

## PEYZAJ EKOLOJİSİNE GENEL BAKIŞ\*

*Bülent DENİZ<sup>1</sup>, Erhan Vecdi KÜÇÜKERBAŞ<sup>2</sup>, Hayriye EŞBAH TUNÇAY<sup>1</sup>*

### ÖZET

Dünya genelinde gerek endüstriyel gelişmelerin gerekse nüfus artışının meydana getirdiği çevresel baskılar, araştırmacıları giderek artan bir ilgiyle çevre sorunlarına çözüm aramaya itmektedir. Karşılıklı ilişkilerin ve etkileşimlerin söz konusu olduğu bu karmaşık sorunların çözümü bu alanda birçok meslek disiplininin beraber çalışmasını gerektirmektedir. Ülkemizdeki uygulamaları henüz başlangıç aşamasında bulunan peyzaj ekolojisi disiplininin temel kavramları ve teorilerinin daha geniş bir araştırmacı kitlesi tarafından bilinmesi, çevre ile ilgili çalışmalarda ortak bir lisanın konuşulması adına önemlidir. Makalede bu bağlamda ekoloji ve peyzaj ekolojisine yönelik temel kavram ve teorilere yer verilmekte, peyzaj yapısı metriklerinin kullanımına değinilmekte ve kentleşmenin kaçınılmaz bazı sonuçları peyzaj ekolojisi perspektifiyle değerlendirilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Peyzaj ekolojisi, peyzaj yapısı metrikleri, parçalanma, bağlantı, kenar etkisi.

### General Introduction to Landscape Ecology

### ABSTRACT

Environmental pressures, which are caused by both industrial developments and population rise, increasingly compel researchers to find solutions to environmental problems worldwide. The solution of such complex problems generated by reciprocal relationships and impacts requires interdisciplinary collaboration. Wide dissemination of the basic concepts and terminology of the landscape ecology paradigm, whose application is at the beginning stages in our country, is important to develop a common language among the researchers in environment related studies. In this context, the article presents basic concepts and theories pertaining to landscape ecology, displays the use of landscape structure indices, and evaluates the inevitable consequences of urbanization from a landscape ecological perspective.

**Keywords:** Landscape ecology, landscape structure indices, fragmentation, connectivity, edge effect.

## GİRİŞ

Atom enerjisi çalışmaları sırasında elde edilen gelişmeler ekoloji temelli araştırmaların 1960'lardan sonra artmasına sebep olmuştur. Bu süreç içinde ayrıca doğal alanların sürekliliği ve açık alan sistemlerine yönelik çalışmalar hızla artmıştır. Bu olgunun arkasında yatan başlıca gerekçeler yaşanan nüfus artışı, buna paralel olarak kentsel alanların hızla genişlemesi, yaşam kalitesinin düşmesi, doğal alanların sürekli daralması, bu alanların doğal yapılarının bozulması ve yaban hayatının giderek artan bir tehditle karşı karşıya kalmasıdır. Peyzaj ekolojisi alanında giderek artan araştırmalar bu sorunlara çözüm üretme çabalarının bir sonucu olarak gelişmiştir. Avrupalı araştırmacılarca ilk ortaya konulan ve başlangıç aşamasında kuramsal sınırlar arasında kalan peyzaj ekolojisi çalışmaları, Amerikalı ve Kanadalı araştırmacılarca birebir insan etkileri ile habitat değerleri değiştirilmiş alanlarda yapılacak koruma amaçlı çalışmalara uyarlanmış ve gerçek hayattaki uygulama örneklerinin artması ve teknolojik yeniliklerle geniş anlamda kabul görmeye başlamıştır.

Ülkemizde peyzaj ekolojisi ilkelerini ve metriklerini birebir uygulamaya dökken örneklerin sayısı sınırlıdır. Halbuki Türkiye birçok fitocoğrafik

bölgeyi barındırması nedeniyle özgün ekosistemlere sahiptir ve insan etkinliklerinin günden güne artmasıyla sahip olunan doğal zenginlikler her geçen gün daha çok tehdit altına girmektedir. Peyzaj ekolojisinin özellikle planlama, yönetim ve koruma çalışmalarına entegre edilerek kullanılması, yaşadığımız çevrenin iyileştirilmesine daha objektif bir yaklaşım getirecek ve temel ilkelerinin ve terminolojisinin benzer alanlarda çalışma yapan diğer disiplinlerce de paylaşılması, yapılacak karşılıklı çalışmalarda ortak bir dil kullanılmasını sağlayacaktır. Bu çalışmanın amacı peyzaj ekolojisinin temellerini oluşturan yaklaşımların ve terminolojilerin literatürden derlenen bilgiler ışığında çevre ve doğa koruma alanlarında rol alan farklı meslek disiplinlerine tanıtılmasıdır. Çalışmada yer alan literatürün çerçevesi, mevcut ve ileride oluşturulacak kentsel alanların planlanması ile sınırlıdır. Çalışmada öncelikle peyzaj ekolojisinin tarihçesi verilmekte, ilerleyen bölümlerde ekoloji kaynaklı temel teorilerden ve peyzaj ekolojisinde sık kullanılan kavramlardan bahsedilmektedir. Peyzaj yapısı metriklerinin tanıtıldığı bölümü takiben peyzaj ekolojisinin kentleşme ile ilgili en yaygın kuramlarından parçalanma, kenar etkisi ve bağlantı konularına değinilmektedir.

\* Bu çalışma Adnan Menderes Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönergesi çerçevesinde FBE 03002 proje numarasıyla ve Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri komisyonu'nca 2003/ZRF/036 proje numarasıyla desteklenen Doktora çalışmasının bir parçasıdır.

<sup>1</sup> Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Güney Kampüsü, AYDIN

<sup>2</sup> Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Bornova, İZMİR

## PEYZAJ VE EKOLOJİ TERİMLERİ

Bilimsel bir terim olarak peyzaj (landscape) ilk olarak bundan yaklaşık 200 yıl önce Alman coğrafyacı Alexander Von Humboldt tarafından “bir arazi parçasının tüm tanımlayıcı özellikleri” olarak tanımlanmıştır. Rosenkranz 1850'de, peyzajı doğada var olan ve hiyerarşik olarak organize olmuş tüm yerel sistemler olarak tanımlamıştır (Bastian, 2001). Neef (1967) peyzajı “uniform bir yapıya ve işlevsel bir dokuya (pattern) sahip bir yeryüzü parçası” olarak tanımlamış; görünüm, bileşenler (rölyef, toprak, iklim, su, flora, fauna, insan ve insan yapıları) ve bunların mekansal konumlarını bu tanımlamaya dahil etmiştir. Ancak peyzaj sadece bu coğrafi etkenlerin tekil olarak bir araya gelmesi değil bunların etkileşiminin oluşturduğu bütünü ifade etmektedir. Forman ve Godron (1986) bu eksikliğe de vurgu yaparak peyzajı “etkileşim halindeki ekosistemlerin bir araya gelerek oluşturduğu ve benzer formlarda kendini tekrar eden heterojen bir yeryüzü parçası” olarak tanımlamışlardır. Leser (1997) ise peyzajı “canlı, cansız ve insan kaynaklı bileşenlerin işlevsel bir bütünü oluşturduğu mekansal bir doku” olarak tanımlamıştır. Günümüzde “biyolojik kompozisyonu, fiziksel çevresi ve antropojenik ve sosyal yapısıyla belirli bir coğrafi alanın yapısal ve dokusal (pattern) tüm özellikleri” (IUCN, 2003) tanımlaması geniş anlamda kabul görmektedir. Görüldüğü üzere peyzaj kelimesinin yorumlanmasında birbirinden farklı birçok tanım ortaya çıkmaktadır. Ancak bunların hepsinde de değişmeyen ortak ifade olarak “peyzaj elemanlarının bir araya gelerek oluşturduğu mozaikli içeren yeryüzü parçası” yer almaktadır.

Ekoloji kelimesi ise en yaygın kullanımıyla habitatlardaki ilişkileri inceleyen bilim dalı olarak ele alınabilir. Ekoloji kelimesi ilk olarak 1866 yılında Alman zoolog Ernst Haeckel'in (1834-1919) kullandığı kabul edilmektedir. Haeckel'in yazılarında bu kelime “Ökologie” olarak geçmektedir. 19. yy.'dan bu yana geliştirilen tanımlamaların birçoğunun ortak ifadesi olarak ekoloji “tüm organizmaların birbirleri ve çevreleriyle etkileşimi” olarak belirtilmektedir (Lawrence, 2003). Bu tarihten sonra ekoloji alanında yapılan çalışmaların sürekli artması ve çeşitlenmesi, bu disiplin altında birçok alt disiplin oluşmasına neden olmuştur. Bunlardan yaygın olarak benimsenen ve çalışmaların yoğunlaştığı alt disiplinler popülasyon ekolojisi (population ecology), canlı toplulukları ekolojisi (community ecology), bitki ekolojisi (plant ecology), ekosistem ekolojisi (ecosystem ecology) ve peyzaj ekolojisi (landscape ecology).

Popülasyon ekolojisinin çalışma alanı, canlı topluluklarının popülasyon dinamiklerine ve bu toplulukların çevresel faktörlerle olan etkileşimlerine odaklanmaktadır. Canlı toplulukları ekolojisi, canlı toplulukları içerisinde popülasyonların birbirleriyle olan etkileşimleri üzerine çalışmaktadır. Bitki ekolojisi, bitkilerin kendi aralarında ve çevreleriyle

olan etkileşimi üzerinde çalışmaktadır. Ekosistem ekolojisinin çalışma alanını, ekosistem içerisindeki madde ve enerji döngüleri oluşturmaktadır. Peyzaj elemanlarının birbirleriyle olan etkileşimleri üzerine yürütülen araştırmalar ise peyzaj ekolojisinin kapsamını oluşturmaktadır.

## TARİHÇE

Ekolojinin bir alt disiplini olan peyzaj ekolojisi terimi ilk olarak 1939 yılında Alman biyocoğrafyacı Carl Troll tarafından kullanılmıştır (Turner et al., 2001). Araştırmacının çalışması “peyzaj içindeki çevresel koşullar ve canlı toplulukları arasındaki etkileşimin, neden sonuç ilişkileri içerisinde geniş bir perspektifte incelenmesi” kavramsal yaklaşımına dayanmaktadır (Forman, 1995). Troll Doğu Afrika'da alan kullanımlarına dayalı problemleri incelediği araştırmalarında, hava fotoğraflarından yararlanmıştır. Hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin geniş ölçekli peyzajların mekansal analizine olanak tanınması nedeniyle bu çalışma peyzaj ekolojisinin gelişiminde önemli bir basamağı oluşturmaktadır.

