

Araştırma Makalesi
(Research Article)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2020, 57 (1):119-128
DOI: [10.20289/zfdergi.619664](https://doi.org/10.20289/zfdergi.619664)

Birsen KESGİN ATAĞ^{1*}

¹Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat
Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Aydın

¹Orcid No: 0000-0003-4786-0801

*sorumlu yazar: birsenatak@adu.edu.tr

Anahtar Sözcükler:

Peyzaj metrikleri, parçalanma, habitat
izolasyonu, Landsat, alan kullanım/arazi
örtüsü.

Keywords:

Landscape metrics, fragmentation,
isolation of habitat, Landsat, land use/
land cover.

**Kentsel Peyzaj Yapısındaki Değişimlerin Peyzaj Metrikleri ile
Analizi, İzmir Örneği**

Analyzing Urban Landscape Structure Changes Using Landscape Metrics;
The Case of Izmir

Alınış (Received): 13.09.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 11.10.2019

ÖZ

Amaç: İzmir ilinde hızlı nüfus artışı ve yoğun kentleşme hareketinin görüldüğü merkez ilçelerinde, 1990 ve 2009 yılları arasındaki alan kullanım/arazi örtüsü (AKAÖ) değişimlerinin peyzaj yapısına etkilerinin peyzaj metrikleri ile analiz edilerek değerlendirilmesidir.

Materyal ve Metot: Çalışmada, araştırma alanındaki alan kullanım/arazi örtüsü haritaları 07.08.1990 ve 26.07.2009 yıllarına ait Landsat 5 TM uydu görüntülerine piksel tabanlı kontrollü sınıflandırma yöntemi uygulanarak elde edilmiştir. Peyzaj yapısındaki değişimin alan kullanım/arazi örtüsü sınıflarına göre değerlendirilmesinde 9 peyzaj metriği hesaplanmıştır.

Bulgular: Çalışma alanında, 1990 ve 2009 yılları arasında, kentsel peyzaj yapısındaki değişim incelendiğinde, yapay yüzeylerin ortalama yama büyüklüğü ve ağırlıklı ortalama yama büyüklüğü değeri artış göstermiştir. Bu artış PROX_AM, ENN_AM, MESH ve IJI değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde, yapay yüzeylerin peyzaj içinde genişleyerek büyüdüğü ve yamaların birbirine daha yakın konumlandığını göstermektedir. Bu genişlemeye bağlı olarak tarım alanları, yarı doğal alanlar ve açık alanlarda belirgin azalmalar olmuştur.

Sonuç: Araştırma sonucunda, kentsel gelişmeye bağlı olarak tarımsal alanların, açık alanların, yarı doğal alanların ve tuzlu bataklıkların yerleşim, sanayi, ulaşım gibi geçirimsiz alanlara dönüştürülmesinin, parçalanma, habitat yamalarının izolasyonu, açık alan ve doğal bitki örtüsü kaybı gibi çeşitli süreçlerle peyzajın yapısını değiştirdiği saptanmıştır.

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to evaluate and determine landscape structure depending on land use/land cover (LULC) changes between 1990 and 2009 in the central districts of Izmir province between 1990 and 2009 using landscape metrics.

Material and Methods: In this study, land use/land cover maps for study area were derived from two different time periods Landsat 5 TM (Thematic Mapper) acquired in August 07, 1990 and in July 26, 2009 using pixel based supervised classification method. Nine landscape metrics were calculated to evaluate change in landscape structure according to land use/land cover classes.

Results: In the study area, when the urban landscape structure change is examined between 1990 and 2009, it was observed that the average patch size and weighted average patch size of artificial surfaces are increased. When these values evaluated together with PROX_AM, ENN_AM, MESH and IJI values, shows that artificial surfaces expand and grow in the landscape and patches are located closer to each other. Depending on this expansion, there has been a significant decrease in agricultural areas, semi-natural areas and open areas.

Conclusion: As a result of this research, depending on urban development, the transformation of agricultural areas, open areas, semi-natural areas, salty marshes into impermeable areas such as settlement, industry, transportation, fragmentation, isolation of habitat patches and loss of open area and natural vegetation have changed the structure and function of the landscape. .

GİRİŞ

Peyzaj, doğal, kültürel ve sosyal faktörlere bağlı olarak sürekli değişmekte ve yeniden şekillenmektedir. Peyzajda farklı boyutlarda gözlenen değişikliklerin en önemli sebeplerinden birisi insan kaynaklıdır (Lindenmayer and Fischer, 2006; Vitousek et al., 1997; Erdoğan et al., 2014). Günümüzde nüfus artışı ve buna bağlı olarak kentsel alan kullanımlarındaki değişiklikler insan kaynaklı değişimlerin başında yer almaktadır. Özellikle kentsel alanlarda, nüfus artışına bağlı olarak artan sosyo-kültürel gereksinimlerle açık/yeşil alanların, tarım alanlarının inşaat sahalarına, sanayi alanlarına, ulaşım ağına ya da yapı alanlarına dönüşmesi yerelden küresel ölçeğe kadar pek çok önemli çevre sorunlarını da beraberinde getirmiştir. Buna bağlı olarak, en önemli çevresel problemler; orman alanlarının parçalanması, tahribi, habitat kaybı, tarım arazilerindeki kontrolsüz artış, doğal alanlardaki baskı, toprak verimliliğinin azalması, biyolojik çeşitliliğin azalması / yok edilmesi ve iklim değişiklikleridir (Mac et al., 1998; Bennett and Saunders, 2010; Alberti, 2005). Bu değişim ve dönüşümler sadece fiziksel boyutta kalmayıp peyzajın yapısı ve fonksiyonunda da önemli değişimlere sebep olmaktadır (Kesgin and Nurlu, 2009; Selman, 2010; Esbah et al., 2010; Ersoy et al., 2015). Dolayısıyla karar vericilerin ve karar mekanizmalarının desteklenmesi açısından, insan ve doğal unsurlar arasındaki etkileşimlerin ve buna bağlı olarak ortaya çıkan alan kullanım değişimlerinin neden ve sonuçlarının analizi peyzaj planlama açısından büyük önem taşımaktadır.

