



Yeşil Alanların Ekolojik Bağlantılılığının Mekânsal ve Zamansal Değişiminin Değerlendirilmesi: Manisa Örneği

Derya GÜLÇİN^{1,2*}

¹Urban Forestry Research in Action, Department of Forest Resources Management, British Columbia University, BC V6T 1Z4, Vancouver, Canada
²Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, 09010, Aydın, Türkiye

Geliş/Received: 14.09.2020

Kabul/Accepted: 20.11.2020

Atf yapmak için: Gülçin, D. (2020). Yeşil Alanların Ekolojik Bağlantılılığının Mekânsal Zamansal Değerlendirilmesi: Manisa Örneği. *Anadolu Çev. ve Hayv. Dergisi*, 5(4), 585-596.

How to cite: Gülçin, D. (2020). Spatio-Temporal Evaluation of the Structural Connectivity of Green Spaces in Manisa. *J. Anatolian Env. and Anim. Sciences*, 5(4), 585-596

 <https://orcid.org/0000-0001-7118-0174>

***Sorumlu yazarın:**

Derya GÜLÇİN
Urban Forestry Research in Action,
Department of Forest Resources
Management, British Columbia University,
BC V6T 1Z4, Vancouver, Canada.
✉: derya.gulcin@ubc.ca
Telefon : +1 (604) 360 14 27

Öz: Peyzaj paterni, çevresel faktörler ve insan etkisi ile sürekli değişmektedir. Bu değişiklik, peyzajların ekolojik bağlantılılıklarını etkilemektedir. Peyzajda bağlantılılığın değişimini ele alırken, peyzaj paterninin dağılımını ve kompozisyonunu analiz etmek önemlidir. Sanayileşme ve kentleşme sürecinin peyzaj üzerindeki etkisinin yüksek olduğu Manisa’da yapılan bu araştırma, doğallık seviyesi yüksek yeşil alanlar arasındaki ekolojik bağlantılılığın zaman içerisindeki değişimine odaklanmıştır. 1990, 2000 ve 2018 yılları arasındaki yeşil alanların yapısal bağlantılılık değişimi, çeşitli mekânsal analizler ile incelenmiştir. Bu araştırma, yeşil alanların peyzaj paternindeki parçalanmasını izlemek ve referans olarak kullanılabilir olacak plan (peyzaj planı, üst ölçekli mekânsal planlar, bölge planı, peyzaj atlası vb.) kararlarının oluşturulmasında, “çevresel izleme ve değerlendirme” katkısı sunması bakımından değerlidir. Bağlantı haritalarının oluşturulmasında ve bağlantılılığın yorumlanmasında morfolojik mekânsal patern analizi ve network analizi kullanılmıştır. Bu araştırmanın iki amacı vardır: 1) bağlantılılık ünitelerinin mekânsal-zamansal değişimini izlemek, 2) bağlantılılık açısından önemli ekolojik düğüm ve bağları haritalamak ve bağlantılılık sınıflarının zamansal değişimi yorumlamak. Sonuçlar, 1990-2018 yılları arasında habitat ünitelerinde %3,49 (464,6 km²) azalma olduğunu göstermiştir. Yapısal bağlantılılığı sağlayan merkez ve koridorlar alanlarından toplam 178 km² alan kaybedilmiştir. Yeşil alanların bağlantılılık düzeyi haritasına göre, mekânsal zamansal değişim sonucunda, yüksek düzeyde bağlantılılık sağlayan düğüm yamalarının (nodes) düşük düzeyde bağlantı sağlayan yamalara dönüşmüştür. Buna ek olarak, ekolojik bağlantılılık sağlayan bağlantı ünitelerinin (links) önem düzeyi değişmiştir. Ekolojik bağlantılılığı çok düşük ve orta düzeydeki yeşil alanların önem düzeyinin artması, araştırma alanındaki bazı yeşil alanların parçalandığını ve bu nedenle oluşan yeni bağlantıların, önceki yıllardaki bağlantı seviyesine göre daha önemli olduğuna işaret etmektedir.

Anahtar kelimeler: Doğal Peyzaj, Mekânsal Bağlantılılık, Network Analizi, Peyzaj Paterni, Peyzaj Planlama.

Spatio-Temporal Evaluation of the Structural Connectivity Change of Green Spaces in Manisa

***Corresponding author's:**

Derya GÜLÇİN
Urban Forestry Research in Action,
Department of Forest Resources
Management, British Columbia University,
BC V6T 1Z4, Vancouver, Canada.
✉: derya.gulcin@ubc.ca
Telephone : +1 (604) 360 14 27

Abstract: This research focuses on the change over time in ecological connectivity between ecologically significant green spaces in Manisa. This research uses spatial analysis to measure changes in structural connectivity between green spaces in the years 1990, 2000, and 2018. It contributes to the knowledge of environmental monitoring by providing a methodological approach that can be used to inform planning and policy decisions. Examples of its potential applications include the development of landscape plans, upper scale spatial plans, and regional plans. Morphological spatial pattern analysis and network analysis were used to create and interpret connectivity maps. This research has two purposes: 1) monitoring the spatio-temporal change in connectivity of morphological spatial pattern units, and 2) mapping important ecological nodes and links in connectivity and interpreting their temporal changes. The results showed that there was a 3.49% (464.6 km²) decrease in morphological spatial pattern classes (i.e. habitat units) between 1990 and 2018. A reduction of 178 km² was observed for cores and bridges classes that provide structural connectivity. As a result of the spatio-temporal change of the habitat units between 1990 and 2018, the node patches that previously provided a high level of connectivity subsequently provided low connectivity. Additionally, it was found that the ecological importance level of the connectivity of links has changed. The increase in the ecological importance level of green spaces with a very low and medium level of ecological connectivity indicates that some green spaces in the research area have become fragmented.

Keywords: Landscape Planning, Natural Landscape, Network Analysis, Spatial Connectivity, Spatial Pattern.

GİRİŞ

Peyzajda organizma ve materyallerin hareket kabiliyeti genel olarak bağlantılılık olarak ifade edilir ve bağlantılılık, ekolojik süreçlerin devamlılığı bakımından önemlidir (Carlier & Moran, 2019; Hess & Fischer, 2001). Buna ek olarak bağlantılılık, peyzaj strüktüründe tür ve peyzaj arasında etkileşim sağlar (Sutherland vd., 2015). Günümüzde habitat ağı, bağlantılılık paradigmasının koruma temelli uygulamaları ile şekillenmiştir (Bargelt vd., 2020; Liu vd., 2020a; Shi vd., 2020). Peyzajın bağlantılılığı, ekolojik açıdan etkili olduğu kadar, habitat fragmentasyonu ve iklim değişikliği ile tehlike altına giren popülasyonların genetik yapısı açısından da etkilidir (Costanza & Terando, 2019; Garrido-Garduño vd., 2016). Üst ölçekte bakıldığında, bağlantılılık; habitat alanı, habitat kalitesi ve türlerin yayılma kapasitelerinin bir fonksiyonudur (Martensen vd., 2017; Velázquez vd., 2019). Peyzaj ekolojisinde bağlantılılık, peyzajın mevcut yapısının anlaşılmasını sağlayan strüktür ve fonksiyonların bir parçasıdır (Kindlmann & Burel, 2008; Moilanen & Hanski, 2001). Genel olarak bağlantılılık; strüktürel ve fonksiyonel bağlantılılık olarak ikiye ayrılmaktadır (Wainwright vd., 2011). Yapısal bağlantılılık, herhangi bir türe ya da ekolojik sürece bakmaksızın peyzaj paterninin analizine dayanırken, fonksiyonel bağlantılılık habitat ünitelerinin birbirine olan teması ve yakınlığına odaklanmıştır (Saura vd., 2011).

Peyzaj paterni ve ekolojik süreçler arasında güçlü bir bağlantı vardır (Desmet, 2018; Taylor vd., 1993). Peyzaj ekolojisi teorisi, peyzaj planlamada peyzajın yapısını karakterize eden ve zaman içindeki değişimini ölçen birçok aracın gelişmesini sağlamıştır (Chubaty vd., 2020; Cushman & McGarigal, 2019; McGarigal vd., 2016). Bunlardan yaygın olarak kullanılan peyzaj metrikleri, peyzaj yapısının matematiksel olarak ifade edilmesini sağlamış ve peyzaj yönetiminde alternatif planların oluşturulmasında etkili bir araç olarak değerlendirilmiştir (Nowosad & Stepinski, 2019; Uuemaa vd., 2009). Peyzajın bağlantılılığı, popülasyon canlılığı ve tür zenginliği açısından koruma biyolojisine yerel ve bölgesel ölçekte katkı sağladığı için yüksek düzeyde öneme sahip bir peyzaj niteliği olarak kabul edilmiştir (Correa Ayram vd., 2016). Habitat koridorlarının belirlenmesi, peyzaj bağlantılılığı yönetimini sağlayan klasik bir yaklaşımdır (Brodie vd., 2016). Bu yaklaşım, insan etkisinin yönettiği kentleşme, altyapı geliştirme ve diğer kentsel faaliyetlerin doğal bağlantılara zarar vermesini önleyebilecek bir koruma stratejisi oluşturulmasına yardımcı olur (Dupras vd., 2016; Pino & Marull, 2012).

