



Ekoloji

15, 60, 24-36
2006

Peyzaj Patern Metrikleriyle Balıkesir Ovası ve Yakınında Habitat Parçalılığında ve Kalitesinde Meydana Gelen Değişim (1975-2000)

Şermin TAĞIL

Balıkesir Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi,
Coğrafya Bölümü, **BALIKESİR**

Özet

Bu çalışmada, Kuzeybatı Anadolu'da yer alan, Balıkesir Ovası ve yakın çevresinde arazi kullanımı/arazi örtüsünde (AKAÖ) ve peyzaj paterninde meydana gelen değişimin; habitat parçalılığının ve habitat kalitesinin ortaya konması amaçlanmıştır. Çalışma alanı, bitki örtüsü ve biyokütle üretkenliği bakımından farklı habitatlara sahiptir fakat insanın etkisiyle ekosistem ve/veya habitat değişimleri meydana gelmektedir. Analizler, bu değişimin çalılıklardan otlaklara ve çıplaklaşmaya doğru olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmanın ana sonuçları, peyzaja hâkim olan habitatlarda parçalılığın ve kayıpların arttığı, özellikle çalılık-fundalıklar ile otlaklara ait habitatların kalitesinde bozulma meydana geldiği ve biyokütle üretkenliğinin çalılık üretkenliğinden daha düşük üretkenliğe sahip olan otlak ve açık alanlara doğru değiştiğidir.

Anahtar Kelimeler: Balıkesir Ovası, habitat parçalılığı, patern metrikleri, peyzaj ekolojisi, uzaktan algılama.

Change of Habitat Fragmentation and Quality in the Balıkesir Plain and its Surroundings With Landscape Pattern Metrics (1975-2000)

Abstract

The aim of this study is to identify the change of landuse/landcover (LULC) landscape patterns, qualify habitat fragmentation, degradation and habitat quality in the Balıkesir plain and its surroundings in the NW part of Anatolia. The study area has different habitats in terms of vegetation cover and biomass productivity. However, the human-induced effects have caused the ecosystem and/or habitat to change. Analysis shows that this change occurred from the bush community to the meadow and bare lands. Main conclusions of the study are that human-induced habitat loss and fragmentation of dominant habitats were increased, especially quality of brush and shrub rangeland and that herbaceous rangeland habitats decreased and deteriorated, and during the study period, the biomass productivity has decreased from bush productivity to the low productivity habitat characterized by meadow and bare land.

Keywords: Balıkesir Plain, habitat fragmentation, landscape ecology, pattern metrics, remote sensing.

GİRİŞ

Yeryüzünde insan aktiviteleri ve doğal felaketler nedeniyle arazi kullanımı/arazi örtüsü (AKAÖ) hızla değişmektedir. İlk olarak 1864'lerde Marsh (1864) peyzaj üzerinde insan aktivitesinin yok edici etkisini fark etmiştir. Daha yakın dönemde, Thomas (1956) geçen son üç yüzyılda en çarpıcı küresel değişikliğin insanın arazi örtüsü üzerine etkisi olduğunu ileri sürmüştür. Günümüzde insanlar, AKAÖ'deki değişimin bir sonucu olarak sel-heyelan olaylarından ve ormansızlaştırmadan ötürü birçok problem yaşamaktadır.

Arazi kullanımı, arazi örtüsünü; arazi örtüsündeki değişim de arazi kullanımını etkilemektedir. Tabî ki bütün arazi kullanımlarının arazi örtüsünü

olumsuz yönde etkilediği söylenilemez. Ancak farklı sosyal nedenlerle peyzaj paternindeki değişim, başta biyolojik zenginlik olmak üzere su ve radyasyon bilançosunu etkilemekte; bunların da sonucunda iklimsel değişimlere neden olan arazi örtüsünde değişiklikler ortaya çıkmaktadır (Riebsame ve ark. 1994). Daha uygun küresel arazi kullanımı yaratmak için detaylı ekolojik çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu kapsamda özellikle sağlıklı bir çevrenin göstergesi olan biyolojik çeşitlilikte meydana gelen kayıplar yeni peyzaj yönetim çalışmalarının yapılma gerekliliğini ortaya koymaktadır. Çünkü biyolojik çeşitlilik, sürdürülebilir kalkınmanın önemli parametrelerinden biridir. Bu bağlamda ünite mozaığının bir bütünü olan peyzaj

ekolojisi, 1980'lerin ilk başlarından beri yeni bir disiplin olarak ortaya çıkmıştır.

Terim olarak Peyzaj Ekolojisi (Landscape Ecology), 1930'ların sonunda bir Alman biyocoğrafyacı olan Carl Troll tarafından türetilmiştir (Jensen 2000, Bastian 2001). Peyzaj ekolojisi; biyosfer, doğa ve toplulukların birbiri üzerine etkisinin sonuçları olan peyzaj strüktürü, işleyişi ve değişimini içeren ekolojik süreçler ile özel paternin dağılımının birbiriyle etkileşimini inceleyen disiplinler arası bir bilim olarak tanımlanmaktadır (Naveh ve Lieberman 1984, Forman 1995, Soini 2001). Peyzaj ekolojisi, kaynağını geleneksel kartografya ve coğrafyadan almıştır (McGarigal ve Cushman 2005). Peyzaj ekolojisinde coğrafi bilginin sayısal ifade edilmesi, meydana aşırı derece dinamik, bilimsel ve çok disiplinli bir bütün meydana getirmiştir (Haines-Young ve ark. 1993). Peyzaj ekolojisi mekânsal boyutu dikkate alan ekoloji ve coğrafya bilimleri arasında bir geçiş disiplini (Naveh 1991) olarak da tanımlanabilir.

Peyzaj ekolojisinin temel prensibini, peyzaj parçalılığındaki değişimin nicel olarak ifade edilmesi oluşturmaktadır (Coppedge ve ark. 2001). Amacıysa zamansal ve alansal heterojenitenin nerede ve ne zaman olduğunu; bu heterojenitenin ortam şartlarını nasıl etkilediğini ortaya koymaktır (Turner 1989).

Günümüz peyzaj dokusunun doğal süreçler ile insan aktivitelerinin birbiri üzerine etkisinin bir sonucu olduğu kabul edilmektedir (Forman 1995). İnsanoğlunun nüfus artışı nedeniyle habitatlar üzerine etkisi artmakta ve bu nedenle doğaya uyumu olmayan özel arazi kullanımları ortaya çıkarmaktadır. Bunun sonucu olarak habitatlar ya değişmekte ve parçalılıkları artmakta ya da yok olmaktadır. Ekosistem degradasyonu (Habitat fragmentation), devamlılık gösteren habitatların küçük parçalara bölünmesi, orijinal habitat özelliklerinin kaybolması ve ünitelerin izolasyonunda artış olarak tanımlanmaktadır (Andrén 1994, Primack 1998). Peyzajın parçalanması ve birçok adalardan oluşması ilk başta problem olarak görülmemeyebilir. Ancak bu parçalılık birçok problemin nedeni olabilmektedir. Şöyle ki habitatlardaki alansal daralma biyolojik zenginlikte kayıplara neden olabilmektedir. Aynı zamanda habitatlarda parçalılığın artması, sağlıklı olduğu kabul edilen, kenar habitatları ortaya çıkarmaktadır. Habitat parçalılığı, özellikle odunsu türlerin hakim olduğu peyzajlarda yerli türlerin

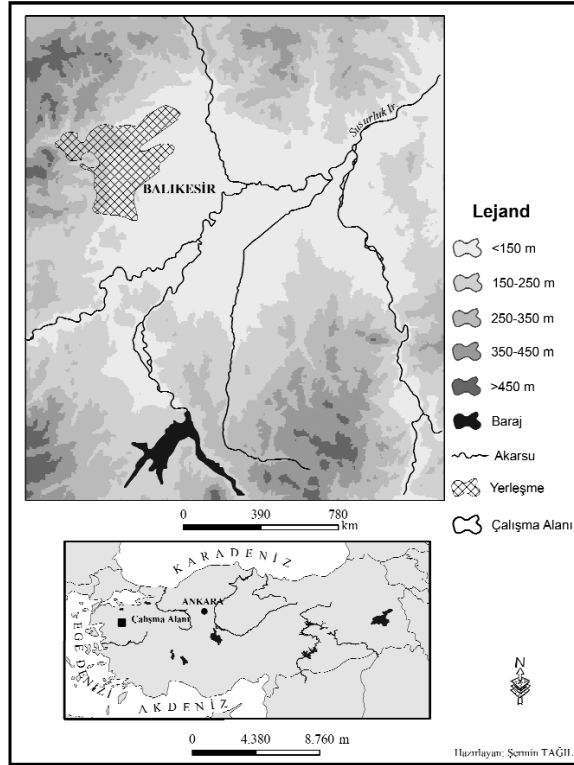
kayboluşuna neden olan ve nesillerinin tükenmesine yol açan en önemli faktördür (Wilcox ve Murphy 1985). Parçalılığın artmasına bağlı olarak bazı habitatlar arasında gerçekleşen doğal yer değiştirme de zorlaşmaktadır (Wilcove 1987). Tabii ki sadece odunsu türlerin hâkim olduğu peyzajlar değil otsu türlerin hâkim olduğu alanlarda da artan parçalılık, bazı otsu toplulukların yok olma tehlikesiyle karşı karşıya kalmasına neden olmaktadır (Coppedge ve ark. 2001). Küçük parçalara bölünmüş habitatlar, az oranda faunayı barındırmakta ve bu az oranda fauna da daha fazla nesli tükenme tehlikesi altında kalmaktadır. Kısaca parçalılığının insanoğlu tarafından artırılması ve mekânsal üstünlük kurma isteği, yaşam için faydalı olan birçok türün yok olmasına ve doğal dengenin bozulmasına neden olmakta; sürdürülebilir kullanımı önlemektedir.