Peyzaj yapısı ve fonksiyonu arasındaki dinamik ilişkiler, birçok araştırmacı tarafından ortaya koyulmuştur. Bu ilişkilere; peyzaj parçalanmasının biyoçeşitlilik üzerindeki etkileri, habitat azalması ve kaybı ile artan habitat izolasyonunun yerli canlı türleri üzerindeki olumsuz etkileri verilebilir (Esbah et al., 2010; Lindenmayer and Fischer, 2013; Bennett and Saunders, 2010; Ersoy et al., 2018). Bu kapsamda, ekolojik süreçlerin de göz önünde bulundurulduğu, peyzaj yapı, fonksiyon ve değişiminin fraktal geometri temelinde açıklanmasına yönelik çok sayıda peyzaj metriği geliştirilmiştir (Herold et al., 2005; Turner et al., 1989; Leitão et al., 2006; Jeager, 2000). Geliştirilen bu metrikler, peyzaj yapısını ve fonksiyonunu sayısal olarak anlamaya yarayan ölçütlerdir. Peyzaj metrikleri, peyzaj düzeyinde, sınıf düzeyinde ölçülebilmektedir. Peyzaj yapısına ilişkin geliştirilen metrikler başlıca iki kategori altında toplanmaktadır. Bunlar; peyzaj bileşenlerinin mekansal ilişkilerine bakılmaksızın bunların varlıkları, miktarları ve çeşitliliği hakkında bilgi içeren peyzaj kompozisyon metrikleri ile peyzaj

dokusundaki çeşitlilik, alan tiplerinin peyzaj dokusu içindeki dağılım ve düzeninin belirlenmesinde kullanılan ve hesaplanmalarında mekansal verininde peyzaj konfigürasyon metrikleri'dir (Turner et al., 2001; Deniz et al., 2006).

Peyzaj metrikleri, AKAÖ yapsındaki değişimin neden ve sonuçlarının niceliksel olarak anlaşılmasına olanak sağlayarak peyzaj yönetim ve planlama yaklaşımlarına yeni bir boyut kazandırmıştır. Her türlü koruma amaçlı planlamaların hazırlanmasında gerekli önlemlerin alınması ve bu doğrultuda geleceğe yönelik stratejik planlar hazırlanması konusunda büyük öneme sahiptirler (Lee et al., 1999; Leitão and Ahern, 2002; Hepcan et al., 2012).

İzmir ili kentsel yerleşim merkezi, Türkiye'nin üçüncü büyük ili olup, ülke genelinde hızlı nüfus artışı ve yoğun kentleşme hareketinin görüldüğü yerleşim yerlerindedir. İzmir ili tarım, turizm ve sanayi gibi ekonomik faaliyet çeşitliliği, nüfus artışı ve yapılaşma nedeniyle AKAÖ'nün hızla değişme eğiliminde olduğu yerleşim birimleri arasındadır (Hepcan et al., 2015; Nurlu et al., 2015). Bu değişimin tarım ve orman arazileri ile su kütleleri gibi doğal ve yarı doğal ekosistemlere etkisinin belirlenmesi ve bu doğrultuda sürdürülebilir planlama önerileri geliştirilmesi büyük önem arz etmektedir.

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı da, İzmir ilinde meydana gelen alan kullanım/arazi örtüsü (AKAÖ) değişimlerinin ve kentsel peyzaj yapısının peyzaj metrikleri ile analiz edilmesi ve değerlendirilmesidir. Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. Çalışmanın ilk aşamasında, sınıf düzeyinde peyzaj metriklerinin analizi için gerekli AKAÖ haritaları hazırlanmıştır. İkinci aşamada ise 1990-2009 yılları arasında çalışma alanında AKAÖ'deki değişimler peyzaj metrikleri ile analiz edilerek peyzaj genelindeki parçalanma, baskınlık ve izolasyon durumuna ilişkin bilgiler yorumlanmıştır. Araştırma sonucunda da bu bulgular doğrultusunda peyzajın geneline yönelik sürdürülebilir planlama ve alan kullanım önerileri geliştirilmiştir.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı

Türkiye'nin üçüncü büyük kentinden biri olan İzmir, Türkiye'nin batı sahilinde yer almaktadır ve Ege Bölgesi'nin zengin ovaları ile çevrilidir. İzmir ili göller hariç 12.012 km² olup 30 ilçeye sahiptir (İZKA, 2008). Sosyo-ekonomik faaliyetlerin çeşitliliğine bağlı olarak ülke genelinde en yoğun nüfusa sahip en kalabalık şehirler arasında yer almaktadır. 1990 ve 2009 yılları arasında 2 milyondan fazla bir nüfus artışına bağlı

olarak İzmir ilinde 2009 yılı nüfus yoğunluğu 2.998,15 kişi / km2 olmuştur (TÜİK, 2009). Araştırma alanı, İzmir il sınırları içerisinde bulunan ve yoğun kentleşmenin yaşandığı Çiğli, Karşıyaka, Bayraklı, Konak, Balçova, Narlıdere, Güzelbahçe, Bornova, Buca, Gazimир ve Karabağlar olmak üzere 11 ilçeden oluşmaktadır (Şekil 1).

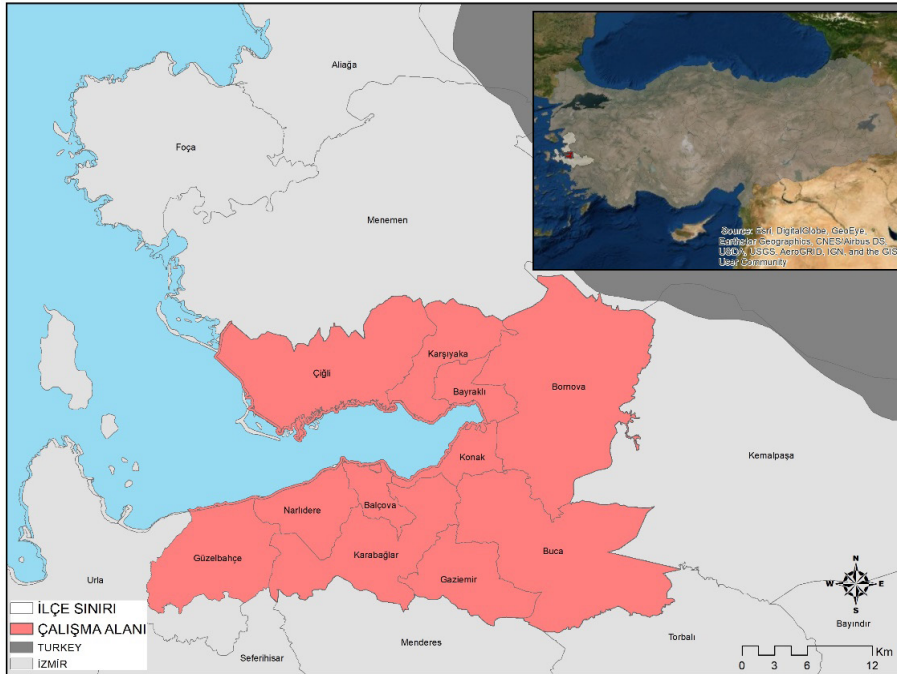
İzmir ili sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel değerlerinin yanı sıra doğal ve kültürel peyzaj değerleri ile de önemli bir yere sahiptir. Çalışma alanı, flora ve fauna bakımından biyolojik çeşitliliği yüksek çok zengin kıyı alanlarına ve deltalara sahiptir. Ülkemizin en önemli sulak alanlarından birisi olan Gediz Deltası da çalışma alanı sınırları içindedir. Ayrıca İzmir, birçok uygarlığın kesişme noktasında bulunması ile tarihi bir değere de sahip olup eski zamanlardan beri bölgenin en önemli liman kentlerinin başında yer almaktadır (IZKA,2008). Tüm bu doğal, tarihi ve kültürel peyzaj değerleri ve sosyo-ekonomik yapısına bağlı olarak günümüzde de en önemli çekim merkezlerinin başında yer alan çalışma alanı, nüfus artışı ve yapılaşma nedeniyle alan kullanımlarının hızla değişme eğiliminde olduğu yerleşim birimleri arasındadır. Dolayısı ile bu değişimin tarım ve orman arazileri gibi doğal ve yarı doğal ekosistemlere etkisinin belirlenmesi ve bu doğrultuda sürdürülebilir planlama önerileri geliştirilmesi büyük