Ekolojik ağların gelişimi, mevcut yeşil alanların korunmasına, yeni mekânsal formların yaratılmasına, yeşil alan yamaları arasındaki bağlantının düzeyine bağlıdır (Gurrutxaga vd., 2010). Peyzajda bağlantılılığı sağlayan temel unsurlar; yeşil yol, yeşil yolların oluşturduğu koridorlar ve yeşil kuşaktır (Meerow & Newell, 2017;

Taylor vd., 1995). Ekolojik bağlantılılık ise, ekolojik döngüdeki süreçler ve fonksiyonlar arasında etkili bir bağlantı olduğunu kabul eden, peyzaj içerisindeki yamaların hareketini kolaylaştıran ya da engelleyen bir derece olarak tanımlanmıştır (Nor vd., 2017). Ekolojik bağlantılığın, türlerin göçü ve yayılması gibi çeşitli ekolojik süreçler üzerinde önemli etkileri vardır (Tarabon vd., 2020). Buna ek olarak, ekolojik bağlantılılık; peyzajın bütünlüğünün korunmasına yardımcı olur ve sürdürülebilirlik hedefleri doğrultusunda doğal ekosistemlerin dengede kalmasını sağlar (Oh vd., 2011; Santos vd., 2019).

Ekolojik bağlantılılık çalışmaları, yapısal ve fonksiyonel bağlantılılık üzerinde odaklanmıştır. LaPoint vd., (2015) kentsel ölçekte 174 ekolojik bağlantılılık çalışmasını incelemiş ve formüle edilmiş hipotezlerin ya da apiori tahminlerinin pek çok makalede çalışma tasarımında ve yönteminde yetersiz olarak kullanıldığını vurgulamıştır. Ayrıca, ekolojik ağların haritalanması ve ekolojik bağlantılılığın ortaya çıkarılması ile ilgili yapılan çoğu araştırmada fonksiyonel bağlantılılığın ön plana çıktığını vurgulamış, tür çeşitliliğinin fragmente olmuş peyzajlardaki bağlantılılığını inceleyen yöntemlerin sürekli olarak geliştirildiğini belirtmiştir. Tür çeşitliliği ve genetik veri ile ilgili yapılan ekolojik bağlantılılık çalışmaları, sadece ekolojik bağlantı ağlarının etkisini test etmek için bir altlık oluşturmaz, aynı zamanda türlerin hayatta kalmasına ve potansiyel genişlemesine yardımcı olan bağlantıyı sürdürmek için farklı bağlantıların ve habitat alanlarının belirlenmesine de katkıda bulunur (Ng vd., 2013; Uroy vd., 2019). Ekolojik bağlantılılığın değerlendirilmesinde türlerin genetik yapısı ya da çeşitliliğinin yanı sıra peyzaj çeşitliliği de önemlidir. Peyzaj çeşitliliğinin ekolojik bağlantılılık kapsamında değerlendirilmesi için peyzaj değişim süreçlerinin anlaşılması gerekir (Costanza & Terando, 2019; Jongman vd., 2019). Dünyada kentsel gelişimin olduğu hemen her bölgede, özellikle metropolitan alanlarda kentsel gelişim/değişim, peyzajda çeşitli olumsuz etkilere neden olmuştur (Doğun, 2009; Örucü & Arslan, 2020). Değişimin kaçınılmaz sonuçlarından birisi, doğal ve yarı doğal habitatların parçalanarak izole olması sonucunda genelde uzun vadede etkisini gösteren biyocesislilik kaybıdır. 2014 yılında Montreal'de düzenlenen Küresel Biyoçeşitlilik Kongresi'nde biyoçeşitlilik kaybına atfı yapılmış; habitat kaybı ve parçalanmasının, dünya genelinde biyolojik çeşitlilik için en önemli tehditlerden birisi olduğu ortaya konmuştur. 2019 yılında Paris'de düzenlenen Hükümetler Arası Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Bilim Politikası Politikasından (IPBES) toplantısı; doğal alanların insanlık tarihinde eş görülmemiş oranlarda küresel olarak azaldığını, tehlike altındaki çoğu türün yok olma oranının arttığını, bu durumun dünyada yeni bir dönüm noktası olduğunu vurgulamıştır (García-Díaz vd., 2019). Yüksek

düzeydeki parçalanma peyzaj onarımını hem ekolojik hem de ekonomik açıdan zorlaştırmaktadır. Bu durumda, habitat parçalanmasının etkilerini azaltmak için bağlantılılığın bütüncül bir yaklaşım ile tekrar oluşturulması gereklidir (Esbah vd., 2009; Hepcan vd., 2009; Hepcan & Özkan, 2011; Tülek & Atik, 2012; Park vd., 2014). Ekolojik bağlantılılığın sağlanması ise yeşil ağların planlı şekilde tasarlanmasına bağlıdır (Mougiakou & Photis, 2014; Zhang vd., 2019). Habitat Direktifinin 10. Maddesi (92/43/EEC sayılı Konsey Direktifi), yabani türlerin hareketi için gerekli olan doğrusal veya sürekli peyzaj özelliklerinin yönetimini, peyzaj bağlantılılığına dayandırmıştır. Peyzaj özelliklerinin “bağlantılılık” kapsamında düzenlenmesi, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için de oldukça önemlidir (Ignatieva vd., 2011).

Peyzaj ölçeğinde ekolojik bağlantılılık analizinde kullanılan teori ve yöntemler, peyzaj ekolojisindeki önemli araştırma noktalarından birisi haline gelmiştir (Daigle vd., 2020; Liu vd., 2020b; Mallarach & Marulli, 2006). Ekolojik yapı, işlev ya da peyzaj sınıfları arasındaki ilişkinin belirlenmesi kapsamında ele alınan temel kriterlerden birisi de ekolojik bağlantılılık olmuştur (Carlier & Moran, 2019). Bağlantılılık değerlendirmesi, peyzaj analizleri çerçevesinde kullanılan çeşitli peyzaj metrikleri ve bağlantılılık modelleri gibi kantitatif yöntemler doğrultusunda yapılmaktadır (Pino & Marull, 2012). McRae vd., (2012) ekolojik bağlantılılığın belirlenmesinde ortaya konan yöntemlerin yoğunlukla least-coast corridor modelling, circuit theory, individual-based movement models ve centrality analyses olduğunu belirtmiştir. Bazı araştırmalar ise, planlama sürecinde stratejik çevresel değerlendirmeye kolayca dâhil edilebilecek ve ekolojik bağlantılılığı bölgesel ölçekte maliyet etkin bir şekilde değerlendirmeyi hedeflemiştir. Örneğin; Marulli and Mallarach, (2005) Barselona metropoliteninin %18’ini oluşturan bariyer niteliğindeki yapay alanların, metropolitenin ekolojik bağlantılılığının %57’sini negatif etkilediğini ortaya koymuştur. Dupras vd., (2016) ise 1966-2010 yılları arasında Montreal’de yaptıkları araştırmada, arazi kullanım değişikliğini değerlendirmiş ve ekolojik bağlantılılığın zaman içinde azaldığını belirlemiştir. Wu vd., (2017), Dongshan adasında farklı yıllardaki uydu görüntülerini kullanarak yakınlık analizi (least-coast) modeli ile Bariyer Efektü İndeksi (BEI) ve Ekolojik Bağlantılılık İndeksi (ECI) yardımıyla ekolojik bağlantılılığın üç farklı yıla göre değişimini değerlendirmiş, sonuç olarak peyzaj dokusundaki değişimde bağlantılılığı düşüren peyzaj birimlerinin yeni yol ve tarım alanları olduğu, hızlı kentleşmenin peyzajın yapısı ve işlevleri üzerindeki etkisinin önemli düzeyde yüksek olduğunu belirtmiştir.

Peyzajda çeşitliliği engelleyen unsurlar ile habitat kaybı miktarları farklı araştırmalara konu olmasına rağmen, peyzajın çeşitliliği ya da bağlantılılığı konusunda yapılmış olan çalışma sayısı sınırlıdır (Zwolinski vd., 2018). Bölgesel

peyzajlardaki potansiyel ağları kapsamlı bir şekilde tanımlayan çok az araştırma yapılmıştır (De Montis vd., 2016). Bir peyzajın ekolojik sağlığının kontrol edilmesi, var olan doğal sistemleriyle olan bağlantılılık durumuyla ilgilidir. Ağlar peyzajın fonksiyonunu vurgulamakta ve peyzaj plancıları tarafından arazi mozağindeki hareketleri ve akışları engellemede ya da kolaylaştırmada kullanılmaktadırlar (Cunha & Magalhães, 2019). Planlamacılar genel olarak, peyzajın bütünlük, yapısal ve işlevsel bağlantısını modellemek için mekânsal, ekolojik veya diğer peyzaj faktörlerini değil, sadece habitatlar arasındaki peyzaj yamalarını dikkate almaktadır. Bağlantılılığın tekrar sağlanabilmesi ya da sürdürülebilmesi için, uzaklık, büyüklük, yoğunluk gibi peyzaj özelliklerinin ölçülmesi, bir diğer ifadeyle peyzaj paterninin analiz edilmesi, habitatlar arasındaki bariyerlerin belirlenmesi ve potansiyel koridorların ortaya konması gerekmektedir (Nor vd., 2017). Ekolojik bağlantılılığın güçlendirilmesi ya da mevcut güçlü bağlantılılığın korunması, iklim değişikliği sonucunda ya da yanlış arazi kullanımı sonucunda oluşan habitat fragmanasyonun potansiyel yıkıcı etkileri karşısında, özellikle “biyoçeşitlilik koruma” başlığı altında benimsenebilecek önemli bir stratejidir (Saura vd., 2011). Bu stratejinin izlenmesi, ekolojik bağlantılılığın izlenmesine bağlıdır. Bu araştırma, koruma değeri bakımından peyzaj çeşitliliği yüksek alanlara sahip büyük bir bölümü Gediz Havzası sınırı içinde olan Manisa ilinde yürütülmüştür. Sanayileşme ve kentleşme sürecinin peyzaj üzerindeki etkisinin yüksek olduğu Manisa’da yapılan bu araştırma, doğallık seviyesi yüksek yeşil alanlar arasındaki ekolojik bağlantılılığın zaman içerisindeki değişimine odaklanmıştır. 1990, 2000 ve 2018 yılları arasındaki yeşil alanların yapısal bağlantılılık değişimi, çeşitli mekânsal analizler ile incelenmiştir. Bu araştırma, yeşil alanların peyzaj paternindeki parçalanmasını izlemek ve referans olarak kullanılabilir plan (peyzaj planı, üst ölçekli mekânsal planlar, bölge planı, peyzaj atlası vb.) kararlarının oluşturulmasında, “çevresel izleme ve değerlendirme” katkısı sunması bakımından değerlidir. Bağlantı haritalarının oluşturulmasında ve bağlantılılığın yorumlanmasında morfolojik mekânsal patern analizi ve network analizi kullanılmıştır. Bu araştırmanın iki amacı vardır: 1) bağlantılılık ünitelerinin mekânsal-zamansal değişimini izlemek, 2) bağlantılılık açısından önemli ekolojik düğüm ve ağları haritalamak ve bağlantılılık sınıflarının zamansal değişimi yorumlamak.

