Size Standard Deviation (Leke Boyutu Standart Sapma) değerlerine bakıldığında yapay alan, tarım alanı, doğal alan ve sulak alanların sırasıyla 1,63; 36,88; 28,36 ve 1, 92 olduğu PSSD-Patch Size Standard Deviation (Leke Boyutu Standart Sapma) değerleriyle tarım alanları sınıfı yönünde artış görülmektedir. Bu durumda araştırma alanında 2000 yılında yapay alan, doğal bitki örtüsü ve sulak alan leke gruplarındaki leke boyutlarının daha küçük, tarım alanları grubuna ait leke boyutlarının daha büyük olduğu yorumlanabilmektedir.

Tablo 3. 2006 yılı arazi kullanım sınıflarının peyzaj metrikleri ile analizi.

Arazi Kullanım/ Arazi Örtüsü Sınıfları	Ölçülen Metrikler													
	CA (ha)	ED TE/TLA (m/ha)	NUMP	MPS (ha)	MNN (m)	MCA (ha)	TCA (ha)	MSI	MPI	PSSD	SDI	SEI	TE (m)	TLA (ha)
												221	69	
Yapay Alanlar														
Sürekli kentsel doku	1.26	9	1	1.26	1	0.32	0.64	214	0	0	0	0	96000	1017.03
Sürekli kentsel doku	13.81	105	17	0.81	124973	0.28	7.02	174	622	17036	0	0	1072000	1017.03
Endüstriyel veya ticari üniteler	5.11	37	8	0.64	118944	0.27	2.70	157	692	5172	0	0	380000	1017.03
Havaalanları	0.92	6	1	0.92	1	0.50	0.50	167	0	0	0	0	64000	1017.03
İnşaat bölgeleri	0.29	3	1	0.29	1	0.08	0.08	158	0	0	0	0	34000	1017.03
Spor ve eğlence tesisleri	0.51	4	1	0.51	1	0.27	0.27	133	0	0	0	0	38000	1017.03
Maden çıkarma alanları	0.67	6	2	0.34	938616	0.15	0.30	139	0	350	0	0	64000	1017.03
Toplam	22.57	170	31	4.77	1182537	1.87	11.51	1142	1314	22558			1748000	
Tarım Alanları														
Sulanmayan ekilebilir arazi	131.27	474	26	5.05	118669	2.10	98.69	219	41050	104248	0	0	4820000	1017.03
Sürekli sulanan arazi	35.68	102	6	5.95	252601	4.75	28.51	191	13792	116940	0	0	1034000	1017.03
Pirinç tarlaları	1.52	14	3	0.51	190127	0.11	0.57	172	22	591	0	0	146000	1017.03
Üzüm bağları		0				0.00	0.00						0	
Meyve ağaçları ve tarlaları	9.27	44	2	4.64	1567227	1.03	6.19	240	2	25450	0	0	446000	1017.03
Zeytin korusu	10.68	72	11	0.97	61156	0.45	5.83	178	2713	9300	0	0	732000	1017.03
Karmaşık yetiştirme desenleri	50.40	294	41	1.23	137264	0.50	30.98	172	2746	22579	0	0	2992000	1017.03
Tarım tarafından işgal edilen arazi	112.50	735	81	1.39	48435	0.39	63.20	198	11182	19151	0	0	7480000	1017.03
Toplam	351.32	1735	170	19.73	2375479	9.34	233.97	1370	71507	298259			17650000	
Doğal Bitki Örtüsü														
Meralar		74	15	0.56	239059	0.19	3.74	172	733	3192	0	0	752000	1017.03
Geniş yapraklı orman	8.42	143	19	1.48	119510	0.89	18.63	169	4141	221001	0	0	1458000	1017.03
İğne yapraklı orman	28.08	1182	54	5.26	49708	1.32	203.11	218	173402	221001	0	0	1201800	1017.03
Karışık orman	283.9	586	37	3.42	47246	1.07	85.95	220	26110	43672	0	0	5964000	1017.03
Doğal çayırlar	126.61	302	35	1.43	99609	0.50	29.71	189	4016	15007	0	0	3072000	1017.03
Sklerofilöz bitki örtüsü	50.03	4	1	0.49	1	0.22	0.22	157	0	0	0	0	44000	1017.03
ormanlık çalı geçişi	0.49	777	91	1.51	61089	0.56	85.23	191	17849	31176	0	0	7904000	1017.03
Seyrek bitki örtüsü	137.46	0	0	0.00	0	0.0	0.0	0	0	0	0	0	0	
Toplam	634.99	3068	252	14.15	616222	4.76	426.59	1316	226251	535049			20395800	
Sulak Alanlar														
Plajlar kum tepeleri	0.27	4	1	0.27	1	0.07	0.07	183	0	0	0	0	38000	1017.03
Tuz bataklıkları	3.28	16	2	1.64	3064719	1.08	2.15	160	0	7800	0	0	158000	1017.03
Su kütleleri	4.40	38	4	1.10	764187	0.39	1.96	233	4	12996	0	0	384000	1017.03
Deniz ve okyanus	0.20	7	15	0.01	136593	0.00	0	107	2	70	0	0	74000	1017.03
Toplam	8.15	65	22	3.02	3965500	1.54	4.18	683	6	20866			654000	

2006 yılı peyzaj metrikleri değerlendirildiğinde, NumP; yapay alanda 31, tarım alanında 170, doğal bitki örtüsünde 252, sulak alanda 22 leke sınıfı olduğu görülmektedir. CA; yapay alanda 22,57 ha, tarım alanda: 351,32 ha, doğal bitki örtüsünde 634,99 ha, sulak alan: 8,15 ha olduğu görülmektedir. MPS; yapay alanda 4,76 ha, tarım alanında 19,72 ha, doğal bitki örtüsünde 14,14 ha, sulak alanda 3,02 ha olarak ölçülmektedir. PSSD; yapay alan 2,25 ha, Tarım alanı: 29,82 ha, doğal bitki örtüsü: 53,50 ha, sulak alan: 2,08 ha olarak tespit edilmektedir.