önem arz etmektedir. Bu bağlamda bu araştırmanın amacı, İzmir ilinde meydana gelen AKAÖ değişimlerinin peyzaj metrikleri ile analiz edilerek bu değişimin peyzaj yapısı üzerine etkilerinin değerlendirilmesidir.

Araştırmada, İzmir ilinde AKAÖ sınıflarının haritalanmasında 30 m mekansal çözünürlüğe sahip 1990 (07.08.1990) ve 2009 (26.07.2009) yıllarına ait Landsat 5 TM (Thematic Mapper) uydu görüntülerinden faydalanılmıştır. Uydu görüntülerinin analiz edilerek ön hazırlığının yapılması ve sınıflandırılmasıyla 1990 ve 2009 yılına ait AKAÖ haritalarının hazırlanmasında ERDAS Imagine 8.7, ArcGIS 10.1 yazılımları, peyzaj metriklerinin hesaplanmasında, FRAGSTATS 4.2 yazılımı kullanılmıştır. Araştırma yönteminin aşamalarına ilişkin detaylar aşağıda açıklanmıştır:

Alan Kullanım/Arazi örtüsü (AKAÖ) Haritalarının Hazırlanması

AKAÖ haritalarının oluşturulmasında ilk olarak uydu görüntüleri görsel ve yansıma değerlerine göre analiz edilmiştir. Yansımaların tam karşılığını tespit edebilmek ve her bir sınıfa dair arazi örtüsü (vegetasyon türü, kaplama oranı, toprak yapısı vb.) ile ilgili bilgi edinmek amacı ile arazi çalışmaları yürütülmüştür. Alan kullanım tipleri CORINE arazi örtüsüne göre oluşturulmuştur (Çizelge 1).



Şekil 1. Çalışma alanı
Figure 1. Study area

Çizelge 1. Alan kullanımı/ arazi örtüsü sınıfları
Table 1. Land use/ land cover classes

| No | Alan Kullanımı/ Arazi örtüsü | Corine Sınıfları | Açıklama |
|----|---|------------------|--|
| 1 | Yapay yüzeyler (Kentsel alanlar) | 1,0 | Yerleşim, sanayi ve ticaret birimleri, fabrika binaları, yol ve diğer ulaşım alanları, maden atık toplama ve inşaat alanları, atık depolama alanları, açık maden ve taş ocakları |
| 2 | Tarım | 2,1 | Tarla tarımı (Pamuk, mısır, buğday vb) |
| 3 | Orman | 3,1 | İbrelili ve geniş yapraklı ormanlar ve karışık ormanlar |
| 4 | Yarı doğal alanlar: | 3,2 | Orman dışı doğal ve yarı doğal alanlar. |
| 5 | Açık alanlar | 3,3 | Daha çorak görüntülü, taşlık, otsu vejetasyonun bulunduğu alanlar, çıplak yüzeyler, bitki örtüsü az ya da hiç olmayan açık alanlar |
| 6 | Tuzlalar | 4.2.2 | Karasal su yüzeyleri, tuz tavaları |
| 7 | Tuzlu bataklık alanlar | 4.2.1 | Kıyıya yakın turbalıklar ve bataklıklar |
| 8 | Su yüzeyi | 5,0 | Deniz, göl, akarsu ve nehirler |

İlk olarak, uydu görüntülerine, görüntülerdeki netliği arttırmak ve atmosferden kaynaklanan hataları minimize etmek için atmosferik doğrulama ve görüntü zenginleştirme gibi ön hazırlık işlemleri uygulanmıştır. Daha sonra 1990 ve 2009 tarihine ait Landsat 5TM görüntülerinde her bir sınıfa ait örnekleme noktaları seçilerek piksel tabanlı kontrollü sınıflandırma işlemi uygulanmıştır. Landsat 5 TM verisi 30 m çözünürlüğe sahip olduğu için bazı alan kullanımlarının çizgisel özellikte olması (nehir, yol vb.) veya özellikle kentsel alanlar ve açık alanlar, taşlık alanlar gibi alan kullanım sınıflarının benzer özellik göstermesine bağlı olarak, alan kullanım sınıfları başarılı bir şekilde ayırt edilememiştir. Bu yüzden özellikle yerleşim alanları ve yollar ekran sayıllaştırması yöntemi ile sayıllaştırılarak AKAÖ haritasına eklenmiştir.

Herhangi bir uzaktan algılama verisinden bir arazi kullanım ve arazi haritası oluşturduktan sonra haritanın ne ölçüde gerçeği yansıttığını ve doğru bir şekilde sınıflandırıldığını belirlemek için "doğruluk değerlendirmesi" yapılması çok önemlidir (Congalton ve Green 1999). Bu çalışmada Landsat 5 TM uydu görüntüleri kullanılarak oluşturulan AKAÖ haritasının "Doğruluk Değerlendirmesi" için ERDAS Imagine 9.0 yazılımı kullanılmıştır. Her bir AKAÖ sınıfı için eşit sayıda örnekleme noktaları, rastgele örnekleme şeklinde alınarak değerlendirilmiştir. Her bir sınıf için yaklaşık 50 örnek noktası atanmıştır (Foody, 2002; Congalton ve Green, 1999). Buna göre, her sınıfa ait toplam 400 referans örnekleme noktası elde edilmiş, sınıflandırmadan elde edilen sınıfların örnekleri, sınıf

verilerini temsil eden referans örnekleme noktalarıyla karşılaştırılarak haritaların doğruluğu hesaplanmıştır.