Günümüzde, AKAÖ ve peyzaj parçalılığıyla ilgili çalışmalar, Coğrafi Bilgi Sistemlerinde Uzaktan Algılama (UA) verileri kullanılarak yapılmaktadır (Vogelmann 1995). Coğrafi Bilgi Sistemlerinde ve UA tekniklerinde meydana gelen gelişmeler peyzaj ekolojisinde analizlerin yapılabilmesi için farklı olanaklar ortaya koymaktadır. Bu teknikler sayesinde geçmişten günümüze olan değişim, daha objektif olarak ortaya konulabilmekte; peyzaj değişimi, farklı göstergeler kullanılarak sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Sayısal olarak ifade edilen değişim, habitat kalitelerinde meydana gelen değişimin şiddetini daha sağlıklı ortaya koymaktadır.

Çalışma Alanı

Çalışma alanı, hızlı kentleşme sürecinde olan ve aynı zamanda Marmara Bölgesi'nin önemli tarım arazilerinden olan Balıkesir Ovası ve yakın çevresini kapsamaktadır (Şekil 1). Çalışma alanı yaklaşık olarak 39° 26' N-39° 44' N enlemleri ile 27° 49' E-28° 08' E boylamları arasında yer almakta olup 924 km² alan kaplamaktadır. Deniz seviyesinden yaklaşık 90-100 m yüksekte olan bölgede relief farkı, yaklaşık 400 m dir. Balıkesir Ovası ve yakın çevresi ekolojik olarak kuru orman ve makilerin hakim olduğu Marmara Geçiş Bölgesinde yer almaktadır (Atalay 2002, Soykan ve Atalay 2005).

Bu çalışmada Balıkesir Ovası ve yakın çevresinde AKAÖ'de ve peyzaj paterninde meydana gelen değişimin; bu değişim sonucunda ortaya çıkan habitat parçalılığının ve habitat kalitesinin ortaya konması amaçlanmıştır. Burada, "nerede hangi arazi kullanımı olduğu değil peyzajda meydana gelen



Şekil 1. Çalışma alanının konumu.

değişim ve parçalılık farklı zamansal ya da yersel verilerle nicel olarak ortaya konarak habitat kalitesi" sorgulanmıştır. Bu amaçla:

- 1975, 1987 ve 2000 yıllarına ait AKAÖ,
- AKAÖ'deki değişimin yönü,
- Peyzaj patern özellikleri,
- Peyzaj parçalılığı ve kalitesi ve
- Peyzaj paternindeki değişim araştırılmıştır.

MATERYAL VE METOT

Veri Kaynakları

Zamansal farklılıktan kaynaklanacak güneş açısına ve bitki örtüsündeki farklılığına bağlı hataları ortadan kaldırmak için aynı döneme (yaz) ait görüntüler tercih edilmiştir. Bu kapsamda 16 Haziran 2000 tarihli Landsat Enhanced Thematic Mapper Plus (ETM+), 5 Haziran 1987 tarihli Landsat Thematic Mapper (TM) ve 18 Haziran 1975 tarihli Landsat Multispectral Scanner (MSS) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan görüntüler bulutsuz ve iyi kalitededir. Görüntüler USGS Earth Resources Observation Systems Data Center'dan elde edilmiştir. Bununla birlikte yapılan AKAÖ sınıflarının değerlendirilmesi aşamasında sayısal yükseklik modeli (The Shuttle Radar Topography Mission, SRTM, 90mx90m) ve 1:25000 ölçekli topografya haritası kullanılmıştır. GPS ile

yersel veriler toplanmış ve değerlendirmeler sırasında dikkate alınmıştır. Uydu görüntülerinden Landsat TM ve Landsat ETM+ 30 m; Landsat MSS ise 79 m çözünürlüğe sahiptir. Landsat görüntüleriyle ilgili ayrıntılı bilgi Lauer ve ark. (1997) dan elde edilebilir.

Sınıflandırma Öncesi Analizler

Öncelikle 1:25000 ölçekli topografya haritası kullanılarak uydu görüntülerinin geometrik doğrulaması yapılmıştır. Rektifikasyon sırasında her bir görüntü için yaklaşık 80 yer kontrol noktası (Ground Control Points -GCPs) kullanılmıştır. Koordinat doğrulaması yapılan her bir görüntü birbiriyle "master-slave process" (Jensen 1996) ile eşleştirilerek değişimin yönü ortaya konulurken çıkabilecek yersel hatalar en aza indirgenmeye çalışılmıştır. Bu sırada 2000 Landsat ETM+ temel görüntü olarak kullanılmıştır. Üç görüntünün de yaklaşık olarak ortalama karekök hatası (root mean square error- RMSE) bir pikselden azdır (79 m).

Görüntü Sınıflandırma

Her üç yıla ait görüntü 79 m çözünürlüğe indirgenmiş ve böylelikle karşılaştırmalar sırasında çözünürlük farkından kaynaklanacak sorunlar da ortadan kaldırılmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılmasında "Hybrid supervised-unsupervised classification" yöntemi kullanılmıştır (Crews-Meyer 2002). Bu yöntem, özellikle Landsat görüntülerinin incelenmesinde oldukça tatmin edici sonuçlar ortaya koymaktadır (Crews-Meyer 2001, 2002). Bu yöntemde öncelikle uydu görüntüleri denetlenmemiş (unsupervised-ISODATA) sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Sınıflandırmadan elde edilen 255 sınıf üzerinden tayf değerlendirmesi yapılmıştır. Dönüşüm aralığı (transformed divergence-TD) dikkate alınarak yapılan tayf analizi (yansıma özellikleri) sonucunda yaklaşık 25-40 arasında sınıf elde edilmiştir. Bu sırada sınıf tayf bilgileri birbirinden farklı olanları ve gerekenden fazla olan benzer sınıfları ayıklama yöntemi kullanılmıştır. Bir sonraki aşamada bu 25-40 sınıfa ait tayf özellikleri, denetlenmiş (maximum-likelihood supervised) sınıflandırmaya tabi tutulmuştur. Sınıfların değerlendirilmesi, tayf özellikleri, mevcut GPS verileri, arazi gözlemleri, hâlihazır arazi kullanımı haritaları ve Orman Genel Müdürlüğünden elde edilen hava fotoğrafları yardımıyla yapılmış; 10 farklı AKAÖ sınıfı oluşturulmuştur (Şekil 2). Bu sınıflar, su yüzeyleri (kanallar, akarsular, tarım amaçlı su rezervleri), yoğun ormanlar, az yoğun ormanlar,

çalılık-fundalıklar, otlaklar (meralar), birincil yerleşme alanları (yerleşme merkezleri), ikincil yerleşme alanları (daha çok yeni yerleşmeye açılan alanlar, materyalin alındığı dere yataklarıyla karışan tayf özellikleri vermektedir), endüstri alanları, ekilidikili tarım arazileri ve çıplak toprak ilâ taş yüzeyleridir.

Sınıfların doğruluk değerlendirmesi (accuracy assessment) hata metrikleri oluşturularak yapılmıştır (Rosenfield ve Fitzpatrick-Lins 1986, Foody 1992, Congalton 1996). Bu kapsamda uydu görüntüleri yersel veriler, hali hazır arazi kullanımı haritaları, farklı band kombinasyonları ve topografya haritası kullanılmıştır. Sonuç olarak 1975, 1987 ve 2000 yıllarının doğruluğu sırasıyla (overall accuracy), 86%, %87 ve %90; Kappa katsayısı ise 0,83, 0,84 ve 0,88'dir.