Disiplinin tarihsel süreçteki gelişimi üç ana aşamada ele alınabilir. Birinci aşama 1950'li yıllara kadar uzanan süreçtir. Bu süreçte, geniş alanlara dayanan çalışmalarla doğanın anlaşılmasına yönelik araştırmalar ağırlıktadır. A.W.F. Schimper, A.P. DeCandolle, A. Grisebach, J. Braun-Blanquet ve F.E. Clements yaptıkları büyük ölçekli ekoloji çalışmalarıyla dönemin şekillenmesinde önemli rol oynamışlardır (Forman, 1995).

İkinci aşama 1950-1980'li yıllar arasındadır. Bu dönemde Troll'un peyzaj ekolojisi kavramsal yaklaşımı, E. Neef, J. Schmithusen, G. Haase, W. Haber ve I.S. Zonneveld gibi coğrafyacı ve biyocoğrafyacılar tarafından daha ileri götürülerek planlamayla daha entegre hale getirilmiştir. Bu dönemin en öne çıkan özelliği peyzaj ekolojisinin interdisipliner özelliği olmuştur. J.T. Curtis, R.H. Whittaker, M. Godron ve H. Ellenberg vejetasyon metodolojisi, A.P.A. Vink toprak bilimi, P. Haggett, A.D. Cliff ve E.J. Taaffe kantitatif coğrafya, E. Dickinson ve W. Isard bölgesel çalışmalarla, I. McHarg, G. Eckbo, E.H. Zube, J.G. Fabos, C. Steinitz ve H. Kiemstedt peyzaj mimarlığı ve planlama çalışmalarıyla önemli katkı sağlamışlardır (Forman, 1995). McHarg (1971)'in “Design With Nature” kitabının yayınlanmasıyla beraber alan kullanım planlamasında çevresel perspektifin önemi daha da belirginleşmiştir. Bu perspektif toprak hidrolojisi, jeolojik yapı, topoğrafik özellikler gibi fiziksel etkenlerin ön plana çıkmasıyla kendini göstermektedir.

Üçüncü aşama ise 1980'li yıllardan günümüze kadar olan süreçtir. Bu dönem tüm kavramsal yaklaşımların “mozaik peyzaj” teorisi bağlamında şekillenerek peyzaj ekolojisi alanında ortak bir terminolojinin oluşturulmasıyla kendini

göstermektedir. Bu dönemde yapılan çalışmalar habitat parçalanması, koruma biyolojisi, koridorlar-süreklilik ve sayısal yöntemlerin geliştirilmesi alanlarında yoğunlaşmıştır (Forman, 1995).

Peyzaj ekolojisi disiplini en hızlı gelişimini 1980'li yıllardan sonra kaydetmiştir. Akademik birikimin paylaşıldığı ilk büyük organizasyon 1981 yılında "Uluslararası Peyzaj Ekologları Toplantısı"yla gerçekleşmiştir. Burada sunulan çalışmalar çok teorik ve uygulama desteğinden yoksun olmasına karşın 1980'lerin ortalarında teoriyi takip eden başarılı uygulamalar, teknolojinin sunduğu olanakların da artmasıyla disiplinin hızlı bir gelişme dönemine girmesini sağlamıştır. Özellikle hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin yaygın bir şekilde kullanılmaya başlanması ve buna bağlı olarak coğrafi bilgi sistemleri (CBS) ve uzaktan algılama yöntemleriyle veri elde edilmesi, saklanması ve analiz edilmesinde yaşanan kolaylıklar disiplinindeki ilerlemeyi destekleyen en önemli etkenler olmuştur.

Ancak peyzaj ekolojisi alanında yaşanan gelişmelerin temelinde yatan ana sebep çevremizde oluşan geniş ölçekli değişimlerin etkilerinin belirlenmesine yönelik duyulan ihtiyaç olmuştur. Bu etkilerin sonuçlarının neler olabileceğini anlatan Rachel Carson'ın (1962) "Silent Spring" adlı kitabı bu alandaki dönüm noktalarından biridir. Göreceli olarak yeni kabul edilen bu peyzaj ekolojisi; peyzaj değerlendirme, planlama, yönetim, koruma ve onarım çalışmaları için güçlü bir bilimsel temel oluşturmaktadır (Naveh and Lieberman, 1984). Peyzaj ekolojisinin yönetsel yaklaşımları peyzaj planlamanın teorik temellerini oluşturmaktadır (Forman, 1995; Leitão and Ahern, 2002).

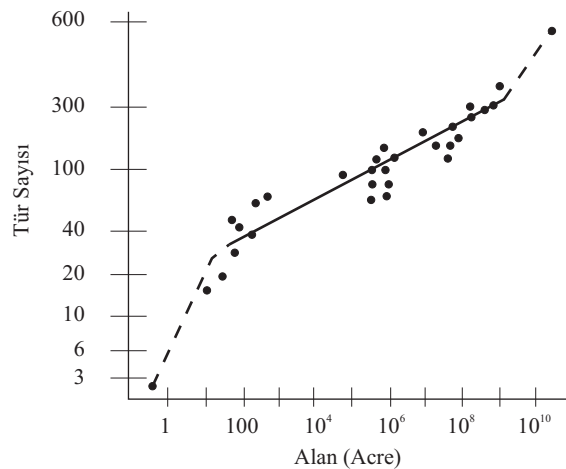
## EKOLOJİ TEORİLERİ

Ekoloji alanında çalışan MacArthur ve Wilson'un 1960'larda ortaya attıkları ada biyocoğrafyası teorisi, ekolojiyle ilişki içerisinde olan birçok disiplin üzerinde önemli etkilerde bulunmuştur. Teorideki ada benzetmesi başka bir arazi parçası üzerinde kalmış, tahrip sonucu veya doğal sebeplerle bütünden ayrı bulunan yaşam ortamları için kullanılmaktadır. Ada biyocoğrafyası teorisinin öne sürdüğü ilkeler başlıca şu şekilde sıralanabilir: (a) Ada büyüklüğü, barındırdığı tür sayısıyla doğrudan ilgilidir, (b) ada büyüklükleri ve adaların birbirleriyle olan mekansal ilişkileri, tür sayıları ve popülasyon büyüklüğü üzerinde doğrudan etkilidir, (c) ana karaya en yakında yer alan büyük adalar en fazla ve eşit miktarda türü barındırır ve (d) dışarıdan bir etki olmadığı sürece adalardaki tür sayıları ve popülasyonlar statik bir denge içindedir (Grafik 1) (Brown and Kodric-Brown, 1977; Stiling, 1996).

Ada biyocoğrafyasının temel ilkeleri kentsel alanlarda çalışan plancılara ve ekologlara önemli çıkarımlar sağlamıştır. Şöyle ki; ada biyocoğrafyası teorisi adanın büyüklüğüne ve ana karaya olan

uzaklığına ya da benzer adalarla olan konum ve ilişkilerine göre oluşacak izolasyon durumuna göre adalardaki tür zenginliği hakkında geleceğe yönelik öngörüler oluşturmayı amaçlamaktadır (MacArthur and Wilson, 1967). Benzer şekilde kendi yapısıyla tamamen uyumsuz alan kullanımlarıyla çevrelenmiş habitat parçalarının, etrafı sularla çevrili adalarla olan bu benzerlik, teorisin kentsel alanlardaki izole habitat adalarında da uygulanabileceği göstermektedir (Terborgh, 1974; Willis, 1974; Diamond, 1975; Wilson and Willis, 1975; Diamond and May, 1976). Örneğin kentsel alan içinde kalan açık alanların habitat adaları olarak ele alındığı ve bu alanların barındırdığı tür ve popülasyonlara odaklanan çalışmalar temelini bu teoriden almaktadır. Nitekim günümüzde çoğu kent sürekli genişleyerek çevre açık alanları bölmekte ve hem kentsel alanlar hem de açık alanlar bu ada modeliyle benzeşen bir yapı sergilemektedir. Kent içinde kalan açık alanlar birer habitat adası olarak ele alındığında kent çevresinde yer alan geniş açık alanların durumu ana karayla benzeşme göstermektedir.

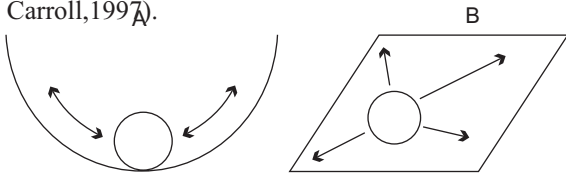
**Grafik 1.** Ada büyüklüğünün tür sayısı üzerinde doğrudan etkili olduğunu gösteren doğrusal grafik (Preston, 1960; Stiling, 1996'dan).



Yapısal gelişmelerle çevrelenmiş izole habitatların ve etrafı sularla çevrili adaların arasındaki bu benzerlikler doğal alanların planlanmasına yönelik birçok çalışmanın temelini oluşturmaktadır. Ada biyocoğrafyası kuramı öne sürdüğü teoriler temelinde birçok çalışma alanına önemli katkılar sağlamıştır. Bu teorisin getirdiği yaklaşım; peyzaj ekolojisinin ilgi alanlarına giren genetik kaynakların korunması, tür çeşitliliğinin devamı, ekosistem yönetimi ve koruma biyolojisi disiplininin köşe taşlarından birini oluşturmaktadır (Soulé and Wilcox, 1980; Soulé, 1986).

Ada biyocoğrafyası teorisi başlangıç aşamasında denge teorisinden (equilibrium teorisi)

etkilendiğinden, habitat adacıklarının önceden tahmin edilebilir bir klimaks düzeyine sahip, kendi içinde bir bütün ve kendi kendine işleyen durağan sistemler olduklarını kabul etmekteydi. Eğer fiziksel koşullarda bir değişiklik olup sistem etkilenirse bu değişikliğin ortadan kalkmasıyla ekosistemin klimaks düzeyine nihayetinde geri döneceğine işaret edilmekteydi (Meffe and Carroll, 1997). Ancak son 20 yılda yaşanan gelişmeler ve yapılan birçok deneysel çalışmanın sonuçları, ada biyocoğrafyası teorisinin bu habitat adacıklarının sürekli durağan bir dengeye sahip olduğunu kabullenmesinden dolayı yetersiz kaldığını göstermektedir. Uzun araştırmalar sonucunda geliştirilen “dengesizlik (nonequilibrium) teorisi” ekolojik sistemlerin ya da habitat adacıklarının durağan olmadıklarını, çevreleriyle madde ve enerji alış verişinde olduklarını, yapısını ve işleyişini etkileyen değişimlerden doğrudan etkilendiklerini göstermektedir. Kent içindeki açık alanlar dengesizlik teorisi açısından düşünüldüğünde ortaya çıkan sonuçlar: (1) Bu habitat adaları, çevrelerini saran farklı yapıdaki alan kullanımlarından dolayı izole olmuş olsalar da çevreleriyle etkileşim içindedirler, (2) koruma statüleri ne olursa olsun izole olan bu alanlar habitat niteliklerini koruyamazlar, (3) bu alanların kendilerini durağan bir denge halinde sürdürebilme yetileri yoktur ve (4) bu alanlar, doğal ve insan kaynaklı değişim ve müdahalelere açık olduğundan habitat niteliklerini yitireceklerdir (Pickett et al., 1992; Esbah, 2001). Şekil 1’de denge (A) ve dengesizlik (B) teorileri kavramsal bir model üzerinde açıklanmıştır. Denge teorisinde sistem, bir bozulmadan sonra nihai olarak özgün konumuna gelecektir (A). Ancak dengesizlik teorisinde sistem etkilendiği anda yeni bir konuma kavuşmaktadır (B). İkinci yaklaşım sistemlerin maruz kaldığı dış etkilerin önemini açıkça ortaya koymaktadır (Meffe and Carroll, 1997).