Peyzaj metrikleri ile kentsel peyzaj yapısının değerlendirilmesi

Çalışma alanındaki AKAÖ değişiminin peyzaj yapısına etkileri peyzaj kompozisyon ve konfigürasyon metrikleri ile ortaya koyulmuştur. Belirlenen alan kullanım sınıflarında meydana gelen yapısal değişimle beraber genel kent peyzaj yapısında meydana gelen değişimi değerlendirebilmek için sınıf düzeyinde peyzaj metrikleri kullanılmıştır. Buna bağlı olarak AKAÖ değişiminin peyzaj yapısı üzerindeki etkileri ile ekolojik açıdan özellikle doğal öğelerin parçalanması ve birbirleri ile olan bağlantısı saptanmıştır. Bunun için 30 m çözünürlüğünde hazırlanan AKAÖ haritaları ile sınıf düzeyinde 9 peyzaj metriği hesaplanarak peyzaj yapısındaki değişimler değerlendirilmiştir (Çizelge 2).

ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Araştırmada 1990 ve 2009 yıllarına ait AKAÖ haritalarının sınıflandırılmasında CORINE Arazi Örtüsü sınıflandırması baz alınmıştır. CORINE'e göre 44 alt sınıf, Landsat uydu görüntüsündeki çözünürlüğün düşüklüğü (30 m) dikkate alınarak sekiz sınıf olarak ele alınmıştır (Çizelge 3).

AKAÖ haritalarının oluşturulmasında kullanılan kontrollü sınıflandırmanın doğruluk değerlendirilmesi sonucunda; referans verisi ile sınıflandırılmış veriler arasındaki doğruluk oranı belirlenmiştir. Sınıflandırma

Çizelge 2. İzmir ilinin kentsel peyzaj yapısındaki değişimlerinin analizinde kullanılan peyzaj metrikleri**Table 2.** Landscape metrics that are used in the analysis of urban landscape structure changes in Izmir province

| Sınıf Düzeyinde Peyzaj Metriği | Birim | Açıklama |
|---|-------|---|
| Sınıf alanı (class area-CA): | Ha | İlgili alan kullanım/arazi örtüsü sınıfına ait tüm yamaların toplamını ifade etmektedir. |
| Peyzaj yüzdesi (percent of landscape-PLAND): | % | Her bir yama tipinin peyzajda kapladığı alanın yüzde olarak ifadesidir. Baskınlık metriğidir. |
| Yama sayısı (number of patches-NP): | | Yama sayısı metapopülasyon sayısını belirleyen bir faktördür. Parçalanma metriğidir. |
| Ortalama yama büyüklüğü (AREA_MN): | Ha | Her bir sınıfa ait yamaların ortalama büyüklüğünü ifade etmektedir. Bu değer azaldığında incelenen sınıfta parçalanma artmış demektir. Parçalanma metriğidir. |
| Alan ağırlıklı ortalama yama büyüklüğü (AREA_AM): | Ha | Her bir sınıfa ait yamaların alan ağırlıklı ortalama yama büyüklüğünü ifade etmektedir. Parçalanma metriğidir. |
| Ortalama en yakın komşuluk mesafesi (mean nearest-neighbor distance- ENN_MN): | m | Aynı sınıfa ait yamaların birbirlerine en yakın mesafedeki komşuluklarını ölçmektedir. İzolasyon metriğidir. |
| Ortalama yakınlık indeksi (mean proximity index PROX_AM): | m | Sınıf düzeyinde izolasyon ve parçalanmanın derecesini ölçmektedir. Eğer yamalar arasındaki mesafe artarsa indeks değeri de artmaktadır. |
| .Bitişiklik-yakınlık indeksi (juxtaposition index-IJI): | | Her bir sınıfın peyzaj genelindeki düzenini göstermektedir. Bu metrik izolasyon ve parçalanma metriğidir. |
| Etkin ağ büyüklüğü (effective mesh size-MESH) | Ha | Her bir sınıfın parçalanma ve bağlantılılığını gösteren peyzaj metriğidir. |

Çizelge 3. İzmir ilinin peyzaj metrikleri ile analizinin sonuçları**Table 3.** The results of the analyses with landscape metrics in Izmir

| Sınıf düzeyi Peyzaj metrikleri | Tarih | AKAÖ Sınıfları | | | | | | | |
|-----------------------------------|-------|----------------|--------|---------|---------|---------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| CA | 1990 | 9285.0 | 4688.6 | 11998.7 | 26477.3 | 35006.3 | 2693.6 | 2294.0 | 3107.0 |
| | 2009 | 24695.1 | 3052.3 | 16490.6 | 23512.1 | 20518.0 | 2865.3 | 1402.4 | 3014.8 |
| PLAND | 1990 | 9.7 | 4.9 | 12.6 | 27.7 | 36.6 | 2.8 | 2.4 | 3.3 |
| | 2009 | 25.8 | 3.2 | 17.3 | 24.6 | 21.5 | 3.0 | 1.5 | 3.2 |
| NP | 1990 | 1433.0 | 2584.0 | 1085.0 | 3950.0 | 4900.0 | 33.0 | 712.0 | 43.0 |
| | 2009 | 1985.0 | 2550.0 | 2039.0 | 4467.0 | 5239.0 | 26.0 | 57.0 | 151.0 |
| AREA_MN | 1990 | 6.5 | 1.8 | 11.1 | 6.7 | 7.1 | 81.6 | 3.2 | 72.3 |
| | 2009 | 12.4 | 1.2 | 8.1 | 5.3 | 3.9 | 110.2 | 24.6 | 20.0 |
| AREA_AM | 1990 | 4015.5 | 307.1 | 519.6 | 1261.7 | 4693.7 | 2652.8 | 1473.8 | 659.2 |
| | 2009 | 11299.3 | 127.4 | 761.7 | 510.7 | 1308.2 | 2811.4 | 1087.8 | 684.8 |
| PROX_AM | 1990 | 4985.3 | 88.9 | 1192.9 | 777.9 | 5756.0 | 29.6 | 274.6 | 112.2 |
| | 2009 | 18365.6 | 20.3 | 1085.2 | 900.7 | 577.1 | 12.9 | 780.6 | 61.7 |
| ENN_AM | 1990 | 64.1 | 97.0 | 77.3 | 65.3 | 63.3 | 65.9 | 81.3 | 444.2 |
| | 2009 | 64.9 | 103.1 | 70.3 | 66.2 | 69.1 | 72.2 | 63.4 | 432.4 |
| IJI | 1990 | 30.6 | 46.9 | 49.6 | 36.7 | 68.0 | 58.5 | 78.2 | 83.2 |
| | 2009 | 65.4 | 64.0 | 61.5 | 34.7 | 58.8 | 52.8 | 60.2 | 85.3 |
| MESH | 1990 | 390.2 | 15.1 | 349.6 | 65.3 | 1719.6 | 74.8 | 35.4 | 21.4 |
| | 2009 | 2920.3 | 4.1 | 125.7 | 131.5 | 280.9 | 84.3 | 16.0 | 21.6 |