MATERYAL VE METOT

Materyal

Bu araştırma, Manisa ilinde yürütülmüştür. Manisa, Türkiye’nin en büyük 14. şehridir ve nüfusu hızla artan iller arasındadır. İl sınırı içinde toplam 17 ilçe bulunmaktadır ve

7 ilçenin (Yunussemre, Akhisar, Şezadeler, Turgutlu, Salihli, Soma, Alaşehir) nüfusu 100.000'in üzerindedir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, Manisa'nın nüfusu 2000 yılında 1.260.169 iken, 2018 yılında 1.429.643'e yükselmiştir (TÜİK, 2019). İl sınırı, Anadolu Yarımadası'nın batısında, Ege Bölgesi'nin ortasında, 27°08' ve 29°05' doğu boylamları ile 38°04' ve 39°58' kuzey enlemleri arasında yer almaktadır (Şekil 1). İl sınırının % 82'si Gediz Havzası sınırları içerisindedir. Araştırma alanı yüzölçümü yaklaşık 13.313 km²'dir.



Şekil 1. Araştırma alanının coğrafi konumu.
Figure 1. Geographical location of the research area.

İzmir metropolü ile varlığını sürdüren Gediz deltası, barındırdığı kuş çeşitliliği ile uluslararası anlamda önem taşımaktadır. Tatlı ve tuzlu habitatlarını bir arada bulunduran Gediz Deltası, değişik habitat istekleri olan pek çok canlı türü için ideal beslenme, konaklama ve üreme alanı oluşturmaktadır. Yaklaşık 220 su kuşunu düzenli olarak barındırması ile Türkiye'nin uluslararası öneme sahip sulak alanlarından birisidir (Kocataş vd., 1988). Deltada gözlenen tepeli pelikan, flamingo, küçük kerkenez, kılıçgaga, kocagöz, bataklık kırlangıcı, akça cılıbit, mahmuzlu kızkuşu, Akdeniz martısı, küçük sumru ve Hazar sumrusu ÖKA (Önemli Kuş Alanı) ölçütlerini sağlamaktadır. Bunların dışında küçük karabatak, flamingo, angıt, tepeli pelikan gibi pek çok tür deltada yüksek miktarlarda kışlamaktadır.

Manisa; doğuda Uşak ve Kütahya, Güneyde Aydın ve Denizli, Kuzeyde Balıkesir ve Batıda İzmir ile komşudur. Manisa, Spil Dağı Milli Parkı ve Mesir Tabiat Parkı, Süreyya Tabiat Parkı ve Kula Peri Bacaları Doğal Anıtı gibi kültürel ve doğal peyzaj özelliklerine sahiptir. Spil Dağı Milli Parkı'nda, 76 endemik bitki türü tespit edilmiştir. Bunlardan

bazıları; *Centaurea polyclada* DC., *Campanula lyrata* Lam. subsp. *lyrata*, *Alkanna areolata* Boiss. var. *areolata*, *Ballota nigra* L. subsp. *anatolica* P.H. Davis, *Stachys cretica* L. subsp. *smyrnaea* Rech., *Thymus zygioides* Griseb. var. *lycaonicus* (Celak.) Ronniger ve *Galium brevifolium* Sm. subsp. *brevifolium* olarak bildirilmiştir (Altan vd., 2017). Kula Peri Bacaları'nda yapılan ilk botanik araştırmalara göre, 18 endemik bitki türü yüksek düzeyde önemli bulunmuş ve bunlardan 13'ünün IUCN'e göre tehdit altında olduğu belirlenmiştir (Işık-Gürsoy vd., 2015). 2018 yılında Manisa'nın Soma ilçesinde yalnızca belirli bir lokasyonda *Dianthus somanus* Oskay endemik taksonu bulunmuştur (Koyuncu & Sezer, 2019).

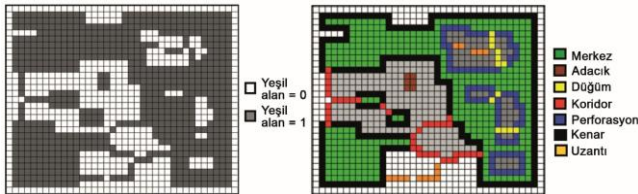
İl sınırları içerisinde hassas ekosistemler de dâhil olmak üzere çeşitli ekosistemler bulunmaktadır. Ayrıca, yaban hayatı için kritik olan yaşam alanları da vardır. Son yıllarda, Manisa'da endüstriyel ve tarımsal faaliyetlerin hızla artması sonucunda çevre kirliliği de artmış, peyzaj üzerinde ciddi bir baskı ortaya çıkmıştır (Gülersoy, 2013). İl sınırları içindeki doğal alanlarından birisi olan Gölarmara Gölü, sürdürülebilir olmayan tarım yöntemleri, su rejimine müdahaleler ve atıklar nedeniyle zarar görmüştür (Arı & Derinöz, 2011). Araştırma alanının seçilmesinde, Manisa il sınırını kapsayan peyzaj bütünündeki negatif yönlü mekânsal bağlantılılık değişimleri etkili olmuştur (Gülçin & Yılmaz, 2020). Bu araştırmanın materyalini, Copernicus Arazi Gözlem Hizmetlerinin (*Copernicus Land Monitoring Service*) web sitesinden ücretsiz olarak indirilen 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait CORINE arazi örtüsü haritaları oluşturmaktadır. Yeşil alanların ekolojik bağlantılılığının analizinde GuidosToolbox 2.9 yazılımı (Vogt, 2016), değişim matrislerinin oluşturulmasında *lulc* R paketi (Moulds vd., 2015) ve Sankey diyagramının üretilmesinde *networkD3* R paketi (Allaire vd., 2017) kullanılmıştır (R, 2020).

Yöntem

Araştırmanın yöntemi; doğal karakteri yüksek yeşil alanların belirlenmesi, morfolojik mekânsal patern analizinin yapılması, bağlantılılık ünitelerinin değişim analizi, bağlantılılık öneminin haritalanması ve mekânsal-zamansal değişimin değerlendirilmesi olmak üzere dört bölümden oluşmaktadır.

Araştırmanın ilk aşamasında, doğal peyzaj karakteri yüksek yeşil alanlara ait CORINE sınıfları literatür çalışmalarından yararlanılarak belirlenmiştir (Mallarach & Marulli, 2006; Ossola vd., 2019; Velázquez vd., 2019). CORINE üçüncü düzey sınıflarından doğallık seviyesi yüksek mera (231), geniş yapraklı orman (311), iğne yapraklı orman (312), karışık orman (313), doğal çayırılık (321), sklerofil bitki örtüsü (323) ve geçiş sınırındaki odunsu çalı (324) sınıfındaki yeşil alanlar değerlendirmeye alınmıştır.