Peyzaj Patern Analizi

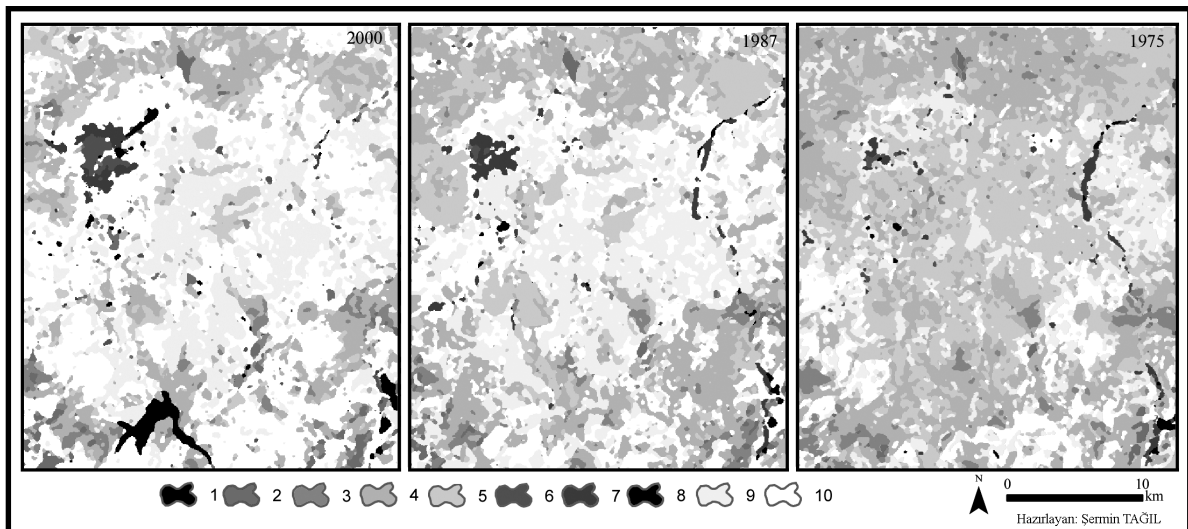
Peyzaj dokusundan çıkarılan sonuçlar peyzaj ekolojisinin önemli göstergeleridir ve patern metrikleri matematiksel ekolojiyi (Pielou 1977) ya da nicel peyzaj ekolojisi (Forman 1995, Turner ve ark. 2001) ifade etmede önemlidirler. AKAÖ'deki değişimin habitatlar üzerindeki etkisi ve buna bağlı olarak habitatlarda meydana gelen değişimi gösterebilmek ve peyzaj özelliklerini ifade edebilmek amacıyla peyzaj patern metrikleri hesaplanmıştır.

Bu amaçla UNIX tabanlı FRAGSTATS v3.3 (McGarigal ve Marks 1995) kullanılmıştır. İnsan-çevre etkileşimini göstermesi bakımından önemli

olan diğer bir deyişle parçalılı ifade eden sınıf ve peyzaj düzeyinde 16 patern göstergesi, peyzajın alan, kenar, şekil ve dalım özelliklerini gösterebilmek amacıyla analiz edilmiştir. Bunlar; Alan metriklerinden Peyzaj yüzdesi-PY%; Kenar metriklerinden Kenar yoğunluğu-KY (m/ha) ve Toplam kenar uzunluğu-TK; Ünite yoğunluğu, büyüklü ve değişkenliği metriklerinden Ünite sayısı-ÜS, Ünite yoğunluğu-ÜY ve En büyük ünite indeksi-EBUİ (%); Şekil metriklerinden Ortalama şekil indeksi-OŞİ ve Alan-ağırlıklı ortalama şekil indeksi-AAOŞİ; Merkezi alan metriklerinden Merkezi alan yüzdesi-MAY%, Toplam merkez alanı-TMA (ha), Merkez alan sayısı-MAS ve Merkez alan yoğunluğu-MAY; En yakın komşuluk metriklerinden Ortalama en yakın komşunun mesafesi-OYKM (m), En yakın komşunun standart sapması-YKSS (m) ve En yakın komşunun varyasyon katsayısı-YKVK (%); Yayılma ve saçılma metriklerinden Saçılma ve kümeleşme indeksi-SKİ (%). Göstergelerinden yola ıkılarak elde edilen sınıf düzeyindeki sonuçlar Tablo 1; genel peyzaj düzeyindeki sonuçlar Tablo 2'te gösterilmiştir. Kullanılan metriklerle ilgili ayrıntılı bilgi McGarigal ve Marks (1995)'dan elde edilebilir.

Değişimin Yönü Analizi

Sınıflandırmadan sonra değişimin yönü belirlemede en uygun yöntemlerden biri olan "post-classification change-detection method" kullanılmıştır (Weismiller ve ark. 1977, Wickware ve Howarth 1981). Bu metotta bağımsız olarak sınıflandırılan iki farklı tarihe ait görüntü karşılaştır-



Şekil 2. 1975-1987 ve 2000 yıllarında arazi kullanımı ve arazi örtüsü. 1- Su yüzeyleri, 2- Yoğun ormanlar, 3- Az yoğun ormanlar, 4- Çalılık-fundalıklar, 5- Otlaklar, 6- Birincil yerleşme alanları, 7- İkincil yerleşme alanları, 8- Endüstri alanları, 9- Ekili-dikili tarım arazileri, 10- Çıplak toprak ilâ taş yüzeyleri.

Tablo 1. 1975, 1987 ve 2000 yıllarına ait sınıf düzeyinde patern göstergeleri.

AKAÖ	PY%	ÜS	ÜY	EBÜİ	TK	KY	OŞİ	AAOŞİ	MAY%	OYKM	YKSS	YKVK	SKİ
1975													
1	0,1	12	0,0	0,0	15504	0,2	1,4	6,6	10,0	330,5	199,6	60,4	59,3
2	0,6	44	0,0	0,1	66120	0,7	1,3	7,7	11,8	351,5	206,6	58,8	53,4
3	3,7	104	0,1	0,5	263910	2,8	1,3	1,8	0,9	785,8	683,5	87,0	49,0
4	31,2	385	0,4	11,5	1734453	18,7	1,4	3,2	2,4	338,3	212,8	62,9	58,7
5	33,6	401	0,4	15,2	1808382	19,4	1,3	2,6	3,2	497,1	378,8	76,2	58,8
6	0,2	37	0,0	0,1	38931	0,4	1,2	1,4	0,1	855,8	1008,9	117,9	53,7
7	1,2	70	0,1	0,2	123918	1,3	1,2	1,6	0,1	799,8	975,0	121,9	74,6
8	0,2	13	0,0	0,1	21831	0,2	1,2	1,4	0,0	1255,9	1028,3	81,9	72,7
9	16,9	536	0,6	3,0	1493229	16,1	1,3	1,3	0,0	2294,4	4040,2	176,1	82,3
10	12,2	276	0,3	1,7	833226	9,0	1,2	1,3	0,0	1808,2	2084,0	115,3	70,2
1987													
1	0,1	22	0,0	0,0	27303	0,3	1,3	6,5	7,9	390,1	303,1	77,7	55,4
2	0,9	43	0,0	0,2	82194	0,9	1,3	2,4	5,7	421,9	279,1	66,2	57,5
3	3,5	143	0,2	0,5	315894	3,4	1,4	4,0	7,4	362,4	198,9	54,9	63,3
4	24,6	338	0,4	4,3	1441929	15,5	1,4	3,8	7,9	307,9	171,0	55,5	62,7
5	16,7	400	0,4	2,0	1041447	11,2	1,3	2,2	0,3	974,0	1334,0	137,0	60,3
6	0,1	7	0,0	0,1	10602	0,1	1,3	2,1	0,4	827,5	944,4	114,1	69,0
7	1,9	68	0,1	0,7	155040	1,7	1,1	1,3	0,0	4165,8	5116,1	122,8	45,5
8	0,2	11	0,0	0,1	21318	0,2	1,2	1,4	0,1	1071,1	1348,5	125,9	71,5
9	24,2	335	0,4	11,4	1378317	14,8	1,3	1,5	0,0	1471,1	2245,6	152,6	77,3
10	27,8	386	0,4	3,5	1705212	18,3	1,2	1,2	0,0	1256,8	1668,2	132,7	58,9
2000													
1	1,0	5	0,0	1,0	40698	0,4	1,3	2,1	2,1	464,3	361,7	77,9	51,1
2	2,0	107	0,1	0,2	189639	2,0	1,4	3,2	4,5	398,8	257,2	64,5	67,6
3	2,8	120	0,1	0,3	254448	2,7	1,4	8,6	19,1	303,7	183,1	60,3	71,4
4	16,8	296	0,3	2,4	1078326	11,6	1,4	4,4	7,0	409,6	300,5	73,4	43,8
5	10,8	326	0,4	0,8	848046	9,1	1,3	2,3	0,3	1995,8	1910,7	95,7	51,4
6	0,9	40	0,0	0,6	71364	0,8	1,2	2,0	0,3	2051,9	1682,1	82,0	58,1
7	1,0	33	0,0	0,4	75240	0,8	1,3	1,8	0,4	728,2	941,6	129,3	60,4
8	0,8	36	0,0	0,2	66576	0,7	1,2	1,5	0,3	731,1	805,6	110,2	70,6
9	19,9	260	0,3	6,7	1071999	11,5	1,2	1,5	0,2	1037,3	1908,9	184,0	60,3
10	44,0	264	0,3	16,0	1844178	19,8	1,6	3,0	0,5	4940,3	4752,3	96,2	62,8

1- Su yüzeyleri, 2- Yoğun ormanlar, 3- Az yoğun ormanlar, 4- Çalılık-fundalıklar, 5- Otlaklar, 6- Birincil yerleşme alanları, 7- İkincil yerleşme alanları, 8- Endüstri alanları, 9- Ekili-dikili tarım arazileri, 10- Çıplak toprak ilâ taş yüzeyleri

tırılmaktadır (Singh 1989, Jensen 1996, Yuan ve ark. 1998). Buna bağlı olarak AKAÖ'de 1975-1987 ve 1987-2000 dönemlerine ait değişimin yönü ortaya konulmuştur (Tablo 3). Özellikle Balıkesir kenti ve yakın çevresinde meydana gelen kentsel gelişime bağlı değişimi ortaya koyabilmek amacıyla 39° 36' N-39° 41' N enlemleri ile 27° 50' E-27° 56' E boylamları arasındaki alan detaylı olarak analiz edilmiştir (Tablo 4). Bu amaçla söz konusu koordinatlar arasındaki Balıkesir kentini çevreleyen alan, maskelenerek çalışma alanı bütününden ayrı olarak değerlendirilmiştir.

