



Havza Ekosistemleri için Yerleşilebilirlik Sınamasında Uygunluk Analizi Parametreleri

Mehmet Doruk Özügül^{1,*}

¹Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, Mimarlık Fakültesi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

E-Posta: dozugul@yahoo.com

Özet: Bu çalışma, doğal kaynakların insanoğlu tarafından hızla tahrip edilmekte olduğu yeryüzünde, giderek önem kazanan bir ekolojik birim olan su havza ekosistemlerine odaklanmaktadır. Her su havzası barındırdığı ekosistem öğeleri arasındaki kompleks bir ilişkiselliğin sonucu olarak özgünleşmektedir. Su havzalarında fizyografik, iklimsel, edafik, aquatik ve biyotik öğeler etkileşim içerisinde bulunan unsurlardır. Havzanın sürdürülebilirliği de bu öğelerin ekolojik hassasiyetlerini gözeterek koruma ve kullanma kararlarının geliştirilmesine bağlıdır. Dolayısıyla bu alanlar için üretilecek olan arazi kullanım kararları havza ekosistemlerinin hassasiyetlerine göre kurgulanmış yerleşilebilirlik tespitlerine temellenmelidir. Bu bağlamda makalede, havza ekosistemlerinde yerleşilebilirlik sorunsalına (tarım ve konut kullanımlarına yönelik olarak) yanıt aranırken uygunluk analizinde kullanılacak parametreleri netleştirmek amaçlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Havza, Uygunluk Analizi, yerleşilebilirlik, planlama

Suitability Analysis Parameters for Site-selection in Water-Basin Ecosystems

Abstract: This study focuses on water basin ecosystems, as an ecologically important ecological unit, where natural resources are rapidly being destroyed by human beings. Each watershed is unique as a result of a complex relationship between the ecosystem elements it hosts. Physiographic, climatic, edaphic, aquatic and biotic elements interact in the watersheds. The sustainability of the basin also depends on the determination of protection and land use decisions that respect the ecological vulnerabilities of these elements. Therefore, land use decisions to be taken for these areas should be based on land suitability assessments according to the sensitivity of basin ecosystems. In this context, within this article it is aimed to clarify the parameters that can be used in the Land Suitability Analysis while seeking the answer to the suitability problematic (for agriculture and residential uses) in basin ecosystems.

Key Words: Watershed, Land Suitability Analysis, suitability, planning

GİRİŞ

Su havzaları gerek doğal gerekse beşerî çevrenin sürdürülebilirliğinde giderek önemi artan ve daha yakından tanınarak planlama eylemlerine konu edilme zorunluluğu ile yüzleşilen bir ekolojik kompleks olarak karşımıza çıkmaktadır. Hemen her alanda karşılaşılan koruma-kullanma dengesini sağlama argümanının da bu bağlamda soyut bir ilke olmaktan ileriye taşınarak operasyonelleştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çalışma, sözü edilen bu gereksinimin bir ürünü olarak, su havzalarının ekolojik özgünlüklerinden beslenerek bu alanlarda yerleşilebilirlik sorunsalına yanıt arayışının metodolojik çerçevesini ortaya koymayı hedeflemektedir. Bu çerçevenin netleştirilmesi sürecinde konut ve tarım alanlarının yerleşimlerine odaklanılmaktadır. Çalışmada sırasıyla havza tanımı, su havzalarının yerleşilebilirlik perspektifinden ekolojik çözümlenmesine ilişkin ipuçları, operasyonelleştirme gayretlerinde elverişli bir araç olarak ön plana çıkan Uygunluk Analizi ve karar evresinde etkin olabilecek temel parametreler ile öneri metodolojinin ana bileşenlerine değinilmektedir.

HAVZA

En genel anlamı içerisinde ele alındığında havza; bölge, mıntıka anlamında kullanılan bir kavramdır ^[1] ve sadece coğrafi anlamıyla değil ekonomik, kültürel anlamda ayırt edici bütünlüğü olan alanları nitelemek amacıyla da kullanılmaktadır. Yine coğrafi ve morfolojik genel bir tanımı “*Dağ veya tepelerle sınırlanmış, suları aynı denize, göle veya ırmağa akan bölge*” şeklinde yapmak olasıdır

*İlgili E-posta: dozugul@yahoo.com

Bu makale yazar tarafından YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsünde yazılmış olan “*Ekolojik Planlamada Kullanılacak Analitik Bir Model Önerisi*” isimli doktora tezinden üretilmiştir.

[1]. Birleşmiş Milletlerce 1977 yılında düzenlenen ve Arjantin'in (Mar del Plata kentinde) ev sahipliği ettiği Su Konferansına kadar su havzası (watershed) terimi yerine yaygın olarak kullanılan terim drenaj havzasıdır (drainage basin) [2]. Çepel [3] tarafından da havza terimi yine topoğrafyanın şekillendirdiği ve yağmur, kar ve yüzeysel akış sularının toplandığı alanı nitelemektedir. Su toplama havzası (reservoir, catchment area) gölleri besleyen yüzeysel ve yeraltı sularının toplandığı bölgenin tamamıdır. Başka bir anlatımla sırtlardan geçtiği varsayılan su ayırım çizgisi ile sınırlandırılan, üzerine düşen yağış sularını bir drenaj sistemi ile toplayan, iç bükey topoğrafik yapıya sahip, hidrolojik bir birimdir [4]. Akarsu havzası (river basin) ise yine benzer bir şekilde akarsuyun doğduğu kaynakla (membra) ve son bulduğu alan (mansap) arasında kalan ve akarsuyu besleyen alanı kapsamaktadır.

Bu çalışmada ele alınan haliyle su havzası (watershed) Odum'un [5] kavramsallaştırmasına benzer şekilde "sadece su yüzeyinden değil, bütünsel drenaj sisteminden oluşan ve dikkate alınması gereken minimum ekosistem birimini", yani sınırları içerisinde düşen tüm suyu ortak bir çıkışa/kaynağa drene eden alanı ifade etmektedir [6].

EKOLOJİK BİR BİRİM OLARAK SU HAVZALARININ ÖZELLİKLERİ VE ÖĞELERİNİN YERLEŞİLEBİLİRLİK SORUNSALI YÖNÜNDEN YORUMLANMASI

Aşağıdaki bölümlerde yer alan yerleşilebilirlik yorumlamaları su havzalarının ekolojik hassasiyetleriyle bağlantılandırılmak suretiyle, fizyografik, iklimsel, edafik, aquatik ve biyotik öğelerin içerikleri ve aralarındaki yüksek ilişkisellik gözetilerek açıklanmaktadır. Bu noktada çalışmada ifade edilmekte olan yerleşilebilirlik saptamalarının insan yapısı çevre unsurları için doğru yerleşiminin yapılması bağlamında kullanılmakta olan bir terimdir.

