

Bitişik Ekosistemler Arasındaki Sınırlar: Ekolojik Geçiş Zonları

Seher Demet YÜCEL, Danışman Prof. Dr. Güzin KONUK
Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi,
Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

MSGSU, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şehircilik Programında tamamlanmış "Sürdürülebilir Kent ve Peyzaj İlişkisinde Ekolojik Geçiş Zonları: İstanbul Beykoz Örneği" başlıklı tezden Mart 2013 tarihinde oluşturulan bir makaledir. Makale metni 01.04.2013 tarihiyle dergiye ulaştırılmış, 15.04.2013 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile tartışmalar 01.12.2013 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

1. Giriş

Sınırlar; bir bütünü tanımlanabilmesi ve algılanabilir parçalara bölünmesinde araç olarak kullanılmaktadır. Aslında insan gözü ve aklı, çevresindeki her şeyi birimler halinde farklılaştırmak ve bölümlere ayırmaktadır veya ayırmak istemektedir. Bir nesne veya ortam, çevresinden ayrıldığı andan itibaren sınırları belirlenmiş olur. Örneğin; vücudun sınırını deri oluştururken, bir göletin sınırını karayla birleştiği alan oluşturmaktadır. İki boyutlu gibi görünen bu olgu; çalışma ölçeği değiştiği zaman farklı boyutların eklenmesine neden olmaktadır. Bu kapsamda, zaman kavramı da sınırın belirlenmesinde üçüncü bir boyut olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu bakış açısıyla doğal bir sistem olan göletin sınırına farklı bir ölçekte yaklaşıldığında, suyun karayla birleştiği alanın aslında tekil bir çizgiden ibaret olmadığı, bünyesinde zamansal olarak farklılaşan bir yapıda birçok bileşenin bulunduğu ortaya çıkmaktadır. Bu anlamda, aslında her sınır, gerçekte bir sınır alanıdır ve çalışmanın ölçeğine bağlı olarak değişmektedir (Wilmking ve Beierkuhnlein 2002).

Peyzaj bakış açısıyla sınır kavramı incelendiğinde ise; farklı ölçeklerde farklı sınırlar ortaya çıkmaktadır. Peyzaj mozaïği içinde her bir peyzaj elemanı (leke-matris-koridor) belirlendiğinde bu elemanların sınırları da belirlenmiş olur. Haritada üzerinde çoğunlukla tekil bir çizgiye indirgenen bu sınırlar aslında geçiş zonunu tanımlamaktadır. Bu kapsamda tanımlanması ve belirlenmesi güç olan ekolojik geçiş zonları, gelişen teknolojik olanaklar ile birlikte tanımlanmaya ve önemi ortaya konmaya başlanmıştır. Bünyelerinde barındırdıkları zengin ekolojik özellikleri ile de aslında tüm sistem için gerekli materyal, bilgi, enerji ve organizmaların, döngülerini ve akışlarını sağladığı ortaya çıkmaktadır.

2. Kavramsal Değerlendirme ve Retrospektif İnceleme

Yunanca oikos (ev) ve tonos (gerilim) kelimelerinden oluşan kavram; mekansal olarak, yan yana yer alabilen farklı ekosistemler arasındaki geçiş alanı olarak açıklanabilir. Kavram ilk defa Clement (1897, 1905) tarafından, bitişik komünitelerin sınırında bulunan gerilim

Öz

Bitişik ekolojik sistemler arasındaki sınırlar, bünyelerinde barındırdıkları zengin ekolojik çeşitlilik ile birçok bitki ve hayvan türü yanında insanoğluna da yaşam ortamı olarak hizmet etmektedir. 1980'li yıllara kadar çalışılması ve tanımlanması kolay olan homojen ekolojik birimler özellikle ekoloji bilimi içinde geniş araştırmalara konu olurken; keskin sınırları olmayan heterojen yapıları bu alanlar çoğunlukla göz ardı edilmiş, harita üzerinde tek bir çizgiye indirgenmiştir. Gelişen teknolojik ilerlemeler ile ekolojik sistemler arasındaki enerji, besin, su, materyal ve bilginin akışını sağlayan bu alanların, yapı ve fonksiyonları ile içinde konumlandıkları peyzajın işlevsel bir parçası olduğu saptanmıştır. Bu kapsamda MSGSU Fen Bilimleri Şehircilik Doktora Programında hazırlanmış olan "Sürdürülebilir Kent ve Peyzaj İlişkisinde Ekolojik Geçiş Zonları: İstanbul Beykoz Örneği" başlıklı tezin kavramsal kısmından üretilen bu makale ile ekolojik geçiş zonu kavramının ülkemizde bilimsel bir tabana oturtulması için teorik temeller ortaya konmuştur.

Abstract

Boundaries among adjacent ecological systems serve as habitat for various plant and animal species as well as human kind with the rich ecological diversity. Homogeneous ecological units which were easy to study and define until 1980's have been the subject of broad studies especially within the science of ecology, while these heterogeneous subjects which have no strict boundaries were ignored and were not reduced to a simple line on the map. These fields which enable flow of energy, nutrient, water, material and information between technological developments and ecological systems were determined to be a functional part of the position they are located with their structure and function. In this scope, this essay which was developed out of the theoretical section of the PhD thesis entitled "Ecological Transition Zones in Relation of Sustainable City and Landscape: Case of İstanbul Beykoz" present the theoretical grounds of the issue in order to form a scientific basis in Turkey.

Anahtar Kelimeler:

Ekolojik Geçiş Zonları, Sınır, Bitişik Ekolojik Sistemler, Ekoton, İstanbul, Beykoz

Keywords:

Ecological transition zone, Boundary, Adjacent ecological systems, Ecoton, İstanbul, Beykoz

zonu olarak tanımlanmıştır. Kavramın tanımlanmasını takip eden süreç içinde, Shelford (1913) ve Leopold (1933), ekoton içindeki türlerin zenginliğine vurgu yapmışlardır. Özellikle Aldo Leopold (1933) "Av Yönetimi" adlı eserinde "yaban yaşamı bir kenar olayıdır" açıklamasıyla, "kenar etkisi" (*edge effect*) kavramını ilk olarak kullanarak, ekolojik geçiş zonlarındaki tür çeşitliliği hakkında önemli ipuçları vermiştir (Farina 1998; Kark ve Rensburg 2006; Yarrow ve Marín 2007). Ekolojik geçiş zonlarının kavramsal çerçevesi ise Odum'un (1953) bundan yaklaşık elli yıl önce yazmış olduğu ve bu güne kadar beş baskısı olan "Ekolojinin Temel İlkeleri" adlı eserinde verilmiştir (Odum ve Barrett 2008; Kark ve Rensburg 2006). Odum (1953); "Ekoton iki veya daha fazla topluluk arasındaki geçiştir; birleşme noktasıdır veya önemli lineer uzunluğa sahip olabilen fakat bitişik topluluklardan daha dar olan gerilim bölgesidir" demiştir (Kark ve Rensburg 2006, 31). Kavramın en geniş kabul edilen tanımı ise Holland (1988) tarafından; bitişik ekolojik sistemler arasındaki geçiş zonları, zaman-mekan ölçeği tarafından tanımlanan bir dizi benzersiz karakteristiklere sahip alanlar, olarak yapılmıştır (di Castri, Hansen, ve Holland, 1988).