BULGULAR

Peyzaj Yapısı ve Değişimi

1975, 1987 ve 2000 yıllarına ait farklı patern metrik göstergelerinin yer aldığı Tablo 1 ve 2'ten elde edilen analiz sonuçları şu şekilde özetlenebilir:

Peyzaj Yüzdesi (PY%) değerlendirildiğinde 1975

yılında peyzaja otlakların hâkim olduğu ve bunu çalılık-fundalıkların izlediği görülmektedir. Fakat hem 1987 hem de 2000 yılında peyzaja çıplak toprak ilâ taş yüzeyleri hâkim olmuştur. AKAÖ sınıflarındaki değişim, yoğun orman alanlarında, endüstri alanlarında, yerleşme merkezini oluşturan birincil yerleşmelerde ve su yüzeylerinde artış şeklinde; az yoğun orman alanlarında, çalılık-fundalıklarda, otlaklarda, ikincil yerleşme alanlarında ve ekili-dikili arazilerde azalış şeklinde olmuştur. 1987'de kontrolsüz olarak ovanın doğusundan geçen Susurluk vadisinin taşkın alanından alınan materyal, tayf özelliklerinin karışmasına ve buraların da ikincil yerleşme alanı olarak analize girmesine neden olmuştur (Şekil 2). Daha sonraki dönemlerde taşkın yataklarının kontrol altına alınması nedeniyle 2000 yılında ikincil yerleşme alanlarının oranında göreceli azalma

Tablo 2. 1975, 1987 ve 2000 yılları peyzaj düzeyinde patern göstergeleri.

YILLAR	ÜS	ÜY	EBÜİ	TK	KY	OŞİ	AAOŞİ
1975	1878	2,0	15,2	3199752	34,4	1,3	5,6
1987	1753	1,9	11,4	3089628	33,2	1,3	4,1
2000	1487	1,6	16,0	2770257	29,8	1,3	5,6
YILLAR	TMA	MAS	MAY	OYKM	YKSS	YKVK	SKİ
1975	26433,5	907,0	1,0	457,7	602,0	131,5	57,9
1987	27691,6	920,0	1,0	483,0	728,6	150,8	61,1
2000	32118,0	779,0	0,8	559,3	840,2	150,2	63,0

Tablo 3. 1975-1987 ve 1987-2000 dönemlerinde arazi kullanımı ve arazi örtüsünde değişimin yönü (%).

Değişimin yönü	1975-1987	1987-2000
Hep yoğun orman alanı olan	43,6	71,8
Yoğun orman alanyken az yoğun orman alanı olan	37,3	12,5
Yoğun orman alanyken çalılık-fundalık olan	5,4	9,0
Yoğun orman alanyken otlak olan	3,3	0,3
Yoğun orman alanyken çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	8,6	5,0
Yoğun orman alanyken diğer alanlara dönüşen alanlar	1,8	1,4
Hep az yoğun orman alanı olan	40,2	37,5
Az yoğun orman alanyken yoğun orman alanı olan	9,3	16,8
Az yoğun orman alanyken çalılık-fundalık olan	21,0	33,4
Az yoğun orman alanyken otlak olan	6,4	1,3
Az yoğun orman alanyken çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	7,1	6,4
Az yoğun orman alanyken diğer alanlara dönüşen alanlar	16,0	4,6
Hep çalılık-fundalık olan	46,6	30,9
Çalılık-fundalıklı yoğun orman alanı olan	0,4	0,7
Çalılık-fundalıklı az yoğun orman alanı olan	4,6	2,0
Çalılık-fundalıklı otlak olan	21,8	20,8
Çalılık-fundalıklı ekili-dikili tarım arazisi olan	13,0	4,7
Çalılık-fundalıklı çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	12,1	39,4
Çalılık-fundalıklı diğer alanlara dönüşen alanlar	1,5	1,5
Hep otlak alanı olan	25,3	28,4
Otlaklı çalılık-fundalık olan	9,6	27,0
Otlaklı yoğun orman alanı olan	0,1	0,6
Otlaklı az yoğun orman alanı olan	0,7	1,5
Otlaklı ekili-dikili tarım arazisi olan	39,5	5,2
Otlaklı çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	23,2	36,5
Otlaklı diğer alanlara dönüşen alanlar	1,6	0,9
Hep ekili-dikili tarım arazisi olan	26,3	41,8
Ekili-dikili tarım arazisi çalılık toprak ilâ taş yüzeyi olan	45,3	47,4
Ekili-dikili tarım arazisi birincil yerleşme alanı olan	0,3	0,1
Ekili-dikili tarım arazisi ikincil yerleşme alanı olan	3,1	1,5
Ekili-dikili tarım arazisi endüstri alanı olan	0,0	0,4
Ekili-dikili tarım arazisi diğer alanlara dönüşen alanlar	24,9	8,7
Hep çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	61,5	61,5
Çıplak toprak ilâ taş yüzeyi ekili-dikili tarım arazisi olan	13,3	26,8
Çıplak toprak ilâ taş yüzeyi birincil yerleşme alanı olan	0,0	1,0
Çıplak toprak ilâ taş yüzeyi ikincil yerleşme alanı olan	1,1	1,3
Çıplak toprak ilâ taş yüzeyi endüstri alanı olan	0,2	1,1
Çıplak toprak ilâ taş yüzeyi diğer alanlara dönüşen alanlar	23,9	8,4

meydana gelmiştir. Dolayısıyla, bu azalma gerçeği yansıtmamaktadır.

Ünite yoğunluğu, büyüklüğü ve değişkenliği metrikleri, peyzajda parçalılığı, değişimi ve dolayısıyla peyzajda üniteler arasında enerji ve besin miktarının alana oranını göstermektedir (Forman ve Godron 1986). Bu kapsamda peyzaj dokusu, organizmaların dağılımını ve meydana gelişini açıklamada önemlidir. Bu amaçla Ünite Sayısı (ÜS) ve Ünite Yoğunluğu (ÜY) incelediğinde dönemsel farklılıkların olduğu görülmektedir. Az yoğun orman alanlarında ve çıplak toprak ilâ taş yüzeylerinde 1975-1987 döneminde artış; daha sonraysa azalış meydana gelmiştir. Bu, az yoğun orman alanlarında dışsal etkiler nedeniyle tahribin

Tablo 4. 1975-1987 ve 1987-2000 dönemlerinde 39° 36' N-39° 41' N enlemleri ile 27° 50' E-27° 56' E boylamları arasında arazi kullanımı ve arazi örtüsünde değişimin yönü (%).