Su havzalarını çözümlerken esas alınan ekosistem öğelerini aşağıdaki gibi sınıflandırmak mümkündür;

1. Abiyotik Öğeler (Cansız Öğeler)

a. Fizyografik Öğeler (jeomorfolojik öğeler)

- Denizden yükseklik,
- Bakı (rölyef),
- Eğim,
- Drenaj.

b. Klimatik Öğeler

- Isı,
- Işık,
- Nem,
- Hava hareketleri.

c. Edafik (Toprağa ait) Öğeler

- Jeolojik yapı,
- Fiziksel yapı,
- Biyolojik yapı,
- Kimyasal yapı.

d. Aquatik Öğeler

- Yüzey kaynakları,
- Denizler,
- Yeraltı kaynakları.

e. Kimyasal Öğeler (Karbondiyoksit, oksijen, organik bileşenler ve bunların ayrışma ürünlerinden oluşan elementler)

2. Biyotik Öğeler (Canlı Öğeler)

a. Bitkiler (Flora)

b. Hayvanlar (Fauna)

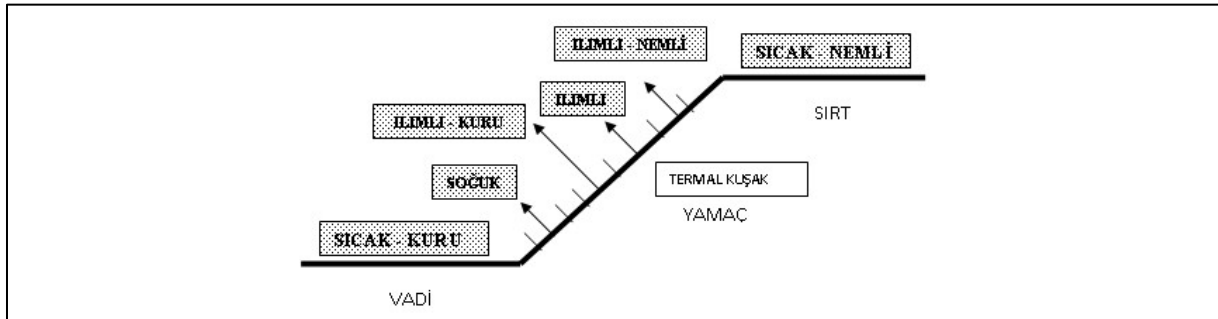
c. Mikroorganizmalar

d. İnsanlar.

Fizyografik Öğeler

Fizyografik öğeleri denizden yükseklik[†], bakı[‡], eğim, drenaj alt başlıklarında değerlendirmek olasıdır. Bir bölgenin denizden yüksekliğinin o bölgedeki doğal ve yapay ekosistemleri yakından etkilediği bilinmektedir. Gerek iklimik özellikler ve gerekse buna bağlı olarak bölgede yaşayan canlı hayatı denizden yükseklik bağlamında değişime uğramaktadır. Bu özelliğin, ele alınan her bölge için önemli bir belirleyici olarak değerlendirilmesi gerekmektedir [7].

Rölyef, arazinin en yüksek ve en alçak konumları arasındaki yükseklik farkının bir ifadesi olarak arazinin fizyolojik yapısını tarif etmekte kullanılmaktadır. Rölyef su havzalarında da canlı yaşamının dağılımı açısından başat faktörlerden biri olarak karakterize olmakta ve alana özgü araştırmalarla koruma zonları oluşturulmalıdır. Konu yerleşilebilirlik yönüyle ele alındığında ise arazinin fizyolojik yapısı ve farklı iklim kuşaklarında yerleşmeye daha elverişli olan farklı konfor bölgeleri bulunduğu görülmektedir (Şekil 1). Bu bölgelerin oluşturulmasında güneş ışınımı, ters ışınımın, hava hareketleri gibi olgular irdelenmektedir. Bu olguları optimum karşılayan arazi parçası termal kuşak olarak isimlendirilmektedir [8]. Su havzalarında koruma öncelikli tespit edilmeyen alanlarda yerleşilebilirlik saptamalarında iklim kuşaklarına göre bu ilkenin gözetilmesi yerleşmelerde iklimsel uyumun ön koşullarından biridir.



Şekil 1. Kuramsal bir arazi kesitinde termal kuşak [8]

Eğim[§], eğim derecesi ve eğimin bakı durumu alt başlıklarında ele alındığında, fonksiyon alanlarının yerleşimi ve işleyişi açısından son derece önemli bir faktördür. Fonksiyon alanlarının yerleşmesindeki uygunluk açısından değerlendirildiğinde eğim yüzdeleri ile ilgili olarak Tablo 1'de sunulan sınıflandırmaya erişilmektedir.

Tablo 1. Eğim yüzdelerine göre yerleşime uygunluk [9]

Eğim yüzdesi (%)	Yerleşime uygunluk
0 – 5	Her türlü fonksiyon açısından uygun olan eğim grubudur. Özellikle geniş alana gereksinimi olan sanayi, fuar, spor, depo, alışveriş gibi fonksiyonlar için uygundur ancak bazı altyapı ve drenaj sorunları barındırmaktadır.
6 – 10	Geniş alana gereksinimi olan fonksiyonlar için en uygun olan eğim grubu.
11 – 20	Konut alanları için uygun olan eğim grubu (ilk iki grup da konuta uygundur).
21 – 30	Bazı ek maliyetlere yol açan eğim grubu.
31 – 40	Yerleşim için özel önlemler ve ek maliyetler gerektiren eğim grubu.
41 – +	Yerleşim için uygun olmayan eğim grubu

Ayrıca ulaşım için kritik olan eğim yüzdelerine değinmekte yarar vardır. Toplayıcı yollar için en yüksek ideal eğim %10, ikamet yolları için %12 ve servis yolları için %15'dir^[10].

[†] Denizden yükseklik; yağış miktarı, sıcaklık, hava nemi ve hava hareketlerinde farklılaşmalara neden olmaktadır. Genel olarak yüksekliğin artışıyla yağışın arttığı ısının düştüğü, rüzgâr hızının arttığı, bitki türü yayılışının değiştiği ve toprak özelliklerinin farklılaştığı bilinmektedir.

[‡] Kuzey yarıkürede güneşli bakılar olarak bilinen güney, güneydoğu, güneybatı ve batı daha sıcak, gölgeli bakılar olarak bilinen kuzey, kuzeydoğu, kuzeybatı ve doğu ise daha serindir. Gölgeli bakılarda ısı az olduğu için buharlaşma az, toprak daha nemli ve su ekonomisi güçlüdür.

[§] Eğim, yapay çevrenin oluşumu kadar, toprak özellikleri, mikroklima ve dolayısıyla doğal flora ve fauna varlığı üzerinde de etkili bir faktördür.

Önemli fizyografik öğelerden bir diğeri de drenaj alanlarıdır. Bu faktör su havzalarında su bilançosunun oluşumu ve sürekliliği açısından da en kritik konuların başında gelmektedir. Doğal su toplama alanları olan drenaj alanları 3 özelliği dolayısıyla yerleşime uygun olmayan nitelik taşımaktadır.