Yöntemin ikinci aşamasında, bitki örtüsü vektör verileri, raster veri formatına dönüştürülmüştür. Raster haritalar, Boolean mantığa göre GuidosToolbox 2.9 yazılımında kullanılmak üzere tekrar oluşturulmuştur (0: yeşil alan yok, 1: yeşil alan var). Morfolojik mekânsal patern analizi (MSPA), görüntü bileşenlerinin geometrisinin ve bağlantısının açıklamasını hedefleyen özelleştirilmiş bir matematiksel morfolojik operatörler dizisidir (Saura vd., 2011; Soille & Vogt, 2009). Yalnızca geometrik kavramlara dayanan bu yöntem, herhangi bir uygulama alanında herhangi bir ölçekte ve her tür dijital görüntüye uygulanabilir (Vogt, 2016). Şekil 2’de görüldüğü üzere, MSPA sistemi var-yok verisi ile çalışır. Şekilde soldaki ilk görsel, girdi verisini (raster) göstermektedir. MSPA değerlendirilmesinden sonra, yeşil alanları gösteren veri, toplamda 7 sınıfa ayrılmıştır (Saura vd., 2011): 1) merkez (çevre hariç içeride kalan alan); 2) adacık (çekirdek içermeyecek kadar küçük ve ayrık alan); 3) düğüm (aynı çekirdek alana bağlı alan), 4) koridor (farklı çekirdek alanlar arasında bağlantı kuran alan); 5) perforasyon (içerideki nesnenin çevresini ifade eden alan); 6) kenar (dışarıdaki nesnenin çevresini ifade eden alan), 7) uzantı (bir uçtan kenar, perforasyon, koridor veya düğüme bağlı alan). Morfolojik mekânsal patern sınıfları, yeşil alanlardan oluşan peyzajdaki parçalanmayı ve habitat kaybını belirleyen önemli göstergelerdir. Örneğin; merkez alanlar (yeşil alanlar) yeşil alanlar içerisindeki türler için parçalanmamış habitat potansiyelini ifade ederken, kenarlar perforasyon sonrası yeşil alanlarda oluşan sınırları gösterir. Kenarlar, merkez alana göre sınıra bağlı ya da istilacı türleri daha çok barındırır. Bağlantı sağlayan koridorlar ise, tür geçişlerinin potansiyel hareketini ve parçalanması ekolojik hassasiyet yaratabilecek alanları temsil eder. Merkez alanlar arasında bağlantı sağlayabilecek uzantılar, potansiyel koridorlar olarak kabul edilmiştir. Analiz yorumlamalarında bazı sınıflar, farklı kombinasyonlarla eşleştirilebilir. Örneğin, koridorları ifade eden sınıflar, üç uzantı türünden oluşarak (koridorlara sahip uzantı, iç koridora sahip uzantı ve sınırdan oluşan uzantı), parçalanmış ya da kopmuş bağlantıyı ifade edebilir (Çavdar, 2016; Vogt vd., 2007).



Şekil 2. Morfolojik mekânsal patern analizi yöntemi ve analiz sınıfları (habitat üniteleri).

Figure 2. Morphological spatial pattern analysis method and spatial classes (habitat units).

MSPA sınıflarından koridor ve merkez alanlar, mekânsal bağlantılılığı doğrudan sağladığı için önceki çalışmalar bağlantılılık çalışmalarında genel olarak bu iki

sınıfı dikkate almıştır (Ossola vd., 2019; Velázquez vd., 2017). Habitat ünitelerinin alansal değişimi, değişim matrisleri ile incelenmiş ve değişimin daha net anlaşılması için Sankey diyagramı oluşturulmuştur.

MSPA, ağ (*network*) analizinde doğrudan bir veri girdisi olarak kullanılmaktadır. Ağ analizi doğrudan MSPA sonucunda oluşan merkez alanları, diğer bir ifadeyle düğümleri (*nodes*) ve koridorları (*links*), yani bağlantıları değerlendirmeye alır. Hem düğüm hem de bağlantıların tamamı bileşen (*component*) olarak adlandırılır. Ağ analizinin bileşenler (*network components*) ve düğüm/bağlantı önemi (*node/link importance*) olmak üzere iki önemli çıktısı vardır. Bileşenler analizinde, ağın farklı ünitelerini gösteren bileşenleri, farklı renklerde görüntülenir. Siyah renk, bağlantı içermeyen yalnızca düğüm bileşenleri için kullanılır. Eşdeğer Bağlantılı (düğüm/merkez) Alan (EBA), aşağıdaki formülün karekökü olarak hesaplanır.

$$PCnum = \sum_{i=1}^N (\text{düğüm alan}_i)^2 \quad (1)$$

Formülde *PCnum*, Saura vd. (2011) tarafından tanımlan ekolojik bağlantılılık konseptinde, bağlantılılık olasılığı sayısını (mevcut toplam habitat sayısı) ifade etmektedir. EBA_rel normalleştirilmiş ya da göreceli EBA değeridir ve aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$EBA_rel = \sum_{i=1}^N (\text{düğüm alan}_i) \quad (2)$$

Peyzaj habitatları çalışmalarına bakıldığında, EBA_rel ayrıca ulaşılabilir habitat miktarı olarak bilinir. EBA_rel, görüntüdeki ağ bileşenlerinin ağ bağlantısı derecesine eşdeğerdir. Düğüm/bağlantı önemi, Saura & Pascual-Hortal (2007) tarafından önerilmiştir ve temelde üç önemli değişkenin toplanmasından oluşur:

$$dPC = dPCintra + dPCflux + dPCconnector \quad (3)$$

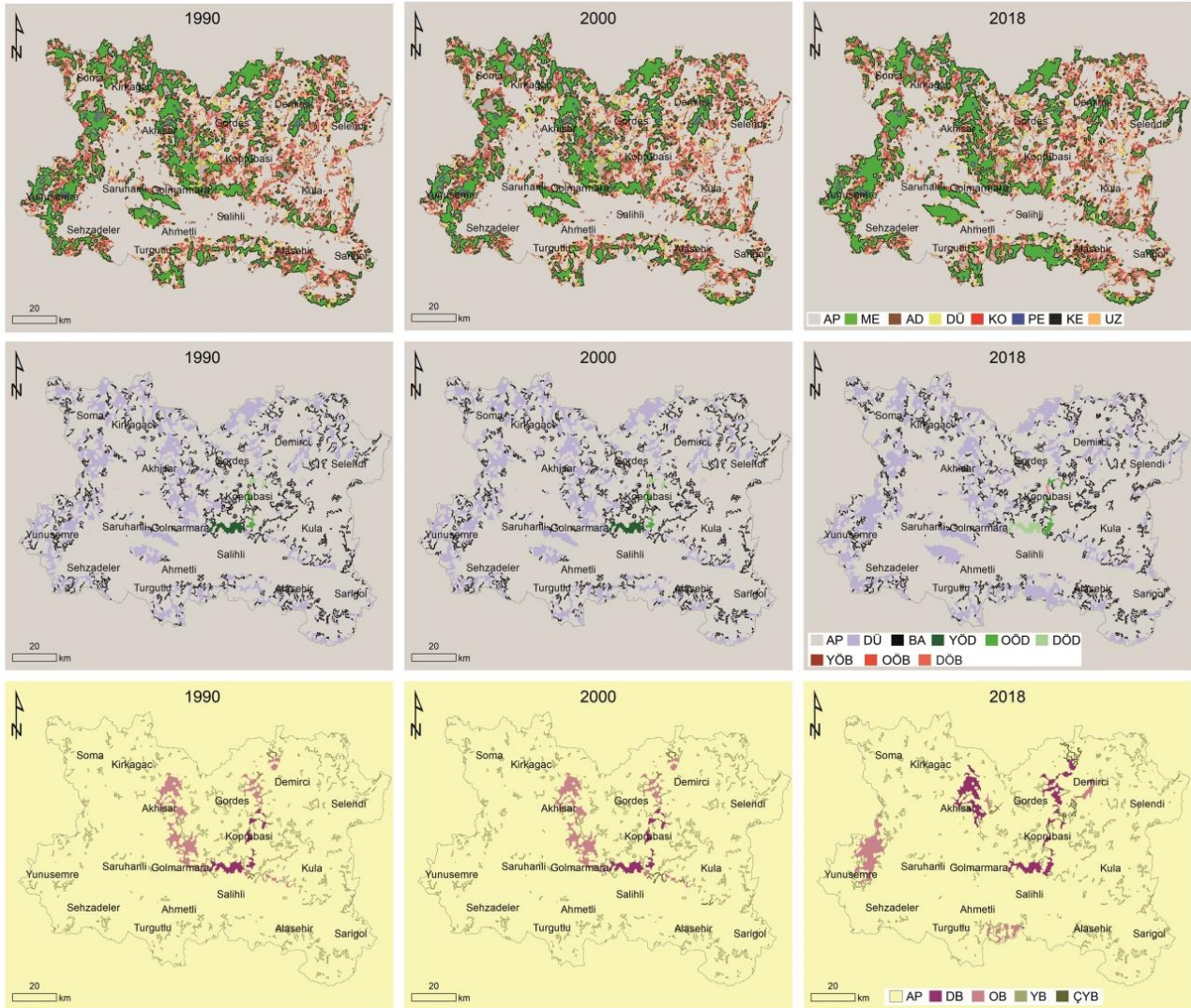
Formülde; *dPC*, bir peyzdaki habitatlara ulaşılabilirliğin önem derecesini; *dPCintra*, eşleşme içi bağlantıyı (*intrapatch connectivity*), *dPCconnector* ise yama veya bağlantının diğer habitat yamaları arasındaki bağlantıya katkısını ifade etmektedir. Bu üç değişkenden, yalnızca *dPCconnector* düğüm ve bağlantı önemini haritalamak için kullanılmıştır. Yöntemin son aşamasında; 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait morfolojik patern analizi, düğüm/bağlantı önem düzeyi ve ağ analizi bileşenlerinin bağlantılılık düzeyini gösteren sonuç haritaları üretilmiştir. Sonuç haritaları değişim matrisi ve Sankey diyagramı ile yorumlanmıştır. Değişim matrisi, değişimdeki değerlerin matematiksel olarak anlaşılmasını sağlarken; Sankey diyagramı arazi örtüsünün çoklu zaman aralıklarına göre değişimini görselleştirmek için kullanılabilir iyi bir araçtır (Cuba, 2015).

BULGULAR

Peyzajın parçalanması, artan insan faaliyetlerinin kaçınılmaz bir sonucudur. Parçalanmanın olumsuz

etkilerinin en aza indirilmesi peyzaj dokusu içindeki habitatlar arasında bağlantı kurulmasına bağlıdır. Bu nedenle, bağlantının değişimini analiz etmek önem taşımaktadır. Sonuçlar, 1990 ve 2000 yılları arasındaki yeşil

alanların yapısal bağlantılılıktaki değişimin, 2000 ve 2018 yılları arasında bağlantı değişimine oranla daha az olduğunu göstermektedir. Şekil 3’de sunulan haritalarda, 2000 ve 2018 yılları arasındaki fark daha belirgindir.