Her dört leke sınıfının sınıf alanları ve şekil boyutları karşılaştırıldığında en fazla leke sayısı ve en büyük alana ait doğal bitki örtüsünün, ortalama şekil boyutu tarım alanlarına göre daha küçük olması ve PSSD oranının en yüksek doğal bitki örtüsünde görülmesi bu alanlarda 2006 yılında parçalılığa işaret etmektedir.

Tablo 4. 2012 yılı arazi kullanım sınıflarının peyzaj metrikleri ile analizi.

Arazi Kullanım/ Arazi Örtüsü Sınıfları	Ölçülen Metrikler													
	CA (ha)	ED TE/TLA (m/ha)	NUMP	MPS (ha)	MNN (m)	MCA (ha)	TCA (ha)	MSI	MPI	PSSD	SDI	SEI	TE (m)	TLA (ha)
											221	70		
Yapay Alanlar														
Sürekli kentsel doku	1.25	9	1	1.25	1	0.21	0.63	215	0	0	0	0	96000	1017.03
Sürekli kentsel doku	14.31	111	18	0.80	110066	0.25	7.31	177	5082	16807	0	0	1132000	1017.03
Endüstriyel veya ticari üniteler	4.70	35	7	0.67	87342	0.27	2.39	167	975	5531	0	0	360000	1017.03
Havaalanları	0.92	6	1	0.92	1	0.50	0.50	167	0	0	0	0	64000	1017.03
İnşaat bölgeleri	0						0		0				0	
Spor ve eğlence tesisleri	0.53	4	1	0.53	1	0.29	0.29	130	0	0	0	0	38000	1017.03
Maden çıkarma alanları	0.93	10	3	0.31	700457	0.09	0.34	151	1	356	0	0	100000	1017.03
Toplam	22.64	175	31	4.48	897868	1.60	11.46	1199	6058	22694			4452700	
Tarım Alanları														
Sulanmayan ekilebilir arazi	130.78	478	25	5.23	122281	1.89	98.03	223	31768	112733	0	0	4864000	1017.03
Sürekli sulanan arazi	36.16	103	6	6.03	251020	4.13	28.92	189	30087	118771	0	0	1052000	1017.03
Pirinç tarlaları	1.04	9	2	0.52	228035	0.24	0.47	164	10	800	0	0	94000	1017.03
Uzüm bağları	0						0						0	
Meyve ağaçları ve tarlaları	9.34	44	2	4.67	1559006	1.05	6.28	240	2	25500	0	0	446000	1017.03
Zeytin korusu	10.80	74	10	1.08	107503	0.45	5.89	192	2413	9467	0	0	754000	1017.03
Karmaşık yetiştirme desenleri	51.20	299	40	1.28	142248	0.55	31.48	175	1737	22765	0	0	3040000	1017.03
Tarım tarafından işgal edilen arazi	112.02	737	82	1.37	47475	0.40	62.73	198	10635	18997	0	0	7494000	1017.03
Toplam	351.34	1744	167	20.17	2457568	8.70	233.80	1381	76652	309033			17744000	
Doğal Bitki Örtüsü														
Meralar	8.45	73	15	0.56	240497	0.18	3.76	169	337	3179	0	0	744000	1017.03
Geniş yapraklı orman	28.02	142	18	1.56	153297	0.88	18.53	173	2221	18854	0	0	1444000	1017.03
İğne yapraklı orman	272.71	1121	55	4.96	53236	1.43	196.36	216	187413	203411	0	0	1139600	1017.03
Karışık orman	126.37	589	37	3.42	46952	1.04	85.58	221	29464	43650	0	0	5990000	1017.03
Doğal çayırlar	49.73	299	34	1.46	94952	0.52	29.65	191	4121	15069	0	0	3038000	1017.03
Skleröfilöz bitki örtüsü	0.48	4	1	0.48	1	0.21	0.21	159	0	0	0	0	44000	1017.03
Ormanlık çalı geçişi	148.94	814	89	1.67	56157	0.57	94.35	194	14020	34563	0	0	8282000	1017.03
Seyrek bitki örtüsü	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Toplam	634.70	3042	249	14.11	645092	4.84	428.44	1323	237576	318726			20681600	
Sulak Alanlar														
Plajlar kum tepeleri	0.29	4	1	0.29	1	0.08	0.08	176	0	0	0	0	38000	1017.03
Tuz bataklıkları	3.26	15	2	1.63	3069919	1.07	2.13	158	0	7800	0	0	156000	1017.03
Su kütelleri	4.49	38	4	1.12	761989	0.29	2.02	231	4	13096	0	0	388000	1017.03
Deniz ve okyanus	0.31	11	21	0.01	84985	0	0	107	25	96	0	0	108000	1017.03
Toplam	8.35	68	28	3.06	3916894	1.43	4.23	672	29	20992			690000	

2012 yılı peyzaj metrikleri değerlendirildiğinde NumP; yapay alanda 31, tarım alanında 167, doğal bitki örtüsünde 249, sulak alanda 28 olduğu görülmektedir. CA; yapay alanda 22,64 ha, tarım alanında 351,34 ha, doğal bitki örtüsünde 634,70 ha, sulak alanda 8,35 ha olarak ölçülmektedir. MPS; yapay alanda 4,47 ha, tarım alanında 20,17 ha, doğal bitki örtüsünde 14,10 ha, sulak alanda 3,05 ha olarak ölçülmektedir. PSSD yapay alanda 2,26 ha, tarım alanında 30,90 ha, doğal bitki örtüsünde 29,49 ha, sulak alan: 2,09 ha olduğu saptanmaktadır.

Leke sayısı, sınıf alanı ve ortalama leke ölçüleri birlikte değerlendirildiğinde NumP ve CA değeri daha yüksek olan doğal bitki örtüsünün MPS değeri tarım alanlarına göre daha küçük çıkmıştır. Bu sonuçlar 2012 yılında bu leke sınıflarından tarım arazileri yönünde bir artış olduğuna işaret etmektedir. PSSD değerlerine bakıldığında yine tarım alanlarının standart sapmasının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumda araştırma alanında tarım arazisi sınıfları ile doğal bitki örtüsü sınıfları karşılaştırıldığında doğal bitki örtüsünün daha fazla parçalandığı görülmektedir.