Şekil 1. Denge ve dengesizlik teorileri üzerine kavramsal bir şekil (Meffe and Carroll, 1997).

Ekosistem içindeki öğelerin işleyişi, birbirinden bağımsız olarak düşünülemez. Alan dinamiklerinin daha mekanik ve uzun süreli araştırmalarla incelendiği çalışmalarda çok belirgin sınırları olan sistemler arasında bile organizma ve madde alışverişinin olduğu açıkça ortaya konulmuştur. Bu nedenle peyzajlar kapalı ve izole değil, açık ve etkileşim halindeki ekolojik sistemlerdir (Meffe and Carroll, 1997).

<sup>1</sup> Kendi içinde yapısal olarak nispeten benzeşik fakat çevresiyle farklılık gösteren ve doğrusal olmayan mekansal birim.

<sup>2</sup> Her iki tarafındaki alandan yapısal olarak farklılık gösteren kendi içinde homojen, çizgisel formdaki alan.

<sup>3</sup> Peyzaj mozaikini karakterize eden ana alan kullanım türü veya mozaik içindeki başat ekosistem yapısı.

## KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Ekolojik işleyişin ekosistemler arasındaki dinamik ilişkiden hem etkilendiği hem de bu ilişkiyi etkilediği yönünde gelişen genel kabul, peyzaj ekolojisinin kavramsal çerçevesini oluşturmaktadır. IALE (International Association for Landscape Ecology) peyzaj ekolojisinin çalışma alanını “peyzajlardaki değişimlerin her ölçekte incelendiği ve bu incelemenin peyzajdaki biyofiziksel ve sosyal neden-sonuç ilişkilerini de kapsadığı bir çalışma alanı” olarak tanımlamakta ve disiplinler arası bir işbirliğini gerektirdiğini ifade etmektedir (IALE Executive Committee, 1998). Dramstad et al., (1995)’a göre peyzaj ekolojisi, mekansal düzen ve dağılımın ekolojik işleyiş üzerine olan etkisine odaklanmaktadır. Forman ve Godron (1986)’a göre ise peyzaj ekolojisinin çalışma alanı üç ana başlık altında toplanabilir: (a) Peyzaj elemanları veya ekosistemlerin dağılım desenleri, (b) hayvanlar, bitkiler, enerji, mineral besinler ve suyun bu elemanlar arasındaki dolaşımı ve (c) peyzaj mozaikinde zamana bağlı oluşan değişimler. Dolayısı ile peyzaj ekolojisi üzerine yapılan araştırmalar; yapı, işlev ve değişim olmak üzere üç ana peyzaj karakteristiğine odaklanmaktadır.

### Peyzaj Yapısı

Peyzaj yapısının biyolojik çeşitlilik üzerine doğrudan etkili olduğu bilinmektedir (McGarigal, 1998). Forman (1995) peyzaj yapı elemanı olarak üç temel öge tanımlamaktadır: leke (patch), koridor ve matris. Bu tanımlama günümüzde “leke<sup>1</sup>-koridor<sup>2</sup>-matris<sup>3</sup> modeli” (patch-corridor-matrix model) olarak yaygın bir şekilde kabul görmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Peyzaj matrisi, koridor ve lekeler (Smith and Hellmund, 1993).

Bu model peyzajı bir mozaik olarak ele almakta ve peyzajı oluşturan tüm mekansal elemanları bu üç sınıf altında toplamaktadır. Peyzajı oluşturan bileşenlerden her biri ya bu öğelerden birisidir ya da bunların bir parçasıdır. Peyzajın bu şekilde modellenmesi ve tanımlanması analiz ve kıyaslamaya dayanan yöntemsel çalışmaların önünü açmıştır. Bu model mekansal tanımlamalar bağlamında farklı disiplinlerin ortak bir terminolojide birleşmelerine ve iletişimine de olanak sağlamıştır (Forman, 1995). Ayrıca peyzaj yapısının bu tanımlamalar çerçevesinde ölçülebilirliği peyzajda işlev ve değişimin çalışılabilirliği için bir ön koşul niteliğindedir.

Peyzajlar, kendini oluşturan bileşenlerin mekansal ilişkileriyle birbirlerinden ayrılırlar. Yapısal olarak birbirinden farklı alanların bir araya gelmesiyle oluşan bu mozaik peyzaj, heterojen bir mekansal yapıyı tanımlamaktadır. Ekosistemler arasındaki mekansal ilişkiler; ekosistemlerin büyüklüğüne, şekline, sayısına ve türüne bağlı olarak özellikle enerji, materyal ve türlerin dağılımı hakkında önemli bir gösterge oluşturmaktadır. Mekansal heterojenitenin seviyesini belirleyen iki değişken vardır: 1) belirli bir birim alandaki farklı alan türlerinin miktarı, 2) bunların mekansal dağılımı ve mekansal ilişkileri (komşuluk, yakınlık-uzaklık, parçalanmışlık gibi). Peyzaj ekolojisinde bu kompozisyon ve konfigürasyon olarak adlandırılmaktadır (McGarigal and Marks, 1995). Bu iki değişken birbirinden bağımsız olarak veya birlikte ekolojik işlevi (fonksiyon) üzerinde etkili olmaktadır.

### **İşlev**

Peyzaj ekolojisinde odaklanılan ikinci karakteristik peyzajın işleyişidir. Peyzaj yapısındaki değişim, işleyişi etkilemektedir. İşleyişteki değişim ise yine bir döngü olarak peyzaj yapısını etkilemektedir (Forman and Godron, 1986). Yapı ve işleyiş arasındaki bu dinamik etkileşim canlı topluluklarının varlığı ve sürekliliğinde belirleyici bir rol oynamaktadır. Yapısal ve işlevsel etkileşime kentsel alanlardan şöyle bir örnek verilebilir: Her hangi bir açık alan kentleşmeye açılmadan önce bitki ve hayvan topluluklarının yaşamlarını sürdürdüğü, veya belkide insanların rekreasyonel ihtiyaçlarını gidermek üzere kullandıkları bir alan iken, zamanla buralarda oluşturulan düşük yoğunluklu tek katlı evlerin kurulması ile konut alanına dönüşebilir. Yapısal açıdan yoğunluk artması ile bu alanın bazı hayvan ve bitki türlerine hizmet verebilmesi artık söz konusu değildir, diğer bir deyişle bu süreçte peyzaj ağırlıklı olarak antropojenik kullanımlara hizmet eder bir işleve sahip olmuştur ve gerek dokusunda gerekse işleyişinde önceki ile kıyaslanamayacak bir değişim gerçekleşmiştir.

Peyzaj yapısındaki elemanların ve bunların işlevlerinin ve geçirdikleri değişimlerin bilinmesi peyzajdaki dinamiklerin bilinmesinde ve planlama

sürecine veri oluşturulmasında önemlidir (Leitão and Ahern, 2002). Bu etkileşimin ve sonucunda oluşan değişimin bütün yönleri ile anlaşılması daha gerçekçi planlama kararlarının alınmasına temel oluşturacaktır.

### **Değişim**

Peyzaj ekolojisi içinde odaklanılan üçüncü karakteristik ise; peyzaj mozaığının işlev ve yapısında zaman içinde oluşan değişimlerdir. Alan kullanımları bağlamında peyzajda oluşan değişimlerin vejetasyona ve canlı topluluklarına dayanan çalışmalarla ortaya konduğu birçok çalışma vardır (Pickard, 1984; Kreuper, 1992; Pickett and Cadenasso, 1995; Reijnen et al., 1996; Meunier et al., 1999).

Peyzaj, yapısal olarak farklılık gösteren öğelerin (koruluklar, çalı grupları, akarsu yatakları, göletler, yollar, tarım alanları, yerleşim birimleri vb.) bir araya gelmesiyle oluşmuş mozaik bir yapı olarak tanımlanmıştır. Peyzajda iki şekilde değişim olabilir: (a) Mozaik içinde yeni peyzaj öğeleri (leke ve koridor) oluşabilir, bunların şekli-ölçüsü değişebilir ya da bunlardan bir ya da birden fazlası tamamen yok olabilir. Örneğin yeni yapı alanlarının oluşması, ağaç kesimleri ve yangınlar ya da bir alanın ağaçlandırılması peyzajdaki bu tür değişimleri işaret etmektedir, (b) ikinci şekilde ise peyzaj bileşenlerinin yapısında, işlevinde ya da kompozisyonunda olan değişimlerdir. Örneğin süksesyon sonucu ekosistemdeki tür kompozisyonu ve dolayısı ile besin zinciri değişime uğrayabilir (Meffe and Carroll, 1997).

Değişim, geleceğe yönelik kestirimler sağlanması nedeniyle birçok araştırmaya konu olmaktadır. Bu yönüyle doğal alanların korunması, ekosistem yönetimi ve planlama disiplinlerinde sıkça tercih edilmektedir. Özellikle hava fotoğrafları ve uydu görüntülerinin teminindeki kolaylıklar, coğrafi bilgi sistemleri ve uzaktan algılama tekniklerindeki ilerlemeler, peyzaj kompozisyon ve konfigürasyonundaki değişimlerin belirlenmesine dayanan mekansal analizlerin yürütülmesinde kayda değer kolaylıklar sağlamıştır.

### **Peyzaj Yapısı Metrikleri**

Mekansal verilerin sayısal olarak ifade edilmesi ve metrikler sayesinde eşitliklere uygulanarak yorumlanabilir kılınması, peyzaj ekolojisi teorilerinin planlama sürecine katılmasında önemli rol oynamıştır. 1950'li yıllarda ulaşım planlamasında sayısal verilerin kullanılmasıyla başlayan süreç, su kaynaklarının planlanması ve şehir bölge planlamadaki gelişmelerle devam etmiştir (Fabos, 1985). 1970'li yıllarda, temeli McHarg (1971)'ın üst üste bindirme yöntemine dayanan coğrafi bilgi sistemleri çalışmaları, planlamada geniş bir yer edinmiştir. Carl Steinitz ve arkadaşlarının peyzaj planlamada CBS tekniklerini kullanmaya başlamasıyla sayısal tekniklerin kullanımını yaygınlaştırmıştır (Leitão and Ahern, 2002).