1. Ekolojik bir değer olarak,
 - Doğal su toplama ve dağıtma alanlarının bütünsel yapısının korunması, su toplama alanlarının yağışlı dönemlerde dere yatağı olma özellikleri,
 - Özellikle doğal bitki örtüsü açısından verimli alanlar olmaları açısından önemlidir.
2. Bir doğal eşik olarak,
 - Gelişmeyi sınırlandırmakta (sel, toprak yapısı vb. nedenlerle),
 - Özellikle altyapı maliyetlerini etkilemektedir.
3. Bütünleştirici olarak,
 - Yeşil sistem bütünlüğünde düşünüldüğünde önemli işlevsel kanal,
 - Yeşil sistemi bağlantılandıran önemli görsel kanal özelliği taşımaktadır.

Bu özellikleri nedeniyle doğal drenaj alanları genellikle (rekreatif amaçlar dışında) yerleşmeye uygun alanlar değildir. Su havzaları özelinde ise, yüzeysel durgun su kaynaklarını (göl, gölet vb) besleyen başlıca kaynak olmaları nedeniyle, özellikle doğal olarak bırakılıp koruma öncelikli alanlar şeklinde ele alınmaları gerekmektedir. Yere özgü bilimsel çalışmalarla saptanacak drenaj kanalları, vadi ve dere yatakları (sabit genişlikli bantlar şeklinde değil) topoğrafik yapılarına göre farklılaşan genişlik ve biçimlerde koruma bantlarına dönüştürülmeli ve yapılaşmaya konu edilmemeli, yerleşilebilirlik testlerinde de bu bağlamda veto alanları olarak belirlenmelidir.

İklimsel Öğeler

İklim, belirli bir alanda uzun süre devam eden hava hallerinin genel bir ortalaması biçiminde tarif edilebilir. İklimi üç farklı düzeyde incelemek mümkündür. Bunlar; iklim faktörlerinin bir alan için uzun yıllar ortalaması şeklinde özetlenebilecek olan makroklima, iklime etki eden faktörleri karakteristiklerinin yarattığı küçük alanlara ait iklim yapısı anlamına gelen mezoklima ve iklimi etkileyen fiziksel faktörlerden kaynaklanan farklılıklar nedeniyle makroklima koşullarından farklılaşan arazi yüzüne yakın hava halleri biçiminde tarif edilen mikroklimadır^[11].

Bahsi geçen tariflerde yeralan iklimsel faktörler kapsamında ışık^{**}, ısı^{††}, nem, yağışlar^{‡‡} ve hava hareketlerinin^{§§} değerlendirmeye katılması uygun olacaktır. Bu öğeler çalışılan alanın denizden yüksekliği ve yeryüzü şekillerine bağlı olarak şekillenmekte, insan yapısı bazı müdahalelerle farklılaşabilmektedirler. Burada unutulmaması gereken bir bağıntı kurmak gerekirse; “İklim, canlı ve cansız yaşamı etkilediği gibi, doğal ve yapay çevre öğeleri de iklimi etkiler. Bu son derece dinamik ve durmayan bir süreçtir” denilebilir.

Bir bölge için iklimsel öğelerin geniş ölçüm sonuçlarına çeşitli kurum ve kaynaklardan ulaşmanın mümkün olduğu bilinmektedir. Bu faktörlerle bağlantılı olarak değinilmesi gereken bir diğer konu da

^{**} Yeryüzüne düşen ışın enerjisi, ultraviyole, görünen ışınlar ve infrared (kırmızıötesi) şeklinde birbirinden farklı dalga boylarına sahip üç grupta ele alınabilir. Ultraviyole özellikle bitkilerde fototropizmde (ışığa doğru yönelme) önemli bir rol üstlenmektedir. Görünen ışın grubu, fototropizm, fotomorfoz (ışığa göre şekillenme) ve fotosentez (asimilasyon) süreçlerinde bitkiler için önemlidir. Infrared ise yeryüzündeki sıcaklığın kaynağı olarak tüm canlı yaşamında hayati bir rol oynamaktadır.

^{††} Işın enerjisinin yeryüzüne çarpmasıyla açığa çıkan ısı enerjisi sıcaklığı yaratmaktadır. Sıcaklığın direkt ve karasal radyasyonla (güneş enerjisiyle ısınan cisimlerin ısınıp atmosfere geri vermesi) canlılar için metabolizma olaylarının itici gücü olduğu bilinmektedir. Ayrıca mikroorganizma yaşamı, toprak oluşumu, hava hareketleri ve hidrolojik dolaşımı etkileyen en önemli faktörlerin başındadır.

^{‡‡} Su tüm canlıların metabolizma olaylarında gerekli bir maddedir. Hava nemi de bir ekosistemin yağış miktarı ve su kaybında önemli rol üstlenmektedir. Bir ekosistemin su ekonomisinde sıcaklık ve hava hareketleri (hidrolojik döngü) kadar diğer iklim faktörleri ve toprak, bitki, rölyef gibi unsurlar da büyük önem taşımaktadır.

^{§§} Hava hareketleri, iklimin oluşumunda, bitkilerde tozlaşmada, bitki morfolojisinde, toprak neminde, kirliliğin taşınmasında önemli bir etkidir. Bu fonksiyonları rüzgarın esiş yönü, hızı ve miktarına göre değişmektedir. Rölyef, bitki örtüsü, iklim gibi faktörler de rüzgarı etkilemektedir. Sözelimi arazi şekline bağlı olarak sırt, tepe, üst yamaç, dar vadi gibi oluşumlarda rüzgar hızının arttığı, yönünde ise önemli değişimler gözlemlendiği bilinmektedir.

insan eylemlerinden kaynaklanan ve iklimsel özelliklerle tolere edilen veya taşınan (etkisi yaygınlaşan) hava kirliliğidir.

Hava kirliliği insanın üretim ve tüketim faaliyetleri ile bağlantılı olarak, temelde endüstriyel, evsel (ısınma) ve/veya ulaşım ile ilgili aktivitelerden kaynaklanmaktadır. Tablo 2 kaynaklarıyla birlikte hava kirliliğine yol açan unsurları açıklamaktadır. Bu kirliliği ölçmede kullanılacak limit değerler ise Tablo 3’de verilmektedir.

Su havza ekosistemlerindeki yerleşilebilirlik testlerinde kirlenici faaliyetlerin minimize edilmesi temel bir ilke olarak kabul edilmelidir.