Tablo 1
Geçiş Zonu Kavramları
(Yarrow ve Marín 2007)

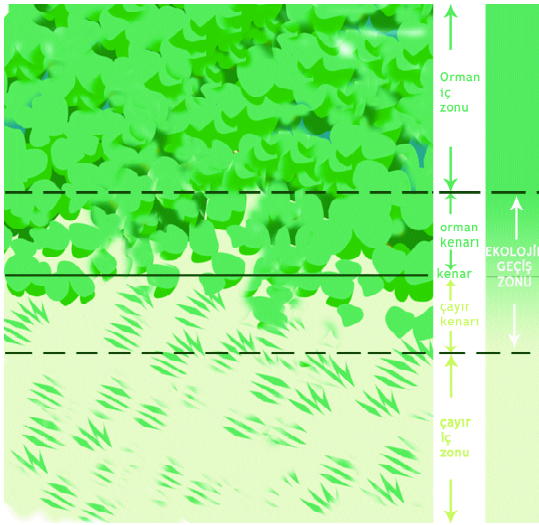
Kavram	Yazar
Ekoton (Ecotone)	Clements (1907), Odum (1971), Holland (1998), Van der Maarel (1990), Risser (1995) Farina (1998)
Kenar (Edge)	Thomas vd. (1979), Forman ve Godron (1986), Forman (1995), Ries vd (2004),
Sınır (Boundary)	Forman ve Godron (1986), Forman (1995), Cadenasso vd (2003)
Arayüz (Interface)	Naiman ve Decamps (1997),
Biotik geçişi (Biotik Transition)	Peters vd (2006)

Peyzaj ekolojisi kavram ve temelleri üzerinde gelişen ekolojik geçiş zonu

kavramı, özellikle peyzaj ekolojisi üzerinde uzun yıllar çalışmış birçok bilim adamı tarafından (Risser 1995, Di Castri vd. 1988, Holland 1991, Cadenasso 2003), özel olarak incelenmiş ve bu bilim adamlarınca kavramı açıklamaya yönelik birçok çalışma yapılarak, bu alanların yapı ve özellikleri ortaya konmuştur. Farklı tanımlamalar ile ortaya konmaya çalışılan kavram;

- Topluluklar, ekosistemler, biyotik bölgeler, habitatlar, lekeler vs. arasındaki geçiş zonları,
- Enerji ve materyal değişiminin yüksek olduğu yerler,
- Topluluklar arasındaki geçişin ani/keskin veya yumuşak olduğu alanlar,
- Farklı olgunluktaki sistemler arasındaki gerilim zonu gibi özellikleri ön plana çıkmaktadır (Farina 1998; di Castri, Hansen ve Holland 1988; Kark ve Rensburg 2006; Odum ve Barrett 2008; Risser 1993; Wilmsking ve Beierkuhnlein, 2002; Yarrow ve Marín 2007; Thomas, Maser ve Rodiek 1979).

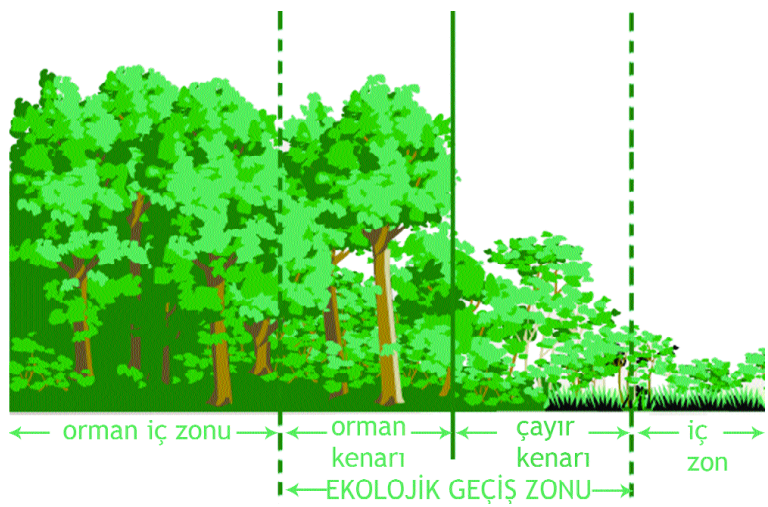
Ekolojik geçiş zonlarının kavramsal tanımlamaları incelendiğinde; bu konu üzerinde çalışan bilim adamlarının farklı bakış açıları ile birçok kavram geliştirdikleri görülmektedir. Özünde benzer niteliklerin tanımlandığı ancak farklı adlar ile kavramsallaştırılması literatürde karışıklıklara yol açmaktadır. Ekolojik sınır (*ecological boundaries*), ekoton (*ecotone*), sınır (*boundary*), kenar (*edge*), arayüz (*interface*), biyotik geçiş (*biotik face*), tampon zone (*buffer zone*), nehir kıyısı zonu (*riparian zone*) literatürde yer alan kavramlardır (Odum, and Baret, 2008; Forman And Godron, 1986; Farina, 1998; Yarrow and Marín, 2007). Yarrow and Marín (2007)'in çalışmasında, kavramlar arasındaki benzerlik ve farklılıkları detaylandırmak amacıyla yapılan sınıflandırma ile kavram çakışmaları belirlenmiştir (Tablo 1).



Şekil: 1

Farklı bakış açılarının isimlendirdiği bu kavramların Türkçe anlamları ekolojik bakış açısıyla incelendiğinde ise; kenar (*edge*), keskinliği ifade ederken; sınır (*boundary*) tek bir çizgiyi ifade etmektedir. Ekolojik geçiş zonunun zihinde uyandırdığı anlam ise bir alanı temsil etmektedir. Bu bakımdan konu kapsamında açıklanmaya ve önemi vurgulanmaya çalışılan alanı en iyi temsil eden kavram ekolojik geçiş zonu olarak ifade edilmektedir (Şekil 1 ve 2).

Ekolojik geçiş zonu kavramının tanımından gelen özelliği nedeniyle, hem bulunduğu alandaki bitişik sistemlerin özelliklerini, hem de farklı özellikleri bünyesinde bulundurmaktadır. Her iç zonun komşu sisteme doğru tür çeşitliliği dereceli bir biçimde azalarak yerini komşu sisteme bırakması (Şekil 3a ve 3b), dereceli



Şekil: 2

değişimlerin üst üste çakıştığı alanlarda ise her iki sisteme ait türler dışında, komşu sistemlerde var olmayan yeni türler bulunması (Şekil 3-c). Odum (1997)'un vurguladığı "bitişik sistemlerde var olmayan yeni özellikler" ve Farina'nın (1998) belirttiği "üst üste çakışan toplulukların yaygın türlerine ve sınırın tipik organizmalarına sahip alanlar ifadesi" ile ekolojik geçiş zonlarındaki tür zenginliğinin altı çizilmektedir (Thomas, Maser ve Rodiek 1979; Farina 1998; Wilmsking ve Beierkuhnlein 2002).

Retrospektif İnceleme

Farklı isimlerle tanımlanmış olan ekolojik geçiş zonu kavramının tarihsel gelişim süreci, genel olarak üç döneme ayrılabilir. Birinci dönem; kavramın Clement (1905) tarafından ortaya atılmasından 1953 yılında Eugene Pleasants Odum tarafından

Şekil: 1

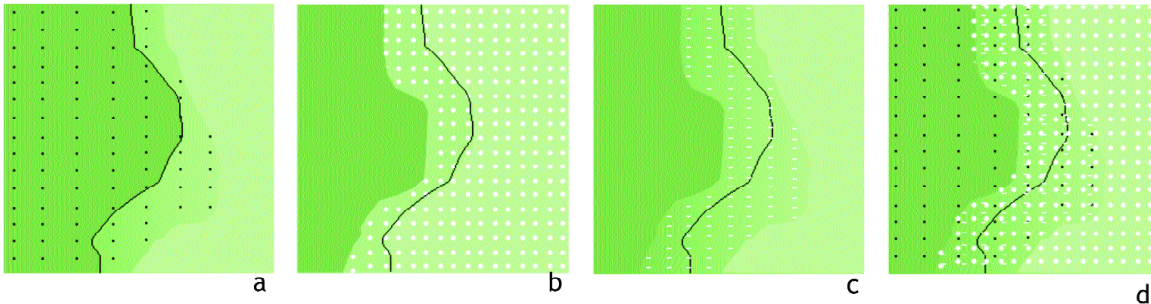
Kenar-sınır ekolojik geçiş zonu arasındaki ilişki (Yücel 2012, 32).