Tablo 5. 2018 yılı arazi kullanım sınıflarının peyzaj metrikleri ile analizi.

Arazi Kullanım/ Arazi Örtüsü Sınıfları	Ölçülen Metrikler													
	ED				Ölçülen Metrikler									
	CA (ha)	TE/TLA (m/ha)	NUMP	MPS (ha)	MNN (m)	MCA (ha)	TCA (ha)	MSI	MPI	PSSD	SDI	SEI	TE (m)	TLA (ha)
											223	70		
Yapay Alanlar														
Sürekli kentsel doku	1.68	13	2	0.84	380789	0.20	0.80	184	6	4100	0	0	136000	1017.03
Süresiz kentsel doku	15.96	107	17	0.94	121993	0.38	9.19	175	674	21949	0	0	1084000	1017.03
Endüstriyel veya ticari üniteler	5.14	39	7	0.73	87342	0.26	2.61	172	1240	5288	0	0	392000	1017.03
Havaalanları	1.08	8	1	1.08	1	0.57	0.57	192	0	0	0	0	80000	1017.03
İnşaat bölgeleri	0						0		0	0			0	
Spor ve eğlence tesisleri	1.19	14	3	0.40	686537	0.10	0.38	191	5	946	0	0	140000	1017.03
Maden çıkarma alanları	0.93	10	3	0.31	700457	0.09	0.34	151	1	356	0	0	100000	1017.03
Toplam	25.98	191	33	4.30	1977119	1.59	13.89	1258	1926	32639			4630300	
Tarım Alanları														
Sulanmayan ekilebilir arazi	128.84	464	24	5.37	125074	1.94	97.02	220	32964	114684	0	0	4722000	1017.03
Sürekli sulanan arazi	36.25	104	6	6.04	250894	4.14	29	189	30087	118718	0	0	1054000	1017.03
Pirinç tarlaları	1.04	9	2	0.52	228035	0.24	0.47	164	10	800	0	0	94000	1017.03
Uzüm bağları		0					0						0	
Meyve ağaçları ve tarlaları	9	43	2	4.50	1569841	1.00	5.99	239	2	27200	0	0	438000	1017.03
Zeytin korusu	11.15	78	11	1.01	220807	0.40	6.01	189	2194	9268	0	0	792000	1017.03
Karışık yetiştirme desenleri	50.72	294	39	1.30	146665	0.57	31.34	175	856	23490	0	0	2994000	1017.03
Tarım tarafından işgal edilen arazi	111.32	732	81	1.37	48083	0.40	62.36	198	10314	19065	0	0	7440000	1017.03
Toplam	348.32	1724	165	20.12	2589399	8.68	232.19	1374	76427	313225			17534000	
Doğal Bitki Örtüsü														
Meralar	8.10	72	15	0.54	244182	0.17	3.49	170	114	2892	0	0	736000	1017.03
Geniş yapraklı orman	28.02	142	18	1.56	153297	0.88	18.53	173	2221	18854	0	0	1444000	1017.03
İğne yapraklı orman	262.53	1133	60	4.38	49709	1.25	185.67	220	193497	180308	0	0	1152600	1017.03
Karışık orman	126.37	589	37	3.42	46952	1.04	85.58	221	29464	43650	0	0	5990000	1017.03
Doğal çayır	49.73	299	34	1.46	94952	0.52	29.65	191	4121	15069	0	0	3038000	1017.03
Sklerofilöz bitki örtüsü	0.48	4	1	0.48	1	0.21	0.21	159	0	0	0	0	44000	1017.03
ormanlık çalı geçişi	159.15	879	97	1.64	53329	0.55	100.30	193	13823	34167	0	0	8940000	1017.03
Seyrek bitki örtüsü	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	
Toplam	634.38	3118	247	13.47	642422	4.63	423.43	1327	243240	294940			21344600	
Sulak Alanlar														
Plajlar kum tepeleri	2900	4	1	0.29	1	800	800	176	0	0	0	0	38000	1017.03
Tuz bataklıkları	32600	15	2	1.63	3069919	10650	21300	158	0	7800	0	0	156000	1017.03
Su kütleleri	44900	38	4	1.12	761989	2886	20200	231	4	13096	0	0	388000	1017.03
Deniz ve okyanus	3100	11	21	0.01	84985	0	0	107	25	96	0	0	108000	1017.03
Toplam	83500	68	28	3.06	3916894	14336	42300	672	29	20992			690000	

2018 peyzaj metrikleri değerlendirildiğinde Nump yapay alanda 33, tarım alanında 165, doğal bitki örtüsünde 247, sulak alanda 28'dir. Bu leke sınıflarının CA, yapay alanda 25,98 ha, tarım alanında 348,32 ha, doğal bitki örtüsünde 634,38 ha ve sulak alanda 8,35 ha olduğu görülmektedir. MPS değerlerine bakıldığında bakıldığında yapay alanlar 4,29 ha, tarım alanları 20,11 ha; doğal bitki örtüsü 13,47 ha, sulak alanlar 3,05 ha olarak hesaplanmaktadır. 2018 yılı AK/AÖ içerisinde yer alan leke sınıflarında tarım alanları yönünde bir artış yaşanmıştır.

PSSD değerlerine göre yapay alanlar 3,26 ha, tarım alanları 31,32 ha, doğal bitki örtüsü 29,49 ha, sulak alanlar 2,09 ha, değerleriyle standart sapmanın tarım alanları yönünde arttığı görülmektedir. Sonuç olarak sınıflar için kırılma durumu karşılaştırıldığında doğal bitki örtüsünün tarım alanlarından daha kırılma ve parçalı olduğu yorumlanmaktadır.

B. EDGE METRICS

B. 1. ED (Edge Density) Kenar Yoğunluğu

İlgili arazi kullanım sınıfına ait toplam kenar uzunluğunun toplam alana bölünmesiyle elde edilir. Bölünmenin başlangıç aşamalarında toplam alana göre kenar miktarının artması beklenir [2], [23].