Günümüzde, peyzaj yapısının sayısal bir şekilde tanımlanmasında birçok metrik kullanılmaktadır

(McGarrigal and Marks, 1995). Peyzaj yapısı metrikleri; peyzaj yapısı, ekosistem işleyişi ve peyzaj değişimini yorumlanabilir kılarak planlama, onarım ve yönetim çalışmaları için geleceğe dönük önemli kestirim olanakları sunmakta ve bu yönüyle ekolojik planlamanın temel araçları olarak kabul edilmektedir (Leitão and Ahern, 2002). Bu metrikler peyzajı somut olarak ifade edilebilir hale getirerek herhangi bir peyzajın dokusunu ve işleyişini daha objektif şekilde anlaşılır kılmaktadır (Leitão and Ahern, 2002). Metrikler mozaığın bileşenleri, bileşenlerin mozaik içindeki dağılımı ve konumsal durumları, her bir peyzaj tipi arasındaki oransal durum veya peyzaj elemanlarının şekli hakkında bilgi vermektedir. Peyzaj yapısı metrikleri başlıca üç kategori altında toplanmaktadır: (a) Peyzaj kompozisyonuna yönelik, (b) mekansal konfigürasyona yönelik ve (c) fraktal metrikler (Turner at al., 2001).

### Peyzaj Kompozisyonu İndeksleri

Peyzaj kompozisyonuna yönelik metrikler peyzaj bileşenlerinin varlığı, birbirleriyle oransal durumu ve miktarları hakkında bilgi içerirler. Buna karşılık alanların büyüklükleri ve yapıları konusunda eksikliğe sahip olmaları nedeniyle kullanımları sınırlanmaktadır (Turner at al., 2001). Peyzaj kompozisyonu metrikleri arasında en sık kullanılanlar “*izafi zenginlik*” (relative richness) metriği, “*çeşitlilik ve baskınlık*” (diversity and dominance) metriği ve “*bağlantı*” (Connectivity veya Gamma) metriğidir.

“*İzafi zenginlik*” metriğinde ( $R$ ), belirli bir alandaki mevcut habitat tipleri ( $S$ ) ve olası maksimum habitat tipi sayısının ( $S_{max}$ ) oransal maksimumu değerlendirilir (Denklem 1). Denklem bu alanların mekansal dağılımıyla ilgili bir veri içermemektedir. Bu metrik genellikle peyzajların maruz kaldıkları bozulma sürecinin öncesi ve sonrasındaki durumlarının kıyaslanmasında ve bu etkiye uğramış bitki topluluklarının yenilenme yeteneklerinin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Turner at al., 2001).

$$R = \frac{S}{S_{max}} \times 100 \quad \text{Denklem 1. “İzafi zenginlik” (relative richness) metriği.}$$

“*Çeşitlilik ve baskınlık*” metrikleri ilk olarak Romme (1982) tarafından Yellowstone Milli Parkındaki orman alanının belirli bir zaman süreci içerisinde süksesyon basamaklarında oluşan değişimlerin anlaşılmasında kullanılmıştır. “*Çeşitlilik (diversity) metriği*” orman alanındaki vejetasyon tiplerinin ne sıklıkta kendini tekrar ettiğini ölçmektedir.

$$H = \frac{\sum_{i=1}^s (p_i) \ln (p_i)}{\ln(s)} \quad \text{Denklem 2. “Çeşitlilik” (diversity) metriği.}$$

“*Çeşitlilik metriği*”nde;  $H$  vejetasyon örtüsü çeşitliliğini,  $p_i$  i alan kullanımına ait kaplama oranını,  $s$  toplam vejetatif kaplama türü sayısını simgeler. Değerin  $\ln(s)$  düzeltme katsayısına bölünmesiyle metrik 1 ile 0 arasında bir değer alır. 1 en yüksek seviyede çeşitliliği gösterir (Denklem 2) (Turner at al., 2001).

“*Baskınlık (dominance) metriği*” olası maksimum çeşitlilik düzeyinden standart sapma miktarını gösterir.

$$D = \frac{H_{max} + \sum_{i=1}^s p_i \ln (p_i)}{H_{max}} \quad \text{Denklem 3. “Baskınlık” (dominance) metriği}$$

“*Baskınlık metriği*”nde;  $D$  baskınlığı,  $p_i$  i alan kullanımına ait kaplama oranını,  $H_{max}$  ise  $s$  adet vejetatif kaplama türü bulunan alanda bulunabilecek olası en fazla vejetatif kaplama türünü ifade etmektedir. Değer 0 ile 1 arasında değişim göstermektedir. Değerin 1'e yaklaşması peyzaj mozaığının bir veya birkaç vejetasyon örtüsünün baskınlığı altında olduğunu, 0'a yaklaşması halinde ise mozaik bileşenlerinin eşit bir ağırlığa sahip olduklarını göstermektedir (Denklem 3) (Turner at al., 2001).

Parçalanmış bir peyzaj dokusunda birçok koridorun ya da lekenin birbirleriyle olan ilişkileri incelenmek istendiğinde en sık tercih edilen metrik, Forman ve Godron (1986)'un “*Gamma Index*” olarak adlandırdıkları “*bağlantı metriği*”dir.

$$\gamma = \frac{L}{L_{max}} = \frac{L}{3(V - 2)} \quad \text{Denklem 4. “Bağlantı” (gamma) metriği.}$$

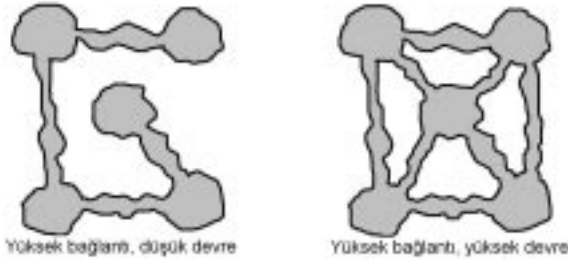
Denklemdaki;  $\gamma$  bağlantı değerini,  $L$  sistemdeki bağlantı miktarını (linkages),  $V$  ise sistem içindeki lekeleri ifade eder. İndeks 0 ile 1 arasında değer alır. 0 en düşük bağlantı durumunu, 1 en yüksek bağlantı durumunu işaret eder (Denklem 4) (Forman, 1995; Turner at al., 2001). Bağlantı konsepti ve peyzajın ekolojik dengesi için oynadığı rol bir sonraki bölümde daha açık verilmektedir.

Peyzaj mozaığındaki alan birimlerinin “*ağ devresi*”ni (network circuitry) ölçmede denklem 5'teki metrik kullanılmaktadır.

$$\alpha = \frac{L - V + 1}{2V - 5} \quad \text{Denklem 5. “Ağ devresi” (alpha index) metriği.}$$

Forman ve Godron'un (1986) geliştirdiği bu eşitlik “*Alpha Index*” olarak da tanımlanmaktadır. Eşitlikte;  $\alpha$  devre durumunu,  $L$  alanlar arasındaki bağlantı miktarını (linkages),  $V$  ise sistem içindeki lekeleri ifade etmektedir. Peyzaj mozaığı içinde, tür varlığını doğrudan etkileyen alan tiplerinin bir ağ sistemi içindeki bağlantı ve devre durumları

ekosistem işleyişi ve tür çeşitliliği üzerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (Şekil 3)

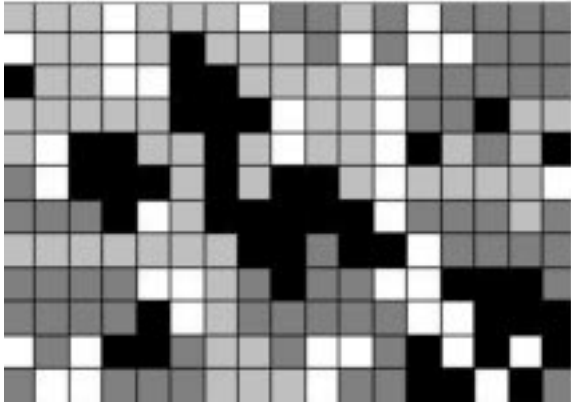


Şekil 3. lekeler arasında bağlantı ve devre durumları (Dramstad et al., 1996).

### Mekansal Konfigürasyon İndeksleri

Buraya kadar incelenen metrikler habitat tiplerinin mekansal düzeniyle ilgili bilgi içermemektedir. Bunlar daha çok peyzaj dokusundaki çeşitliliği, alan tiplerinin peyzaj dokusu içindeki oransal dağılımı ve baskınlık düzeyinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

Ancak alan türlerinin yapıları ve birbirleriyle olan konumsal ilişkileri incelenmek isteniyorsa mekansal konfigürasyon metriklerinin kullanılması gerekmektedir. Örneğin ekolojik olarak birbirleriyle anlamlı ilişki (adjacency) içindeki lekelerin ne oranda komşuluğa sahip oldukları peyzaj yapısı ve işlevinin tanımlanmasında önem taşımaktadır. Bu analizin yapılabilmesi peyzajın, poligonlardan oluşan bir mozaik olarak haritalanmasına ya da belirli ölçeklerde hücelere bölünmüş bir ızgara sistemi içerisinde değerlendirilmesine bağlıdır (Şekil 4).



Şekil 4. ızgara sistemi içinde tanımlanmış peyzaj dokusu.

Bir peyzaj mozaiği içinde dağılım halinde bulunan iki alan tipinin mekansal ilişkisi denklem 6' kullanılmasıyla değerlendirilmelidir.

$$q_{i,j} = \frac{n_{i,j}}{n_i} \quad \text{Denklem 6. Mekansal ilişki denklemi.}$$

Denklemde,  $n_i$  ızgara içindeki  $i$  alan türünün kapladığı toplam hücre sayısını,  $n_{ij}$   $i$  alan türünün  $j$  alan türüyle komşuluk gösterdiği miktarı ifade etmektedir.

Değerin yüksek çıkması örnek alan türleri arasındaki ilişkinin yüksek olduğunu düşük çıkması ise izolasyonun fazla olduğunu ve etkileşim seviyesinin düşük olduğunu göstermektedir (Denklem 6) (Turner et al., 2001).

Peyzaj mozaığının birim hücrelerle temsil edilmesi ve alan tiplerinin kapalı poligonlar olarak tanımlanması, peyzaj yapısının sayısal eşitliklerle çözümlenmesinde büyük kolaylık sağlamıştır. Bu analitik yaklaşım alan tiplerinin; alan genişliği, çevre uzunluğu, mozaik içindeki miktarı, şekli, yoğunluğu ve komşuluk ilişkilerini sayısal bir dille ifade etmeye olanak sağlamaktadır. Bu parametrelerin kullanılmasıyla peyzaj dokusunun çözümlendiği birçok metrik üretilmiştir.