Şekil 3. 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait morfolojik patern analizi, düğüm/bağlantı önem düzeyi ve ağ analizi bileşenlerinin bağlantılılık düzeyini gösteren sonuç haritaları (AP: arka plan, ME: merkez, DÜ: düğüm, KO: koridor, PE: perforasyon, KE: kenar, UZ: uzantı, BA: bağlantı, YÖD: yüksek önem seviyesindeki düğüm, OÖD: orta önem seviyesindeki düğüm, DÖD: düşük önem seviyesindeki düğüm, YÖB: yüksek önem seviyesinde bağlantı, OÖB: orta önem seviyesindeki bağlantı, DÖB: düşük önem seviyesindeki bağlantı, DB: düşük bağlantılılık, OB: orta bağlantılılık, YB: yüksek bağlantılılık, ÇYB: çok yüksek bağlantılılık).

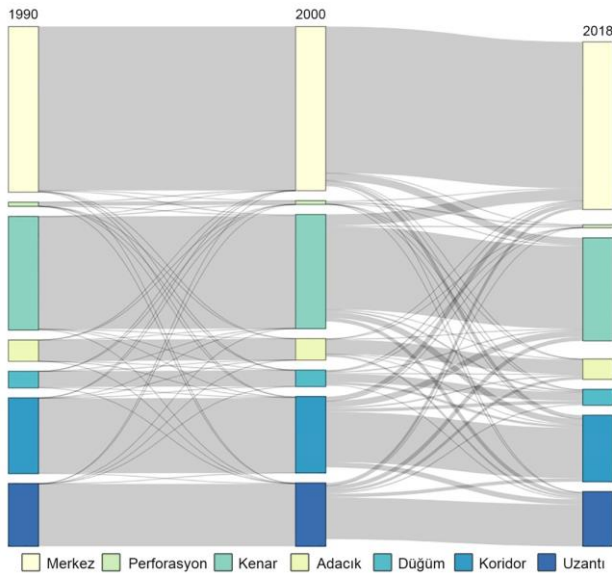
Figure 3. Final maps showing the classes of the morphological pattern analysis, significance level of nodes/links and connectivity level of components based on the network analysis for the years 1990, 2000, and 2018 (AP: background, ME: core, DU: loop, KO: bridge, PE: perforation, KE: edge, UZ: branch, BA: link, YÖD: high importance of node, OÖD: medium importance of node, DÖD: low importance of node, YÖB: high important connection, OÖB: medium important connection, ANC: low important connection, WB: low connectivity, OB: medium connectivity, YB: high connectivity, BID: very high connectivity).

Habitat ünitelerini gösteren haritalar incelendiğinde, araştırma alanının batısındaki ve Salihli ilçesi merkezinin güneyindeki peyzajlarda merkez alanların arttığı ancak koridorların azaldığı gözlemlenmiştir. Aynı durum koruma alanlarından Spil Dağı Milli Parkı için de geçerlidir. Düğüm (*nodes*) ve bağlantıların (*links*) önemini gösteren haritalar incelendiğinde, Gölçarmara'nın doğusunda bulunan ve düğüm niteliğindeki peyzaj yamasının yüksek önemden düşük öneme geçtiği görülmektedir. Köprübaşı'nın

kuzeyinde düğüm niteliğindeki iki farklı peyzaj yamasının, tam tersine düşük önemden yüksek öneme geçtiği belirlenmiştir. Köprübaşı'nın kuzeyi ve güneyinde iki farklı yamayı birbirine bağlayan bağlantının miktarı zaman içinde artmış, fakat bağlantının önemi düşmüştür. Bağlantılılık düzeyi haritaların incelendiğinde ise, Yunussemre'nin kuzeyinde orta bağlantılılık sağlayan bir alan olduğu gözlemlenmiştir. Buna ek olarak, Gölçarmara'nın kuzey batısında orta önem düzeyinde geniş yer kaplayan bir peyzaj yamasının, yaklaşık yarısının

önemini kaybettiği, bir bölümün ise düşük bağlantılılık düzeyine geçtiği görülmektedir. Benzer durum, Köprübaşı'nın kuzeyindeki peyzaj yamaları için de geçerlidir.

Yeşil alanların peyzaj patern ünitelerinin alansal değişim/dönüşümlerini gösteren Sankey diyagramına göre; 1990, 2000 ve 2018 yıllarında peyzaj patern ünitelerinde birbiri ile yer değiştiren üniteler olmuştur (Şekil 4). Üniteleri ifade eden sütunlardaki her bir bileşenin yüksekliği, araştırma alanında temsil edilen arazi örtüsü kategorisinin göreceli bolluğuyla orantılıdır ve kategoriler, en büyüğünden en küçüğüne kadar mekansal boyut dikkate alınarak (dikey olarak) düzenlenmiştir. Sütunlar arasında, değişimin hangi üniteler arasında olduğunu ifade eden çizgilerin kalınlığı, değişimin miktarının anlaşılması bakımından önemlidir. Çizgi kalınlığının artması, bağlantılılık miktarının arttığını gösterir. 1990 ve 2000 yılları arasındaki ünitelerin değişim miktarı birbirine yakındır. Bütün üniteler arasında değişim olmasına rağmen, en önemli değişiklik, 2000 ve 2018 yılları arasındaki merkez ve kenar ünitelerinde görülmüş, kenar ünitelerin bir bölümü merkez alanına, merkez alanların bir bölümü kenar ünitelerine dönüşmüştür. Bağlantıyı sağlayan koridorların önemli sayılabilecek bir bölümü merkeze, bir bölümü kenara ve bir bölümü de uzantıya dönüşmüştür.



Şekil 4. 1990, 2000 ve 2018 yıllarına ait yeşil alanların peyzaj patern ünitelerinin alansal değişim/dönüşümlerini gösteren Sankey diyagramı.

Figure 4. Sankey diagram illustrating the spatial changes / transformations of landscape pattern units of green spaces for the years 1990, 2000 and 2018.

Değişim matrisleri, Tablo 1 ve Tablo 2'de sunulmuştur. Her iki tabloda da değişimin yönü pozitifdir ve en yüksek artış merkez alanlarda, en düşük artış perforasyon alanlarında görülmüştür. Tablo 1'e göre,

bağlantılılık bakımından değer taşıyan merkez alanlar % 19,75 artarken, koridorlar % 9,02 oranında artmıştır. Tablo 2'ye göre; 2000 ve 2018 yılları arasında merkez alanlarda % 19,02, koridorlarda ise % 8,41 artış olmuştur. 2000 ve 2018 yılları arasındaki yeşil alanlara ait habitat ünitelerinin değişim matrisi incelendiğinde, 1990 ve 2000 yıllarına göre hem merkez alanlar hem de koridor alanlarında göre değişim yüzdesi azalmıştır. Merkez alanlarda % 0,73 azalma görülürken, koridor alanlarında % 0,61 azalma görülmüştür. Sonuç olarak, araştırma alanında toplam 178 km² bağlantı sağlayan alan kaybı olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. 1990 ve 2000 yılları habitat ünitelerinin değişim matrisi (1: Merkez, 2: Adacık, 3: Perforasyon, 4: Kenar, 5: Düğüm, 6: Köprü, 7: Uzantı, GT: Genel Toplam).

Table 1. Change matrix of habitat units in 1990 and 2000 (1: Core, 2: Islet, 3: Perforation, 4: Edge, 5: Loop, 6: Bridge, 7: Branch, GT: Grand Total).

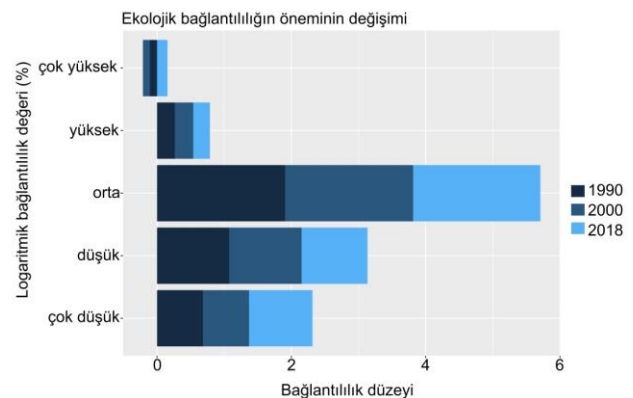
	1	2	3	4	5	6	7	GT (%)
1	19,54	0,00	0,00	0,13	0,01	0,06	0,02	19,75
2	0,00	2,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,54
3	0,00	0,00	0,44	0,04	0,00	0,00	0,00	0,50
4	0,02	0,00	0,00	13,41	0,01	0,05	0,03	13,43
5	0,00	0,00	0,00	0,01	1,89	0,06	0,01	1,97
6	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	8,93	0,03	9,02
7	0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	7,44	7,47

Tablo 2. 2000 ve 2018 yılları habitat ünitelerinin değişim matrisi (1: Merkez, 2: Adacık, 3: Perforasyon, 4: Kenar, 5: Düğüm, 6: Köprü, 7: Uzantı, GT: Genel Toplam).

Table 1. Change matrix of habitat units in 2000 and 2018 (1: Core, 2: Islet, 3: Perforation, 4: Edge, 5: Loop, 6: Bridge, 7: Branch, GT: Grand Total).