*1-Yapay Yüzeyler, 2- Tarım Alanları, 3- Ormanlar, 4- Yarı doğal alanlar, 5- Açık alanlar, 6- Tuzlalar, 7- Tuzlu Bataklık Alanlar, 8- Su Yüzeyleri

sonrası elde edilen AKAÖ haritalarının genel sınıflandırma doğruluğu 1990 ve 2009 için sırasıyla % 89,25 ve % 88,25 (kappa değeri sırası ile; 0,87, 0,86) arasındadır. Bu oran sınıflandırmanın ve dolayısı ile AKAÖ haritalarının kabul edilebilir düzeyde iyi olduğunun bir göstergesidir.

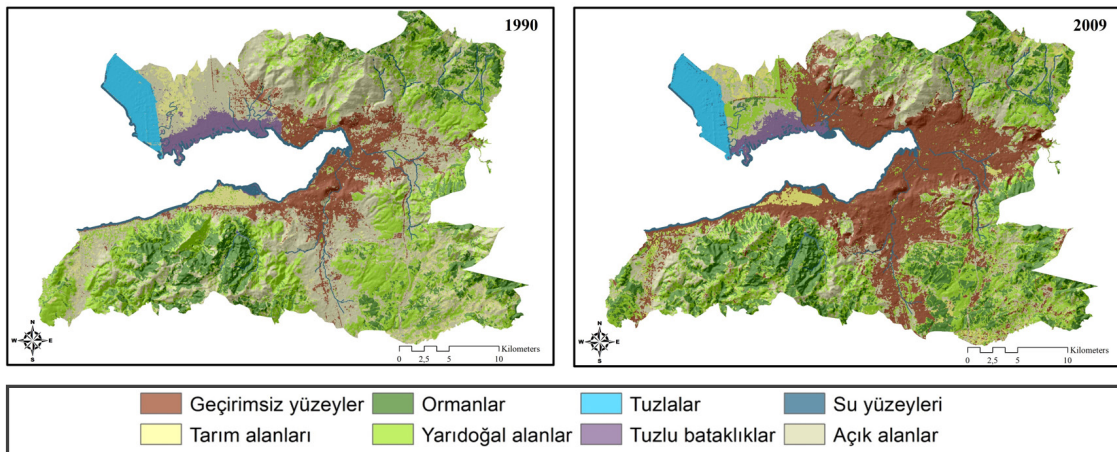
Hazırlan AKAÖ haritalarının, belirlenen sınıf düzeyinde peyzaj metrikleri ile analizi sonucunda elde edilen değerler incelendiğinde, 1990 yılında, araştırma alanında en fazla alana sahip alan kullanım/arazi örtüsü, sırası ile %36,63 ile açık alanlar, %27.7 ile yarı doğal alanlar ve % 12.6 ile ormanlar olarak belirlenmiştir. Bu oran 2009 yılında oldukça büyük değişimlere uğramıştır. 2009 yılında en yaygın alan kullanımı %25.8'lik oranla yapay yüzeyler sınıfında görülmektedir (Şekil 2, Çizelge 3). Çünkü 1990 yılında çok düşük bir alan kaplayan yapay yüzeyler sınıfının toplam alanı (CA) 2009 yılına kadar olan süreçte neredeyse 2.5 katına çıkarak 9285 ha dan 24695.1 ha genişliğine ulaşmıştır. Bu genişlemeye bağlı olarak tarım alanları, yarı doğal alanlar ve açık alanlarda belirgin azalmalar olmuştur (Çizelge 3).

Peyzaj genelinde 1990 yılında baskın olan açık alanların yama sayısı (NP) artmış, ortalama alan büyüklüğü (AREA_MN) ve ağırlıklı ortalama alan büyüklüğü (AREA_AM) ise oldukça azalmıştır. Bu değerler açık alanlardaki parçalanmayı göstermektedir. Bunun yanı sıra, 1990-2009 yılları arasında bu alanların PROX_AM değeri yaklaşık 10 kat azalmış (5756.0 den 577.1 e düşmüş), ENN_AM değeri artmış, MESH değeri ise azalmıştır (1719.6 den 280.9 a düşmüş) (Çizelge 3). Bu durum açık alanların şiddetli parçalanmaya

maruz kaldığını desteklemektedir. Açık alanlardaki IJI değerindeki azalma ise parçalanmanın yansira bazı alanlarda açık alanlara ait yamaların tamamıyla yok olduğunu ve peyzaj genelinde düzensiz bir yapıya kavuştuğunu göstermektedir.

1990-2009 yılları arasında yapay yüzeylerin toplam alanı ve yama sayısında ciddi bir artış söz konusudur. Bu dönemde yapay yüzeyler sınıfına ait yama sayısı incelendiğinde ise bu değer (NP) 1453'den 1985'e çıktığı görülmektedir. Bu sınıf için AREA_AM değerinde de bir artış söz konusudur (6.47'dan 12.44'a çıkmış). Ortalama yama büyüklüğü ve ağırlıklı ortalama yama büyüklüğündeki yüksek artış miktarı, PROX_AM, ENN_AM ve MESH değerleri ile birlikte değerlendirildiğinde, yapay yüzeylerin peyzaj içinde genişleyerek büyüdüğü ve yamaların birbirine daha yakın konumlandığını göstermektedir (Çizelge 3). Bunun anlamı ise kentsel alanlar, sanayi alanları gibi alan kullanımlarını içeren yapay yüzeylerin birbirine çok yakın fakat parçalı şekilde artarak yayıldığını göstermektedir. Aynı zamanda IJI değerindeki yaklaşık 2 kat artış (30.6'dan 65.4'e yükselmiş) oluşan yeni yamalarla birlikte yapay yüzeylerin peyzaj genelinde daha düzenli ve homojen bir şekilde yayıldığı görülmektedir (Çizelge 3).