Değişimin yönü	1975-1987	1987-2000
Hep ekili-dikili tarım alanı olan	28,2	9,3
Tarım alanyken birincil yerleşme alanı olan	3,0	0,5
Tarım alanyken ikincil yerleşme alanı olan	19,2	17,8
Tarım alanyken çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	44,7	66,9
Tarım alanyken Endüstri alanı olan	0,0	3,4
Hep çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	68,4	67,2
Çıplak toprak ilâ taş alanyken tarım alanı olan	3,6	7,4
Çıplak toprak ilâ taş alanyken birincil yerleşme alanı olan	0,0	2,4
Çıplak toprak ilâ taş alanyken ikincil yerleşme alanı olan	22,6	15,5
Çıplak toprak ilâ taş alanyken endüstri alanı olan	0,0	4,4
Hep otlak alan	30,0	27,8
Otlaklı birincil yerleşme alanı olan	0,0	0,0
Otlaklı ikincil yerleşme alanı olan	6,4	1,0
Otlaklı endüstri alanı olan	0,0	0,0
Otlaklı tarım alanı olan	30,5	0,1
Otlaklı çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	24,9	43,0
Hep çalılık-fundalık olan	27,5	15,4
Çalılık-fundalıklı birincil yerleşme alanı olan	0,0	0,0
Çalılık-fundalıklı ikincil yerleşme alanı olan	1,7	1,6
Çalılık-fundalıklı endüstri alanı olan	0,0	0,4
Çalılık-fundalıklı tarım alanı olan	20,9	0,9
Çalılık-fundalıklı çıplak toprak ilâ taş yüzeyi olan	14,5	44,2

ve ünite kayıplarının meydana gelmesinin; çıplak toprak ve taş yüzeylerinde ise ünitelerin büyüyerek birleşmesinin bir sonucudur. Yoğun orman alanlarındaysa 1975-1987 döneminde ünite sayısında azalış gözlenmiştir. Bu, 1975 öncesi dönemlerden gelen tahribin bir sonucu olmalıdır. Ancak fark edilen bu trajedi nedeniyle bölgede özellikle fıstıkçamı (*Pinus pinea* L.) plantasyonlarının geliştirilmesi nedeniyle 2000 yılında ünite sayısında artış meydana gelmiştir. Çalılıklarda, otlaklarda ve ekili-dikili arazilerdeyse ünite sayısında azalış tespit edilmiştir. Çalılıklarda ve otlaklardaki azalma, az yoğun orman alanlarında yaşanan şartların benzeridir. Bu arazi örtülerinde de parçalanmanın etkisiyle ünite kayıpları meydana gelmiştir. Ekili-dikili tarım alanlarındaki ünite sayısının düşmesindeyse 1975'te ovada kötü drenaj şartları nedeniyle parçalı olarak yapılan tarımsal faaliyetlerin ortaya çıkardığı ünitelerin, drenaj şartlarının iyileştirilmesiyle, birleşmesi etkilidir. Genel peyzaj düzeyinde de ÜS azalmıştır. Ancak burada önemli olan bir diğer unsur ise en büyük habitatın özelliğidir. Bu kapsamda En Büyük Ünite İndeksi (EBÜİ) peyzaj parçalılığını gösteren en etkili metriklerden biridir.

Lavers ve Haines-Young (1993)'a göre büyük üniteler daha fazla tür bulundurmaktadır. Bu kapsamda EBÜİ incelendiğinde peyzajın 1975 yılında %15'i, 1987 yılında yaklaşık %8'i ve 2000

yılında %10'u tek bir üniteyle kaplıdır. Ancak bu ünite 1975 yılında çalılık-fundalıkken 1987 yılında ekili-dikili arazisi ve 2000 yılında çıplak toprakla taş yüzeyidir. 1975 yılında çalılık-fundalıklara ait en büyük ünitenin alanı 14128 ha, 1987 yılında ekili-dikili tarım alanlarına ait ünite 10554 ha ve 2000 yılında çıplak toprak ilâ taş yüzeylerine ait ünite 14905 ha'dır. Bu da göstermektedir ki otlak ve çalılık-fundalıklarda küçülme meydana gelirken açık toprak ilâ taş yüzeylerine ait ünitelerde büyüme meydana gelmiştir. Ekili-dikili tarım alanlarındaysa en büyük ünitenin 1975-1987 döneminde büyüdüğü; 1987-2000 dönemindeyse küçüldüğü tespit edilmiştir.

Peyzaj parçalılığının bir diğer göstergesi olan kenar metriklerinden Kenar Yoğunluğu (KY) ve Toplam Kenar Uzunluğu (TK) hesaplanmıştır. Bir alandaki farklı AKAÖ sınıflarının kenar özellikleri de ekolojik bakımdan habitat kalitesini göstermesi bakımından önemlidir (Forman ve Gordon 1986). Tabî ki kenar uzunluğu ve yoğunluğu ünitenin şeklini; bu şekil de bitki ve hayvan türlerinin dağılımını belirlemektedir (Forman ve Gordon 1986). Buna göre TK ve KY, 1975'te otlaklarda ve çalılık-fundalıklarda, 1987 ve 2000'de ise çıplak toprak ilâ taş yüzeylerinde fazladır. Yerleşme alanlarını incelediğimizde KY'nin birincil yerleşmelerde artışı görülmektedir. Orman alanlarındaysa KY'nin az yoğun ormanlarda azaldığı, ancak yoğun ormanlarda artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Yoğun orman alanlarında TK'nin artışında tahribin değil, Orman Bölge Müdürlüğü'nün bölgede kişisel arazilerde uygulamaya koyduğu *P. pinea* dikiminden kaynaklandığı arazi çalışmalarıyla tespit edilmiştir. Az yoğun ormanlardaysa 1975-1987 döneminde artış ve 1987-2000 döneminde azalış olması, ünite kayıplarının olduğunu göstermektedir. Genel peyzaj düzeyinde de TK ve KY düşüş göstermiştir.

Peyzaj ekolojisinde diğer önemli gösterge şekil metrikleridir. Şekil metrikleri peyzaj düzenini ortaya koymak bakımından önemlidir (Milne 1988). Ortalama Şekil İndeksi (OŞİ) ve Alan-Ağırlıklı Ortalama Şekil İndeksi (AAOŞİ) metriklerinin 1'den büyük olması, şekilsel olarak ünitelerin düzenli yuvarlak ya da kare şekline sahip olmadığını göstermektedir. Bu da AKAÖ sınıflarının merkezi kısmının gelişmediğini ortaya koymaktadır. 2000 yılında su yüzeylerinin daha düzenli özellik kazanmasında 1987 görüntüsünde olmayan ancak 2000 görüntüsünde olan İkizcetepeler barajının

düzenlenmiş şekli etkili olmuştur. Endüstri alanları 1987 yılında daha düzenli şekle sahiptir. Endüstri alanlarının şekilsel özelliğinin zamanla düzensizleşmesinde çalışma alanının güneydoğusunda yer alan ve en büyük üniteyi oluşturan Bor Maden İşletmesi etkili olmuştur (Şekil 2). Belirgin olarak, araştırma döneminde yoğun orman, az yoğun orman ve çıplak toprak ilâ taş yüzeylerinde üniteler daha düzensizleşmiştir. Diğer yandan AAOŞİ, OŞİ değerlerinden daha büyüktür. Bu da her AKAÖ sınıfına ait en büyük ünitelerin daha düzensiz olduğunu göstermektedir. Genel peyzaj düzeyinde de AAOŞİ ve OŞİ incelendiğinde çok belirgin olmasa da ünitelerin 1975'te, 2000'e göre daha düzenli olduğunu göstermektedir.

Özellikle bir habitatın kenar kesimini ya da merkezi kesimini seven türler için merkezi alan metrikleri önemlidir. Bir ünitenin merkezi, kenardan gelebilecek etkilerden korunmuş ve bu nedenle bitkiler ve hayvanlar tarafından önemli alanlardır (Andren 1994). Özellikle hassas canlı türleri için büyük üniteler ve büyük merkezi alanlar yaşamsal öneme sahiptir (Bender ve ark. 1998). Örnek olarak otlaklarda yaşayan birçok kuş türü alansal olarak çok hassastır. Bu türler büyük otlaklar, beslenebilmeleri için kenar alanlardan uzak ya da daha dar kenar özelliği olan habitatları tercih etmektedir (Herkert 1994, Helzer ve Jelinski 1999). Bu kapsamda 200 m yarıçap dikkate alınarak merkezi alan analizleri yapılmıştır. Merkezi Alan Yüzdesi (MAY%), genel peyzaj içinde çıplak taşla, toprak ve az yoğun ormanlarda peyzajdaki merkezi alanın artış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Fakat yoğun orman, çalılık ve otlaklardaysa azalış göstermiştir. Diğer arazi kullanımı/arazi örtülerindeyse merkezi alan gelişmemiştir. Peyzaj genelinde incelendiğinde 1975-2000 döneminde Toplam Merkez Alanı (TMA), Merkez Alan Sayısı (MAS) ve Merkez Alan Yoğunluğu (MAY) artış göstermiştir. Bunda ÜS'nin azalışının etkisi vardır. Çünkü bu dönem boyunca ünite parçalılığıyla birlikte ünite kayıpları da artmıştır.