	1	2	3	4	5	6	7	GT (%)
1	17,46	0,03	0,03	0,87	0,10	0,42	0,12	19,02
2	0,05	1,69	0,00	0,07	0,03	0,08	0,24	2,16
3	0,12	0,00	0,18	0,12	0,00	0,01	0,01	0,43
4	1,34	0,09	0,10	9,88	0,21	0,70	0,44	12,75
5	0,16	0,11	0,02	0,15	1,01	0,27	0,11	1,82
6	0,53	0,17	0,01	0,72	0,37	6,00	0,61	8,41
7	0,34	0,34	0,00	0,48	0,14	4,97	4,97	6,69

Şekil 5'de sunulan yığılmış sütun grafiği, ekolojik bağlantılılığın öneminin yıllara göre değişimini göstermektedir.



Şekil 5. Ekolojik bağlantılılık düzeyi öneminin yıllara göre değişimini gösteren yığılmış sütun grafiği.

Figure 5. Stacked bar chart showing the change in significance level of ecological connectivity over the years.

Bağlantılılık değerlerindeki marjinal farklılıklar nedeniyle standardizasyon, bir diğer ifadeyle logaritmik transformasyon yapılmıştır. Grafiğe göre ekolojik bağlantılılığı çok düşük ve orta düzeydeki yeşil alanların bağlantılılık önem seviyesi artmıştır. Bağlantılılığı düşük düzeydeki yeşil alanların, önem seviyesi yıllara göre görece olarak azalmıştır. Bağlantılılığı çok yüksek, yüksek ve düşük alanların önem seviyesinde önemli bir değişiklik olmamıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

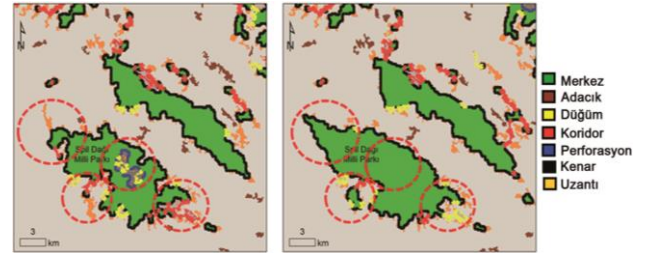
Habitat kaybını en aza indirmek, fragmentasyonu önlemek ve ekolojik bağlantılılığı güçlendirmek için mekânsal planlamacıların kullanımı kolay ve aynı zamanda güçlü planlama alternatif araçlarına ihtiyacı vardır (Almenar vd., 2019). Ekolojik değerlerin korunması ve dengeli kullanımının sağlanması için; koruma yöntemlerinin araştırılması, analiz edilmesi, planlanması ve plan kararlarının zaman içindeki uygulama süreçlerinin denetlenmesi, gerekli durumlarda müdahale edilebilmesi gerekmektedir. Bu aşamalarda, planlama kararlarını yönlendirecek altlık haritaların da kapsamlı bir şekilde üretilmesi gereklidir (Yüksek vd., 2020). Bu kapsamda, ekolojik bağlantılılık ünitelerindeki değişimlerin izlenmesi ve bağlantılılığın önemindeki değişimlerin koruma planlaması kapsamında değerlendirilmesi önemlidir.

Bu çalışmada incelenen yeşil alanların miktarı; 1990 yılında 5.524 km², 2000 yılında 5.485 km², 2018 yılında ise 5.369 km² olduğu belirlenmiştir. 1990 ve 2000 yılları arasında yeşil alan miktarı azalmış, 2018 ve 2000 yılları arasında ise yeşil alan miktarı artmıştır. Gülersoy, (2013), Manisa'da İzmir Orman Bölge Müdürlüğü'nün bitkilendirme çalışmalarının artmasına atıf yapmış ve ağaçlandırma çalışmalarında özellikle *Pinus pinea* L. gibi ekonomik getirisi yüksek ağaçların kullanıldığını belirtmiştir.

Yeşil alanların bağlantılılık düzeyi haritasına göre, mekânsal zamansal değişim sonucunda, yüksek düzeyde bağlantılılık sağlayan düğüm yamaları (*nodes*) düşük düzeyde bağlantı sağlayan yamalara dönüşmüştür. Buna ek olarak, ekolojik bağlantılılık sağlayan bağlantı ünitelerinin (*links*) önem düzeyi değişmiştir. Ekolojik bağlantılılığı çok düşük ve orta düzeydeki yeşil alanların önem düzeyinin artması, araştırma alanındaki bazı yeşil alanların parçalandığını ve bu nedenle oluşan yeni bağlantıların, önceki yıllardaki bağlantı seviyesine göre daha önemli olduğuna işaret etmektedir.

Korunan alanlarda zaman içinde yeşil alan miktarının, dolayısıyla merkez alanların artması, doğrudan bağlantılılığın arttığını göstermez. Bağlantılılığı net olarak yorumlamak için, merkezlerin koridorlar ve potansiyel koridorlar (uzantı) ile yorumlanması gerekir. Örneğin Şekil

6'da 2000 ve 2018 yıllarında Spil Dağı Milli Parkı'ndaki morfolojik mekânsal patern sınıfları sunulmuş, dört farklı daire içindeki değişimler incelenmiştir. İnceleme sonucunda, merkez alanlar artarken koridorlar ve uzantıların azaldığı görülmektedir. Bu durum, milli parkta ya da parkın yakın çevresinde çeşitli nedenlerden dolayı (orman yangını, yeni yol yapımı vb.) parçalanma (fragmentasyon) olduğunu göstermektedir. Bu araştırma, yeşil alanların parçalanmasının nedenlerine odaklanmamış, yalnızca mekânsal zamansal yapısal bağlantılılık değişimlerini analiz etmiştir.



Şekil 6. Spil Dağı Milli Parkı morfolojik mekânsal patern analizi sınıflarının değişimi.

Figure 6. Change in the morphological spatial pattern classes of the Spil Mountain National Park.

Pino & Marull, (2012) ve Dupras vd., (2016) tarafından vurgulandığı gibi; planlama alanında habitat koridorlarının belirlenmesi, kentsel faaliyetlerin doğal bağlantılara zarar vermesini önleyebilecek bir koruma stratejisi oluşturulmasına katkı sağlayacaktır. Bu aşamada, bölgedeki korunan alanları bir bütünlük içerisinde barındıran, batıda Yamanlar volkanı ve doğuda Spil Dağı ile şekillenen kütle, korunan alanlar ağının oluşturulması açısından bir bütün olarak ele alınmalıdır. Büyük bir peyzaj matrisi oluşturan bu dağlık alan batıdan doğuya doğru; Yamanlar Dağı Tabiat Parkı, İzmir Karagöl Tabiat Parkı, Süreyya Tabiat Parkı, Spil Dağı Milli Parkı ve Mesir Tabiat Parkı'ndan oluşan bir zincir şeklindedir. Manisa ve İzmir il sınırları içinde yer alan, ancak ekolojik açıdan birbirinin devamı niteliğinde olan bu alanlarda, bağlantılılık temelinde bir korunan alan yönetiminin benimsenmesi önerilmektedir (Gülçin & Yılmaz, 2020). Bu yaklaşım, araştırma alanına komşu olan İzmir metropolünün ve onu çevreleyen kırsal peyzajın sürdürülebilir yönetimine de katkı sağlayacaktır. Yürürlükte olan Mekânsal Planlar Yapım Yönetmeliği (CSB, 2014), havza bütününe dikkate alan ve korunan alanlar ağı tesis edecek nitelikte üst düzey planları öngörmektedir. Gerek mevzuat ve gerekse bu araştırmanın bulguları dikkate alındığında, ekolojik bağlantılılık ve ağ analizi kombinasyonundan oluşan bir peyzaj analizi ve değerlendirilmesinin mekânsal planlama sürecine entegre edilmesi önerilmektedir.

Manisa İl Çevre Durum Raporu incelendiğinde artan nüfus ve plansız kentleşme sebebiyle meydana gelen problemler ile bu araştırma sonucunda elde edilen sonucun paralellik gösterdiği görülmektedir (MV, 2020). İlde yapılan güncel çalışmalardan birisi, Gediz Havzası Eylem Planıdır. Gediz Havzası Eylem Planı kapsamında Manisa'da Eylem İlerleme ve Değerlendirme toplantıları

yapılmıştır. Eylem planı raporunda, ekolojik hedeflerin su kalitesi üzerinden tartışıldığı bölümler yer almış, ancak havza ölçeğinde herhangi bir ekolojik planın hazırlanmasının gündemde olmadığı görülmüştür. Ekolojik bağlantılığı yüksek ve restore edilebilirliği açısından kritik düzeyde önemli olan habitatları haritalamanın, peyzaj planlaması ve yönetiminde önemli derecede katkı sağlayacağı açıktır.

Bu araştırma, yeşil alanların yapısal bağlantılılığına odaklanmıştır. Habitatlara ilişkin arazi verisi olmadığı için fonksiyonel bağlantılılık değerlendirmeye alınmamıştır. Bundan sonraki araştırmalar, yeşil alanların bağlantılılığını daha kapsamlı olarak değerlendirmek için hem yapısal hem de fonksiyonel bağlantılılık modelini kullanabilir. Bu bağlamda, arazi gözlemlerine dayanan ve türlerin peyzajdaki hareketinin anlaşılmasını sağlayacak veri toplama yöntemlerinin benimsenmesi önerilmektedir.