Tablo 2. Hava kirliliğine yol açan faktörler ^[12]

Kirlenici	Birim	Kaynak / Sebep olan kullanım	Alıcı ortam	Sonuç
Nitrojen Oksitler (NO _x)	NO _x Kt/yıl	Barınma (Evsel ısınma) Endüstri Ulaşım Enerji Üretimi Hizmetler Sektörü (<i>Kömür ve Petrol Tüketimi</i>)	Atmosfer	Asitleşme Pus
NMVOCs (Non-methane Volatile Organics)	NMVOC Kt/yıl	Endüstri Endüstri Dışı Organik Kullanımı Enerji Üretimi	Atmosfer	
Kükürtdioksit (SO ₂)	SO ₂ Kt/yıl	Barınma (Evsel ısınma) Endüstri Ulaşım Enerji Üretimi Hizmetler Sektörü (<i>Kömür ve Petrol Tüketimi</i>)	Atmosfer	Asit yağmurları Kış aylarında pus
Partiküler Madde (PM)	PM Kt/yıl	Barınma (Evsel ısınma) Endüstri Ulaşım Enerji Üretimi Hizmetler Sektörü	Atmosfer	Görüş Güçlüğü Kış aylarında pus
NH ₃	NH ₃ Kt/yıl	Tarım Endüstri Atık Yönetimi ve Yönetimi	Atmosfer	Asitleşme
Karbonmonoksit (CO)	CO Kt/yıl	Tarım Endüstri Atık Yönetimi ve Yönetimi	Atmosfer	PM ve SO ₂ ile etkileşerek pusa neden olur

Tablo 3. Hava kirleticilerin limit değerleri ^[13, 14]

Madde	Ortalama Değer	Ortalamada Esas Alınan Zaman
Kadmium*	5ng/m ³	Yıllık
Karbon Disülfat	100µg/m ³	24 saat
Karbonmonoksit	100 mg/m ³	15 dakika
	60 mg/m ³	30 dakika
	30 mg/m ³	1 saat
	10 mg/m ³	8 saat
1,2 – Dikloroetan	0.7 mg/m ³	24 saat
Diklorometan	3 mg/m ³	24 saat
	0.45 mg/m ³	1 hafta
Florid**	-	-
Formaldehit	0.1 mg/m ³	30 dakika
Hidrojen Sülfür	150 µg/m ³	24 saat
Kurşun	0.5 µg/m ³	Yıllık
Manganez	0.15 µg/m ³	Yıllık
Civa	1 µg/m ³	Yıllık
Nitrojen Dioksit	200 µg/m ³	1 saat
	40 µg/m ³	Yıllık
Ozon	120 µg/m ³	8 saat
Partiküler Madde	-	-
Platin	-	-
Styrene	0.26 mg/m ³	1 hafta
Kükürt Dioksit	500 µg/m ³	10 dakika
	125 µg/m ³	24 saat
	50 µg/m ³	Yıllık
Tetrachloroethylene	0.25 mg/m ³	Yıllık
Toluen	0.26 mg/m ³	1 hafta
Vanadyum	1 µg/m ³	24 saat

* Kadmium toprak üzerinde bu değeri aşınca kirletici özellik taşımaktadır.

** 1 µg/m³'ün üzerine çıkınca bitkilerde tahribata yol açmaktadır.

Tablo 4. Karasal Bitki ve Hayvan Toplulukları Üzerinde Etkili Olacak Hava Kirletici Limit Değerleri^[13]

Madde	Ort. Limit Değer	Ortalamada Esas Alınan Zaman
Kükürt Dioksit – Kritik Düzey	10 – 30 µg/m ³	Yıllık
Kritik Yük	250 – 1500 eq/ha/yıl	Yıllık
NOx – Kritik Düzey	30 µg/m ³	Yıllık
Kritik Yük	5 – 35 kg N/ha/yıl	Yıllık
Ozon – Kritik Düzey	0.2 – 10 ppm.h	5 gün – 6 ay

Tablo 5. Kükürt Dioksit'in Bitki Örtüsü Üzerinde Etkili Olduğu Limit Değerler ^[13]

Bitki Örtüsü Türü	Limit Değer (µg/m ³)	Zaman Dilimi
Tarımsal Ürünler	30	Yıllık ve Kış Ortalama
Ormanlar ve Doğal Bitki Örtüsü	20 - 15	Yıllık ve Kış Ortalama
Likenler	10	Yıllık

Tablo 6. Ozon'un Bitki Örtüsü Üzerinde Etkili Olduğu Limit Değerler ^[13]

Bitki Örtüsü Türü	Limit Değer (Ppm.H)	Zaman Dilimi
Tarımsal Ürünler	3	3 ay
Tarımsal Ürünler (görsel hasar)	0.2	5 gün (Nemli İklimlerde)
	0.5	5 gün (Kuru İklimlerde)
Ormanlar ve Doğal Bitki Örtüsü	10	6 ay
Yarı Doğal Bitki Örtüsü	3	3 ay

Tablo 7. NOx'in Ekosistemler Üzerinde Etkili Olduğu Limit Değerler ^[13]

Ekosistemler	Kritik Yükler (Kg N/Ha/Yıl)	Etki Göstergesi
Sulak Alanlar		
Yumuşak Sulu Göller	5 – 10	Suda yaşayan bitki türlerinde azalma
Yükselmiş Bataklıklar	5 – 10	Tipik yosunlarda artış, nitrojen birikimi
Mezotrofik Göller	20 – 35	Tür çeşitliliğinde azalma
Türce-zengin Çayırlar		
Çayırlar (Calcareous)	15 – 35	Yüksek çayırlaşmada artış, tür çeşitliliğinde azalma
Çayırlar (Neutral-acid)	20 – 30	Yüksek çayırlaşmada artış, tür çeşitliliğinde azalma
Çayırlar (Montane-subalpine)	10 - 15	Yüksek çayırlaşmada artış, tür çeşitliliğinde azalma
Çalılar		
Alçak kuru çalılar	15 – 20	Çalıdan çayıra geçiş
Alçak nemli çalılar	17 – 22	Çalıdan çayıra geçiş
Türce-zengin çalılar	10 – 15	Duyarlı türlerde azalma
Çalılar (Calluna)	10 – 20	Çalılarda, yosun ve likenlerde azalma
Arktik ve Alpin Çalılar	5 – 15	Çayırlarda yayılma, her daim yeşil çalılarda, yosun ve likenlerde azalma
Ağaç ve Orman Ekosistemleri		
Konifer ağaçlar	10 – 15, 20 – 30	Besleyici maddelerde azalma
Yaprak döken ağaçlar	15 - 20	Besleyici maddelerde azalma
Asidik konifer ormanlar	7 – 20	Yer florasında değişim
Asidik yaprak döken ormanlar	10 – 20	Yer florasında değişim
Kalkerli ormanlar	15 – 20	Yer florasında değişim
Asidik ormanlar	7 – 15	Yer florasında değişim
Yağışlı iklim ormanları	5 – 10	Likenlerde azalma, alglerde artış

Havayı kirleten maddelerden Kükürt Dioksit (SO₂), Nitrojen Oksit (NO_x) ve Ozon (O₃) küresel açıdan da son derece önemli kirleticiler oldukları için üzerlerinde daha detaylı durmak yerinde olacaktır. Her üç maddenin de bitki, hayvan toplulukları, bunların içerisinde yaşadıkları ekosistemler ve akuatik ekosistemler üzerinde sınıraşırı sonuçlar yaratan önemli etkileri olduğu bilinmektedir (Tablo 4, 5, 6, 7).

Edafik Öğeler

Toprak, inorganik ve organik bileşenlerden oluşan canlı yaşam için yaşam ortamı niteliği de taşıyan önemli bir doğal kaynaktır. Toprağın bileşimi, fiziksel, kimyasal ve biyolojik ayrışma ile sürekli devingen bir özellik taşımaktadır. Bu değişim sürecinde etkin rol oynayan faktörler, iklim, rölyef, tüm canlılar, anataş ve zamandır.