İnsan etkili peyzaj desenlerinde; antropojenik kenarların yaygınlaşması, doğal türlerin yapısı ve miktarı, peyzaj bağlantılılığının derecesi, müdahale edilmiş alanların dağılımı ve yapısının türler topluluğu ile yakından ilişkili olduğu belirtilmiştir [5], [13], [21].

Çalışma alanı içerisindeki habitat parçalarının ED değeri, hektarda 2000 yılında 61 ila 3098 m, 2006 yılında 65 ila 3068 m, 2012 yılında 68 ila 3042 m, 2018 yılında 68 ila 3118 m arasında değişmektedir. En fazla değişim %33 artış ile yapay alanlarda gözlemlenirken, en az değişim %0,68 artış ile doğal bitki örtüsü alanlarında yaşanmıştır. ED'ye bağlı olarak toplam kenar uzunluklarının değişiminde insan faaliyetleri etkilidir.

B. 2. TE (Total Edge) Toplam Kenar

Peyzaj ölçüm metriklerinde, yapısal alanlarda 2000 ve 2018 yılları arasında yaşanan ED artışı, insan faaliyetlerinin yoğun olduğu 2006 yılında yapısal alanlarda özellikle maden çıkarma alanlarının TE artışına sebep olmuştur. Bu artış takip edildiğinde MPS, 2000-2018 yılları arasında azalmıştır. Yapısal Alan arazi örtüsü sınıflarında yaşanan MPS azalışı, Nump artışını, parçalılığın da arttığını göstermektedir.

TE değeri, 2000-2018 periyodundaki zamansal değişimi yapısal alanlarda %26, tarım alanlarında %23 ve sulak alanlarda %12 artmış, doğal bitki örtüsü alanlarında %32 azalmıştır. TE değerindeki artış alandaki bazı kenar türleri için hareket alanının arttığını ifade eder.

TE, MSI ile bağlantılıdır. TE artışı MSI düzensizleşmesine de sebep olmuştur. MSI değerinin 1'den uzaklaşması parçaların şekil bakımından düzgün olmayan, net kare veya daire şekliyle uzaklaştığını göstermektedir. Tüm lekeler dairesel veya kare olduğunda MSI 1'e eşit olur [12], [8], [24].

Araştırma alanında en fazla kenar uzunluğu 894 ha ile ormanlık çalı geçiş alanları sınıfına aittir.

B. CORE METRICS

C. 1. MCA (Mean Core Area) Ortalama Öz Alan

İlgili arazi kullanım sınıfının parçalarının ortalama alan büyüklüğüdür. MCA değerinin azalması alanın korunması gerektiği anlamına gelmektedir. Yaşam alanı hassasiyeti farklı olan türler üzerinde yapılacak çalışmalarda ortalama öz alanların hesaplanması önemlidir. Örneğin; MCA, orman alanlarında azalması yaban hayatının alanının azaldığını göstermektedir [2], [5], [12].

MCA bir peyzaj lekesine olan yüzde oranı peyzajdaki herhangi bir lekede çekirdek alan olmadığında 0'a eşit olur [12], [1], [22].

Parçalanmanın başlıca etkilerinden biri; iç habitatın kenar habitatına dönüştürülmesidir. Dönüşüm sonucunda çekirdek alan büyüklüğünün azalacağı beklenir [21], [2].

Arazi kullanım sınıflarından orman alanlarına ait MCA değeri 2000 yılında geniş yapraklı ormanlarda 1,42 ha olurken, 2006 yılında 0,88 ha'a gerilemiş, 2012 ve 2018 yıllarında azalarak 0,88 ha'da sabit kalmıştır. İğne yapraklı ormanlarda 1,60 ha olan MCA değeri, 2006 yılında 1,31 ha'a, 2018 yılında ise 1,25 ha gerilemiştir. Çalışma alanı içerisindeki karışık ormanlarda 2000 yılında 1,18 ha olan MCA değeri 2006 yılında 1,07 ha'a kadar azalmış 2018 yılında 1,04 ha olarak ölçülmüştür. Orman alanlarının MCA değerlerinin azalması orman alanlarının korunmaya alınması gerektiğini gösterirken, aynı zamanda burada yaşayan yaban hayatı canlılarının alanlarının da azaldığını ifade etmektedir.

MCA değeri 2000 yılında en fazla olan alanlar, sürekli sulanan arazi 6,33 ha, karmaşık yetiştirme desenleri 3,66 ha, sulanmayan ekilebilir arazi 3,09 ha olarak ölçülmüştür. 2018 yılına gelindiğinde en yüksek MCA, değerine sahip alanlar sürekli sulanan araziler 4,14; sulanmayan ekilebilir arazi 1,94 ha'a kadar gerilemiştir. 2000 ve 2018 yılları arasındaki MCA değerindeki en büyük değişim %49 azalan yapısal alanlar ve %48 azalan tarım alanlarında olmuştur.

C. 2. TCA (Total Core Area) Toplam Çekirdek/Öz Alan

Lekelerin kenar uzunluklarının artması lekelerin öz alanlarının azaldığı anlamına gelmektedir. TCA peyzaj desenindeki sınıfların dağınıklığına işaret eder. TCA 0'a eşit olduğunda lekeler bitişiktir. TCA değeri arttığında aynı sınıfa ait lekelerin merkezleri arasındaki mesafe artar.

Araştırma alanından en fazla çekirdek alana sahip olan 706,89 ha ile yapısal alanların çekirdek alan değerleri incelendiğinde zaman içinde 687,63 ha'a düşen bir azalma olmuştur. Orman alanlarında TCA değeri 2000-2018 arasında 448,51 ha ile 423,43'a gerilemesi orman alanlarındaki fauna hayatını olumsuz etkileyecektir. En yüksek öz alana sahip olan tarım ve doğal bitki örtüsü olan orman alanlarında TCA değerleri incelendiğinde; zaman içinde doğal bitki örtüsünde azalma yaşanırken tarım alanlarında artış olmuştur. Araştırma alanında geniş yapraklı ormanlar, karışık orman, doğal çayır ve meralarda TCA değerinin azalması, fauna yaşamının desteklenmeye ihtiyacı olduğu anlamına gelir ve yaban hayatının yaşam alanının azaldığı yönünde değerlendirilmektedir [5], [9].