Bir doğal alanın kendisini çevreleyen alan kullanımlarıyla ne derece uyumlu olduğunu ölçmek üzere "Matrix Utility" metriği geliştirilmiştir (Denklem 7). Bu metrikte alan kullanım türlerinin toplam çevre uzunluğundaki oransal miktarları ve her alan kullanım türünün yapısal niteliklerini yansıtan katsayı değerleri kullanılmaktadır.

$$M = \sum (a_i \times r_i) \quad \text{Denklem 7. "Matrix utility" metriği.}$$

Denklemdeki  $M$ , "Matrix Utility" metrik değerini,  $a_i$  her alan kullanım türünün toplam çevre uzunluğu içindeki oransal miktarını,  $r_i$  ise her alan kullanım türüne ait yapısal katsayı değerini temsil etmektedir. İndeks değeri 1'e yaklaştıkça çevre alanlarla uyumun yükseldiğini, 0'a yaklaştıkça ise uyum değerinin düştüğünü göstermektedir. "Matrix Utility" analizi, özellikle zaman serisine dayanan araştırmalarda doğal alanların maruz kaldığı antropojenik ekolojik baskıların anlaşılmasında etkin bir izleme olanağı sunmaktadır. Türkçeye kenar metriği olarak çevrilen bu metriğin kuramsal ve işlevsel açıklamaları ilerleyen bölümlerde yer almaktadır.


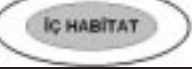
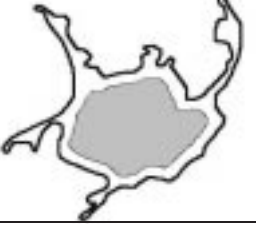
Lekelere ait çevre-alan oranı ( $P/A$ ) lekelerin şekli (patch shape) hakkında önemli bilgi verir. Bu eşitliğin yüksek değer alması alanın daha karmaşık yapıda ve kıvrımlı bir kenar çizgisine sahip olduğunu göstermektedir. Düşük değerler daha basit yapıdaki kompakt alan şeklini tanımlamaktadır. Bu gösterge yapı ve işlevin tanımlanmasında önem taşımaktadır (Çizelge 1).

Gustafson ve Parker (1992) tür-habitat kullanımı ilişkisini belirlemek üzere "yakınlık (proximity) metriği"ni geliştirmiştir. Bu metrik peyzaj dokusu içinde dağılım gösteren benzer alan birimlerinin birbirleriyle olan oransal yakınlığını ölçmektedir.

$$PX_i = \sum \frac{S_k}{n_k} \quad \text{Denklem 8 "Yakınlık" (proximity) metriği.}$$

İndekste;  $PX_i$  örneklenen  $i$  alan türünün

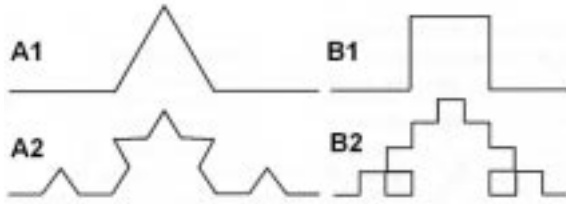
**Çizelge 1.** Alan şekillerinin ekolojik işleyişteki olumlu ve olumsuz yönleri (Dramstad et al., 1996; Forman, 1995).

Leke Şekli (Patch Shape)	Olumlu Yönleri	Olumsuz Yönleri
	Geniş iç habitat alanı. Tür çeşitliliğinde zenginlik. Büyük popülasyonları destekleme kabiliyeti.	Çevre matrisiyle düşük oranda etkileşim.
	Kısmen geniş iç habitat alanı.	Kısmen sınırlı iç habitat. Çevre matrisiyle kısmen düşük etkileşim.
	Geniş iç habitat alanı. Tür çeşitliliğinde zenginlik ve büyük popülasyonlar. Çevre matrisiyle yüksek oranda etkileşim. Tür yayılımını destekleme.	Kısmen kenar etkisinin olumsuz koşulları. Fırsatçı türler için olumlu peyzaj yapısı.

yakınlık değerini;  $s_k$ ,  $i$  alan tipinin  $k$  birimine ait alan genişliğini,  $n_k$  ise  $k$  alanının  $i$  alan türünden diğer en yakın birime olan uzaklığı ifade eder. Düşük değerler örneklenen alan türünün mozaik yapı içerisinde izole bir dağılım gösterdiğini, yüksek değerler ise  $i$  alan türüne ait alan birimlerinin göreceli olarak bağlantı içerisinde olduğunu tanımlamaktadır (Denklem 8).

### Fraktal İndeksler

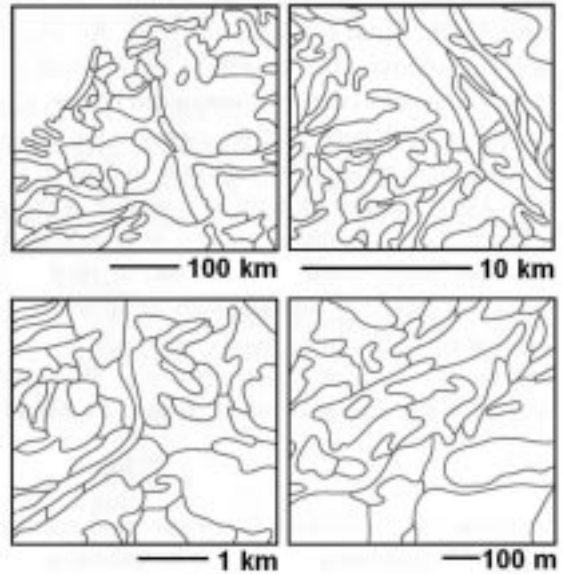
L.F. Richardson kıyı çizgilerini araştırdığı çalışmasında, çizginin geometrik yapısının farklı ölçeklerde dahi birbirini tekrar eden yapıda ve logaritmik bir düzen içinde olduğunu tespit etmiştir. Matematikçi Mandelbrot bu bulguları kullanarak “fraktal teorisi”ni geliştirmiştir. Şekil 5’de kendini benzer geometrik formlarda tekrar eden fraktal şekiller görülmektedir.



**Şekil 5.** Benzer geometrik formlarda tekrar eden fraktal şekiller (Turner at al., 2001).

Fraktal teorisi; dağlar, nehirler vb. coğrafi yapıların fraktal yapıda olması halinde ölçeklendirilebilir bir varyasyon değerine sahip olduğunu iddia etmektedir. Böylece coğrafi bir nesnenin herhangi bir ölçekteki geometrik şeklinin modellenmesi, varyasyon değerinin uygulanmasıyla başka ölçeklerdeki durumu hakkında öngörüler sunmaktadır. Farklı ölçeklerde haritalanmış toprak sınıflarının (Burrough, 1986; Turner at al., 2001’den) ölçek değişmesine karşın gösterdikleri benzer formlar (Şekil 6) fraktal teorisinin coğrafi modellemeye

kullanılabileceğine yönelik işaretler vermektedir. Bu teorinin uygulamaya dönük yaşadığı süreç henüz başlangıç aşamasındadır (Turner at al., 2001).



**Şekil 6.** Farklı ölçeklerde haritalanmış toprak sınıflarının benzer formlarda tekrarı (Burrough, 1986; Turner at al., 2001’den).

Fraktal metrikler, farklı peyzajlar arasında kıyaslamaya olanak sağlamak üzere “peyzaj deseninin karmaşıklığını” (landscape pattern complexity) ve peyzaj yapısındaki değişimlerin belirli bir zaman sürecindeki değişimlerini belirlemede kullanılmaktadır (Turner at al., 2001). Eşitliğin düşük değer alması peyzaj bileşenlerinin kare ve dikdörtgen gibi basit geometrik şekillerden oluştuğunu göstermektedir. Yüksek değer alması ise karmaşık yapıdaki peyzaj dokusunun varlığını tanımlamaktadır.

Buraya kadar olan bölümde en sık kullanılan



peyzaj yapı metrikleri özet olarak verilmiştir.. Forman (1995) peyzaj metriklerinin bir veya birkaçının birlikte kullanılması halinde peyzaja ait fenomenin çok daha rahat anlaşılacağını vurgulamaktadır. Metrikler araştırmalarda geniş bir şekilde yer almasına karşılık planlama pratiğinde birebir kullanımları kısıtlıdır. Bunun başlıca nedenleri; çok fazla metriğin bulunması, duruma en uygun metriğin seçilmesi ve sonuçların yorumlanması konularındaki karışıklıklardır (Leitão and Ahern, 2002). Bunun yanı sıra tüm sayısal yöntemler arasında çok tutarlı ilişkilerin henüz kurulamamış olması da etkili olmaktadır. Tüm olumsuzluklara karşın çeşitli mekansal istatistiklere dayanan metrikler; peyzaj dokusundaki değişimlerin farklı zaman aralıklarına göre analiz edilmesinde ve tür kompozisyonları ve biyoçeşitlilikteki değişimlerin saptanmasında etkili bir izleme olanağı sunmaktadır (Noss, 1990).

### Kentleme ve Peyzaj Ekolojisi

İnsanlar temel ihtiyaçlarını daha kolay karşılamak üzere yüz yıllar önce yerleşik toplum düzenine geçmiştir (Lawrence, 2000). Zaman içinde kurdukları kentler ulusal ekonominin ana öğelerinden birisi haline gelirken lokal, bölgesel ve küresel ölçeklerdeki çevresel değişimlerin de baş aktörlerinden biri olmuşlardır (Bairoch, 1988). Kent ve yakın çevresindeki açık ve doğal alanlar bu değişimden en çok etkilenen alan kullanımlarıdır. Bu alanların korunması, yönetimi ve planlanması peyzaj mimarlığı, peyzaj planlama ve yaban hayatı yönetimi disiplinlerince giderek artan bir ilgiyle araştırma konusu olmaktadır (Rodiek and Bolen, 1991; Johnson, 1995; Savard et al., 2000; Zerbe et al., 2003).

Kent dokusu içinde yer alan açık ve doğal alanlar çok çeşitli işlevlerinin yanı sıra aynı zamanda birer yaban hayatı barınağıdır: Yaban hayatının zenginliği ve çeşitliliği ekosistem stabilitesinin bir göstergesidir. Bu alanlar ender bulunan ya da doğada yok olmak üzere olan bitki türlerini de bulundurabilirler. Kent içinde kalan doğal alanlar kent dışında olanlara göre ekolojik eğitim olanakları sağlaması açısından daha büyük önem taşımaktadır (Cook and Van Lier, 1994).

Bu bölümde kentleşmenin açık ve doğal alanlarda meydana getirdiği parçalanma (fragmentasyon), bağlantı konsepti ve kenar etkisinin peyzaj ekolojisi bağlamında irdelenmesine yer verilmiştir.