Toprağın karakteristiğini tespit ederken; toprak tekstürü ve türü, strüktür, kimyasal çökeltiler ve lekelilik, humus miktarı, karbonatlar, kök yayılışı, derinlik, drenaj, su ve hava ekonomisi, toprak reaksiyonu (ph), besin maddesi, toprak tipi şeklinde sıralanabilecek faktörler kullanılmaktadır^[15].

Arazi kullanım kararlarının oluşturulmasında kullanılması gereken, toprak kabiliyeti adıyla bilinen sınıflandırma, toprağın kimyasal, biyolojik ve fiziksel özelliklerinde hareketle yapılmış bir değerlendirme biçimidir. Beşinci sınıf toprağa kadar olan sınıflar tarım dışı fonksiyonların (tarımda su kirletici uygulamalardan uzak kalmak kaydıyla) yerseçimi açısından kesinlikle sakıncalı olan alanlardır. Ancak beşinci ve sekizinci sınıf topraklar üzerinde çeşitli fonksiyon alanlarının yerleşmesi yerinde olacaktır.

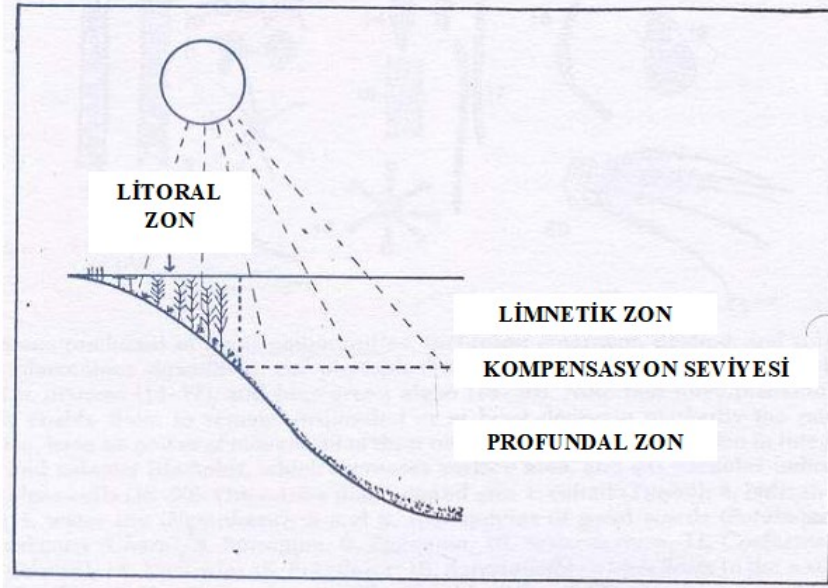
Toprağa ilişkin olarak havza ekosistemlerinde gözetilmesi gereken bir diğer unsur ise geçirim düzeyidir. Su havzalarında geçirimli kayaç yüzeyleri yer altı su haznesini besleyen sızıntı suyunun

düzeyinin azaltılmaması açısından hayati öneme sahiptir. Dolayısıyla havza özelinde yapılacak bilimsel çalışmalarla tespit edilen geçirimli kayaç yüzeylerinin üzeri de yerleşime konu edilmemesi gereken alanlardır.

Aquatik Ögeler

Aquatik ögeler genel olarak iki ayrı sınıfa ayrılabilir. Bunlar, yüzey ve yeraltı su kaynaklarıdır. Yüzeydeki su kaynakları akarsular, göller ve denizler şeklinde üç alt gruba ayrılmaktadır. Konu, insanın bu kaynaklar üzerindeki olası etkileri bağlamında ele alındığında akarsuların 4 temel özelliği açısından bir değişim gözlenebilmektedir. Bunlar, akarsu yatağı, suyun kalitesi, suyun miktarı ve akış hızıdır. Göller de yine göl havzası, suyun kalitesi ve miktarı (su seviyesi) açısından değerlendirilebilmektedir. Denizler sözkonusu olduğunda deniz suyunun temizliği, sahil şeridinin temizliği gibi kriterler dikkate alınmalıdır. Yeraltı suları için ise yeraltı su yatağı, yeraltı suyunun kalitesi, miktarı ve akış hızı değerlendirmeye katılmalıdır.

Su havzalarının önemli ekosistem ögelerinin başında gelen göl ve göletlerin gösterdiği katmanlaşma özelliği de planlama çalışmalarına girdi verecek niteliktedir. Bu durgun su ekosistemlerinde litoral kısmı daha çok köklü bitkilerin yaşadığı ve ışık geçiriminin tam olarak gerçekleştiği alandır. Limnetik kısım ışık geçişinin, dolayısıyla fotosentez ve solunum arasında bir dengenin olduğu seviyeye (kompensasyon seviyesi) kadar inen alandır. Bu alanda toplam ışığın yaklaşık %1'inin geçişi söz konusudur. Profundal kısım ise, limnetik kısmının ışık geçiş seviyesinin (kompensasyon seviyesi) altında kalan kısımdır^[16] (Şekil 2). Arazi kullanım kararları esnasında özellikle göl ekosistemlerinin doğal filtrasyon alanı, canlılar için üreme alanı gibi ekolojik işlevler üstlenen litoral zonda yapılaşacak kararlar üretmemek de bir diğer ilke olarak karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 2. Göl ekosistemlerinde katmanlaşma

Burada tekil olarak kaynaklar üzerindeki etkiler kadar bütüncül bir etkileşim ve dönüşüm mantığıyla işleyen ekosistemin hinterland ilişkileri de unutulmamalı, ekosistemdeki bir bileşenin etkilenmesinin onunla birlikte yaşayan flora ve faunayı da etkileyeceği gözardı edilmemelidir.

Su kirliliğine yol açtığı bilinen insan aktiviteleri arasında barınma (evsel atıksu uygun tekniklerle arıtılmaz ve deşarj edilmezse), endüstri (pek çok sanayi türünün su kaynakları üzerinde doğrudan veya dolaylı kirletici etkisi bulunmaktadır), tarım (başta tarımda kullanılan kimyasalların süzülerek yeraltı sularına karışması), ulaşım, çöp depolama, maden çıkarımı gibi faaliyetler bulunmaktadır.

Yüzey ve yeraltı suyu kirliliğine yol açan faaliyetler, kirliliğin oluşma süreci, bu kirliliğin olası çevre etkileri ve bazı limit değerler aşağıda sunulmaktadır (Tablo 8).