En yakın komşunun mesafesi, bir ünitenin kendi özelliklerine sahip diğer ünitelerden olan uzaklığını gösteren bir göstergedir. Bu gösterge de habitat kalitesini göstermesi bakımından önemlidir. Araştırmalar göstermektedir ki, parçalanmaya bağlı izolasyona uğrayan habitatlarda daha az canlı türü bulunmaktadır. Özellikle kuşlarla ilgili yapılan birçok çalışma bunu göstermektedir (Moore ve

Hooper 1975, Whitcomb ve ark. 1981). Özellikle bitki ve hayvan yaşamı açısından önemli olan ve çalışma alanında insan etkileşiminden en çok etkilenen üniteler olan çalılık-fundalıklar ile otlaklarda Ortalama En Yakın Komşunun Mesafesi (OYKM) artış eğilimindedir ve bu da bu arazi örtülerine ait ünitelerin daha izole hale geldiklerini göstermektedir. Ancak en fazla izolasyon çıplak toprak ilâ taş yüzeylerinde gözlenmektedir. En Yakın Komşunun Standart Sapması (YKSS) ve En Yakın Komşunun Varyasyon Katsayısı (YKVK) 2000 yılında en yüksek değerini alması peyzaj üzerinde bu arazi örtülerine ait ünitelerin dağılımının düzensizleştiğini göstermektedir. Bu metrik orman alanlarında değerlendirmeye alınmamıştır, çünkü suni ormanlandırma alanları olduğundan izolasyon üzerinde insanın yapılandırmasının etkisi vardır. Bu da kontrolsüz olarak meydana gelen arazi kullanımının bir sonucudur. Peyzaj genelinde OYKM incelendiğinde 1975-2000 döneminde artış eğiliminde olduğu tespit edilmiştir. Bu, 1975'te habitatların daha az ayrılmış ya da parçalanmış olduğunu göstermektedir. YKSS ve YKVK'de 1975'ten 2000'e kadar artış göstermesi de ünitelerin dağılımının peyzaj üzerinde düzensiz olmaya başladığını göstermektedir.

AKAÖ'nün peyzaj üzerinde dağılımını ortaya koyabilmek için Saçılma ve Kümeleşme İndeksi (SKİ) hesaplanmıştır. Her iki dönemde de yaklaşık bütün sınıfların genel peyzajın %50'sinden fazlasına saçıldığı görülmektedir. Özellikle ekili-dikili tarım alanlarındaki %70'e varan değerler, arazide rasgele ekimlerin olduğunu göstermektedir. Peyzaj üzerinde bu saçılmaya, fundalıklardan ve otlaklardan açılan yeni tarım arazileri neden olmuştur. Peyzaj genelinde de SKİ artış göstermiştir.

Değişimin Yönü

AKAÖ'de 1975-1987 ve 1987-2000 dönemlerinde gerçekleşen değişimin özeti, Tablo 3'te gösterilmiştir. Bu tablodan elde edilen sonuçlar şunlardır:

1975-1987 döneminde doğal ormanların %37'si, 1987-2000 döneminde ise %13'ü ikincil ormana dönüşmüştür. Bu ikincil ormanlardan çalılık ve fundalık alanlara dönüşenlerin oranıysa her iki dönemde de %20'nin üzerindedir. Bu değişim, ormanların tahribiyle çalılıkların ortaya çıkarıldığının bir göstergesidir. Çalılık-fundalıklarda meydana gelen değişim ise daha karmaşıktır. Şöyle ki, çalılıklardan otlaklara, tarım alanlarına ve açık

toprak ile taş yüzeylerine değişim söz konusudur. 1975-1987 döneminde çalılık-fundalıkların tahribiyle otlakların, 1987-2000 dönemindeyse açık alanların meydana gelme oranı diğerlerinden daha fazladır.

Türkiye'de 1980'li yıllarda sulak alanların kurutulması ve tarıma kazandırılmasıyla mera alanlarının ormana ya da tarıma katılması süreci yaşanmıştır. Türkiye'nin içinde bulunduğu bu dönem çalışma alanında da etkisini göstermiştir. 1975-1987 döneminde meralık alanlardan tarım alanı meydana getirme oranı %40'tır. 1975'te meralar ovada geniş alanlar kaplamaktaydı, ancak daha sonraki dönemlerde drenaj şartlarının iyileştirilmesiyle bu otlaklar tarım alanlarına dönüştürülmüştür. Bu nedenle 1975-1987 döneminde otlaklarda meydana gelen bu değişim, Balıkesir Ovasında gerçekleşmiştir. 1987 sonrası meydana gelen değişim ise dağ otlaklarında meydana gelen değişimi açıklamaktadır. Bu dönemde değişim daha çok çıplaklaştırma yönündedir.

Her iki dönemde de ekili-dikili tarım alanlarının %45'ten fazlası çıplak toprak alana dönüşmüştür. Arazi çalışmalarıyla bu çıplak toprak alanlarının genellikle yerleşmelerin yakınındaki kentsel büyümenin ya da taraçalar üzerindeki mıcır işletmelerinin tahripkâr etkisinin bir sonucu olduğu görülmektedir.

Çıplak taş ilâ toprak yüzeylerinden tarım alanına geçiş oranının fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu, bazı alanlarda tarım arazilerinin tahrip edildiğini, bazı alanlardaysa doğal vejetasyonun tahribiyle tarım alanlarının ortaya çıkarıldığını göstermektedir.

Özellikle yerleşmelerin yakın çevresinde meydana gelen hızlı değişimi vurgulayabilmek için çalışma alanındaki en büyük yerleşme olan Balıkesir kentinin yakın çevresindeki değişimin yönü analiz edilmiştir (Tablo 4). Bu kapsamda bakıldığında 1975 yılı itibarıyla kentin yakın çevresinden tarım alanından yerleşime açılan alanın oranı çok fazla değildir. Ancak, bu dönem içinde tarım alanıyken çıplak taş ve toprak yüzeyine çevrilen alan %45'i bulmaktadır. Bu, 1987-2000 döneminde daha da fazla artarak %70'leri bulmuştur. Bu açık alanlar daha sonraki dönemde de şehrin gelişme gösterdiği alanlardır. Oysa kentin yakın çevresindeki bu tarım alanları bağ ve bahçeler oluşturmaktadır. Orhan (1936) bu bağ ve bahçelerin güzelliklerinden söz etmekte ve şehre imaj kazandırdığını vurgulamaktadır. Oysa günümüz itibarıyla şehrin yakın

çevresinde hiç bağlık alan kalmamıştır. Diğer yandan tarım alanlarından konuta açılan alan %18'dir. 1975-1987 döneminde sanayi alanına dönüşüm yokken; 1987-2000 döneminde tarım alanlarının bir kısmı sanayi amaçlı da kullanılmıştır.

1975 öncesinde meydana getirilen açık taş ilâ toprak yüzeyleri incelendiğinde bu alanların 1975-1987 döneminde yaklaşık %23'ü 1987-2000 döneminde ise %16'sı yerleşmeye açılmış; yarısından fazlasıysa açık alan olarak varlığını sürdürmüştür. Ancak çok az bir oranda tarım alanı olarak kullanıldığı da olmuştur.

1975-1987 döneminde çalılık ve fundalıkların %21'i tarım alanına dönüştürülmüştür. Ancak bu değişim 1987-2000 döneminde durmuştur. Bu dönemdeyse çalıkların yaklaşık yarısı kullanım dışı olan çıplak yüzeylere dönüştürülmüştür. Otlaklarda en fazla tarım alanına dönüşüm 1975-1987 döneminde meydana gelmiş; yine aynı şekilde 1987-2000 dönemindeyse açık alan ilâ toprak yüzeyine dönüşmüştür.

TARTIŞMA

Balıkesir Ovası ve yakın çevresinin peyzaj değişimini ilâ parçalılığını nicel olarak göstermede farklı patern göstergelerinden yararlanılmıştır. Çalışma alanında UA teknikleri, peyzaj paternindeki ekolojik süreçleri anlamakta arazinin yönetimi açısından önemli sonuçlar vermiştir. Bu kapsamda peyzaj patern metrikleri, sınıf ve peyzaj düzeyinde test edilmiş ve metrikler değerlendirildiğinde habitat parçalılığının arttığını, habitat kayıplarının meydana geldiğini ve bazı habitatlarda kalitenin bozulduğunu gösteren birçok sonuca ulaşılmıştır:

Peyzaj genelinde en büyük ünitenin oranının düşük olması, çalışma alanının heterojen olduğunu göstermektedir. Çünkü en büyük ünite peyzajı homojen yapacak kadar büyük değildir. Bu da parçalılığın, bölge habitatlarının belirgin özelliği olduğunun bir göstergesidir.

Çalışma alanında peyzaja çıplak toprak ve taş yüzeyleri hâkimdir. Değişimin yönü de çıplaklaştırma yönünde olmuştur. Çünkü bu peyzaj biriminin EBÜİ, MAY%, TK ve KY'nin artması, bölgede hızlı bir değişimin olduğunu ve bu değişimin ormansızlaştırma ya da bitki örtüsünün tahribi şeklinde geliştiğini göstermektedir. Özellikle çalılık-fundalıkların tahrip edilmesiyle otlakların ortaya çıkması; otlakların da gerek hayvan otlatma gerek yanlış arazi kullanımı nedeniyle tahribiyle çıplak taş yüzeylerinin ortaya çıkması şeklinde

gelişen bir arazinin tahribi söz konusudur. Bu tahrip, bölgede erozyonu artırıcı bir neden olarak görülmeli ve arazi yönetiminde dikkate alınmalıdır.