Şekil: 2

Kenar-sınır ekolojik geçiş zonu düzeyi ilişkisi (Yücel 2012, 32).

Şekil: 3

Ekolojik geçiş zonu tür ilişkisi
a) Koyu yeşil iç zonunun sahip olduğu türlerin yayılış alanı
b) Açık yeşil iç zonunun türlerinin yayılış alanı
c) Ekolojik geçiş zonuna ait türler
d) Ekolojik geçiş zonun kapsadığı tüm türler (Thomas, Maser ve Rodiek 1979, 51)



Şekil: 3

ekolojik temellere oturtulması arasındaki dönemdir. İkinci dönem; kavramın tanımlanması ve açıklanmasına yönelik spesifik çalışmaların arttığı, peyzaj ekolojisi çalışmalarında öneminin vurgulandığı 2000'li yıllara kadar devam eden gelişme dönemidir. Son dönem ise; özellikle bilgisayar teknolojilerindeki gelişmeler ile peyzaj ekolojisi çalışmalarında Coğrafi Bilgi Sistemleri, Uzaktan Algılama gibi yöntemlerin kullanılmaya başlandığı Olgunlaşma / Çeşitlenme /Yenilenme evresidir. Özellikle bu son dönem içinde gelişen teknolojilerin kullanılması ile birlikte ekolojik geçiş zonlarının fonksiyon ve yapısının belirlenmesinde büyük gelişmeler sağlanmıştır (Tablo 2).

Evre	Yazar
Doğuşu/Ortaya Çıkışı:	Livingston (1903), Clements (1905), Shelford (1913), Leopold (1933), Odum (1959)
Gelişme Dönemi/ Bilinçlenme:	Thomas (1979), Wiens ve Gosz (1985), Forman ve Godron (1986), Di Castri (1988), Naiman ve Decomps (1990), Holland ve diğ (1991), Hansen ve Di Castri (1992), Gosz (1993), Farina (1993), Risser (1995), Forman (1995)
Olgunlaşma/Çeşitlenme/Yenilenme:	Fortin (2000), Wilking ve Beirken (2002), Fagan ve Picket (2003), Cadenasso (2003), Fagan ve Fortin (2003), Arnot ve diğ (2004), Arnot & Fisher (2007), Hufkens ve diğ (2008)

Tablo: 2
Ekolojik Geçiş
Kavramının gelişim
süreci
(Yücel 2012, 34)

Zamansal olarak kavramın doğuşu ve olgunlaşma süreci içerisindeki bilimsel çalışmaların sınıflandırıldığı Tablo 2 incelendiğinde; 1980'li yıllara kadar tanımlanması ve algılanması güç olan ekosistemler arasındaki heterojen alanların çalışılmasından kaçınıldığı görülmektedir. 1980'li yıllardan önce daha çok sınırları kolayca belirlenen ve iyi tanımlanabilen homojen doğa parçaları üzerine odaklanılmış ve bunun bir sonucu olarak ekolojik geçiş zonları; çoğunlukla göz ardı edilmiş veya harita üzerinde tek bir

çizgiye indirgenmiştir (Risser 1995; Farina 1998; Fortin vd 2000; Kark ve Rensburg 2006; Strayer vd. 2003). Ancak zaman içinde peyzaj ekolojisi biliminde meydana gelen gelişmeler ile peyzaj mozaığı için gerekli fonksiyonel/yapısal bileşenleri olan geçiş zonlarının, peyzajın düzgün işlemesi için temel rol oynadığının ortaya çıkması, kavramın peyzaj ekolojisi içerisinden ayrılarak, özel olarak çalışılmaya başlanmasına yol açmıştır. Gelişme dönemi olarak sınıflandırılan bu dönem içinde ve peyzaj ekolojisi üzerinde uzun süre araştırmalar yapan birçok bilim adamı (Di Castri 1988, Holland vd 1991, Hansen ve Di Castri 1992, Gosz 1993, Risser 1995) ekolojik geçiş zonları çalışmaları üzerine yoğunlaşmışlardır.

Gelişme dönemi içinde ayrıca kavramla ilgili olarak uluslararası düzeyde birçok çalışma yapılmıştır. Unesco İnsan ve Biyosfer Programı çerçevesindeki SCOPE (Scientific Committee on Problems of the Environment) ve Uluslararası Biyoloji Bilimi Birliği (IUBS, International Union of Biological Sciences) tarafından 1988 yılında ekolojik geçiş zonlarının yönetimi ve yapısının tartışıldığı çalıştay bu konuda atılmış önemli adımlardan biridir. Diğer bir önemli adım ise; Amerika Ekoloji Topluluğu'nun (Ecological Society of America) çıkarmış olduğu Ekoloji Uygulamaları (Ecological Applications) isimli derginin üçüncü sayısının, ekolojik geçiş zonları kavramı üzerine odaklanmış olmasıdır. Özellikle kavramın literatür içinde konumlanmasını sağlayan önemli adımlar bu dergide atılmış bulunmaktadır (Gosz 1993; Risser 1993).

Kavramın üçüncü döneminde ise; 90'lı yıllardan 2000'li yıllara kadar konu üzerinde çalışan bilim adamlarının değiştiği görülmektedir. Buradaki önemli

kırılma noktası; teknolojinin kullanılması ve bilgi üretiminde bu teknolojik faaliyetlerden yararlanma olarak tanımlanabilir. Gelişen teknolojiler ile birlikte uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemlerinin kullanılmasına başlanmasıyla birlikte, birçok makale ile ekolojik geçiş zonlarının yapısı, fonksiyonu, konumu ve değişimi üzerine çalışmalar yapılmaktadır (Arnot 2004; Fisher vd 2006; Fortin vd 2000; Huffkens, Ceulemans, ve Scheunders 2008; Huffkens, Scheunders, ve Ceulemans 2009; Metzger ve Muller 1996). Ayrıca buna ek olarak 2003 yılında BioScience dergisinin 53. sayısının ekolojik sınırlarla ilgili birçok makaleye yer vermesi konunun kavramsal olarak halen araştırıldığını ve geliştirildiğini gözler önüne sermektedir (Cadenasso, Pickett, Weathers, Bell, vd. 2003; Cadenasso, Pickett, Weathers, ve Jones 2003; Strayer vd 2003; Fagan, Fortin ve Soykan 2003).

3. Zamansal ve Mekânsal Ölçekte Ekolojik Geçiş Zonu

Kavramın ortaya çıkışından olgunlaşma evresine kadar yapılan tüm çalışmalar, ekolojik geçiş zonlarının mekânsal olarak nerede konumlandığını, hangi yapısal özellikler içerdiğini ve hangi fonksiyonlara sahip olduğunu tanımlamaktadır. Bu noktada yapılan çalışmaların hiyerarşik düzen içinde hangi ölçekte incelendiği önem kazanmaktadır. Özellikle geçici doğaları nedeniyle tanımlanması ve belirlenmesi zor olan bu ekolojik birimler, çalışılan ölçüğe bağlı olarak farklı nitelikleri ortaya koymaktadır. Bu bakımdan birçok bilim adamı hiyerarşik yaklaşımı çalışmalarında kullanmaktadır (Gosz 1993; Risser 1995; Peters vd 2006; Farina 1998). Bu bakımdan aslında ekolojik geçiş zonları, tüm ölçeklerde var olan farklı sistemlerin sınır zonlarını temsil etmektedirler

(Farina 1998).

Ölçek özelliklerine göre yapılan ayırmada Gosz (1993), ekolojik geçiş zonları; biyom, peyzaj, leke, popülasyon ve birey olmak üzere beş hiyerarşik düzeye ayırmıştır. Farina (1998) mega, makro, mezo, mikro olmak üzere dört seviyeye göre sınıflandırma yaparken; Kark ve Rensburg (2006) ise, ekolojik geçiş zonunu hiyerarşik olarak lokal, bölgesel ve küresel olarak üçe ayırmıştır (Tablo 3, Şekil 4).