TCA değeri 2000-2006-2012-2018 yılları içerisindeki zamansal değişimi yapısal alanlarda sırasıyla 2000 yılında 11,97 ha; 2006 yılında 11,51 ha; 2012 yılında 11,46 ha; 2018 yılında 13,89 ha'dır. Tarım alanlarında 2000 yılında 230,52 ha; 2006 yılında 233,97 ha; 2012 yılında 233,80 ha; 2018 yılında 232,19 ha'dır. Doğal bitki örtüsünde 2000 yılında 448,51 ha; 2006 yılında 426,59 ha; 2012 yılında 428,44 ha; 2018 yılında 423,43 ha'dır. Sulak alanlarda; 2000 yılında 3,92 ha; 2006 yılında 4,18 ha; 2012 yılında 4,23 ha; 2018 yılında 4,23 olarak hesaplanmıştır.

En yüksek TCA değerine toplam 448,51 ha ile doğal alanlar sahiptir. En düşük değer ise 3,92 ha ile sulak alanlarda saptanmıştır. Artan TCA değerleri aynı sınıfa ait lekeler arasındaki mesafenin artışına da işaret eder. Habitat parçalarının kendi içerisinde birbirleriyle olan yakınlık uzaklık ilişkisi MNN ve Birbiri İçinde Dağılım İndisi (IJI) değerleri ile ölçülmektedir.

D. DIVERSITY METRICS

D. 1. MNN (Mean Nearest Neighbor) Ortalama En Yakın Komşuluk Mesafesi

Yerleşim alanları için zaman içinde yerleşim dokusunun yoğunluk kazanmasına bağlı olarak azalır [22], [23].

Yapılan patch analizi sonuçlarına göre araştırma alanı içerisinde; 2000 yılında MNN değeri bulunmayan maden çıkarma alanlarının aralarındaki en yakın komşuluk mesafesi 2006 yılında artmaya başlayarak 938616 m olduğu görülmektedir. 2000 yılında sklerofilöz bitki örtüsü 14142 m mesafeye sahipken 2006 ve sonrasında MNN değeri 1'e; Seyrek bitki örtüsü 895451 m'den 0'a gerilemiştir. Bu alanlardaki MNN değerindeki azalmalar aynı sınıfa ait arazi desenlerin birbirleri arasındaki komşuluk mesafelerin azalması, parçalılığın arttığı anlamına gelmektedir. Sürekli kentsel dokunun 2000 yılında uzaklıkları 22361 m iken 2006 ve 2012 periyodunda 1 seviyesine gerilemiş ancak 2018 yılında tekrar mesafe artarak 380789 m olarak hesaplanmıştır.

Havaalanı ile plajların MNN değeri araştırmada baz alınan tüm zaman periyotlarında 1 m olarak saptanmıştır. Spor ve eğlence tesislerinin 2000, 2006, 2012 zamanlarında MNN değeri 1 m, 2018 yılında ise artış göstererek 686537 m mesafeleri olduğu görülmektedir. MNN değerinin 1 m olarak hesaplanması alandaki leke değerinin yok olması veya yerini başka bir sınıfa bırakması anlamına gelmektedir.

2000, 2006, 2012, 2018 zamanları içerisinde MNN değeri artma eğilimi gösteren leke sınıfları; sürekli kentsel doku, spor ve eğlence tesisleri, maden çıkarma alanları, sulanmayan ekilebilir arazi, sürekli sulanan arazi, meyve ağacı tarlaları, zeytin korusu, meralar, geniş yapraklı orman, ormanlık çalı geçiş alanları, tuz bataklıkları ve su kütleleridir. Bu leke sınıflarının ortalama en yakın komşu mesafelerinin artması parçalılığın azaldığının bir işareti olarak değerlendirilmektedir.

MNN değeri azalma eğiliminde olarak gerileyen leke sınıfları; süreksiz kentsel doku, endüstriyel ve ticari üniteler, pirinç tarlaları, karmaşık yetiştirme alanları, tarım işgalindeki araziler, iğne yapraklı orman, karışık orman, doğal çayırlar, deniz ve okyanuslardır. Tarım arazisi ve yetiştirme alanları ile karışık orman alanlarındaki uzun mesafelerin gerilemesi parçalılığın arttığını göstermektedir.

Yapısal alan, tarım alanları, doğal bitki örtüsü ve sulak alan arazi sınıflandırmasındaki MNN 2000-2018 periyodundaki ortalaması sırasıyla; 11099774,75 m; 2541300,25 m; 831058,5 m; 3983045,75 m olmaktadır. Genel olarak MNN değerinin arttığı sulak alan, doğal bitki örtüsünde parçalılık zamanla artmış; MNN değerinin arttığı yapısal alanlarda parçalılık azalmıştır. Tarım alanlarında MNN değerinin önce azalan daha sonra tekrar artan ivme göstermesi, parçalılığın artıp sonra azalmaya başladığı anlamına gelmektedir.

D. 2. MPI (Mean Proximity Index) Ortalama Yakınlık İndeksi

En fazla yüzölçümüne sahip alanların MPI değeri yüksektir MPI değeri sıfıra eşit olduğunda komşuluk mesafesi içinde aynı tip leke bulunmamaktadır. MPI değeri arttığında, tanımlanan komşuluk mesafesi içindeki aynı tip lekelerin alanları artmaktadır [9], [24], [23].

Yapısal alan sınıflandırmasında bulunan sürekli kentsel dokunun MPI değeri 2000 yılında 940 iken, 2006 yılında 0'a düşmüş, 2018 yılında 6'ya çıkmıştır. MNN değerinin de bu süreç içerisinde azalıp 2018'de artması birlikte değerlendirildiğinde, sürekli kentsel dokunun 2006 yılı sonrasında parçalanmaya yaşayarak yayıldığını, 2018 yılında parçalılığın azaldığını ancak leke sayısının arttığını göstermektedir.