1990 ve 2009 yıllarında ikinci hakim AKAÖ sınıfı olan yarı doğal alanların geçen bu süreçte toplam alanlarında bir azalma olmasına karşın, yama sayısında artış görülmüştür. AREA_MN ve AREA_AM değerleri ile birlikte yarı doğal alanların toplam alanı (CA) göz önünde bulundurulduğunda, bu alanların sadece bir kaçının çok büyük yamalardan oluştuğu ve çok sayıda



Şekil 2. Analizde kullanılan 1990 ve 2009 yılına ait AKAÖ haritası
Figure 2. Land use/land cover map of 1990 and 2009 used in the analyses

çok küçük yamalardan oluştuğu anlaşılmaktadır. Bununla, AREA_MN ve AREA_AM değerlerindeki azalma ise 1990 yılındaki bu birkaç büyük yamanın giderek parçalandığını ve alan kayıplarına uğradığını göstermektedir. Normalde PROX_AM ve MESH değerlerindeki artış parçalanmanın azaldığına işaret etmektedir. Fakat yarı doğal alanlardaki parçalanmaya rağmen bu değerlerin artışı ise 1990 yılında bulunan çok büyük yamaların parçalanması sonucu birbirlerine daha yakın mesafede konumlanmış birçok yamanın oluştuğunun bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir (Çizelge 3).

Çalışma alanında baskın olan bir diğer AKAÖ tipi ise ormanlardan oluşmaktadır. Bu dönem aralığında orman sınıflarındaki artış oldukça dikkat çekicidir. Orman alanları, 1990 yılında 11998.7 ha'lık bir alana yayılmışken 2009 yılında bu alan genişleyerek 16490.6 ha'lık bir alana yayılmıştır. Bu yıllar arasında ormanların ortalama yama büyüklüğünün azalmasına karşın toplam yama sayısı yaklaşık 2 kat artmıştır. PROX_AM ve MESH değerlerindeki azalma, alan ağırlıklı ortalama yama büyüklüğü ile birlikte değerlendirildiğinde bu durumda mevcut orman alanlarının bazı yamalarında genişlemelerin yanı sıra yeni ve daha küçük büyüklükte orman yamalarının oluştuğunu göstermektedir (Çizelge 3). Diğer yandan IJI değerlerindeki artış ise, mevcut orman yamalarına eklenen yeni yamalar ile birlikte, orman alanlarının çalışma alanı genelinde daha iyi dağılım gösterdiğini ifade etmektedir.

Yapay yüzeyler sınıfında yer alan kentsel dokunun artış gösterdiği çalışma alanında, tarım alanlarında bir azalma yaşanmış ancak bu azalma yama sayısında ciddi bir azalmaya sebep olmuştur. Tarım alanında AREA_MN ve AREA_AM değerlerindeki azalmalar tarım alanlarına ait büyük yamaların başka AKAÖ sınıfına dönüşmüş olabileceğini göstermektedir. PROX_AM ve MESH değerlerindeki azalma ile birlikte ENN_AM değerindeki artış, 2009 yılında tarım alanlarının birbirinden uzak ve izole bir şekilde konumlandığını göstermektedir (Çizelge 3).

Her iki tarihte de çalışma alanının yaklaşık %3 ünü kapsayan su yüzeylerinin toplam alanında büyük değişim gözlenmemiş olsa da, 2009 yılında artan su yüzeyi yama sayısı ile birlikte daha küçük yamalardan oluşan daha parçalı bir yapı sergilemeye başlamıştır. Çalışma alanında her iki tarihte toplam alanın yalnızca %5 kadarını oluşturan tuzlalar ve tuzlu bataklıkların yama sayısı 2009 yılında azalmıştır. Ancak tuzlu bataklıkların, tuzlalara göre daha parçalı bir yapıya sahip olduğu gözlemlenmiştir (Çizelge 3).

SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Yoğun yapılaşma baskısı altındaki kentsel alanların peyzaj yapısını peyzaj ekolojisi kapsamında değerlendirmek ve analiz etmek ekolojik süreçleri şekillendiren çevresel dinamikleri anlamak açısından büyük önem taşımaktadır. Bu dinamikleri anlamak ise ekosistem sağlığı ve biyoçeşitliliğin korunarak peyzaj yapısında ve fonksiyonunda meydana gelen bozulmaları minimize etmek için alınması gereken önlemlerin neler olması gerektiği konusunda yol gösterici olmaktadır. Bu bağlamda bu araştırma ile İzmir ilindeki AKAÖ değişimlerinin peyzaj yapısı üzerine etkileri belirlenen 9 metrik ile analiz edilerek, kentsel peyzaj dokusundaki değişim ve diğer AKAÖ sınıflarına etkisi belirlenmiştir. Araştırma sonucu beş temel süreç ile açıklanarak bu doğrultuda alınması gereken önlemler aşağıdaki gibi değerlendirilmiştir.

Bu araştırma sonucunda, 1990 ve 2009 yılları arasındaki araştırma alanının peyzaj yapısındaki değişimler incelendiğinde; en dikkat çekici değişimin yapay yüzeyler sınıfında (ağırlıklı olarak yerleşim alanları ve sanayi alanları) meydana geldiği ve bu alanların dikkate değer oranda arttığı belirlenmiştir. Bu mekansal genişleme, yapay yüzeylerin birbirine çok yakın fakat parçalı şekilde artarak kentsel alanlara yeni kentsel alanlar eklenerek yayıldığını ve bu alanların birleşerek daha büyük yamalar haline dönüşmeye başladığını göstermektedir. Bu genişlemeye bağlı olarak tarım alanları, yarı doğal alanlar ve açık alanlarda alansal olarak belirgin azalmalar olmuştur. Fakat metrik değerleri ile incelendiğinde bu alanlar arasındaki bağlantının zayıfladığı ve parçalanarak azaldığı gözlemlenmiştir. Bu durum aslında kentsel yerleşim yerlerinde açık ya da yeşil alanlar gibi nefes alacak alanların azaldığı ve hatta yok olduğu ve parçalandığı anlamına gelmektedir. Bu sorun sadece toplam alanın azalması ile ilişkili olmayıp, su kalitesinin ve hava kalitesinin düşmesi, atık problemi ve kentsel ısı adası etkisinin artması gibi sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda kişi başına düşen açık ve yeşil alan miktarının arttırılmasına yönelik yasal ve yönetsel çalışmalar yapılmalıdır. Ayrıca yoğun yerleşim ve sanayi, ticaret alanlarında yeşil çatılar ve yeşil duvarlar gibi nefes alan geçirgen yüzeyler oluşturulmasına yönelik yeşil altyapı planlarının hazırlanması büyük önem taşımaktadır.