	Ekolojik Hiyerarşisi	Geçiş Zonu	Muhtemel Sınırlamalar
Mega-ekoton	Biyom		İklim, topografya
Makro-ekoton	Peyzaj		İklim, topografya, toprak karakteri
	Leke		Toprak karakteri, biyolojik vektörler, tür etkileşimi, mikro topografya, mikroklima
Mezo-ekoton			Türler arası etkileşim, türler içi etkileşim, psikolojik kontrol, popülasyon genetiği, mikro topografya, mikroklima
	Popülasyon		
Mikro-ekoton	Bitki		Türler arası etkileşim, türler içi etkileşim, psikolojik kontrol, bitki genetiği, mikroklima, toprak kimyası, toprak faunası, toprak mikroflorası (vb)

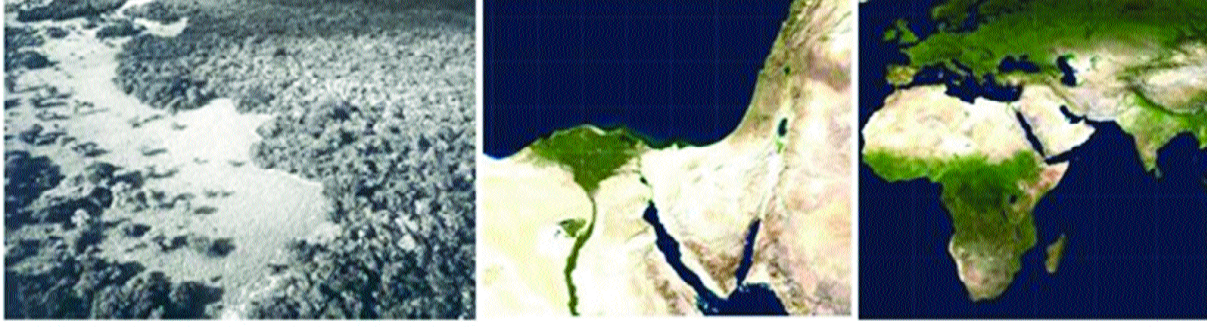
Ekolojik geçiş zonları ile ilgili yapılan çalışmalarda; Forman ve Godron (1986) ve Odum ve Barret (2008) geçiş zonlarını hiyerarşik düzen içinde leke ölçüğünde ele alırlarken, Gosz (1993) biyom² ölçüğünde ele almıştır (Forman ve Godron 1986; Gosz 1993; Odum ve Barrett 2008).

Ekolojik geçiş zonlarının mekânsal olarak ölçeklendirmesine ek olarak zamansal olarak da ölçeklendirme yapılmış bulunmaktadır. Özellikle geçiş zonlarının oluşumunu etkileyen faktörlerin zamansal olarak farklılık göstermesi bu ayırmada birincil rol oynamaktadır. Bu kapsamda Farina'ya (1998) göre ekolojik geçiş zonları zamansal olarak; kalıcı,

Tablo: 3
Ekolojik geçiş zonunun hiyerarşik organizasyonu ve muhtemel sınırlamalar (Gosz 1993; Farina 1998; Wilmsking ve Beierkuhnlein 2002)

Şekil: 4
Ekolojik geçiş zonları a.lokal b.bölgesel c.küresel (Kark ve Rensburg 2006, 30)

² *Biyom(Biome):*
"Geniş bir bölgede ya da bir kıtanın önemli bir kısmında yer alan ve belirli bir ana vejetasyon tipi ile kaplı alan (örn. Ilıman bölge geniş yapraklı orman gibi). Her biyomun, (özellikle sıcaklık ve yağış bakımından) karakteristik bir iklim tipi ve bu iklim tipine uyum sağlamış baskın bir bitki örtüsü bulunur"(Odum ve Barrett 2008, 314).



a

b

c

Şekil: 4

dönemsel ve kısa ömürlü olmak üzere üç sınıfa ayrılmaktadır (Farina, 1998). Ekolojik geçiş zonları için yapılan tüm ölçeklendirme çalışmalarına göre; Risser (1997), ekolojik geçiş zonunun yapısı ve fonksiyonlarının anlaşılması için aşağıda belirtilen ilkeleri geliştirmiştir.

1. Yapı ve süreç arasındaki ilişki, tek bir mekânsal–zamansal ölçekte sınırlandırılmaz.
2. Sürecin önemi ölçüğe bağlıdır. Biyocoğrafik sürecin lokal bir leke üzerindeki etkisi ihmal edilebilirken, daha büyük bir ölçekte önem teşkil edebilir.
3. Bitki ve hayvanlar, türün yaşam koşulları için gerekli ölçekte, çevresiyle birlikte var olmaktadır.
4. Ekolojik sistemin ölçeği, araştırmanın amacı tarafından sınırlandırılmıştır. Bu bağlamda ölçüğe göre bazı yapı ve süreçler araştırma ölçeği kapsamında algılanmazlar çünkü o ölçekte yapı ve süreçlerin çözünürlüğü yetersiz olmaktadır.

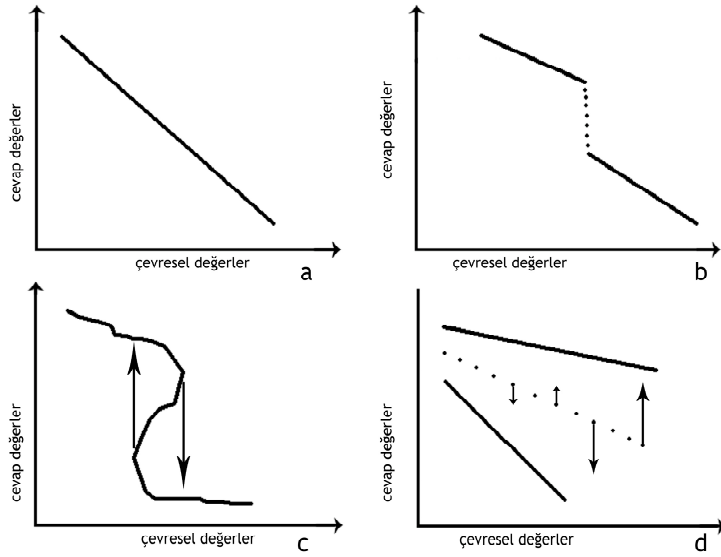
4. Ekolojik Geçiş Zonlarının Sürdürülmesi ve Oluşumu için İç ve Dış Faktörler

Peyzajın işlevi için anahtar yapılar olan ekolojik geçiş zonları; özellikle peyzaj düzeyinde lekeler arasında besin, su, spor, tohum, enerji, bilgi ve hayvan akışlarını sağlamaktadır. Heterojen yapısal

özellikleri ile bitişik sistemlerin stabilitesini arttıran bu alanlar, ayrıca sistem içinde en yüksek biyolojik çeşitlilik leke ile ekolojik geçiş zonunun optimum karışımında var olmaktadır (Farina 1998). Bu bakımdan, ekolojik geçiş zonlarının hangi çevresel faktörler tarafından sürdürüldüğü gibi soruların cevabı hala aranmaktadır (Strayer vd 2003; Wu ve Archer 2005; Wilmsking ve Beierkuhnlein, 2002; Farina 1998). Aslında neden-sonuç ilişkisi içinde, lekeler arasındaki süresizliklerden dolayı ortaya çıkabildikleri gibi (sonuçsal sınırlar, örneğin orman-arazi sınırı), lekeler arasında süresizliklere de neden olmaktadır (nedensel sınırlar, örneğin sığ sürüsü çiti) (Strayer vd. 2003). Bu kapsamda doğal sistemlerin sınırlarının oluşması ve sürdürülmesinde, ekolojik sistemleri kontrol eden dış çevresel faktörler veya aynı sistemde rol alan iç faktörler rol oynamaktadır. Bu faktörler olmadan ekolojik geçiş zonlarının oluşumu ve sürdürülmesi söz konusu değildir (Holland 1988).