Bitki örtüsünün önemli birimlerinden olan az yoğun ormanlarda, çalıklarda ve otlaklarda ünite parçalılığının sonucu olarak ünite kayıpları gerçekleşmiştir. Özellikle odunsu türlerin hakim olduğu arazilerde parçalılığın artması ve hatta ünite kayıplarının meydana gelmesi, başta kuşlar olmak üzere birçok vahşi yaşam için tehlike oluşturmaktadır. Birçok kuş türünün, korunma amacıyla, yuvaları için ağaçlık arazinin merkezini tercih ettiği bilinmektedir. Tabî ki, tarım alanlarıyla ilgili olarak, otlakların da birçok kuş türü için faydalı olduğu bilinmektedir (Johnson ve Schwartz 1993, Best ve ark. 1997). Özellikle otlakların yapısal kompleksi ve floristik özellikleri yaşayan kuşlar için önemli habitat özelliğidir (Herkert 1994). Gerçekleşen ünite kayıpları izolasyonu artırmakta bu da, iki alan arasındaki vahşi yaşamdaki hareketliliği de azaltmaktadır. Sadece kuşlar değil, her ne kadar uygun olmayan habitatları geçebilme özelliğine sahip olsa da kurtlar da habitat parçalılığına ve habitat kayıplarına duyarlılık göstermekte; yüksek kalitede habitatları tercih etmektedir (Miladenoff ve ark. 1995). Bölgede fark edilen ünite kayıpları karşısında yeni orman alanları yaratma çabası vardır. Ancak bu genç ormanlar homojen türlerden oluşmaktadır. Bu nedenle birçok vahşi yaşamı barındırmamaktadır. Dolayısıyla bu suni ormanlarla vahşi yaşamdaki problemlere çözüm üretilmiş olunmamaktadır. Bölgede ağaçlandırmanın geliştirilmesi yönünde olan çalışmalara karşın, doğal yaşam açısından önemli olan mera alanlarında ve çalıklarda önemli kayıpların olduğu görülmektedir.

Türkiye genelinde çayır ve mera alanları, 1930-1980 yılları arasında geçen sürede yarıya inmiştir. Günümüzdeyse 21.06.2004 tarih ve 5178 sayılı kanunla yapılan değişikliklerle 14. maddenin uygulamasının Tarım ve Köy İşleri Bakanlıından alınıp komisyonlara havale edilmesi mera alanlarının daha da azalmasına neden olduğu ve farklı uygulamaları ortaya koyduğu düşünülmektedir. Oysa 1992 yılında Rio Zirvesinde kabul edilen Biyolojik Çeşitlilik Anlaşması ile Dünya Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesinin şartları yerine getirilerek gerek otlaklarda gerekse odunsu türlerin hâkim olduğu habitatlarda erozyonla mücadele kapsamında biyolojik çeşitlilik korunmalıdır. Fahrig (1997)'e göre geriye kalan habitatlarda parçalılıktan

ziyada kayıplar ya da değişiklikler, türlerin yok olması üzerinde baskın etkiye sahiptir. Çalışma alanında da parçalılıkla birlikte, bazı habitatlarda, ünite kayıpları görülmektedir. Bu da özellikle otsu topluluklarda ve çalılıklarda tür kayıplarının gerçekleşmiş olabileceği hipotezini ortaya koymaktadır.

Whitney ve Runkle (1981)'a göre orman ve orman olmayan alanlar arasındaki sınır, gölgeyi seven ya da sevmeyen türlerin ormanda hâkim olup olmaması üzerinde etkileyicidir. Diğer bir deyişle, kenar yoğunluğu türlerin merkezizyetçilik özelliği üzerinde etkilidir; bazı türler kenarda bazı türler ise merkezde yaşamlarını sürdürmektedir (Temple 1986, McGarigal ve Marks 1995). Bu kapsamda çalışma alanındaki canlı türlerinin daha çok kenar habitatları sevenler olduğu söylenilebilir. Bitkiler daha fazla güneş ışığını seven hayvanlar ise habitatlar arasında avlanan ya da yaşayan türler olmalıdır. Tabî ki kenarı seven türlerin habitat uygunluğu sorgulanacak olursa bu arazi örtülerinin en uygun olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

Şekil metrikleri, AKAÖ sınıfına ait en büyük ünitenin diğerlerinden daha düzensiz şekle sahip olduğunu ve parçalılığının fazla olduğunu göstermektedir. Bu da insan etkileşimiyle ortaya çıkan parçalılığın sonuçlarının bitki ve hayvan yaşamı açısından önemli olan büyük habitatların habitat kalitesinin bozduğunu göstermektedir. Aynı zamanda insan etkileşimiyle ortaya çıkan parçalılığın yaşandığı peyzajlar, değiştirilmemiş peyzajlarla ya da doğal olanlarla karşılaştırıldığında daha basit geometrik şekillenmeye sahiptir; bu basit geometrik özellikler de doğal yaşam açısından habitat kalitesinin bozulmasına neden olmaktadır (McGarigal ve Marks 1995).

Merkezi alanın gelişmemesi ya da azalması da parçalılığın arttığını göstermektedir. Özellikle otlaklardaki merkezi alanların küçülmesi ve çalışma alanı genelinde ünitelerin merkezinin gelişmemiş olması, peyzaj parçalılığının yüksek olduğunu göstermektedir. Yerleşme alanlarında da belirgin bir artış vardır. Bu peyzaj birimi de düzensiz şekliyle dikkati çekmektedir. Bu da özellikle Balıkesir kentinin yapılanma etkisi altında olduğunu ve büyüme gösterdiğini, büyümenin durmadığını göstermektedir. Parçalılığın fazla olduğu yerleşme dokusu, kent merkezinin büyük olmadığı sonucunu da ortaya koymaktadır. Tabî ki çalışma alanında yerleşme amacıyla tarım arazilerinin yok edilmesinin yerleşme ve yol ağının artmasının

gürültüyü artırdığı ve habitat kalitesini bozduğu düşünülmektedir.

Kent çevresinde önceleri kullanıma elverişsiz alanların tarıma açıldığı ve daha sonra bunların tahrip edildiği görülmektedir. Bölgede 1975-1987 döneminde arazinin potansiyel olarak kullanımının amaçlandığı; 1987-2000 dönemindeyse çarpık kentleşme ve bilinçsiz arazi kullanımı nedeniyle verimli tarım alanlarının kaybedildiğinin görüldüğü iki dönem söz konusudur. Ancak bölgedeki bu peyzaj değişimi 1975 öncesi dönemlerden etkilenmiştir.

Peyzaj genelinde Saçılma ve Kümeleşme İndeksindeki artış, AKAÖ sınıflarının rasgele dağıldığını ve özel dokunun homojen olmadığını göstermektedir. İnsanoğlunun çevreye etkisi, AKAÖ sınıflarının araziye rasgele dağılışıma neden olmuştur. Çünkü AKAÖ doğal faktörlere bağlı kalmaksızın dağılış göstermiştir. Örneğin, arazi çalışmalarında toprak kalınlığı fazla olmamasına rağmen ovanın çevresinde tarımsal faaliyetlerin yapıldığı alanlar tespit edilmiştir. Peyzaj ünitelerinde belirgin bir şekilsel bütünlülüğün kazanılmamış olması, antropojenik nedenli parçalılığın etkili olduğunun bir diğer göstergesidir. Ayrıca araştırma döneminde peyzajda düzenliliğe doğru değişimin olmaması, peyzajda dışsal etkilerin ya da baskıların devam ettiğini ortaya koymaktadır.

Kısaca, yapılan peyzaj patern metrikleri, AKAÖ bakımından Balıkesir Ovası ve yakın çevresinde parçalılığın arttığını, oldukça heterojen peyzaj mozaiğinin ortaya çıktığını ve hatta habitat kayıplarının yaşandığını göstermektedir. Bu, değişimin çok fazla olduğunun ve araştırma süresi boyunca habitat kalitesinin azaldığının bir göstergesidir.

Sonuçlar, çalışma alanının nüfus ve AKAÖ arasındaki kompleks ilişkinin (Riebsame ve ark. 1994, Lambin ve ark. 2001) yaşandığı küresel problemin bir parçası olduğunu göstermektedir. Bölgede insanların bitki örtüsü üzerine etkisi, Akdeniz ülkelerinde de benzer sonuçları ortaya koymuştur (Naveh ve Dan 1973, Tzanopoulos ve ark. 2005).

Çalışma alanında peyzaj göstergeleri, peyzajdaki parçalılığı ölçmede ve AKAÖ gerçekleşen değişimin şiddetini göstermede başarılı olmuştur. Bu nedenle Coğrafi Bilgi Sistemleri, UA ve peyzaj ekolojisi peyzajın sürdürülebilirliğinde ve geleceğe yönelik planlamalarda destekleyici araçlar olabilir. Ancak, hangi metriğin nerede kullanılacağı önemle

üzerinde durulması gereken bir konudur (McGarigal ve Marks 1995). Bu çalışmada geçmişe ilişkin fauna ve flora kayıtları bulunmadığından peyzaj patern değişimine bağlı olarak habitat kalitesinde meydana gelen değişiminin türler üzerindeki etkisi araştırılmamıştır. Ancak arazi çalışmaları sırasında yöre avcılarıyla yapılan görüşmelerde kuş ve tavşan gibi av hayvanlarının türlerinin yok denecek kadar azaldığı not edilmiştir.