Tablo 8. Su kirliliğine yolaçan faktörler^[17]

Kirletici	Birim	Limit Değer	Kaynak / Sebep olan kullanım	Kanıtlanmış Sonuç
Nitrojen (N) ve Fosfor (P)	ton/yıl	N – 25mg/l, max : 50 mg/l	Barınma (Evsel atık) Endüstri (Atık) Arıtma Suları Tarım ve Ormancılık (Gübreleme) Atmosferdeki mevcut yük	Ötrofikasyon Su bitkilerinde tahribat Bazı omurgasızlarda tahribat Balık vb. canlılar için zehirleyici Suda çözülmüş O ₂ 'de azalma
Pestisitler (Herbicide, fungicide, insecticide)	kg'daki aktif madde/ha/yıl	Herbiri maksimum 0.1 µg/l, toplam pestisit 0.5 µg/l	Tarım Barınma (bahçe) Ulaşım	Flora ve fauna kaybı Tür çeşitliliğinde azalma Habitat kaybı Besin zinciriyle tüm canlılara geçiş
Ağır Metaller (kurşun, krom, bakır, civa, kadmium, arsenik, çinko vb.)	ton/yıl		Endüstri (özellikle ağır metal ve kimya sanayii) Madencilik Tarım Barınma Ulaşım (özellikle kaza)	Flora ve fauna kaybı Habitat kaybı Besin zinciriyle tüm canlılara geçiş
Organik Madde (BOD– Biochemical Oxygen Demand)	BOD ton/yıl		Endüstri Barınma başta olmak üzere Rekreasyon aktiviteleri Tarım	Fauna kaybı

Biyotik Öğeler

Ekosistemdeki biyotik öğeler canlı öğeleri içermekte ve bitkiler, hayvanlar, mikroorganizmalar ve insanlar şeklinde sınıflandırılmaktadırlar. Aşağıda bu kategorilerden flora ve faunanın bu değerlendirme sürecine hangi özellikleri ile katılabileceğine değinilmektedir.

Bitkiler (Flora)

Ekosistemlerde temel üretici grup olarak tanımlanan bitkiler farklı iklim bölgeleri ve farklı koşullarda farklı ekosistemleri meydana getirmektedirler. Bir bölgedeki bitki topluluklarını değerlendirirken tür çeşitliliği, bir türe ait popülasyon ve habitatların birer ölçüt olarak gözönünde bulundurulmaları gerekmekte, bitki toplulukları açısından özgünlük gösteren alt bölgeler mutlaka diğerlerinden ayrılmalıdır. Bitki toplulukları ile ilgili olarak bir diğer yönlendirici de endemizmdir. Endemik bitki topluluklarının yaşama ortamlarının belirlenmesi ve değerlendirmede korunacak alanlar sınıfına alınması uygun olacaktır. Floraya ilişkin bu özelliklerinin yanı sıra su havza ekosistemleri çoğu durumda orman varlığıyla paralellik taşımaktadır. Ormanlar yağmur sularını belirli süreçlerle kullanmaları veya atmosfere ve yeraltı ve yerüstü su kaynaklarına aktarmada son derece önemli ekolojik işlevler üstlenirler. Burada havzanın su bilançosunu şekillendiren yüzeysel akış, sızıntı, intersepsiyon, evaporasyon ve transpirasyon süreçleri etkin rol oynamakta, dolayısıyla havza ekosistemlerindeki orman varlığını korumak da yine temel bir ilke olarak belirmektedir.

Hayvanlar (Fauna)

Besin zincirinde tüketiciler olarak isimlendirilen hayvanların çalışmada değerlendirme sürecine katılmasında kullanılacak unsurlar da yine tür çeşitliliği, popülasyon ve habitat varlığıdır. Bu türler endemik iseler öncelikli olarak yaşam ortamlarıyla birlikte korumaya alınmaları gerekmektedir.

Flora ve fauna açısından son derece önemli bir konu olan tür çeşitliliğinin azalmasıyla ilgili nedenleri ve bu sonuca yol açan insan aktivitelerini Tablo 9'da sınıflandırmaktadır.

Tablo 9. Tür çeşitliliğinin azalmasına yol açan faktörler^[18]

Tür Çeşitliliğinde Azalmanın Nedeni	Ölçüm Birimi	Neden Olan İnsan Eylemi	Sonuç
Korunacak alan (orman alanları, gen merkezleri, nehir yatakları vb.) kaybı, hasarı ve parçalanması	Etkilenen alan yüzdesi	Tarım Ulaşım (Orman alanı kaybı)	Tür populasyonunda azalma Tür çeşitliliğinde azalma Habitat kaybı
Sulak alan kaybı	Kaybedilen alan yüzdesi	Tarım Ulaşım Turizm vb.	Tür populasyonunda azalma Tür çeşitliliğinde azalma Habitat kaybı
Doğal peyzajın parçalanması	Bir arazi kullanım türünde km ² 'deki bölücü unsurun uzunluğu (km)	Ulaşım ve diğer teknik altyapı unsurları	Tür populasyonunda azalma Tür çeşitliliğinde azalma Habitat kaybı
Kirleticiler	Birim alandaki madde miktarı	Tarım Endüstri Hizmetler Barınma Ulaşım Rekreasyon	Tür populasyonunda azalma Tür çeşitliliğinde azalma Habitat kaybı
Eski arazi kullanımındaki değişim	Habitat sayısındaki azalmanın yüzdesi	İlgili tüm eylemler	Tür populasyonunda azalma Tür çeşitliliğinde azalma Habitat kaybı

UYGUNLUK ANALİZİ

Uygunluk Analizi (Land Suitability Analysis) ekolojik planlama yaklaşımının pratiğe döküldüğü en temel yaklaşımlardan biridir. Peyzaj mimarlığı disiplininde Örtme Tekniği, planlama çalışmalarında ise Elek Analizi adı altında kullanılagelen Uygunluk Analizi, verili bir alandaki en uygun olan işlev tür veya türlerini doğal değerleri dikkate alarak belirlemeye dönük, çok katmanlı bir analizleri çakıştırmaya dayalı bir karar destek tekniğidir. Ian McHarg'ın^[19] "Design with Nature" isimli çok bilinen eserini yayınladığı 1969 yılı bu konuda bir dönüm noktası olarak kabul edilmektedir.

Esasen 1960'lı yıllardan bu yana kullanılmakta olan Uygunluk Analizleri 3 grup teknik çerçevesinde uygulanmaktadır. Bu tekniklerden ilki "Doğal Kaynak Koruma Sistemleri" (Natural Resource Conservation Systems) adı ile bilinmektedir. Bu sistemler kapsamında Arazi Kullanım Değerleri (Land Evaluation Value - LE) (bir toprak parçasının bir tarımsal kullanım türüne uygunluğu) ve kaynağı yakın çevresi ile bir bütün olarak ele alan teknikler (Site Assessment Value – SA) kullanılmaktadır. 1960'larda geliştirilen ikinci teknik McHarg tekniği olarak bilinmekte ve doğal ve insan yapısı unsurları birlikte ele alarak farklı kullanımlar için doğal kaynakların uygunluklarını sınamaktadır. Hollanda kökenli üçüncü tür teknikte ise doğal kaynakların güncel ve potansiyel (alternatif) kullanımları üzerinde yoğunlaşıldığı görülmektedir. Hem niceliksel ve niteliksel kökenli verilerin her iki türünün de kullanılabilirliği, hem de ekosistem öğelerinin sistemli bir şekilde yorumlanarak plan kararlarına öncülük edecek biçimde sentezlendiği Uygunluk Analizi 1960'lardan bu yana kullanılan oldukça önemli bir tekniktir^[20].