Doğal peyzaj karakteri yüksek yeşil alanların sürdürülebilir planlaması ve yönetilmesi için, ekolojik bağlantılılık sağlayan habitat ünitelerindeki mekânsal zamansal değişimlerin güncel veriler ve yöntemler ile analiz edilmesi doğru ve etkin sonuçlara ulaşabilmek bakımından çok önemlidir. Tür-peyzaj etkileşimi göz önünde bulundurulduğunda, yeşil alanlardan oluşan merkezlerin yerel popülasyonların devamlılığını sağlaması gerektiği belirtilmiştir (Öner vd., 2015; Çavdar, 2016). Yeşil alanların sağladığı ekolojik bağlantılılık haritalarının analiz edilmesi, parçalanma seviyesi yüksek yeşil alanların koruma önceliklerinin belirlenmesinde fayda sağlayabilir.

Bu çalışmada, yeşil alanların ekolojik bağlantılılığının mekânsal zamansal değerlendirilmesine ilişkin bir dizi analiz yapılmış, sonuç olarak yeşil alanların bağlantılılığının azaldığı belirlenmiştir. Manisa'da özellikle bağlantılılık göstermeyen veya düşük bağlantıya sahip doğal peyzaj karakteri yüksek yeşil alanların korunması ve ekolojik fonksiyonların tekrar sağlanması için planlamaya yönelik stratejik adımların belirlenmesine ihtiyaç vardır. Yazar, bu çalışmada bulunan ekolojik bağlantı kaybının gelecekte hazırlanacak stratejik plana katkıda bulunduğuna inanmaktadır. Bu bağlamda, çevre politikacılarının ve arazi yöneticilerinin bu çalışmanın bulgularını kullanması ve bulguları yeni koruma eylemleri planlarına dâhil etmesi beklenmektedir.

TEŞEKKÜR

GuidosToolbox 2.9 yazılımının geliştiricisi Dr. Peter Vogt'a yeşil alanların mekânsal analizleri hakkında verdiği teknik destekten dolayı teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

Allaire, J.J., Gandrud, C., Russell, K. & Yetman, C.J. (2017). NetworkD3: D3 javascript network graphs from r. *R package version 0.4*.

Altan, Y., Aktaş, K. & Suveren, Y.M. (2017). Flora of beydere village (Manisa). *Bilge International*

Journal of Science and Technology Research, *1*(2), 143-154.

- Arı, Y. & Derinöz, B. (2011). How not to manage a wetland? The case of Lake Marmara (Manisa) with a cultural ecological perspective. *Turkish Journal of Geographical Sciences*, *9*(1), 41-60.
- Bargelt, L., Fortin, M.J. & Murray, D.L. (2020). Assessing connectivity and the contribution of private lands to protected area networks in the United States. *PloS One*, *15*(3), e0228946.
- Brodie, J.F., Paxton, M., Nagulendran, K., Balamurugan, G., Clements, G.R., Reynolds, G., Jain, A. & Hon, J. (2016). Connecting science, policy, and implementation for landscape-scale habitat connectivity. *Conservation Biology*, *30*(5), 950-961.
- Carlier, J. & Moran, J. (2019). Landscape typology and ecological connectivity assessment to inform Greenway design. *Science of the Total Environment*, *651*, 3241-3252.
- Chubaty, A.M., Galpern, P. & Doctolero, S.C. (2020). The r toolbox grainscape for modelling and visualizing landscape connectivity using spatially explicit networks. *Methods in Ecology and Evolution*, *11*(4), 591-595.
- Correa Ayram, C.A., Mendoza, M.E., Etter, A. & Salicrup, D.R.P. (2016). Habitat connectivity in biodiversity conservation: A review of recent studies and applications. *Progress in Physical Geography*, *40*(1), 7-37.
- Costanza, J.K. & Terando, A.J. (2019). Landscape connectivity planning for adaptation to future climate and land-use change. *Current Landscape Ecology Reports*, *4*(1), 1-13.
- CSB. (2014). *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı mekânsal planlama genel müdürlüğü mekânsal planlar yapım yönetmeliği*. Erişim tarihi: 20.04.2020, <https://mpgm.csb.gov.tr/plan-gosterimleri-i-4926>.
- Cuba, N. (2015). Research note: Sankey diagrams for visualizing land cover dynamics. *Landscape and Urban Planning*, *139*, 163-167.
- Cunha, N.S. & Magalhães, M.R. (2019). Methodology for mapping the national ecological network to mainland Portugal: A planning tool towards a green infrastructure. *Ecological Indicators*, *104*, 802-818.
- Cushman, S.A. & McGarigal, K. (2019). Metrics and models for quantifying ecological resilience at landscape scales. *Frontiers in Ecology and Evolution*, *7*, 440.
- Çavdar, B. (2016). *Orman alanlarının peyzaj mekânsal ve yapısal analizi: İzmir ili Nif Dağı*. Yüksek Lisans

- Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Bornova-İzmir, Türkiye, 70s.
- Daigle, R.M., Metaxas, A., Balbar, A.C., McGowan, J., Trembl, E.A., Kuempel, C.D., Possingham, H.P. & Beger, M. (2020).** Operationalizing ecological connectivity in spatial conservation planning with Marxan Connect. *Methods in Ecology and Evolution*, *11*(4), 570-579.
- De Montis, A., Caschili, S., Mulas, M., Modica, G., Ganciu, A., Bardi, A., Ledda, A., Dessena, L., Laudari, L. & Fichera, C.R. (2016).** Urban-rural ecological networks for landscape planning. *Land Use Policy*, *50*, 312-327.
- Desmet, P.G. (2018).** Using landscape fragmentation thresholds to determine ecological process targets in systematic conservation plans. *Biological Conservation*, *221*, 257-260.
- Doygun, H. (2009).** Effects of urban sprawl on agricultural land: a case study of Kahramanmaraş, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, *158*(1-4), 471.
- Dupras, J., Marull, J., Parcerisas, L., Coll, F., Gonzalez, A., Girard, M. & Tello, E. (2016).** The impacts of urban sprawl on ecological connectivity in the Montreal Metropolitan Region. *Environmental Science & Policy*, *58*, 61-73.
- Esbah, H., Cook, E.A., & Ewan, J. (2009).** Effects of increasing urbanization on the ecological integrity of open space preserves. *Environmental Management*, *43*(5), 846-862.
- García-Díaz, P., Anderson, D.P. & Lurgi, M. (2019).** Evaluating the effects of landscape structure on the recovery of an invasive vertebrate after population control. *Landscape Ecology*, *34*(3), 615-626.
- Garrido-Garduño, T., Téllez-Valdés, O., Manel, S. & Vázquez-Domínguez, E. (2016).** Role of habitat heterogeneity and landscape connectivity in shaping gene flow and spatial population structure of a dominant rodent species in a tropical dry forest. *Journal of Zoology*, *298*(4), 293-302.
- Gurrutxaga, M., Lozano, P.J. & del Barrio, G. (2010).** GIS-based approach for incorporating the connectivity of ecological networks into regional planning. *Journal for Nature Conservation*, *18*(4), 318-326.
- Gülçin, D. & Yılmaz, K.T. (2020).** Quantification of the Change in Ecological Connectivity Using a GIS-Based Model and Current Complexity Metrics. *International Journal of Geography and Geography Education*, *42*, 689-701.
- Gülersoy, A.E. (2013).** Farklı Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü/Kullanımında Meydana Gelen Değişimlerin İncelenmesi: Manisa Merkez İlçesi Örneği (1986-2010). *Electronic Turkish Studies*, *8*, 1915-1934.
- Hepcan, Ç.C. & Özkan, M.B. (2011).** Establishing ecological networks for habitat conservation in the case of Çeşme-Urula Peninsula, Turkey. *Environmental monitoring and assessment*, *174*(1-4), 157-170.
- Hepcan, Ş., Hepcan, Ç.C., Bouwma, I.M., Jongman, R.H. & Özkan, M.B. (2009).** Ecological networks as a new approach for nature conservation in Turkey: a case study of Izmir Province. *Landscape and Urban Planning*, *90*(3-4), 143-154.
- Hess, G.R. & Fischer, R.A. (2001).** Communicating clearly about conservation corridors. *Landscape and Urban Planning*, *55*(3), 195-208.
- Ignatieva, M., Stewart, G.H. & Meurk, C. (2011).** Planning and design of ecological networks in urban areas. *Landscape and Ecological Engineering*, *7*(1), 17-25.
- İşık-Gürsoy, D., Uğurlu, E. & Oldeland, J. (2016).** Plant communities, diversity and endemism of the Kula Volcano, Manisa, Turkey. *Plant Biosystems*, *150*(5), 1046-1055.
- Kindlmann, P. & Burel, F. (2008).** Connectivity measures: a review. *Landscape Ecology*, *23*(8), 879-890.
- Kocataş, A., Ergen, Z., Katağan, T., Koray, T., Büyükkışık, B., Mater, D., Özel, I., Uçal, O. & Önen, M. (1988).** Effects of pollution on benthic and pelagic ecosystems of the Izmir Bay (Turkey). MAP Technical Reports Series, *2*, 53-72.
- Koyuncu, O. & Sezer, O. (2019).** About The Floristic Diversity of Manisa/Turkey. *International Journal of Environmental Research and Technology*, *2*(3), 69-73.
- LaPoint, S., Balkenhol, N., Hale, J., Sadler, J. & van der Ree, R. (2015).** Ecological connectivity research in urban areas. *Functional Ecology*, *29*(7), 868-878.
- Liu, W., Hughes, A.C., Bai, Y., Li, Z., Mei, C. & Ma, Y. (2020a).** Using landscape connectivity tools to identify conservation priorities in forested areas and potential restoration priorities in rubber plantation in Xishuangbanna, Southwest China. *Landscape Ecology*, *35*(2), 389-402.
- Liu, Z., Xiu, C. & Ye, C. (2020b).** Improving Urban Resilience through Green Infrastructure: An Integrated Approach for Connectivity