Ekolojik geçiş zonlarının oluşmasında önemli bir rol teşkil eden dışsal çevresel faktörler, genellikle kademeli değişimler göstermektedirler. Bir çevresel faktörün bir hat boyunca kademeli bir biçimde değişmesine “gradient” denmektedir. Bu kademeli değişime örnek olarak; sıcaklık gradienti, nem gradienti, yükselti gradienti vb örnekler verilebilir. Çevresel faktörün

bu şekilde kademeli olarak derece derece artması veya azalmasına karşılık, canlı türleri de bu koşullara uyum sağlayarak değişim göstermektedirler. Dereceli değişime verilen cevap kademeli veya lineer olabilir (Şekil 5a). Cevabın kademeli olması, mekansal olarak farklı ekosistemlerin yan yana konumlandığı yerlerde geçiş zonlarının oluşumuna neden olmaktadır. Fiziksel çevrede meydana gelen kademeli değişime, kademeli cevap doğada çok yaygındır (örneğin ormanlık alandan mera alanına geçiş). Buna karşın, bazı durumlarda çevresel faktörlerdeki ani değişim sonucu, canlı türlerinin verdiği tepki de ani/keskin olmaktadır ve bunun sonucunda keskin bir sınır oluşumu meydana gelmektedir (Şekil 5b). Çevresel faktörlerin herhangi bir nedenle geciktiği durumlarda, bu duruma verilen cevap da farklı olmaktadır. Histerik (*hysteretic*) olarak tanımlanan bu değişime örnek olarak; sıcaklık gradienti boyunca azalan sıcaklığa karşın, küresel sıcaklık artışı ile bu derecelenmenin değişmesidir (Şekil 5c). Bunlara ek olarak fiziksel çevredeki değişim ve buna verilen cevap evrimleşme sürecinde veya tarihsel ilişkilerdeki karmaşıklık sonucu her iki birimde de farklılık gösterebilir (Şekil 5d) (Farina 1998; Odum ve Barrett 2008; Fağan, Fortin ve Soykan 2003; Strayer vd 2003; Forman 1995). Ekolojik geçiş zonunun oluşumu ve sürdürülmesinde temel rol oynayan çevresel dış faktörler (klima, topografik yapı, toprak, hidrografi) yanında, iç faktörler de önemli rol oynamaktadır. Ekolojik süksesyon, müdahale rejimleri, stres ve insan aktiviteleri gibi olaylar başlığında iç faktörler sıralanabilir (Farina 1998; Odum ve Barrett 2008). Geçiş zonun iç yapısında bulunan bu iç faktörlerden bazıları, türe özgü olabilmekle birlikte, oluşumu ve sürdürülmesinde etkili rol oynamaktadır. Örneğin, yaban domuzunun toprağı



Şekil:5



Resim: 6

kazarak arazi yüzeyinde oluşturduğu ani değişiklikler, mera alanında yeni ekolojik geçiş zonlarının oluşmasına neden olmaktadır (Resim 6).

Ayrı ayrı ele alınan dış ve iç faktörler aslında bir bütün içinde geçiş zonunun oluşumu ve sürdürülmesinde etkili rol oynamaktadır. Fiziki çevrede meydana gelen değişimlerle, ekolojik geçiş zonunun iç yapısındaki faktörlerin etkileşimi sonucunda, kademeli değişim, ani değişim, çoklu değişim ve histerik değişim söz konusu olmaktadır. Bazı değişimler sonucunda sınırlar arasındaki

Şekil: 5
Çevresel değişim- mekansal tepki (Farina 1998, 103)

Resim: 6
Yaban domuzlarının yapmış olduğu ani değişimler (Farina 2006, 212)

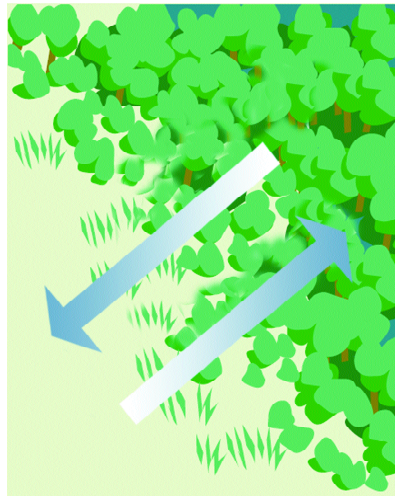
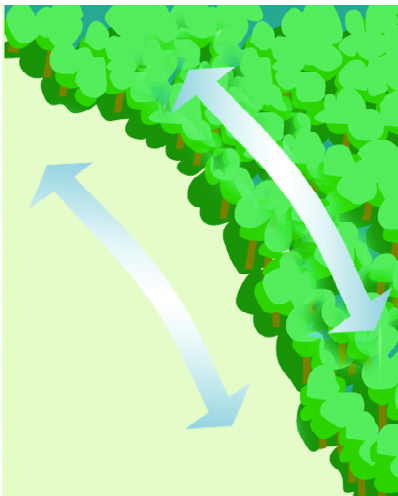
Resim: 7
Bitişik ekosistemler arasındaki sınır
a) keskin sınır
b) kademeli geçiş (Anonim 2001, 166)

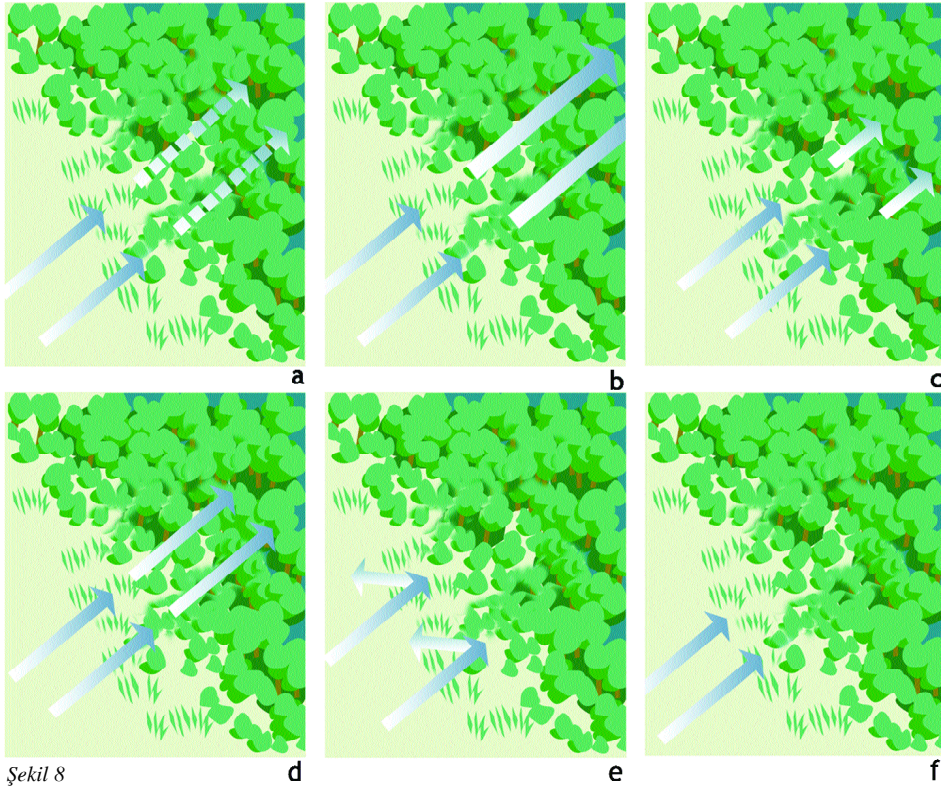
keskinlik artarken, bazı değişimler sonucunda bitişik sistemler arasında kontrastlar artmaktadır. Ayrıca iç ve dış faktörler arasındaki ilişki; geçiş zonunun kalınlığı, düşeyliği ve uzunluğu üzerinde de etkili olmaktadır (Forman 1995; Odum ve Barrett 2008).