HAVZA EKOSİSTEMLERİ İÇİN UYGUNLUK ANALİZİNİN TARIM VE KONUT YERSEÇİMİ ÖZELİNDE METODOLOJİK İZDÜŞÜMÜ

Uygunluk Analizi üzerinde çalışılan alanı farklı işlevlere uygunluğu açısından tanımlamada belirlenmiş olan faktörler için kategorik olarak puanlamak esasına dayanmaktadır.

Değerlendirme süreci aşağıdaki temel adımlardan oluşmaktadır.

- Adım 1* Her analizin ayrı ayrı kurgulanması, çözümleyici faktörlerin belirlenmesi
- Adım 2* Her arazi kullanım türü için faktörlerin puan değerlerine karar verilmesi
- Adım 3* Her arazi kullanımı için tüm faktörler açısından çalışma alanının birim kareler bazında puanlanması
- Adım 4* Her arazi kullanım türü için çakıştırmaya ve uygunluk değerlendirme
- Adım 5* Çalışma alanının sınırlayıcılarının (eşiklerinin) tespiti

Tablo 10. Bir Su Havzasında Yerleşilebilirlik Değerlendirmesinde Uygunluk Analizinde Kullanılabilecek Parametre ve Puanlar (tarım ve konut için geliştirilmiştir)

Faktör		İşlemlere Göre Puanlar	
<i>Faktör ve Faktör Ağırlığı (w)</i>		Tarım	Konut
Baki (w=...)	Güney,Güneydoğu,Güneybatı	0	0
	Doğu, Batı	0	2
	Kuzey,Kuzeydoğu,Kuzeybatı	1	5
Eğim (w=...)	%0-5	0	1
	%6-10	0	0
	%11-20	1	0
	%21-30	2	1
	%31 ve üzeri	3	3
Tarımsal Arazi Sınıfları ve Bitki Örtüsü (w=...)	1. Sınıf	0	10
	2. Sınıf	0	10
	3. Sınıf	0	8
	4. Sınıf	0	8
	6 ve 7. Sınıf	9	0
	Çıplak kayalık	10	10
	Orman Alanları	10	10
Jeolojik Yapı (w=...) (Bu faktör tarım için verimlilik ve geçirimsizlik açısından önemlidir ve diğer faktörler altında değerlendirilmiştir)	Üst Silurien – Kuvars, Konglomera	0	2
	Üst Silurien - Kuvars	0	2
	Alt Devon – Kireçtaşı, Kumtaşı	0	6
	Orta Devon – Kireçtaşı, Killişist	0	2
	Üst Devon – Killişist	0	2
	Alt Trias – Kumtaşı, Konglomera	0	2
	Orta Trias – Kireçtaşı, Dolomit	0	8
	Pliosen–Kum, Çakıl, silt, kil	0	10
	Neojen–Kum, Çakıl, silt, kil	0	10
	Alüvyon–Kum, Çakıl, silt, kil	0	10
	Granit	0	0
Kayaç Geçirimi (w=...)	Geçirimli – Yarı Geçirimli	8	10
	Geçirimsiz	0	0
Su Ekosistemi (Göl) (yere özgü koruma zonlarına karar verilmelidir) (w=...)	Mutlak Koruma Alanı	10	10
	Kısa Mesafe Koruma Alanı	10	10
	Orta Mesafe Koruma Alanı	0	6
	Uzun Mesafe Koruma Alanı	0	0
Su Ekosistemi (Akarsu)	Mutlak Koruma Alanı	9	10
	Kısa Mesafe Koruma Alanı	9	10
Mevcut Arazi Kullanımı (w=...)			
Ulaşım Arterine Yakınlık	1 km ve daha yakın	3	0
	1 km'den daha uzak	0	1
Mevcut Konut Alanı	Üzeri	Puanlanmayacak	
	1 km ve daha yakın	1	0
	1 km'den daha uzak	0	1
Enerji Nakil Hattı	Üzeri	10	10
	Diğer Alanlar	0	0
Maki	Üzeri	10	10
	Diğer Alanlar	0	0
Erozyon Durumu (w=...)	Erozyon Yok	0	0
	Orta Şiddette Erozyon	4	2
	Yüksek Düzeyde Erozyon	8	3

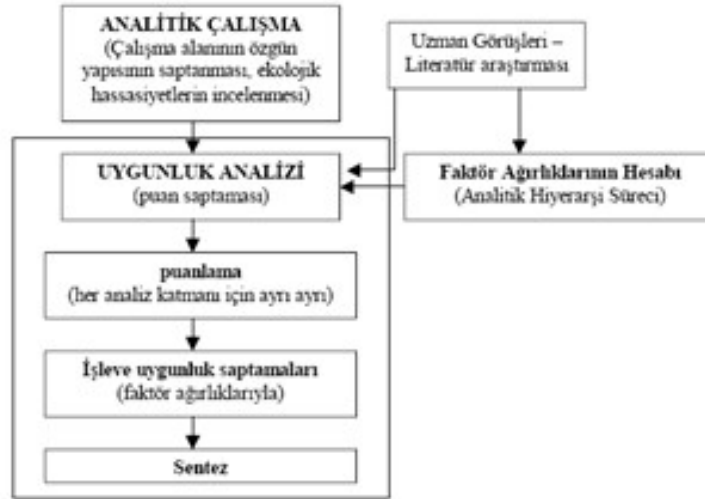
Hesaplamalar sırasında gözötilmesi gereken kritik bir diğer konu da faktörlere değerlendirmedeki önem derecelerine göre uygun bulunan faktör ağırlıklarının birer çarpan olarak kullanılmasıdır. Bu konuda Uygunluk Analizini bütünleyecek bir ağırlıklandırma hesabı için Thomas Saaty^[21] tarafından geliştirilmiş olan Analitik Hiyerarşi Süreci-AHS (Analytic Hierarchy Process - AHP) gerek planlamada genel olarak kompleks sistemleri çözümlemedeki elverişliliği^[22-26], gerekse de bu çalışmadakine benzer bağlamda çeşitli bilimsel çalışmalarda kullanılması dolayısıyla esas alınabilecek niteliktedir^[27]. Bu yöntemin kullanılma aşamasında öznellik sorunsalını minimize etmek açısından, uzman görüşlerine başvurulmak suretiyle her bir faktör grubunun göreceli önem derecelerinin sıralanması istenirken Tablo 11’de verilen anlamsal skalaya sadık kalmaları istenebilir^{***}.