D. 3. SDI (Shannon's Diversity Index) Shannon Çeşitlilik İndeksi

SDI 0'a eşit olduğunda peyzaj tek lekeden oluşmaktadır. SDI değerinin artışı durumunda ise farklı leke tiplerinin sayısının ve peyzaj içinde diğer lekeler arasındaki oranlarının arttığı anlaşılır ve sadece peyzaj boyutunda ölçülür [12], [5], [25], [6].

Bu indeksin değeri her bir lekedeki bilginin miktarını ortaya koyar. SDI peyzaj düzeyinde çeşitliliğin temsil etmek açısından önemlidir. Bundan dolayı farklı peyzajların karşılaştırılması için ya da aynı peyzajın farklı zamanlarının karşılaştırılması için kısmi bir indeks olarak kullanılır. Bu indeksler leke zenginliğindeki farklılığı göstermektedirler [6], [17].

SDI değeri 2000 yılında 229, 2006 yılında 221, 2012 yılında 221 ve 2018 yılında 223 olarak ölçülmüştür. Bu değerler zaman içerisinde leke çeşitliliğinin azaldığını ifade etmektedir.

D. 4. SEI (Shannon's Evanness Index) Shannon Çeşitlilik İndeksi

Leke dağılımı ve bolluğunu ölçer. Gözlenen leke dağılımı düşük olduğu zaman 0'a eşittir [6], [26], [7].

2000, 2006, 2012 ve 2018 yıllarındaki arazi örtüsü için SEI değeri sırasıyla 70,69,70,70 olmuştur. Bu değerler yıllar bazında lekelerin hemen hemen eşit oranda bir yeri işgal ettiğini göstermektedir.

E. SHAPE METRICS

E. 1. MSI ((Mean Shape Index) Ortalama Şekil İndeksi

Belirli peyzaj tipi (sınıf) ya da peyzaj içerisindeki bütün lekeler için leke şeklinin ortalamasını ya da ortalama çevre alan oranını ölçer [6].

MSI 1'e eşit olduğunda tüm şekiller rasterda kare, vektörde dairesel olur. Çeşitlilik indeksi ve şekil metriğidir. MSI değeri arttıkça leke geometrik olarak daha karmaşık hale gelir [12], [25], [2], [24].

2000 yılına ait leke şekli ile ilgili olarak hesap edilen MSI'e bakıldığında sırasıyla yapısal alan 1061, tarım arazisi 1746, bitki örtüsü 1450 ve sulak alan sınıfı 670 değerlerini göstermektedir.

2006 yılına ait MSI'e bakıldığında sırasıyla yapısal alan 1334, tarım alanı 1370, bitki örtüsü, 1316, sulak alanlar 683 olduğu görülmektedir. 2000 ile 2006 arası en fazla değişim %27,44 ile tarım alanlarının şekil indekslerinde meydana gelmiştir. Tarım alanı matrisi içerisindeki en büyük değişim ise üzüm bağlarının şekil indekslerinde yaşanan kayıp olduğu söylenebilir.

2012 yılında MSI değerleri sırasıyla, yapısal alan 1199, tarım alanları 1381, bitki örtüsü 1323 ve sulak alanlar 672 olmuştur. Genel olarak artan bir eğilim olmasına karşın 2006 ya göre en büyük değişim oranı %11 azalma ile yapısal alanlarda yaşanmıştır. Yapısal alanlarda ortalama şekil indeksi değerinin 2006-2012 yılları arasında düşmesi lekenin daha az karmaşık hale geldiği anlamını taşımaktadır. Bu zaman periyodunda inşaat bölgeleri leke alanlarının indekslerini yok oluşu yapısal alanların karmaşıklığını daha düşük seviyeye indirmiştir.

2018 yılında yapısal alanların MSI değeri %4,68 artış, tarım alanlarının %0,5 azalış, bitki örtüsünde %0,3 artış yaşanmıştır. Sulak alanlarda 2012 sonrası şekil indeksi değişimi saptanmamıştır. 2018 yılında peyzajda en karmaşık sınıflar sırasıyla tarım alanları, doğal bitki örtüsü, yapısal alan ve sulak alan olurken, en büyük şekil indeksi meyve ağaçları leke sınıfında görülmüştür.

IV. TARTIŞMA VE SONUÇ

Peyzajı oluşturan kompozisyon ve konfigürasyonun ölçülmesi, arazi örtüsünün lekelerinin geometrisini ve birbirleriyle olan ilişkilerinin ortaya konulması yapılan planlamalarda peyzajın kalitesini sayısal olarak ortaya koymaktadır. Peyzajın geçirdiği süreçleri anlamak ve peyzaj deseninin değerlendirilmesi planlama/yönetim/koruma çalışmalarına önemli katkı sağlamaktadır [4], [27].

Bu araştırmada Çanakkale kentinde 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları arasında, AK/AÖ'de meydana gelen zamansal değişimin ve parçalanmanın peyzaj yapısı üzerindeki etkilerini analiz etmek için 12 peyzaj metriği kullanılmıştır.

Yapılan patch analizi sonuçlarına göre, araştırma alanında yapay alanların 2000-2006 yılları arasında %6,46 artış, 2006-2012 yıllarında %0,31 artış, 2012-2018 yıllarında %14,75 artış yaşadığı tespit edilmiştir. Bu mekânsal gelişimde endüstriyel ve ticari yapıların %55,79 oranında büyümesi, kentsel yerleşim dokusunun yayılarak genişlemesi etkili olmuştur. Bu süreçte ayrıca maden çıkarım sahaları açılması da yapay alanların büyümesindeki önemli etkenlerden birisidir. Araştırma alanındaki yapay alanların artması ile beraber kentleşmenin artışı peyzaj değişimindeki en önemli faktörlerden birisi olmuştur. Bölgedeki üniversitenin varlığı ve bölgeye olan talebin yıllar içerisindeki artması ile beraber kentleşme artmış yeni yerleşim bölgeleri ortaya çıkmıştır. Kentsel yerleşim alanları birbirinden bağımsız desenler olarak yayılmıştır. Bu analiz sonucuna göre kentsel gelişimin ekolojik süreçlere vereceği olumsuz etkileri en aza indirmek ve kentsel gelişim yönünü ortaya koymak gelecek çalışmalarda mümkün olabilecektir.