5. Ekolojik Geçiş Zonunun Yapı ve Fonksiyonları

Dinamik yapıdaki geçiş zonları, buldukları sistem içinde birçok fonksiyonel göreve sahiptirler (Farina 2006; Odum ve Barrett 2008; Risser 1995; Strayer vd 2003; Fortin vd 2000; Forman 1995; Fry ve Sarlöv-Herlin 1997). Forman (1995), Farina (1998, 2006), Fry ve Sarlöv-Herlin (1997), Forman ve Moore (1992), Holland (1988), Cadenaso ve diğ (2003), Strayer vd. (2003); ekolojik geçiş zonlarının fonksiyonlarını farklı bakış açılarıyla açıklamalarına rağmen, özünde benzer sınıflandırmalar yapmışlardır. Peyzaj yapısını oluşturan koridorların fonksiyonları gibi ekolojik geçiş zonu fonksiyonları da; habitat, kaynak (resource), filtre, atık (sink) ve kanal/koridor (conduit) olmak üzere beş başlık altında incelenebilir (Forman 1995). Bunlardan habitat işlevi, geçiş zonunun kendi içsel özelliklerinden gelen bir

fonksiyon olarak karşımıza çıkmaktadır. Kendini oluşturan ve devamlılığını sağlayan dış ve iç faktörler ile bitişik ekosistemlerin birçok özelliğini taşımasından dolayı geçiş zonları yüksek düzeyde bitki ve hayvan yoğunluğuna sahip alanlardır. Ayrıca, ekolojik geçiş zonları kaynak işlevi ile bitki ve hayvan türleri için beslenme, avlanma olanakları sağlamakta ve peyzajın düzgün bir şekilde işlemesi için materyal, enerji, organizma ve bilgiyi de karşılamaktadırlar. Kaynak fonksiyonun zıttı olarak; atık (sink) işlevi ile peyzajdaki organizma, materyal, enerji ve bilgi geçiş zonlarını absorbe etmektedir. Nehir ekosistemi kenarında bulunan ekolojik geçiş zonlarına doğru, taşkın ile materyal birikimi, ekolojik geçiş zonunun atık işlevine bir örnek olarak verilebilir. Ekolojik geçiş zonunun kanal fonksiyonu; bitişik sistemler arasında bir koridor görevi üstlenerek, organizma, materyal, enerji ve bilginin akışını sağlamaktadır. Filtre fonksiyonu ise; bitişik sistemler arasındaki ilişkiyi sağlamaktadır. Rüzgar, su (yüzeysel veya toprak altı), hayvan ve hatta kenar bir tür olarak insanlar (Forman, 1995) vasıtasıyla, materyal (ölü organik madde, besin ve kirletici madde), organizma, bilgi ve enerjiyi bitişik sistemler arasında akış ve hareketi geçiş zonunun geçirgenliği olarak tanımaktadır. Bu kapsamda, geçiş zonu içindeki geçirgenlikle; popülasyon yoğunluğuna, sınırın keskinliğine, geçiş zonunun düşey vejetasyon yapısına bağlı olarak değişebilmektedir. Tüm bu ilişkiler bitişik ekosistemler arasındaki geçişin kademeli olarak derecelenmesi durumunda, sistemler arasında bir ilişki söz konusu iken keskin sınırlar için geçiş sistemler boyunca devam etmektedir (Şekil 7) (Anonim 2001; Forman 1995; Cadenasso, Pickett, Weathers, ve Jones 2003; Strayer vd 2003; di Castri, F., Hansen, A. J. and Holland, M.M. 1988; Wiens, Crawford, ve Gosz 1985).





Şekil: 8
Ekolojik geçiş zonlarındaki akışlar
a) dönüşüm (transformation)
b) büyüme (amplification)
c) değişim (transmission)
d) nötr
e) yansıtma
f) absorbe
(Yücel 2012).

Şekil 8

Peyzaja karşı farklı geçirgenliğe sahip dokuyu temsil eden ekolojik geçiş zonları; enerji, organizma, bilginin akışında aktif ve pasif rol oynayarak, bu birimleri farklı şekillerde aktarmaktadırlar (Şekil 8).

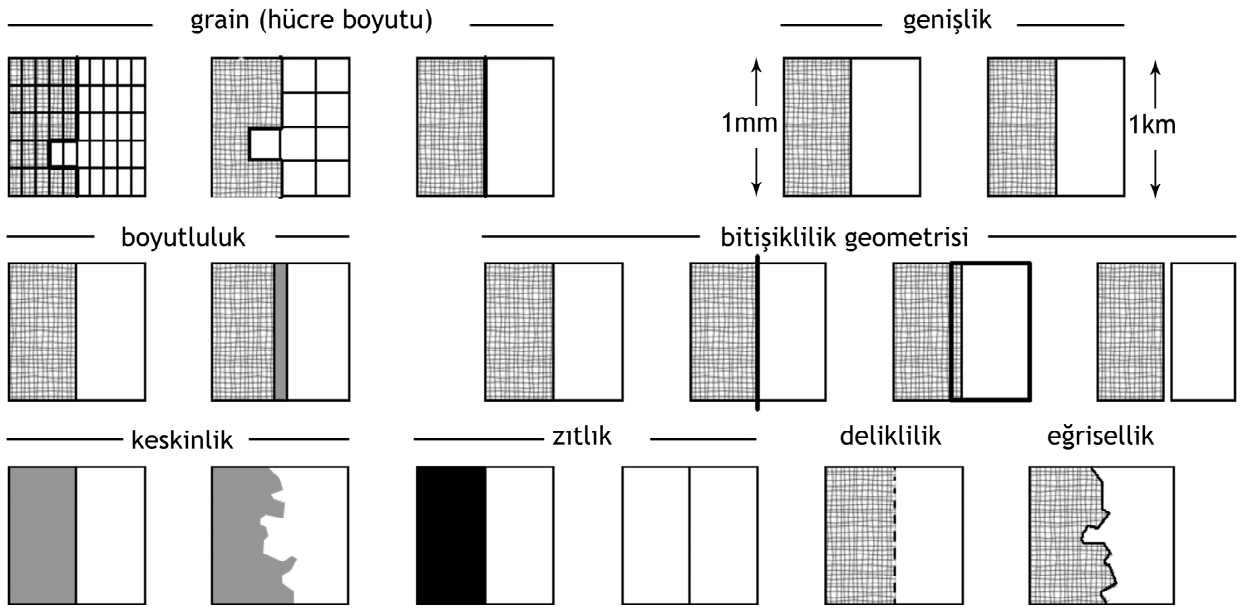
Belirtilen birimlerin bitişik sisteme yüzde yüz aktarılması ve birime hiçbir şekilde müdahale etmemesi durumunda geçiş zonu nötr bir özelliğe sahiptir. Birçok örnekte ise geçiş zonu yansıtıcı özelliğe sahiptir. Organizma veya materyallerin, bitişik sisteme geri döndürülmesi olarak açıklanabilen bu özelliğin bazı durumlarda, yüksek yansıtma derecesine sahip olması söz konusudur. Bu gibi durumlar çoğunlukla bitişik sistemler arasında keskin sınırlar oluşunda söz konusu olmaktadır. Farina (1998), Forman ve Moore (1992), sistemler üzerindeki müdahalenin artmasının geçirgenliği etkilemesini ve bunun sonucunda geçiş zonunun yansıtıcı olmasını “bariyer” olarak

tanımlamaktadırlar. Buna karşın geçiş zonları, kendi iç yapılarıyla bağlantılı olarak, materyal, organizma, bilgi ve enerjiyi, bitişik sisteme geçirirken, dönüşüme uğratabilir (Şekil 8a); birimlerin geçişi sırasında aktarım yüzde yüzü aşarsa ekolojik olguları yükseltebilir (Şekil 8b); sadece bir bölümünün geçmesine izin verebilir (Şekil 8c); bu geçiş sırasında hiçbir etkiye sahip olmayabilir (Şekil 8-d); tamamen yansıtabilir (Şekil 8e); birimlerin tamamını kendi içinde absorbe edebilir (Şekil 8f) (Strayer vd 2003).