KAYNAKLAR

- Andrén H (1994) Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat. *Oikos* 71, 355-366.
- Atalay İ (2002) Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Meta Basım Evi, İzmir.
- Bastian O (2001) Landscape ecology: towards a unified discipline? *Landscape Ecology* 16, 757-766.
- Bender DJ, Contreras TA, Fahrig L (1998) Habitat loss and population decline: a meta analysis of the patch size effect. *Ecology* 79, 517-533.
- Best LB, Campa H, Kemp KE, Robel RJ, Ryan MR, Savidge JA, Weeks HP, Winterstein SR (1997) Bird abundance and nesting in CRP fields and cropland in the Midwest: a regional approach. *Wildlife Soc. Bull.* 25, 864-877.
- Congalton RG (1996) Accuracy Assessment: A Critical Component of Land Cover Mapping. In: Scott JM, Tear TH, Davis F (eds), *Gap Analysis: A Landscape Approach to Biodiversity Planning*, American Society for Photogrammetry and Remote Sensing, Bethesda, Maryland, 119-131.
- Coppedge BR, Engle DM, Fuhlendorf SD, Masters RE, Gregory MS (2001) Landscape cover type and pattern dynamics in fragmented southern Great Plains grasslands. *Landscape Ecology* 16, 8, 677-690.
- Crews-Meyer KA (2001) Assessing landscape change and population-environment interactions via panel analysis. *Geocarto International* 16, 4, 69-79.
- Crews-Meyer KA (2002) Characterizing Landscape Dynamism via Paneled-Pattern Metrics. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 68, 10, 1031-1040.
- Fahrig L (1997) Relative affects of habitat loss and fragmentation on population extinction. *Journal of Wildlife Management* 61, 3, 603-610.
- Foody GM (1992) On the compensation for chance agreement in image classification accuracy assessment. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 58, 1459-1460.
- Forman RTT (1995) *Landscape Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Forman RTT, Godron M (1986) *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Haines-Young R, Green DR, Cousins SH (1993) *Landscape Ecology and GIS*. Taylor and Francis, London.
- Helzer CJ, Jelinski DE (1999) The relative importance of patch area and perimeter-area ratio to grassland breeding birds. *Ecological Applications* 9, 1448-1458.
- Herkert JR (1994) The effects of habitat fragmentation on midwestern grassland bird communities. *Ecological Applications* 4, 461-471.
- Jensen JR (1996) *Introductory Digital Image Processing: a Remote Sensing Perspective*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ.
- Jensen JR (2000) *Remote Sensing of the Environment an Earth Resource Perspective*. Prentice Hall Series in Geographic Information Science, Upper Saddle River, New Jersey.
- Johnson DH, Schwartz MD (1993) The Conservation reserve program and grassland birds. *Conservation Biology* 7, 934-937.

Lambin EF, Turner II BL, Geist HJ, Agbola S, Angelsen A, Bruce JW, Coomes O, Dirzo R, Fischer G, Folke C, George PS, Homewood K, Imbernon J, Leemans R, Li X, Moran EF, Mortimore M, Ramakrishnan PS, Richards JF, Skånes H, Steffen W, Stone GD, Svedin U, Veldkamp T, Vogel C, Xu J (2001) The Causes of Land-Use and Land-Cover Change: Moving Beyond The Myths. *Global Environmental Change: Human and Policy Dimensions* 11, 4, 5-13.

Lauer DT, Morain SA, Salomonson VV (1997) The Landsat program: Its origins, evolution, and impacts. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 63, 831-838.

- Lavers C, Haines-Young R (1993) Equilibrium Landscapes and Their Aftermath: Spatial Heterogeneity and the Role of New Technology. In: Haines-Young R, Green D, Cousins S (eds.), *Landscape Ecology and Geographic Information System*, Taylor & Francis, London, 57-74.
- Marsh GP (1864) *Man and nature: or Physical Geography as Modified by Human Action*. Harvard University Press, Cambridge.
- McGarigal K, Cushman SA (2005) The Gradient Concept of Landscape Structure. In: Wiens J, Moss M (eds.), *Issues and Perspectives in Landscape Ecology*, Cambridge University Press, Cambridge, 112-119.
- McGarigal K, Marks BJ (1995) FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Department of Agriculture Forest Service, General Technical Report, PNW-GTR-351, Portland, Oregon.
- Miladenoff DJ, Sickley TA, Haight RG, Wydeven AP (1995) A regional landscape analysis and prediction of favorable grey wolf habitat in the Northern Great Lakes region. *Conservation Biology* 9, 2, 279-294.
- Milne BT (1988) Measuring the fractal geometry of landscapes. *Applied Mathematics and Computation* 27, 67-79.
- Moore NW, Hooper MD (1975) On the number of bird species in British woods. *Conservation Biology* 8, 239-250.
- Naveh Z (1991) Some remarks on recent developments in landscape ecology as a transdisciplinarity ecological and geographical science. *Landscape Ecology* 5, 2, 65-73.
- Naveh Z, Dan J (1973) The Human Degradation of Mediterranean Landscapes in Israel. In: Castri F, Mooney HA (eds.), *Mediterranean-Type Ecosystems, Origin and Structure*, Springer-Verlag, New York, 370-390.
- Naveh Z, Lieberman AS (1984) *Landscape Ecology, Theory and Application*. Springer-Verlag, New York.
- Orhan CR (1936) *Balıkesir Coğrafyası*. Vilayet Matbaası, Balıkesir.
- Pielou E (1977) *Mathematical Ecology*. John Wiley and sons, New York.
- Primack RB (1998) *Essentials of Conservation Biology*. Second Edition, Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts.
- Riebsame WE, Meyer WB, Turner BL II (1994) Modeling land-use and cover as part of global environmental change. *Climate Change* 28, 45-64.
- Rosenfield GH, Fitzpatrick-Lins K (1986) A coefficient of agreement as a measure of thematic classification accuracy. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 52, 223-227.
- Singh A (1989) Digital change detection techniques using remotely-sensed data. *International Journal of Remote Sensing* 10, 6, 989-1003.
- Soini K (2001) Exploring human dimensions of multifunctional landscapes through mapping and map-making. *Landscape and Urban Planning* 57, 225-239.
- Soykan A, Atalay İ (2005) Landscape ecology of Biga Peninsula, Natural Environment and Civilization. In: *Proceedings of the Third Turkish-Romanian Geographical Academic Seminar, September 15-24 2005, Zeytinli-Balıkesir, Turkey*, 3-24.
- Temple SA (1986) Predicting Impacts of Habitat Fragmentation on Forest Birds: A Comparison of Two Models. In: Verner J, Morrison ML, Ralph CJ (eds.), *Wildlife 2000: Modeling Habitat Relationships of Terrestrial Vertebrates*. Univ. of Wisconsin Press, Madison, WI, 301-304.
- Thomas WL (1956) *Man's Role in Changing the Face of the Earth*. University of Chicago Press, Chicago.
- Turner MG (1989) Landscape ecology: The effect of pattern on process. *Annual Review of Ecology and Systematics* 20, 171-197.
- Turner MG, Gardner RH, O'Neill RV (2001) *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*. Springer-Verlag, New York.
- Tzanopoulos J, Mitchley J, Pantis J (2005) Modeling the effects of human activity on the vegetation of a northeast Mediterranean island. *Applied Vegetation Science* 8, 27-38.
- Vogelmann JE (1995) Assessment of forest fragmentation in southern New England using remote sensing and Geographic Information Systems technology. *Conservation Biology* 9, 2, 439-449.
- Weismiller RA, Kristoof SJ, Scholz DK, Anuta PE, Momen SA (1977) Change detection in coastal

zone environments. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 43, 1533-1539.

Whitcomb RF, Robbins CS, Lynch JF, Whitcomb BL, Klimhiewicz MK, Bystrak D (1981) Effects of Forest Fragmentation on Avifauna of the Eastern Deciduous Forest. In: Burgess RL, Sharpe DM (eds.), *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*, Springer, New York, 125-206.

Whitney GG, Runkle JR (1981) Edge versus age effects in the development of beech-maple forest. *Oikos* 37, 377-381.

Wickware GM, Howarth PJ (1981) Change Detection in the Peace-Athabasca Delta Using Digital Landsat Data. *Remote Sensing of Environment* 11, 9-25.

Wilcove DS (1987) From fragmentation to extinction. *Natural Areas Journal* 7, 23-29.

Wilcox BA, Murphy DD (1985) Conservation strategy: The effects of fragmentation on extinction. *American Naturalist* 125, 879-887.

Yuan D, Lunetta RS, Elvidge CD 1998. Survey of Multispectral methods for land cover change analysis. In: Lunetta RS, Elvidge C (eds.), *Remote sensing change detection: environmental monitoring methods and applications*, Ann Arbor Press, Chelsea, Mich, 21-39.