### Parçalanma (Fragmentation)

Parçalanma, açık ve doğal alanların daha küçük ve izole birimlere dönüşme sürecini ifade etmektedir. Forman (1995), parçalanmayı uzun bir mekansal dönüşüm sürecinin bir basamağı olarak ifade etmekte ve bu sürecin bazı aşamalardan oluştuğunu belirtmektedir. Mekansal dönüşüm süreci ilk adımda kendini delinme (*perforation*) olarak göstermektedir. Bu aşamada habitat hala tek parça olmasına karşılık içinde bir açılma oluşur. Orman alanı içerisinde tarım

alanlarının açılması veya orman alanında yapılan kesimler sonucu meydana gelen açılmalar bu gelişmeye bir örnek olarak gösterilebilir. Bu oluşum mekansal dönüşümün karakteristik başlangıcını oluşturmaktadır. İkinci süreç bölünme (*dissection*) sürecidir. Bu, delinme sürecinin devamında olabileceği gibi bir alanda yol açılması gibi doğrudan bir başlangıç aşaması da olabilir. Üçüncü aşama parçalanma (*fragmentation*) olarak nitelendirilen bir alanın bölünerek daha küçük alan birimlerine ayrılmasıdır. İki kentsel alanın genişleyerek birleşmesi ve arada kalan doğal alanları bölmeye bu gelişmeye bir örnek olarak gösterilebilir. Bu aşamayı parçalanmış alan parçalarının sürekli küçüldüğü, küçülme (*shrinkage*) süreci izler. Son aşamayı küçülmenin artarak alan parçalarının kaybolduğu ve peyzaj matrisinin tamamen değiştiği eksilme (*attrition*) süreci izlemektedir. Bu süreçlerin ekolojik etkileri Çizelge 2'de gösterilmektedir.

**Çizelge 2.** \* Mekansal dönüşümün süreçleri ve ekolojik etkileri (Forman, 1995).

	Süreç	İç Habitat	Süreklilik	Kenar Uzunluğu	Habitat	
					Kayıp	İzolasyon
	Delinme (Perforation)	-	0	+	+	+
	Bölünme (Dissection)	-	-	+	+	+
	Parçalanma (Fragmentation)	-	-	+	+	+
	Küçülme (Shrinkage)	-	0	-	+	+
	Eksilme (Attrition)	-	0	-	+	+

\* Çizelgede mekansal dönüşüm süreçleri grafik anlatımla verilmiştir. Ekolojik etkileri ise simgesel olarak ifade edilmektedir. (0) bir etkinin söz konusu olmadığını, (-) bağlı bulunduğu sütundaki değişimde azalmayı, (+) bağlı bulunduğu sütundaki değişimde artışı ifade etmektedir.

Nüfusun çoğalmasıyla birlikte her geçen gün artan insan gereksinimlerinin karşılanmasına yönelik olarak ortaya çıkan kentsel, endüstriyel, tarımsal ve benzeri alan kullanımları, doğal habitatların parçalanmasındaki en yaygın sebebi oluşturmaktadır. Araştırmalar yaşanan bu sürecin canlı türlerinin nesillerinin tükenmesinde giderek artan bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

İsviçreli fitocoğrafyacı Alphonse de Candolle 1855'te "büyük habitatların daha küçük birimlere parçalanması buradaki bir veya daha fazla türün yok olacağı sonucunu doğuracaktır" demiştir. Bu söylem habitat parçalanmasının biyoçeşitlilik üzerine potansiyel olumsuz etkilerinden ilk kez söz eden yazılı kayıttır (Harris and Silva-Lopez, 1992).

Peayzajlara büyük ölçekte bakıldığında en çarpıcı olgunun insan kullanımlarının sebep olduğu parçalanmışlık olduğu görülecektir. Bu da parçalanmanın tipik sonuçları olan “*habitatların küçülmesi veya kaybı*” (habitat loss), “*ekolojik açıdan önemli bağlantıların azalması ve izolasyon*” (isolation) ve “*kenar etkisi*”ni (edge effect) beraberinde getirmektedir (Meffe and Carroll,1997).

Habitat parçalanmasının tipik başlangıcı vejetasyon matrisinde oluşan “*açıklık formasyonu*” (gap formation)'dur. Bir süre bu matris doğal vejetasyon matrisi olarak devam eder. Tür kompozisyonu ve çeşitlilik bundan sınırlı olarak etkilenir. Ancak açıklık formasyonunun hem alan olarak büyümesi ve hem de sayıca artarak ilerlemesi sonucu ana matris değişir. Böylece vejetasyon sürekliliği kopar (Şekil 7) (Meffe and Carroll,1997). Şekil 7’de peyraj matrisinin orman formasyonundan (A), antropojenik alan kullanımına (D) dönüşme süreci şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 7. Habitat parçalanması sürecinin şematik gösterimi (Meffe and Carroll,1997).

Habitat parçalanması doğal afetler sonucunda olabileceği gibi insan kaynaklı peyraj değişiminin bir sonucu olarak da ortaya çıkabilir. Habitat parçalanması, karmaşık bir süreci ve kendine özgü değişkenleri içerdiği için etkileri de tüm alanlar için birbirinden farklılık göstermektedir. Habitat parçalanması üç şekilde etkili olmaktadır: (1) Özgün habitat formunun yitirilmesi, (2) habitat tiplerinin toplam miktarında veya peyrajdaki tüm doğal habitatlarda azalma ve (3) habitatların daha küçük ve daha izole alanlara dönüşmesi (Harris, 1984; Wilcove et al., 1986; Saunders et al., 1991; Andrén, 1994).

Özellikle büyük etoburlar avlanma saharlarının çok geniş olmasından dolayı habitat parçalanmasından en çok etkilenen canlılardır. Bunların yaşam alanlarının kısıtlanması yok olmalarını da beraberinde getirecektir (Harris and Gallagher, 1989). Bunun yanı sıra bazı canlı türlerinin yaşamak için yeterli büyüklükte alana sahip olsalar da yaşamsal faaliyetlerinin tamamını yerine getiremedikleri gözlenmiştir. Örneğin yapılan çalışmalarda birçok kuş türünün yaşam alanı çok daha dar olmasına karşın, 10 hektarın altındaki parçalanmış alanlarda üremedikleri görülmüştür (Meffe and Carroll,1997).

Yollar habitat parçalanmasında doğrudan etkili olduğu gibi hem araçların neden olduğu kirlilik hem de rekreasyon ve yerleşim aktivitelerinin hızlanmasına neden olduğu için dolaylı olarak da etkilidir. Aynı zamanda birçok hayvan ve bitki türünün

hareketliliğini önemli ölçüde sınırlamaktadır. Neden oldukları parçalanma daha küçük popülasyonların oluşmasına ve tükenmeye karşı daha hassas bir konuma gelmelerine neden olur. Bu durum genetik kaynakların fakirleşmesine ve iç döllemenin artmasına yol açarken, heterozigotizm ve polimorfizm gibi genetik sorunların ortaya çıkma riskini yükseltir (Simberloff, 1988; Reh and Seitz, 1990). Forman'ın (2000) yaptığı araştırma, ABD genelinde toplam yüzölçümünün 1/3'ünün, ekolojik olarak ulaşım altyapısının doğrudan olumsuz etkisi altında olduğunu göstermektedir.

Parçalanma, artan insan faaliyetlerinin kaçınılmaz bir sonucudur. Parçalanmanın olumsuz etkilerinin en aza indirilmesi peyraj dokusu içindeki habitatlar arasında bağlantı kurulmasına bağlıdır.

### Bağlantı (Connectivity)

Bağlantı, peyraj içinde yer alan benzer işlevlere sahip alanların birbirleri ile ne kadar bağlantılı olduklarını ifade eder. Peyraj dokusunun yüksek oranda bağlantı sergilemesi tür hareketliliğini destekleyerek alanların habitat, süreklilik ve kaynak işlevlerinin işlerliğini artırır (Forman, 1995).

Peyraj, farklı fiziksel özelliklere sahip alan türlerinin bir araya gelmesiyle oluşmuş bir mozaik olması nedeniyle; bağlantı, bu yapı içindeki bir birim olmaktan çok bu birimlerin bir araya gelerek oluşturdukları ortak bir özelliktir. Yani peyrajdaki her bileşen sahip olduğu mekansal ve yapısal özelliğiyle peyrajın bağlantı durumunu ya güçlendiriyordur ya da zayıflatıyordur. Bu nedenle bir peyrajın bağlantı durumunun değerlendirilmesi öncelikle o peyrajın yapısal ve mekansal özelliklerinin anlaşılmasına bağlıdır (Forman, 1995).

Peyraj sistemindeki bağlantının zayıflaması, alan izolasyonuna bağlı olarak popülasyon izolasyonunun oluşması (ki bu durum belirli bir alanda izole olmuş türlerin çeşitliliğinde ve sayısında gerilemeye yol açacaktır), hareketliliğin sınırlanması, tür dağılım deseninin bozulması ve döngülerin sınırlanması sonuçlarını doğurmaktadır. Bu yaşamsal işlevlerin devamının sağlanması peyrajdaki bağlantı durumunun korunmasına ya da parçalanma süreci sonucu izole olmuş alanlar arasında bağlantı tesis edilmesine bağlıdır.

Habitatlar arasındaki bağlantı ve bu bağlantının kalitesi işlevsel sürekliliğin en önemli belirleyicisidir. Şöyle ki peyrajın işlevini belirleyen başlıca işlemlerin peyraj içinde var olan tür, enerji ve madde hareketliliği ve döngüleri olduğuna değinilmiştir. Peyraj bileşenlerinin bağlantı durumu bu döngülerin işlerliğinde belirleyici olmaktadır (Forman, 1995).

Temellerinin ada biyocoğrafyası teorisine dayandığı bağlantı olgusuna göre bir habitatın bağlantı durumu her canlı için farklı bir tanımlama içerir. Örneğin akarsu yatakları birçok organizma için uygun bir koridor işlevi taşırken bazı canlılar için sınırlama (bariyer) oluşturur. Bazı canlı türleri

özellikle kentsel alanlarda oluşan habitat adaları arasında geçiş sağlayabilirken bazıları bu alanlarda sınırlanarak yok olmaya gitmektedir. Bu nedenle habitat parçalarının yapısal olarak uygun yapıdaki koridorlarla bağlanması genel anlamda biyoçeşitliliğin sürdürülmesinde en etkin yoldur. Parçalanmış peyzajlarda; izolasyonun olumsuz etkisinin en aza indirilmesi, doğal döngülerin işlevliliğinin artırılması ve tür hareketliliğinin sağlanması bu alanların bağlantısını sağlayacak koridorlar kurulmasına dayanmaktadır. Bu anlamda bir peyzajın bağlantı durumunun iyileştirilmesinde en etkin yol ya mevcut doğal ve yapay koridorların korunması ve geliştirilmesi ya da yeni yapay koridorlar oluşturularak bağlantının güçlendirilmesidir. Koridor işlevleri 6 maddede tanımlanmaktadır: (1) Tür çeşitliliğinin ve zenginliğinin sürekliliğine ve artmasına yardımcı olur, (2) yok olmuş türlerin, yeniden uygun habitat matrisi oluşması nedeniyle rekolonize olmasını sağlayacak ortam hazırlar, (3) izole habitatlar arasında genetik varyasyon sağlar, (4) dönemsel olarak farklı habitatlara ihtiyaç duyan türlere alternatif geçişler sağlar, (5) farklı sığınma ve avlanma alanlarını bir araya getirirler, (6) kenti sınırlayan bir yeşil kuşak oluşturularak, rekreasyonel, görsel ve iklimik fayda sağlar (Noss, 1987).