Tablo 11. Analitik Hiyerarşi Süreci^[22]

Değer	Anlam	Açıklama
1	Eşit öneme sahip	İki eylem amaca yönelik eşit değere, öneme sahipse
3	Birinin diğeri üzerinde orta/hafif etkisi	Deneyimle ve yargısal olarak birinin diğerine üstünlüğü varsa
5	Asıl veya güçlü öneme sahip	Deneyimle ve yargısal olarak birinin diğerine üstünlüğü varsa
7	Kanıtlanmış öneme sahip	Güçlü bir şekilde tercih edilen veya baskınlığı pratikte kanıtlanmış bir aktivite
9	Çok büyük öneme sahip	Bir aktivitenin diđerine tercih edilişi en uç noktada kabul görüyorsa

2, 4, 6 ve 8 yargılarken kullanılabilir ara değerlerdir

Metodoloji bütünsel olarak toparlandığında Şekil 4’de verilen (Şekil 3’de verilen etkileşim matrisi ile birlikte işletilen) Uygunluk Analizi ve (uzman görüşlerinden beslenen) AHS bir araya geldiği bir karar modeline erişilmektedir.



Şekil 4. Yerleşilebilirliğe İlişkin Karar Modeli

*** AHS'nin hesaplanma detayları için Saaty'nin "The Analytic Hierarchy Process"^[21] isimli eserine başvurulabilir.

SONUÇ

Ekolojik bir planlama birimi olarak su havzalarının ele alınmasında bu alanların kırılabilirliklerini dikkate alan planlama modellerinin benimsenmesi esas olmalıdır. Su havzaları için üretilen arazi kullanım kararlarının, bu makalede detaylı nedenleri ve ilkeleri belirtildiği üzere, özellikle su döngüsü bozucu, geçirimsiz yüzey oranını artıran, orman alanlarını tahrip edici, jeolojik olarak geçirimsiz yüzeyleri yapılaşmaya konu edici, kirletici antropojen etkilere yol açan düzenlemelere sebep olmamasını garanti altına almak gerekmektedir. Özel bilimsel yaklaşımların öncülük etmediği havza planlama pratiklerinin çoğu durumda havzaların geri dönüştürülemez şekilde tahribatıyla neticelendiği bilinmektedir.

Makalede teorik olarak önerilmekte olan analitik model; verili bir su havzasının planlanma sürecinde sözkonusu hedefe hizmet edebilecek şekilde havza kırılabilirlikleri ile arazi kullanım kararlarının buluşturulmasında bir yandan Uygunluk Analizini temel bir yaklaşım olarak sunmakta, diğer yandan da bu yaklaşımın uygulanma aşamasındaki parametreleri netleştirmektedir. Parametreler literatürdeki sebep ve sonuçları net olarak çözümlenmiş çalışma ve kaynaklardan beslenerek netleştirilmiştir. Dolayısıyla öneri, pratikte sonuçları gözlemlenerek literatürde ortaya konulan bulgularla ilişkisi inşa edilmiş parametrelere temellenmek suretiyle, salt hipotetik bir perspektif sunmanın da ötesine geçen bir yapı taşımaktadır. Bunun yanı sıra analitik model dâhilinde Uygunluk Analizinin sağlıklı işleyebilmesindeki temel adımlardan biri olan faktör gruplarının ağırlıklandırılmasında AHS bir araç olarak önerilmektedir. Bu çerçevede konut ve tarım açısından doğru yerleşim kararlarının oluşturulmasına odaklanılan çalışmada havzalar için uygulanabilecek bir yerleşilebilirlik değerlendirmesinin temel ilkelerine ve bunların nasıl ampirik çalışmalara dönüştürülebileceğine ışık tutulmaya çalışılmıştır.

KAYNAKLAR

- [1] http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&arama=gts&guid=TDK.GTS.5be867ac969de3.42568280, erişim tarihi: 12.11.2018.
- [2] UN, 1977, Report of the United Nations Water Conference, Mar del Plata, 14-25 March 1977, New York.
- [3] Çepel, N., 1995, Orman Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayını, İstanbul.
- [4] Park, C., 2003, The Environment, Principles and Applications, 2nd Edition, Routledge Press, London and New York.
- [5] Odum, E. P., 1971, Fundamentals of Ecology, W.B. Saunders Company, 3rd Edition, Philadelphia, London, Toronto.
- [6] <https://water.usgs.gov/edu/watershed.html>, erişim tarihi: 12.11.2018.
- [7] Tunçdilek, N., 1985, Türkiye’de Relief Şekilleri ve Arazi Kullanımı, İstanbul Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Coğrafya Enstitüsü Yayınları, No: 3, İstanbul.
- [8] Zeren, L., 1978, Kuramsal bir Arazi Kesitinde Termal Kuşak, Güneş Enerjisi ve Çevre Dizayını Ulusal Sempozyumu, İstanbul.
- [9] Ersoy, M., 1994, Kentsel Alan Kullanım Normları, O.D.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Basım İşliği, Ankara.
- [10] Gassner, E., 1970, Meyilli Arazilerde Planlama, Mimarlık Dergisi, Orhan GÖÇER tarafından tercüme edilmiştir, 8: 27, Ankara.
- [11] Çepel, N., 1988, Peyzaj Ekolojisi, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İÜ yayın no: 3510, OF yayın no: 391, İstanbul.
- [12] <http://esl.jrc.it/>, erişim tarihi: 16.3.2003.
- [13] WHO, 2000, Air Quality Guidelines for Europe, 2nd edition.
- [14] <http://ceroi.net/ind/matrix.asp>, City Environmental Indicators Encyclopedia, erişim tarihi: 16.3.2003.
- [15] Atabay, S., 1989, Peyzaj Planlama, YTÜ Matbaası, SP-372.18.89, İstanbul.
- [16] Kaule G., 1995, Ecological Orientated Planning, Institut für Landschaftsplanung und Ökologie Universität, Stuttgart.
- [17] http://esl.jrc.it/envind/hm_me_en.htm, Water Quality Indicators Reference: Directive 80/778/EEC, erişim tarihi: 16.03.2003.
- [18] <http://esl.jrc.it/diversityesl.htm>, erişim tarihi: 16.03.2003.

- [19] McHarg, I. 1969, *Design With Nature*, Doubleday/Natural History Press, Doubleday&Company Inc., New York.
- [20] Steiner, F., 1999, *The Living Landscape – An Ecological Approach to Landscape Planning*, McGraw-Hill, New York.
- [21] Saaty, T. L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, New York.
- [22] Klosterman, R. E., Brail, R. K., and Bossard, E.G., 1993, *Spreadsheet Models for Urban and Regional Analysis*, New Jersey.
- [23] Gholamnezhad, A. H. and Xia, S. R., 1984, *Formulating Energy Strategies and Policies for China; A Systematic Approach*, *Environment and Planning B*, 11:213-228.
- [24] Golden, B. L., Wasil, E. A. and Harker, P. T., 1989, *The Analytic Hierarchy Process: Applications and Studies*, Springer-Verlag, Berlin.
- [25] Hamalainen, R. P. and Seppalainen, T. O., 1986, *The Analytic Network Process in Energy Policy Planning*, *Socio-Economic Planning Sciences*, 13:399-405.
- [26] Rahman, S. and Frair, L. C., 1984, *A Hierarchical Approach to Electricity Utility Planning*, *International Journal of Energy Research*, 8:185-196.
- [27] Barzilai, J. and Golany, B., 1990. *Deriving weights from pairwise comparison matrices: The additive case*, *Operations Research Letters*, 9; 6: 407–410.