Tarım alanlarında 2000-2006 yıllarında alansal olarak %7,33 artış yaşamış, 2006-2012 yılları arasında önemli bir değişim yaşanmamış ancak 2012- 2018 periyodunda %4,14 küçülme gözlemlenmiştir. Tarım alanı leke sınıfında en dikkat çekici değişim ED'de yaşanan artış olmuştur. Üzüm bağlarının 2006 yılında lekesele olarak bozularak yerini başka bir leke sınıfına bırakarak yol olması, iç habitatın kenar habitatına dönüşmesine sebep olmuştur. İç habitatların kenar habitatlarına dönüşmesinde insan faaliyetleri etkili olmuştur. ED artması, MCA azalışı bu leke içinde yaşayan canlıların çevresel müdahalelerden etkilenerek peyzaj fonksiyonu düşük korunma ihtiyacı duyulan habitat birimleri oluşturacağı anlamına gelmektedir. Tarım alanlarında zamanla azalan parçalılık alansal olarak değerlendirildiğinde bir kayıp yaşandığı görülmektedir. Bu alansal kayıpta karmaşık yetiştirme deseni ve meyve ağaçlarının alan olarak küçülmesi etkili olmuştur. Tarım alanlarında yaşanan bu değişimlere tarımsal faaliyetler sırasında gelişen arazi örtüsü değişimi de etkili olmuştur. Tarım alanlarında yaşanan değişimin verebileceği olumsuz etkileri önlemek amacıyla parçalılıklar koridorların inşası ile giderilebilir.

Doğal bitki örtüsü 200-2006 yılları arasında %3, oranında yaşanan azalış olmuş, 2006-2012 yılları arasında çok önemli farklar yaşanmamış, 2012-2018 periyodunda ise %4,14 azalış görülmüştür. Doğal bitki örtüsünde parçalılık zamanla artması ve leke sınıflarının küçülerek yok olması bu azalışı desteklemektedir. Doğal alanlardaki bu habitat kaybına; alansal olarak dağılmış, geniş yapraklı ormanların %29,97, meraların %28,76, karışık ormanların %12,79, sklerofilöz bitki örtüsünün %34 oranında azalması, seyrek bitki örtüsü sınıfının yok olması neden olarak açıklanabilir. Ayrıca bu süreçlerde ormanlık çalı geçiş alanları, doğal çayırlar ve geniş yapraklı ormanlar alansal olarak kayıplara uğramıştır.

Doğal bitki örtüsünde gerçekleşen azalışlar, insan hayatını etkilediği gibi bu ekosistemlerde yaşayan flora ve faunanın gelişimini de etkilemektedir. Bu azalış zamanla iklim düzenleme, erozyon ve afetlerin kontrol edilmesi, hava kalitesinin iyileştirilmesi gibi birçok ekosistem hizmetini olumsuz etkileyebilmektedir [28].

Sulak alanlarda 2000-2018 yılları arasında en dikkat çekici değişim 2000-2006 yılları arasındaki %66 oranda artan deniz ve okyanus leke sınıfı grubunda olmuştur. Tuz bataklıklarının toplam öz alanlarının artması ve Nump sabit kalışı dikkate alındığında, yayılarak büyüyen bir leke sınıfı oldukları görülmektedir ED ve Nump artışına, kıyı alan kullanımındaki değişimlerin neden olduğu anlaşılmaktadır. Sulak alanlarda yaşanan artış %2, 45 oranla devam etmiş bu değişimde en büyük etken ise geçmiş dönemlerde olduğu gibi kıyı alanlarında yaşanan arazi kullanımları etkili olmuştur.

Sonuç olarak, bölgedeki yapay alanların ve yerleşim dokularının gelişmesiyle peyzaj deseninde birtakım değişiklikler yaşanmıştır. Bölgeye özgü tarım uygulamalarının sürdürülebilirliği için bu alanların korunması gerektiği görülmektedir. Yeni yerleşim alanlarının hangi yönde ilerlediğini gösteren değişimler gelecekte yapılacak planlama çalışmaları için önemli bir girdi özelliği taşımaktadır. Doğal habitatın ve biyoçeşitliliğin korunması gereken alanlarda parçacılığa karşı önlemler alınması, mekânsal değişimin olası sonuçları üzerine elde edilen sayısal veriler ile planlama stratejilerinin bu doğrultuda geliştirilmesi gerekmektedir.

V. KAYNAKLAR

- [1] R.T.T. Forman, “Some general principles of landscape and regional ecology” Landscape Ecology SPB Academic Publishing, vol. 10 no.3, pp. 133-142, 1995.
- [2] M. Yavuz, C. Vatandaşlar, “Korunan alanlardaki zamansal ve ekolojik değişimin parçalılık analizi yardımıyla izlenmesi: Karagöl-Sahara Milli Parkı Örneği”, Turkish Journal of Forestry Research, c. 5, s. 1, ss. 82-96, 2018.
- [3] S. Görmüş, S. Cengiz ve B. Yılmaz, “Peyzaj metrikleri kullanarak peyzaj dinamiklerinin analizi: Malatya Kenti” International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM, Ankara, 2018, sayfa 1203-1212
- [4] B.K. Atak, E.E. Tonyaloğlu, “Aydın ili örneğinde karbon depolama potansiyelinin mekansal ve zamansal analizi”, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, c.19, s.3, ss. 778-786, 2019.
- [5] E. Gökyer, E. “Bartın Kenti ve Arıt Havzası'nda peyzaj değerlendirme”, Doktora tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2009.
- [6] H.S. Sütünç, “Ekolojik gösterge olarak peyzaj deseni değişiminin askeri eğitim alanlarında irdelenmesi üzerine bir araştırma”, Yüksek lisans tezi, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, Ankara Üniversitesi, Ankara, Türkiye, 2012.