Koridorlar doğrusal alan parçalarıdır. Koridorlar akarsu yatakları veya çizgisel formdaki bir doğal bitki örtüsünde olduğu gibi doğal koridor niteliğinde olabileceği gibi bir kanal, tren yolu, yol veya çizgisel bir park şeklinde yapay koridor (sentetik koridorlar) niteliğinde de olabilir (Cook, 2000). Sentetik koridorlar, doğallarda olduğu gibi yine doğrusal bir forma sahip olmakla birlikte yapıları itibarıyla daha az ekolojik değere sahiptir. Sentetik koridorların habitat değerleri kısıtlı da olsa çalışma alanı kentsel peyzaj olduğunda ekolojik işlevde önemli bir yere sahip olmaktadır (Cook, 2000). Kanallar, otoban kenarları ve tren yolları buna iyi bir örnek oluşturur. Kentsel alanlarda doğal koridorlar ve açık alanların az miktarda yer alması koridor niteliği taşıyan her tür alanı alternatif bir bağlantı elemanı olarak daha değerli kılmaktadır. Sınırlı bir genişliğe sahip olsa da bir tren yolu veya bir otoyol uygun bir vejetasyona sahip olması halinde birçok canlı türü için önemli bir fırsat sunacaktır (Esbah, 2001; Cook, 2002). Kentsel alanlardaki bu tip koridorların asli işlevi daha çok; ulaşım, rekreasyon, altyapı gibi insan ihtiyaçlarının giderilmesine yönelik olmaktadır. Bu alanların kent dokusu içerisinde kayda değer genişlikte alanları kapladığı ve bir ağ gibi kenti sardığı düşünülecek olursa bu alanlarda yapılacak dikkatli planlama ve tasarım yaklaşımları, sentetik koridorların kısmen doğal ağ sisteminin bir parçası olarak işlevini sağlamaktadır (Haris and Gallagher, 1989; Cook, 2000; Esbah, 2001'den).

Koridorun genişliği, şekli, konumu ve yapısı koridorun etkinliğini belirleyen ana kriterlerdir. Dar

olan koridorlar geniş olanlara oranla kenar etkisine daha çok maruz kalır. Çevresi, uyumlu yapıdaki alan kullanımlarıyla çevrelenmiş bir koridor daha işlevsel olmaktadır. Geniş olanlar daha yüksek habitat değerine sahiptir. Koridorun etkinliği aynı zamanda bağlantı sağladığı habitat tiplerinin yapısıyla uygunluğuna bağlıdır (Forman, 1995).

Özellikle kentsel alanlardaki gibi yüksek oranda parçalı yapı gösteren peyzajlardaki canlı türlerinin varlığı bağlantı durumuyla doğrudan ilişkilidir (Wegner and Merriam, 1979; Forman and Baudry, 1984; Esbah, 2001'den). Kentsel alanlardaki açık alanların sergilediği bu parçalı yapı kullanılabilir alternatif koridor seçeneklerinin önemini arttırmaktadır. Bu seçeneklerin değerlendirilmesi yukarıda sayılan koridor işlevlerinin işlevliliğini temin ederek daha sağlıklı bir açık alan sisteminin kurulmasına yardımcı olmaktadır.

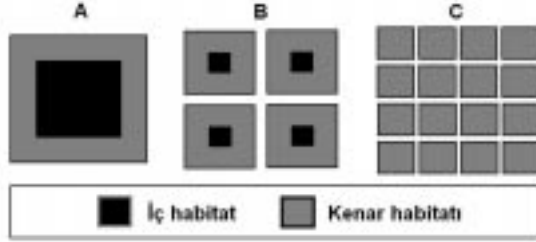
### **Kenar Etkisi**

Kenar, iki farklı habitat tipi ya da alan kullanımını birbirinden ayıran çizgisel bir alanı ifade eder. Habitatlar kendi içindeki hayvan ve bitki hareketleri ve birbirleri arasındaki materyal alışverişi ve enerji değişimi nedeniyle çevreleri ile sürekli etkileşim içindedirler ve dinamik bir yapıya sahiptirler. Kenar bölgeleri bu dinamiklerin belirlenmesinde doğrudan etkilidir. Bu nedenle kenar bölgeleri doğal alanların habitat değerlerinin korunmasında hassas bir değere sahiptir (Meffe and Carroll, 1997).

Kenar etkisi (edge effect) iki habitat arasındaki sınır ya da kenar bölgesinin ekolojik açıdan önemli iç ya da çekirdek bölgeye olan negatif etkisi demektir. Doğal habitatların kenar kısımlarında ekolojik açıdan önemli hassas türlerin varlığı o habitatın iç bölgelerine göre daha düşüktür. Bir habitatın sınır ya da kenar kısmı ne kadar geniş ise iç kısımdaki ekolojik açıdan önemli alanlar o kadar az demektir. Dolayısıyla kenar etkisi o kadar yüksektir. Doğal doku içindeki benzer yapıya sahip alanlar arasında da kenar etkisi olmasına karşılık bu etkinin düzeyi düşük seviyededir. Kenar etkisinin en şiddetli olduğu alanlar yoğun insan kullanımlarının olduğu bölgelerdir. Bunların başında da kentsel alanlar gelmektedir. Kentleşmenin habitatlarda parçalanmayı, parçalanmanın da kenar etkisini artırdığı bilinmektedir.

Habitatların daha küçük parçalara bölünmesi, iç habitat alanlarının sürekli olarak azalmasına yol açmaktadır. Bu durum kenar alanlarının artarak daha geniş bir bölgede etkili olmasına neden olmaktadır bu da biyolojik çeşitliliği etkilemektedir. Şekil 8'de her üç durumda da alanların toplamı birbirine eşit olmasına karşın kenar etkisinin sabit bir uzaklık değerine sahip olmasından dolayı parçalanma arttıkça iç habitat miktarı azalarak tamamen yok olmaktadır (Soulé, 1991). Stevens ve Husband (1998) tür çeşitliliğinin kenar etkisiyle doğrusal bir ilişkisinin olduğunu, iç alanlara gidildikçe tür çeşitliliğinin arttığını

belirtmektedir. Burada tür çeşitliliğinden asıl kastedilen o habitata özgü hassas ya da endemik türlerdir (Esbah, 2001). Alanların daha çok parçalanarak iç alanlarını kaybetmeleri canlı varlığını olumsuz yönde etkileyecektir.



**Şekil 8.** Habitat parçalanması kenar etkisini artırarak zamanla iç habitat alanlarının tamamen yok olmasına neden olur (Soulé, 1991).

Bir habitat içerisindeki bir türün varlığı sadece o alanın büyüklüğü ve yapısına değil aynı zamanda o alanı saran peyzaj yapısına da bağlıdır (Wegner and Merriam, 1979; Saunders et al., 1991). Bir alanın çevresi kenar etkisi nedeniyle yapısal olarak değişime uğrar ve bu nedenle iç alanından yapısal olarak farklılık gösterir (Bennett, 1999). Bir habitatla çevresindeki alan kullanım türlerinin yapısal farklılığı arttıkça kenar etkisinin şiddeti artmakta ve etkili olduğu alan genişlemektedir. Bu bağlamda kenar etkisi farklı habitat türlerinin birbirleriyle olan etkileşimlerinin ve baskılarını anlaşılmasına yardımcı olan bir olgudur. İnsan kullanımlarının çevrelediği habitatlar çeşitli şekillerde baskıya en çok maruz kalan alanlar olmaktadır. Tarım alanlarında kullanılan kimyasalların çevreye yayılımı, kontrolsüz kentsel atıkların oluşturduğu kirlilik, gürültü, evcil hayvanların çokluğu, yangınlardaki artış, rekreasyonel kullanımlar ve fazla çiğnenmesi kentsel alan çevresinde kenar etkisinin oluşmasına neden olan en önemli etkenlerdir (Bennett, 1999). Kenar etkisi bu alanların vejetasyon yapılarında değişime yol açar. Vejetasyonun değişmesinde tek etken insan etkinlikleri değildir. Kenar alanları daha çok ışığa ve rüzgara maruz kalırlar. Bu durum orman alanlarında daha belirgindir. İnsan kullanımları sonucu çevre alanlarda oluşan açılmalar ışığın yansıma değerini artırır. Işık yoğunluğundaki artış ve bu alanların rüzgara daha çok maruz kalmaları kenar alanlarda daha sıcak ve kurak bir mikroklimatik ortam meydana getirir. Bu ortam, rekabet gücü daha yüksek olan otsu bitkiler, çalı türleri ve yayılımcı türler için uygun alanlar oluşturur. Bu durum genellikle kenar alanlarında daha çok bitki türünün görülmesine neden olur. İnsan etkileri ve iklimatik faktörler sonucu vejetatif yapısı değişen kenar alanlarında nihai olarak diğer canlı türlerinin varlığı ve dağılımında da belirgin farklılıklar oluşur (Meffe and Carroll, 1997; Forman, 1995; Smith and Hellmund, 1993). Bu alanlar bazı canlı türleri için uygun yaşam ortamı sağlarken bazı

türler (interior species) varlıklarını devam ettirebilmek için iç habitatlara gereksinim duyarlar. Bu nedenle iç habitat türleri biyolojik çeşitlilik çalışmalarında anahtar tür olarak değerlendirilmektedir (Smith and Hellmund, 1993). Kenar alanlar fırsatçı türler ve otsu bitkiler açısından olumlu etkiye sahip olsa da bir bütün olarak ele alındığında genel tür çeşitliliği (doğal tür sayısı açısından) ve habitat nitelikleri üzerinde olumsuz etkilere sahiptir (Soulé, 1991).