Araştırmada bir diğer dikkat çekici sonuç ise orman sınıfında gözlenmiştir. 1990-2009 yılları arasında ormanlar beklenilen aksine bir artış göstermiştir. Özellikle bu genişlemenin bir kısmının çalışma alanının güney batısında (Balçova - Narlıdere) ve önemli bir kısmı ise çalışma alanının güney doğu yönlerinde

(Buca- Gaziemir ilçe sınır bölgesinde) olduğu belirlenmiştir (Şekil 2). Bu genişlemenin sebebi yapılan ağaçlandırma ve erozyon kontrolü çalışmalarının yansırı bozuk ormanlarda yapılan ağaçlandırma ve iyileştirme çalışmalara bağlı olduğu düşünülmektedir. Diğer yandan 1990 yılından 2009 yılında kadar olan süreçte her ne kadar orman alanları alansal olarak artsa da, yama sayısındaki artış ve diğer metrikler ile beraber değerlendirildiğinde bu artışın parçalı ve alanın geneline yayılma şeklinde olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, orman alanları 2009 yılında daha parçalı bir yapı sergileseler de, yeni orman oluşumlarının "Adım Taşı" (Stepping Stones) olarak biyoçeşitliliğin desteklenmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Yarı doğal alanlarındaki değerler incelendiğinde yama sayısı artmış ve mekansal bağlantılılığı azalmıştır. Diğer yandan, parçalı bir yapı sergileyen tarım ve açık alanlar mekansal bağlantılılık bakımından düşük bir yapı ile karakterize olmaktadır. Bu nedenle, ileriye yönelik yapılacak olan planlama çalışmalarında bu alanların mümkün olduğunca korunarak, aralarındaki bağlantının kuvvetlendirilmesi (ekolojik koridorlar, ağaçlandırma çalışmaları vb) yönünde alternatif çözüm önerileri geliştirilmesi gerekmektedir. Özellikle flora ve fauna bakımından zengin olan yarı doğal alanlar, ormanlar ve diğer sulak alanlar gibi doğal oluşumları birbirine bağlayan bir köprü niteliğinde değerlendirilmelidir.

Çalışma alanının sınırları içinde yer alan Çiğli ilçesi, Gediz Deltası gibi çok değerli bir sulak alan ekosisteme sahip olması yönüyle diğer ilçelerden ayrılmaktadır. Ancak zaman içerisinde bu bölgede yer alan sulak alanlar üzerinde yapılaşmış alanların artışı, sanayinin gelişimi, ulaşım ağları, Çiğli'nin su ve sulak alan ekosisteminde parçalanma ve bölünmeye sebep olarak bu ekosistemi tehlikeye sokmaktadır. Aynı zamanda bu bölgede yer alan tarım alanları da kentsel gelişime bağlı yapılaşma sorunu nedeniyle azalmış ve parçalanmıştır. Tarım alanlarının azalması ise aynı zamanda biyoçeşitliliği destekleme, arttırma ve koruma açısından yüksek potansiyel taşıyan tarla sınırlarının ve yol kenarlarında yer alan vejetasyon koridorlarının da yok olması anlamına gelmektedir ([Lookingbill ve ark., 2010](#)). Bu açıdan bakıldığında özellikle kentsel alan ve sanayi alanları ile çevrelenmiş İzmir ili Çiğli ilçesinde yer alan tarım alanlarının ekosistemin bir parçası olarak ele alınıp, bir ekolojik koridor gibi düşünülerek planlanması,

korunması ve ona uygun tarımsal uygulamalar gerçekleştirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Günümüzde gelişen ülkelerdeki en önemli sorunlardan birisi kentlerde çeper saçaklanmasıdır. Bu sorun kentin dışında kalan ama kırsal alan özellikleri taşımayan bölgelerin kontrol dışı arazi devir ve yapılaşma süreçlerine işaret etmektedir. İzmir Kalkınma Ajansı, İzmir Bölgesi (TR31) Mevcut Durum Raporunda da (2008) belirtildiği gibi İzmir merkezi de konut, sanayi, depolama ve turizm amaçlı yapılaşmaların konu olduğu çeper saçaklanma sürecini yaşamaktadır. Yine aynı raporda belirtildiği gibi özellikle 5216 sayılı Büyükşehir Belediyesi Yasası'yla, ilçe belediyeleri kendi bünyelerinde imar düzenleme yetkilerini kullanmış ve kentsel bölgede parçalı bir imar deseni oluşmuştur ([UZKA, 2008](#)). Bu durum kentsel gelişim planlamasında bütüncül yaklaşımın göz ardı edildiğinin önemli bir göstergesidir. Bu araştırmadan elde edilen sonuç ise kent çeperindeki saçaklanma sorununu somut olarak ortaya koymaktadır. Dolayısı ile kentin planlama sürecinde tüm yerel yönetimlerin bir araya gelerek bütüncül bir planlama yaklaşımı ortaya koyması gerekmektedir.

Bu araştırmada ayrıca kentsel peyzaj yapısını analiz etmede peyzaj metriklerinin genel potansiyeli de değerlendirilmiştir. Kentsel peyzaj yapısındaki değişim analizinde klasik alan bazlı değişim analizlerinin peyzajın karmaşık yapısını analiz etmede yetersiz olduğu sonucuna varılmıştır. Çünkü alansal olarak herhangi bir alan kullanımı artmış olsa dahi bu artışın peyzaj genelinde nasıl konumlandığı, parçalı mı, yoksa izole bir yapıda mı arttığı ölçülmesi de ileriye yönelik daha rasyonel çıkarımlar yapılması ve planlama kararları alınmasında büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda araştırma alanındaki peyzaj yapısındaki değişimler, birden fazla sayıda peyzaj metrikleri ile birlikte değerlendirildiğinde, bu değişimlerin ve etkilerinin daha kapsamlı yorumlanması ve öneriler geliştirilmesine olanak sağladığı gözlemlenmiştir.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmada kullanılan AKAÖ verileri COST Aksiyonu TU0902 kapsamında **Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu** (TÜBİTAK) tarafından desteklenen projeden elde edilmiştir. Proje numarası: CAYDAG 109Y210.