- [7] C. Fan, S. Myint, “A comparison of spatial autocorrelation indices and landscape metrics in measuring urban landscape fragmentation”, *Landscape and Urban Planning*, pp. 117-128, 2014.
- [8] K. McGarigal, Ş. Tağıl and S.A.Cushman, “Surface metrics: an alternative to patch metrics for the quantification of landscape structure”, *Landscape Ecol*, vol. 24, pp. 433-450, 2009.
- [9] E. Gökyer, “Bartın Kenti ve Arıt Havzası peyzaj yapısının değerlendirilmesinde peyzaj ölçümlerinin kullanımı üzerine bir araştırma”, *Kastamonu Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, c. 1, s.12, ss.55-61, 2012.
- [10] E. Gökyer, “Bartın Kenti ve Arıt Havzası örneğinde peyzaj değişimi ve parçalılık üzerine bir araştırma”, *Namık Kemal Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 10, v.3, ss. 19-28, 2013.
- [11] S. Demir, Ö. Demirel, “Peyzaj planlamada peyzaj ekolojisi yaklaşımı”, *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, c.1, v.1, ss.1-8. 2018.
- [12] K. McGarigal, B. Marks, “Fragstats: spatial pattern anaysis program for quantifying landscape structure. United States Department of Agriculture Pacific Northwest Researcj Station General Technical Report, 1995.
- [13] B.L. Li, “Fractal geometry applications in description and analysis of patch patterns and patch Dynamics”, *Ecological Modelling*, v. 132, pp. 33-50, 2000.
- [14] B.K. Atak, “Kentsel Peyzaj Yapısındaki Değişimlerin Peyzaj Metrikleri ile analizi, İzmir örneği”, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, c. 1, s.57, ss. 119-128, 2020.
- [15] İ. Karaali, E.E. Tonyaloğlu, B.K. Atak ve E. Nurlu, “Alan kullanımı/arazi örtüsü değişiminin mekânsal ve zamansal analizi: İzmir/Türkiye Örneği”, *Uluslararası Doğu Anadolu Fen Mühendislik ve Tasarım Dergisi*, c.2, s.2, pp. 308-324, 2020.
- [16] M.A. Erdoğan, A.A. Tanrıöver ve S. Berberoğlu, “Adana'da arazi örtüsü/kullanımı değişimlerinin peyzaj metrikleri kullanılarak belirlenmesi”, *Türkiye Ulusal Fotogrametri ve Uzaktan Algılama Birliği VII. Teknik Sempozyumu, Trabzon, Türkiye, 2013.*
- [17] Ş. Tağıl, S. Görmüş ve S. Cengiz, “Denizli'de kentsel yayılma, peyzaj deseni ve ekolojik süreç ilişkisi”, *6.Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu, Adana, Türkiye, 2016, ss. 847-858.*
- [18] C. Hargis, J. Bissonette ve J. David, “The behavior of landscape metrics commonly used in the study of habitat”, *Landscape Ecology*, pp. 167-186, 1998.
- [19] E. Nurlu, Ü. Erdem, H. Doygun ve H. Oğuz, “Entegre Değerlendirme yöntemleri kullanılarak İzmir kenti için sürdürülebilir alan kullanım önerileri geliştirilmesi”, *TUBİTAK Projesi 109Y210, 2013.*
- [20] Ş. Tağıl, “Peyzaj Ekolojisi prensipleri doğrultusunda Edremit Körfezi'nin kuzey sahil bölgesinde peyzaj paterni ve arazi örtüsünün zamansal ve mekânsal değişimi”, *Balıkesir University The Journal of Social Sciences Institute*, c.17 s. 31. ss. 1-16, 2014.
- [21] C.R. Fichera, G. Modica, G.and M. Pollino, “Land cover classification and change-detection analysis using multi-temporal remote sensed imagery and landscape metrics”, *European Journal of Remote Sensing*, no. 45, pp. 2279-7254, 2012.
- [22] J. Southworth, H. Nagendra, H., and C. Tucker, “Fragmentation of a landscape: incorporating landscape metrics into satellite analyses of land-cover change”, *Landscape Research*, vol. 27, no.3, pp. 253-269, 2010.

- [23] S. Pal, P. Singha, K. Lepcha, S. Debanshi and S. Talukdar, “Proposing Multicriteria Decision Based Valuation of Ecosystem Services for Fragmented Landscape in Mountainous Environment”, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 2021.
- [24] A. Mohamed, H. Worku and M. Kindu, “Quantification and mapping of the spatial landscape pattern and its planning and management implications a case study in Addis Ababa and the surrounding area, Ethiopia”, *Geology, Ecology and Landscapes*, vol. 5, no.3, pp. 161-172, 2021.
- [25] H. Oğuz, M. Zengin, M. “Peyzaj patern metrikleri ve landsat 5 tm uydu görüntüleri kullanılarak arazi örtüsü/arazi kullanımı değişimi analizi (1984-2010): Kahramanmaraş Örneği”, I. Ulusal Akdeniz Orman ve Çevre Sempozyumu, Kahramanmaraş, Türkiye, 2011, ss. 22-29.
- [26] E. Malinowska, I. Szumacher, “Application of landscape metrics in the evaluation of geodiversity”, *Miscellanea Geographica – Regional Studies On Development*, pp. 28-33, 2013.
- [27] O. Uzun, O. Yılmaz “Düzce Akarsuyu Havzası Peyzaj Değerlendirmesi ve Yönetim Modelinin Geliştirilmesi”, *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarım Bilimleri Dergisi*, c.15 s. 1. ss. 79-87, 2009.
- [28] M. Yılmaz Kaya, O. Uzun “Düzce İli Arazi Örtüsü/Alan Kullanımının Zamansal/Mekânsal Değişimi ve Ekosistem Hizmetleri”, 10. International Ecology Symposium, Bursa, Türkiye, 2020, ss. 36-49.