## SONUÇ

Peyzaj ekolojisi, peyzaj elemanlarının ve ekosistemlerin birbirleriyle olan mekansal ilişkilerini, yapısal ve işlevsel durumlarını ve zaman içinde geçirdikleri değişimi irdeleyen bir bilim dalıdır. Gelişmiş ülkelerde çevre ile ilgili çalışmalarda ağırlıklı olarak kullanılmaktadır ve kendine ait terminolojisi ve metodolojisi vardır. Peyzaj ekolojisinin ülkemizdeki kentsel planlama çalışmalarında kullanımı oldukça sınırlıdır. Halbuki peyzaj ekolojisinde kullanılan peyzaj yapısı metrikleri, peyzaj yapısının sayısal bir şekilde tanımlanmasına olanak sağlayarak, peyzajın işleyişinin objektif şekilde anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır. Peyzaj metrikleri planlama, onarım ve yönetim çalışmaları için geleceğe dönük önemli kestirim imkanları sunmakta ve bu yönüyle ekolojik planlamanın temel araçları olarak kabul edilmektedir. Kentleşme ve açık alan planlaması konusuna odaklanan pek çok disiplinin aynı dili kullanarak daha kapsamlı ve disiplinler arası çalışmalar yapmasına olanak tanıyan peyzaj ekolojisi, ülkemizde de eksikliğini hissettiğimiz meslekler arası dayanışmada ve daha kapsamlı ve aynı zamanda tarafsız koruma önlemlerinin alınmasında etkili rol oynayabilir.

## KAYNAKÇA

- Andrén, H.**, 1994, Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a Review, *Oikos*, 71: 355-366.
- Bairoch, P.**, 1988, Cities and Economic Development: From the Dawn of History to the Present, Mansell, London.
- Bastian, O.**, 2001, Landscape ecology towards a unified discipline?, *Landscape Ecology*, 16: 757-766.
- Bennett, F.B.**, 1999, Linkages in the Landscape the Role of Corridors and Connectivity in Wildlife Conservation, ISBN: 2-8317-0221-6, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK.
- Brown, J.H. and Kodric-Brown, A.**, 1977, Turnover rates in insular biogeography: Effect of immigration on extinction, *Ecology*, 58: 445-449.
- Carson, R.**, 1962, Silent Spring, Houghton Miffling Company, Boston.
- Cook, E.A.**, 2000, Ecological Networks in Urban Landscapes, PhD Dissertation, Wageningen University, The Netherlands.
- Cook, E.A.**, 2002, Landscape structure indices for assessing

- urban ecological networks, *Landscape and Urban Planning*, 58: 269-280.
- Cook, E.A. and Lier, H.V.**, 1994, *Landscape Planning and Ecological Networks: An Introduction*, Elsevier, Amsterdam.
- Diamond, J.M.**, 1975, The island dilemma: Lessons of modern biogeographic studies for the design of natural preserves, *Biological Conservation*, 7: 129-146.
- Diamond, J.M. and May, R.M.**, 1976, *Island Biogeography and the Design of the Natural Reserves*, Saunders Inc, Philadelphia.
- Dramstad W.E., Olson J.D., Forman R.T.T.**, 1995, *Landscape Ecology Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*, ISBN: 1-55963-514-2, Island Press, Washington.
- Esbah, H.**, 2001, *Using Landscape Structure Indices to Understand the Possible Impacts of Landscape Change: Case of the Mountain Preserves in the City Of Phoenix, Arizona*, Dissertation, Arizona State University, AZ.
- Fabos, J.G.**, 1985, *Land-Use planning From Global to Local Challenge*, A Dowden and Culver Book, Environmental Resource Management Series, Chapman & Hall, New York.
- Forman, R.T.T.**, 1995, *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*, Cambridge University Pres.
- Forman, R.T.T.**, 2000, Estimate of the area affected ecologically by the road system in the United States, *Conservation Biology*, 14(1): 31-35.
- Forman, R.T.T. and Godron, M.**, 1986, *Landscape Ecology*, John Wiley & Sons, New York, NY, USA.
- Gustafson, E.J. and Parker, G.R.**, 1992, Relationships between land cover proportion and indices of landscape spatial pattern, *Landscape Ecology*, 7: 101-110.
- Harris, L.D.**, 1984, *The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity*, University of Chicago Press, Chicago.
- Harris, L.D. and Gallagher, M.G.**, 1989, New Initiatives for Wildlife Conservation: the Need for Movement Corridors, In G. MacKintosh (ed.), *Preserving Communities and Corridors*, pp. 11-34, Defenders of Wildlife, Washington, D.C.
- Harris, L.D. and Silva-Lopez, G.**, 1992, Forest Fragmentation and the Conservation of Biological Diversity, In P.L. Fiedler and S.K. Jain (eds), *Conservation Biology: the Theory and Practice of Nature Conservation, Preservation and Management*, pp. 197-237, Chapman and Hall, New York.
- IALE Executive Committee**, 1998, 1998 IALE Mission Statement Bulletin, International Association for Landscape Ecology, 16(1):1.
- IUCN**, 2003, [www.iucn.org/wssd/old/doyou/sustainable.htm](http://www.iucn.org/wssd/old/doyou/sustainable.htm).
- Johnson, C.W.**, 1995, Planning and designing for the multiple use role of habitats in urban/suburban landscapes in the Great Basin, *Landscape and Urban Planning*, 32: 219-225.
- Kreuper, D.J.**, 1992, Effects of Land Use Practices On Western Riparian Ecosystems, In: Finch, D.M. (Ed.), *Status and Management of Neotropical Migratory Birds*, USFS General Technical Report RM-229, Fort Collins, CO, pp. 321-328.
- Lawrence, R.**, 2000, *Sustaining Human Settlement: A Challenge for the New Millennium*, Urban International Press, Newcastle-upon-Tyne.
- Lawrence, R. J.**, 2003, *Human ecology and its applications, Landscape and Urban Planning*, Vol: 65, Issue: 1-2, pp: 31-40.
- Leitão, A.B. and Ahern, J.**, 2002, Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning, *Landscape and Urban Planning*, 59(2): 65-93.
- Leser, H.**, 1997, *Landschaftsökologie*, Ulmer, Stuttgart, Germany.
- MacArthur, R.H. and Wilson, E.O.**, 1967, *The Theory of Island Biogeography*, Princeton University Pres, Princeton, NC.
- McGarigal, K.**, 1998, *Ecosystem Management*, Department of Forestry and Wildlife, University of Massachusetts at Amherst, MA.
- McGarigal, K. and Marks, B.J.**, 1995, *FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure*, Forest Science Department, Oregon State University, Corvallis.
- McHarg, I.L.**, 1971, *Design with Nature*, Doubleday and Company, Inc., Garden City, New York, NY.
- Meffe, G.F. and Carroll, C.R.**, 1997, *Principles of Conservation Biology*, Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Meunier, F.D., Verheyden, C. and Jouventin, P.**, 1999, Bird communities of highway verges: Influences of adjacent habitat and roadside management, *Acta Oecol*, 20: 113.
- Naveh, Z. and Lieberman, A.S.**, 1984, *Landscape Ecology, Theory and Applications*, Springer, New York.
- Neef, E.**, 1967, *Die theoretischen Grundlagen der Landschaftslehre*, H. Haack, Gotha, Leipzig, Germany.
- Noss, R.F.**, 1987, Corridors in real landscapes: a reply to Simberloff and Cox., *Conservation Biology*, 1(2): 159-64.
- Noss, R.F.**, 1990, Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach, *Conservation Biology*, 4: 355-364.
- Pickard, J.**, 1984, Exotic plants on Lord Howe Island: Distribution in space and time 1853-1981, *J. Biogeography*, 11: 181-208.
- Pickett, S.T. and Cadenasso, M.L.**, 1995, Landscape ecology: Spatial heterogeneity in ecological systems, *Science*, 269: 331-334.
- Pickett S.T.A., Parker V.T. and Fiedler P.L.**, 1992, The New Paradigm In Ecology: Implications For Conservation Biology Above The Species Level, Pages 668-8 In Fiedler PL, Jain SK, Eds., *Conservation Biology*, New York: Chapman & Hall.
- Reh, W. and Seitz, A.**, 1990, The influence of land-use on the genetic-structure of populations of the common frog *Rana temporaria*, *Biological Conservation*, 54(3): 239-249.
- Reijnen, R., Foppen, R. and Meeuwse, H.**, 1996, The effects of traffic on the density of breeding birds in Dutch agricultural grasslands, *Biological Conservation*, 75: 255-260.
- Rodiek, J.E. and Bolen, E.G.**, 1991, *Wildlife and Habitats in Managed Landscapes*, Island Press, Washington, DC.
- Saunders, D.A., Hobbs, R.J. and Margules, C.R.**, 1991, Biological consequences of ecosystem fragmentation: A review, *Conservation Biology*, 5: 18-32.
- Savard, J.-P.L., Clergeau, P. and Mennechez, G.**, 2000, Biodiversity concepts and urban ecosystems, *Landscape and Urban Planning*, 48: 131-142.
- Simberloff, D.**, 1988, The contribution of population and

- community biology to conservation science, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 19: 473-511.
- Smith, D.S., Hellmund, P.C.**, 1993, *Ecology of Greenways*, University of Minnesota Press, ISBN: 0-8166-2157-8, Minneapolis.
- Soulé, M.E.**, 1986, *Conservation Biology: The Science of Scarcity and Diversity*, Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Soulé, M.E.**, 1991, Land use planning and wildlife maintenance guidelines for conserving wildlife in an urban landscape, *APA Journal*, 57(3): 313-323, American Planning Association, Chicago.
- Soulé, M.E. and Wilcox, B.A.**, 1980, *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*, Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Stiling, P.D.**, 1996, *Ecology: Theories and Applications*, ISBN: 0-13-398066-9, Prentice Hall International Inc., New Jersey.
- Terborgh, J.**, 1974, Preservation of natural diversity: the problem of extinction prone species, *BioScience*, 24: 715-722.
- Turner, M.G., Gardner R.H., O'Neill R.V.**, 2001, *Landscape Ecology in Theory and Practice: Pattern and Process*, Springer-Verlag, NY.
- Wegner, J.F. and Merriam, G.**, 1979, Movements by birds and small mammals between a wood and adjoining farmland habitats, *Journal of Applied Ecology*, 16: 349-357.
- Wilcove, D.S., McLellan, C.H. and Dobson, A.P.**, 1986, *Habitat Fragmentation in the Temperate Zone*, Sinauer Associates, Sunderland, MA.
- Willis, E.O.**, 1974, Populations and Local Extinctions of Birds on Barro Colorado Island, Panama, *Ecological Monographs*, 44: 153-169.
- Wilson, E.O. and Willis, E.O.**, 1975, *Applied Biogeography*, Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, MA.
- Zerbe, S., Maurer, U., Schmitz, S. and Sukopp, H.**, 2003, Biodiversity in Berlin and its potential for nature conservation, *Landscape and Urban Planning*, 62: 139-148.

*Geliş Tarihi* : 15.05.2006

*Kabul Tarihi* : 11.10.2006