KAYNAKLAR

- Alberti, M. 2005. The effects of urban patterns on ecosystem function. *International regional science review*, 28(2), 168-192.
- Bennett, A.F. and Saunders, D.A. 2010. Habitat fragmentation and landscape change. *Conservation biology for all*, 93: 1544-1550.
- Congalton, R.G. and Green, K. 2008. Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. CRC press.
- Deniz, B., Küçükerbaş, E.V. ve Tunçay, H.E. 2006. Peyzaj Ekolojisine Genel Bakış. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 3(2), 5-18.
- DiBari, J.N. 2007. Evaluation of five landscape-level metrics for measuring the effects of urbanization on landscape structure: the case of Tucson, Arizona, USA. *Landscape and Urban Planning*, 79(3-4), 308-313.
- Dramstad, W., Olson, J.D. and Forman, R.T. 1996. *Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning*. Island Press.
- Erdogan, N., Kesgin Atak, B. and Nurlu, E. 2014. *Modeling of Land Use Dynamics: Case Studies on Urban Growth in Turkey, Urban and Urbanization*. St. Kliment Ohridski University Press, Sofia, Bulgaria, ISBN: 978-954-07-3772-0.
- Ersoy, E., Jorgensen, A. and Warren, P.H. 2015. Measuring the spatial structure of urban land uses. The case of Sheffield, UK. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 16(1), 393-401.
- Ersoy, E., Jorgensen, A. and Warren, P.H. 2018. Identifying multispecies connectivity corridors and the spatial pattern of the landscape. *Urban Forestry & Urban Greening*.
- Esbah, H., Kara, B., Deniz, B. and Kesgin, B. 2010. Changing land cover characteristics of a developing coastal town: a case study of Didim, Turkey. *Journal of Coastal Research*, 274-282.
- Foody, G.M. 2002. Status of Land Cover Classification Accuracy Assessment, *Remote Sensing of Environment*, 80, 1, 185-201.
- Forman, R.T.T. and Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. New York: John Wiley and Sons.
- Forman, R.T.T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.
- Hepcan, S., Hepcan, C.C., Kilicaslan, C., Ozkan, M.B. and Kocan, N. 2012. Analyzing landscape change and urban sprawl in a Mediterranean coastal landscape: a case study from İzmir, Turkey. *Journal of Coastal Research*, 29(2), 301-310.
- Hepcan, Ç. C., Özeren, M., Hepcan, Ş. and Özkan, M. 2015. İzmir İli Metropol Kıyı İlçelerinin Peyzaj Yapı Analizi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 52(3), 353-362.
- Herold, M., Couclelis, H. and Clarke, K.C. 2005. The role of spatial metrics in the analysis and modeling of urban land use change. *Computers, environment and urban systems*, 29(4), 369-399.
- İBB, İzmir Büyükşehir Belediyesi. 2019. [Online]. Available: <https://www.izmir.bel.tr/YurutulenProjeler/134/67>. Erişim: Şubat, 2019.
- İZKA - İzmir Kalkınma Ajansı, 2008. İzmir Bölgesi (TR31) Mevcut Durum Raporu. Planlama, Programlama ve Koordinasyon Birimi, Arkadaş Matbaası, İzmir, sayfa: 436.
- Jaeger, J.A.G. 2000. Landscape Division, Splitting Index and Effective Mesh Size: New Measures of Landscape Fragmentation. *Landscape Ecology*, 15, 2, 155-130
- Kesgin, B. and Nurlu, E. 2009. Land cover changes on the coastal zone of Candarli Bay, Turkey using remotely sensed data. *Environmental monitoring and assessment*, 157(1-4), 89-96.
- Lee, J.T., Elton, M.J. and Thompson, S. 1999. The role of GIS in landscape assessment: using land-use-based criteria for an area of the Chiltern Hills Area of Outstanding Natural Beauty. *Landscape Ecology* 1999;16:23-32
- Leitao, A.B. and Ahern, J. 2002. Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning. *Landscape and Urban Planning*;59: 65-93
- Leitão, A.B., Miller, J., Ahern, J. and Mcgarigal, K. 2006. *Measuring landscapes: A planner's handbook*. Island Press.
- Lindenmayer, D.B. and Fischer, J. 2013. *Habitat fragmentation and landscape change: an ecological and conservation synthesis*. Island Press.
- Lookingbill, T.R., Elmore, A.J., Engelhardt, K.A., Churchill, J.B., Gates, J.E. and Johnson, J.B. 2010. Influence of wetland networks on bat activity in mixed-use landscapes. *Biological Conservation*, 143(4):974-983.
- Mac, M.J., Opler, P.A., Haecker, C.P. and Doran, P.D. 1998. Status and trends of the nation's biological resources. United States Department of the Interior, United States Geological Survey, Reston, Virginia, 2, 437-964.
- Nurlu, E., Erdem, E., Doygun, H. ve Oğuz, H. 2013. Entegre Değerlendirme Yöntemleri Kullanılarak İzmir Kenti İçin Sürdürülebilir Alan Kullanım Önerileri Geliştirilmesi. COST Action TU0902, TUBITAK Araştırma Projesi Raporu.
- Nurlu, E., Kesgin Atak, B. and Barut, I. 2015. Analyzing the Degree of Landscape Fragmentation in İzmir, Turkey from 1984 to 2009. *Environment and Ecology at the Beginning of 21st Century*, Chapter: 39, Publisher: St. Kliment Ohridski University Press, Editors: Recep Efe, Carmen Bizzarri, İsa Cürebal, Gulnara N. Nyusupova, pp.545-555. ISBN 978-954-07-3999-1
- Selman, P. 2010. Centenary paper: Landscape planning-preservation, conservation and sustainable development. *Town planning review*, 81(4), 381-406.
- TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu. 2009. *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*. Yayın No: 3649, Ankara, ISBN 978-975-19-5276-9, s66.
- Turner, M.G. and Gardner, R.H. 1991. *Quantitative methods in landscape ecology* (p. 536). New York, NY: Springer Verlag
- Turner, M.G. 1989. *Landscape Ecology: The Effect of Pattern on Process*. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 20 (1989). p. 171-197.
- Turner, M.G., Gardner, R.H. and O'Neill, R.V. 2001. *Landscape ecology in theory and practice: pattern and process*. New York: Springer-Verlag.
- Vitousek, P.M., Mooney, H.A., Lubchenco, J. and Melillo, J.M. 1997. Human domination of Earth's ecosystems. *Science*, 277(5325), 494-499.