Ekolojik geçiş zonlarının, Şekil 8’de gösterilen şekilde, akışları yönetmesinde, esnek ve stabil yapısal özellikleri büyük rol oynamaktadır. Sahip oldukları bu özellikler aslında peyzajın stabilitesini korumasına yardımcı olmaktadır. Örneğin; bir nehir kıyısı konusu, komşu arazilerin stabilitesini artırarak, nehir taşkınlarının etkisini azaltır. Buna ek olarak, tarım

arazilerinde rüzgarın negatif etkisini azaltarak, toprak nemini ayarlamaktadırlar (Farina 1998). Ekolojik geçiş zonlarının fiziksel ve biyolojik yapısı, bitişik sistemler arasındaki akışı organize etmektedir. Bu bakımdan geçiş zonunun yapısal değerleri büyük önem taşımaktadır. Cadenasso vd. (2003), sınırın fiziksel ve biyolojik özelliklerini kapsayan ekolojik sınırların yapısını; yapı,

sınırlamalar, iç heterojenlik, yoğunluk ve fraktal ölçümler olarak belirlemiştir. Ekolojik geçiş zonunun yapısal karakterini açıklamaya yönelik bu çalışmalardan hareketle, boyut (uzunluk, genişlik ve yükseklik), şekil, fraktal ölçüm, zıtlık değerleri üzerinde durulmuştur. Geçiş zonu üç boyutlu bir yapıya sahiptir. Ekolojik geçiş zonunun uzunluğu, peyzaj tanımından hareketle yüzlerce metreden



Şekil 9
Ekolojik geçiş zonunun yapısal karakteri (Strayer vd. 2003, 725)

kompozisyon, sembolik ve algısal özellikler olmak üzere dörde ayırmıştır. Buna karşın Strayer vd (2003), çalışmalarında daha çok ekolojik sınır kavramı öne çıkarak sınırın yapısını bitişik sistemlerin yapısından hareketle açıklamamaya çalışmışlardır. Bu bağlamda ekolojik sınırın mekânsal yapısının özelliklerini, uzaklık (extent), boyut (dimensionality), bitişiklik geometrisi, keskinlik, zıtlık ve şekil olarak sıralamışlardır. Farina (1998) ise ekolojik geçiş zonunun yapısal karakterini açıklarken geçiş zonunu bir birim olarak kabul ederek onun yapısal değerlerini açıklamış, bu değerleri; büyüklük, şekil, biyolojik yapı, yapısal

kilometrelerce uzunluğa kadar var olabilmektedir. Dolayısıyla sınırın boyutu, kendine özgü karakteristiği içinde belirli bir ölçekte ele alınmaktadır. Genişliği veya kalınlığı ise kavramın tanımından gelen belirsizliği belirtmektedir. Ekolojik geçişin lekeler arasında bir çizgi ya da bir zon olarak ele alınacağı aslında araştırmacının hangi ölçekte çalışacağı ile ilişkili olmaktadır. Geçiş zonunun yüksekliği ise bitişik sistemler arasında derecelenmeyi ifade etmektedir (Şekil 9b). Ekolojik geçiş zonunun şekli de, yapısal karakteri bakımından önem taşımaktadır. Doğrusal, daire, sarmal vb. şekillerde geçiş olabilmektedirler. Bu şekil özellikler geçiş

zonlarına doğru bilgi, enerji ve materyal geçişinde önemli rol oynamaktadır (Şekil 9c). Peyzaj mozaiğine karşı geçiş zonu şeklinin karmaşıklık oranı ise; fraktal ölçümü olarak tanımlanmaktadır. Bitişik sistemler arasındaki zıtlık ekotonun yapısal karakterini oluşturan önemli bileşenlerden biridir (Farina 1998; Cadenasso, Pickett, Weathers, ve Jones 2003; Strayer vd. 2003).

6. Ekolojik Geçiş Zonu Sınıflandırmaları

Ekolojik geçiş zonları özellikleri nedeniyle aslında her ölçekte bulunmasına karşın, daha kolay bir biçimde çalışılması ve anlaşılması adına sınıflandırma çalışmaları yapılmıştır. Araştırmacıların bakış açılarına göre değişen sınıflandırmalar da çeşitlenmektedir. Thomas vd (1979); doğal (*inherit*) ve teşvik edilmiş (*induced*) olmak üzere iki sınıfa ayırmıştır. Doğal (*inherit*) sınırların; topografik farklılıklar, toprak tipinin değişimi, iklimin değişimi ve jeomorfolojik özellikler gibi nedenlerle oluştuğunu vurgularken, teşvik edilmiş (*induced*) sınırların, doğal şartlar altında, kısa dönemli çevresel faktörlerin (*yangın, odun temini, taşkın, erozyon, otlama, vejetasyon üzerine müdahale ve ekim veya dikim*) keskinliği tarafından yaratıldığını belirtmişlerdir (Thomas, Maser ve Rodiek 1979). Holland (1988) ise, Thomas vd.'in (1979) yapmış olduğu ayrıma ek olarak geçiş zonunun sürdürülmesi konusunu da ele almıştır. Bu kapsamda Holland (1988) insan ölçeği içinde ekolojik geçiş zonlarını dörde ayırmıştır (Tablo 4).

Geçiş zonunun oluşum ve sürdürülme nedenini insan ve doğa olarak belirleyen Holland (1988), çapraz sorgulama ile geçiş zonu sınıflandırmasını anlaşılır kılmıştır. Birinci sınıfta; insan aktiviteleri tarafından yaratılıp, sürdürülen ekolojik geçiş zonları yer almaktadır (*canlı çitler, rüzgar koruma bantları*). İkinci olarak; insan

aktiviteleri tarafından yaratılıp, doğal süreçler tarafından sürdürülen (*baraj inşası sonrasında oluşan bataklıklar*).

Üçüncü olarak; doğal süreçler tarafından yaratılıp, insan faaliyetleri tarafından sürdürülen (*nehir kıyısı şeritleri/riparian zone*) ve dördüncü olarak; doğal süreçler tarafından yaratılan ve sürdürülen (*kunduz setleri, bataklıklar, kıyılar*) ekolojik geçiş zonları olarak ayırmıştır (Holland 1988).

Fortin vd. (2000) ise, çevresel ve biyotik ekolojik geçiş zonu olmak üzere ikiye ayırmıştır. Çevresel ekolojik geçiş zonu olarak, çevre faktörlerinde (*toprak, yağış miktarı*) keskin fiziksel değişimler olarak tanımlamıştır. Biyotik ekolojik geçiş zonu olarak ise, çevresel değişimlere türlerin cevabını yansıtan ve/veya türler arasındaki ilişki, tür kominite veya ekosistem düzeylerinde tanımlanan alanlar olarak belirtmiştir (Fortin vd. 2000). Fortin vd.'nin (2000) yapmış olduğu bu ayırım daha çok ekolojik geçiş zonunu oluşturan iç ve dış faktörler bağlamında olmuştur. Farklı bir bakış açısıyla Farina (2010) ise ekolojik geçiş zonu sınıflandırmasını, yatay ve dikey olarak iki başlıkta toplamıştır. Yatay ekolojik geçiş zonunu, düzlemsel yüzey boyunca devam eden alan olarak

Tablo: 4
Ekolojik geçiş zonlarının sınıflandırması
(Holland 1988, 69)

		Sürdürme (<i>Maintenance</i>)	
		İnsan	Doğa
Köken (<i>Origin</i>)	İnsan	Canlı Çitler, rüzgar koruma bantları	Baraj inşası sonrasında oluşan bataklıklar
	Doğa	Nehir kıyısı şeritleri	Kunduz setleri, bataklıklar, kıyılar

belirlerken, düşey ekolojik geçiş zonun özellikle su yapıları ve atmosferde konumlandığını belirtmiştir (Farina 2010).