- Conservation in the Central City of Shenyang, China. *Complexity*, **2020**, 1-15.
- Mallarach, J.M. & Marull, J. (2006).** Impact assessment of ecological connectivity at the regional level: recent developments in the Barcelona Metropolitan Area. *Impact Assessment and Project Appraisal*, **24**(2), 127-137.
- Martensen, A.C., Saura, S. & Fortin, M.J. (2017).** Spatio-temporal connectivity: assessing the amount of reachable habitat in dynamic landscapes. *Methods in Ecology and Evolution*, **8**(10), 1253-1264.
- Marulli, J. & Mallarach, J.M. (2005).** A GIS methodology for assessing ecological connectivity: application to the Barcelona Metropolitan Area. *Landscape and Urban Planning*, **71**(2-4), 243-262.
- McGarigal, K., Wan, H. Y., Zeller, K.A., Timm, B.C. & Cushman, S.A. (2016).** Multi-scale habitat selection modeling: a review and outlook. *Landscape Ecology*, **31**(6), 1161-1175.
- McRae, B.H., Hall, S.A., Beier, P. & Theobald, D.M. (2012).** Where to restore ecological connectivity? Detecting barriers and quantifying restoration benefits. *PloS One*, **7**(12), e52604.
- Meerow, S. & Newell, J.P. (2017).** Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, **159**, 62-75.
- Moilanen, A. & Hanski, I. (2001).** On the use of connectivity measures in spatial ecology. *Oikos*, **95**(1), 147-151.
- Mougiakou, E. & Photis, Y.N. (2014).** Urban green space network evaluation and planning: Optimizing accessibility based on connectivity and raster gis analysis. *European Journal of Geography*, **5**(4), 19-46.
- Moulds, S., Buytaert, W. & Mijic, A. (2015).** An open and extensible framework for spatially explicit land use change modelling: the lulcc R package. *Geoscientific Model Development*, **8**, 3215-3229.
- MV. (2020).** *Manisa Valiliği Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü Manisa İl Çevre Durum raporu.* Erişim tarihi: 13.01.2020, https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/man-sa_2018_-cdr_son_20191015130608.pdf.
- Ng, C.N., Xie, Y.J. & Yu, X.J. (2013).** Integrating landscape connectivity into the evaluation of ecosystem services for biodiversity conservation and its implications for landscape planning. *Applied Geography*, **42**, 1-12.
- Nor, A.N.M., Corstanje, R., Harris, J.A., Grafius, D.R. & Siriwardena, G.M. (2017).** Ecological connectivity networks in rapidly expanding cities. *Heliyon*, **3**(6), e00325.
- Nowosad, J. & Stepinski, T.F. (2019).** Information theory as a consistent framework for quantification and classification of landscape patterns. *Landscape Ecology*, **34**(9), 2091-2101.
- Oh, K., Lee, D. & Park, C. (2011).** Urban ecological network planning for sustainable landscape management. *Journal of Urban Technology*, **18**(4), 39-59.
- Ossola, A., Locke, D., Lin, B. & Minor, E. (2019).** Yards increase forest connectivity in urban landscapes. *Landscape Ecology*, **34**(12), 2935-2948.
- Öner, N., Bilgili, B.C., & Çorbacı, Ö.L. (2015).** Determination of potential natural oak sites for landscape design using GIS in Turkey. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, **16**(2), 783-794.
- Örücü, Ö.K., & Arslan, E.S. (2020).** Beyşehir Gölü ve Kızıldağ Milli Parkı Sınır Değişikliğinin Arazi Örtüsü ve Arazi Kullanımı Açısından Analizi. *International Journal of Geography and Geography Education*, **41**, 292-318.
- Park, S., Hepcan, Ç.C., Hepcan, Ş., & Cook, E.A. (2014).** Influence of urban form on landscape pattern and connectivity in metropolitan regions: a comparative case study of Phoenix, AZ, USA, and Izmir, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, **186**(10), 6301-6318.
- Pino, J. & Marull, J. (2012).** Ecological networks: are they enough for connectivity conservation? A case study in the Barcelona Metropolitan Region (NE Spain). *Land Use Policy*, **29**(3), 684-690.
- R (2020).** *R: A language and environment for statistical computing*, Erişim tarihi: 16.07.2020, <https://www.R-project.org>.
- Santos, M., Cagnolo, L., Roslin, T., Marrero, H.J. & Vázquez, D.P. (2019).** Landscape connectivity explains interaction network patterns at multiple scales. *Ecology*, **100**(11), e02883.
- Saura, S. & Pascual-Hortal, L. (2007).** A new habitat availability index to integrate connectivity in landscape conservation planning: comparison with existing indices and application to a case study. *Landscape and Urban Planning*, **83**(2-3), 91-103.
- Saura, S., Estreguil, C., Mouton, C. & Rodriguez-Freire, M. (2011).** Network analysis to assess landscape connectivity trends: application to European forests (1990–2000). *Ecological Indicators*, **11**(2), 407-416.
- Shi, F., Liu, S., An, Y., Sun, Y., Zhao, S., Liu, Y. & Li, M. (2020).** Spatio-Temporal Dynamics of

- Landscape Connectivity and Ecological Network Construction in Long Yangxia Basin at the Upper Yellow River. *Land*, **9**(8), 265.
- Soille, P. & Vogt, P. (2009).** Morphological segmentation of binary patterns. *Pattern Recognition Letters*, **30**(4), 456-459.
- Sutherland, C., Fuller, A.K. & Royle, J.A. (2015).** Modelling non-Euclidean movement and landscape connectivity in highly structured ecological networks. *Methods in Ecology and Evolution*, **6**(2), 169-177.
- Tarabon, S., Calvet, C., Delbar, V., Dutoit, T. & Isselin-Nondedeu, F. (2020).** Integrating a landscape connectivity approach into mitigation hierarchy planning by anticipating urban dynamics. *Landscape and Urban Planning*, **202**, 103871.
- Taylor, J., Paine, C. & FitzGibbon, J. (1995).** From greenbelt to greenways: four Canadian case studies. *Landscape and Urban Planning*, **33**(1-3), 47-64.
- Taylor, P.D., Fahrig, L., Henein, K. & Merriam, G. (1993).** Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, **68**(3), 571-573.
- TÜİK. (2019).** *Türkiye İstatistik Kurumu*. Erişim tarihi: 01.01.2020, http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1047.
- Tülek, B., & Atik, M. (2012).** Doğa Korumada Ekolojik Ağlar; Habitat Bağlantıları ve Antalya Düzlerçamı Yaban Hayatı Geliştirme Sahası Örneğinde İncelenmesi. *Turkish Journal of Scientific Reviews*, **6**(1), 01-06.
- Uroy, L., Ernoult, A. & Mony, C. (2019).** Effect of landscape connectivity on plant communities: a review of response patterns. *Landscape Ecology*, **34**(2), 203-225.
- Uuemaa, E., Antrop, M., Roosaare, J., Marja, R. & Mander, Ü. (2009).** Landscape metrics and indices: an overview of their use in landscape research. *Living Reviews in Landscape Research*, **3**(1), 1-28.
- Velázquez, J., Gutiérrez, J., García-Abril, A., Hernando, A., Aparicio, M. & Sánchez, B. (2019).** Structural connectivity as an indicator of species richness and landscape diversity in Castilla y León (Spain). *Forest Ecology and Management*, **432**, 286-297.
- Vogt, P. (2016).** GuidosToolbox (Graphical User Interface for the Description of image Objects and their Shapes). Digital image analysis software collection. Available at: <http://forest.jrc.ec.europa.eu/download/software/guidos>
- Vogt, P., Riitters, K.H., Estreguil, C., Kozak, J., Wade, T.G. & Wickham, J.D. (2007).** Mapping spatial patterns with morphological image processing. *Landscape Ecology*, **22**(2), 171-177.
- Wainwright, J., Turnbull, L., Ibrahim, T.G., Lexartza-Artza, I., Thornton, S.F. & Brazier, R.E. (2011).** Linking environmental regimes, space and time: Interpretations of structural and functional connectivity. *Geomorphology*, **126**(3-4), 387-404.
- Wu, L.Y., He, D.J., You, W.B., Ji, Z. R., Tan, Y. & Zhao, L.L. (2017).** The dynamics of landscape-scale ecological connectivity based on least-cost model in Dongshan Island, China. *Journal of Mountain Science*, **14**(2), 336-345.
- Yüksek, T., Özçelik, A.E., & Verep, B. (2020).** Fırtına Deresi Yağış Havzasının Bazı Havza Karakteristikleri ile Arazilerin Yükselti, Bakı, Eğim ve Kayaç Türlerine Göre Dağılımlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri İle Belirlenmesi. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, **5**(3), 439-449.
- Zhang, Z., Meerow, S., Newell, J.P. & Lindquist, M. (2019).** Enhancing landscape connectivity through multifunctional green infrastructure corridor modeling and design. *Urban Forestry & Urban Greening*, **38**, 305-317.
- Zwoliński, Z., Najwer, A. & Giardino, M. (2018).** Methods for assessing geodiversity. In: Reynard, E. & Brilha, J. (Eds.), *Geoheritage, 1st ed.*, 27-52p, Elsevier, Amsterdam, Netherlands.