7. Sonuç

Bitişik ekosistemler arasındaki geçiş alanları olarak tanımlanan ekolojik geçiş zonları; doğanın kendi iç özelliklerinin bir yansımasıdır. Barındırdığı zengin ekolojik özellikler ile sistemin devamlılığı için anahtar rol oynayan bu alanlar, kenar tür olarak insanoğlu için de önemli bir habitat alanı niteliği taşımaktadır. İnsanoğlunun varoluşu ile birlikte insanlar yaşamlarını sürdürmek için bu alanlarda barınmışlar, bu alanlardan beslenmişler ve nesillerini çoğaltmışlardır. Bünyelerinde barındırdıkları zengin biyolojik çeşitlilik ile her zaman insanların tercih ettikleri alanlar olmuşlardır. Orman ile çayır alanlarının birleşim noktaları, nehir veya deniz kenarları bu özellikleri en güzel biçimde yansıtan alanlardır. İnsanoğlu gibi birçok canlı türü için habitat ortamı sağlayan bu alanlar, ayrıca sistemler arasında zar görevi üstelenerek her türlü, materyal, enerji, bilgi akışını sağlamaktadırlar.

Bu özellikleri ile tüm sistemin sürdürülebilirliği için kritik öneme sahip ekolojik geçiş zonları, insanoğlu tarafından çoğunlukla ihmal edilmiş veya harita üzerinde tek bir çizgiye indirgenmiştir. Algılanması, çalışılması, korunması, planlanması, yönetilmesi kolay homojen alanlar her zaman gündemde iken; sistem için büyük bir öneme sahip olmasına rağmen ekolojik geçiş zonları çoğunlukla ihmal edilmiştir. 1980'li yıllardan itibaren gelişen bilgisayar teknolojileri ile birlikte bu alanlar üzerine yapılan çalışmaların sayısı artmış, konunun önemi vurgulanmaya başlanmıştır. Ancak ülkemiz bilimsel çevresinde henüz hiçbir platformda konu

tartışılmamıştır. Bu kapsamda hazırlanan bu çalışma ile konunun kavramsal temelleri tüm boyutları ile ele alınarak, literatür içindeki farklı tanımlamalar ve bunların yaratmış olduğu karışıklık ülkemiz bilimsel ortamına girmeden, belirli bir temele oturtulmaya çalışılmış bulunmaktadır●

KAYNAKÇA

- Anonim. 2001. *Stream Corridor Restoration Principles, Processes and Practices*. The Federal Interagency Stream Restoration Working Group, USDA -Natural Resources Conservation Service.
- Cadenasso, Mary L., Steward T. A. Pickett, Kathleen C. Weathers, ve Clive G. Jones. 2003. A Framework for a Theory of Ecological Boundaries. *BioScience* 53 (8): 750.
- di Castri, F., Hansen, A.J. and Holland, M.M. 1988. A New Look at Ecotones: Emerging International Projects on Landscape Boundaries. *Paris: Biology International Special Issues*. International Union of Biological Sciences.
- Fagan, William F., Marie-Josée Fortin, ve Candan Soykan. 2003. Integrating Edge Detection and Dynamic Modeling in Quantitative Analyses of Ecological Boundaries. *BioScience* 53 (8): 730.
- Farina, Almo. 1998. *Principles and Methods in Landscape Ecology*. Springer.
- Farina, Almo. 2006. *Principles and Methods in Landscape Ecology: Toward a Science of Landscape*. Springer.
- Farina, Almo. 2010. *Ecology, Cognition and Landscape*. Springer.
- Forman, Richard T. T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge University Press.
- Forman, Richard T. T., ve Michel Godron. 1986. *Landscape Ecology*. Wiley.
- Fortin, M.J., R.J. Olson, S. Ferson, L. Iverson, C. Hunsaker, G. Edwards, D. Levine, K. Butera, ve V. Klemas. 2000. Issues Related the Detection of Bound Aries. *Landscape Ecology* (15): 453–466.
- Fry, Gary ve I. Sarlöv-Herlin. 1997. The Ecological and Amenity Functions of Woodland Edges in the Agricultural Landscape; a Basis for Design and Management. *Landscape and Urban Planning* 37 (1-2) (Haziran): 45–55.
- Gosz, James R. 1993. Ecotone Hierarchies. *Ecological Applications* 3 (3): 370–376.
- Holland, M.M. 1988. SCOPE/MAB Technical Consultations on Landscape Boundaries. İçinde *A New Look at Ecotones: Emerging International Projects on Landscape Boundaries*, 47–106. di Castri, F., Hansen, A.J. and Holland, M.M. Paris: Biology International Special Issues. International Union of Biological Sciences.
- Kark, Salit, ve Berndt Rensburg J. 2006. Ecotones: Marginal or Central Areas of Transition?. *Israel Journal of Ecology&Evolution* (52): 29–53.
- Leopold, Aldo. 1986. *Game Management*. Univ of Wisconsin Press.
- Odum, Eugene P, ve Gary W Barrett. 2008. *Ekolojinin Temel İlkeleri*. Prof. Dr. Kani Işık. Ankara: Palme Yayıncılık.
- Peters, Debra P. C., James R. Gosz, William T. Pockman, Eric E. Small, Robert R. Parmenter, Scott L. Collins, ve Esteban Muldavin. 2006. Integrating Patch and Boundary Dynamics to Understand and Predict Biotic Transitions at Multiple Scales. *Landscape Ecology* 21 (1) (Ocak): 19–33.
- Risser, Paul G. 1995. The status of the science examining ecotones. *BioScience* 45 (5) (Mayıs): 318–325.
- Risser, PG. 1993. Ecotones at Local to Regional Scales From Around The World. *Ecological Applications* 3 (3) (Ağustos): 367–368.
- Strayer, David L., Mary E. Power, William F. Fagan, Steward T. A. Pickett, ve Jayne Belnap. 2003. A Classification of Ecological Boundaries. *BioScience* 53 (8): 723.
- Thomas, J.W, C. Maser, ve J.E. Rodiek. 1979. Edges. der.: Thomas, Jack Ward. Wildlife Habitats in Managed Forests the Blue Mountains of Oregon and Washington, 48–59. *Washington D.C: Agriculture Handbook No. 553*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Wiens, John A., Clifford S. Crawford, ve James R. Gosz. 1985. Boundary Dynamics: A Conceptual Framework for Studying Landscape Ecosystems. *Oikos* 45 (3) (Aralık 1): 421–427.
- Wilmking, Martin, ve C. Beierkuhnlein. 2002. *Landscape Boundaries, Ecotones. Development and Perspectives of Landscape Ecology*, 84–93. Bastian,Olaf,Steinhardt,Uta. Kluwer Academic Publisher.
- Wu, Ben, ve Steven R. Archer. 2005. Scale-Dependent Influence of Topography-Based Hydrologic Features on Patterns of Woody Plant Encroachment in Savanna Landscapes. *Landscape Ecology* 20 (Eylül): 733–742.
- Yarrow, Matthew M., ve Víctor H. Marín. 2007. Toward Conceptual Cohesiveness: a Historical Analysis of the Theory and Utility of Ecological Boundaries and Transition Zones. *Ecosystems* 10 (Mart 14): 462–476. doi:10.1007/s10021-007-9036-9.
- Yücel, S. Demet. 2012. Sürdürülebilir Kent ve Peyzaj İlişkisinde Ekolojik Geçiş Zonları: İstanbul Beykoz Örneği. Doktora tezi, MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Şehircilik Doktora Programı.