**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Asiye DÜŞÜNCELİ**

# ACARLAR GÖLÜ LONGOZ ORMANI SULAK ALANINDA EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN KIYMETLENDİRİLMESİ

**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ADANA, 2017**

# ÖZ

## YÜKSEK LİSANS TEZİ

## ACARLAR GÖLÜ LONGOZ ORMANI SULAK ALANINDA EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN KIYMETLENDİRİLMESİ

**Asiye DÜŞÜNCELİ**

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ**
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**
**ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Danışman : Prof. Dr. Fuat BUDAK
Yıl: 2017, Sayfa: 127
Jüri : Prof. Dr. Fuat BUDAK
: Prof. Dr. Zeynep ZAİMOĞLU
: Doç. Dr. Kevser CIRIK

Günümüzde doğanın insanlara sunduğu her türlü ürün ve hizmet ekosistem hizmetleri olarak adlandırılmaktadır. Bu yaşam-destek fonksiyonları insan yaşamının ve refahının sürdürülebilirliği için hayati öneme sahiptir. Ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesi yaklaşımı; iktisadi yaklaşımlarda yeri olmayan ekosistem hizmetlerinin tanımlanması, iktisadi analizlere dahil edilmeyen ekolojik faydaların bedeli ve doğa üzerinde yaratılan etkinin maliyetinin hesaplanması, tabiatın piyasa sisteminde görünmeyen değerlerinin görünür kılınması; kısaca ekosistemin ve biyolojik çeşitliliğin ekonomi disiplininde tanımlanmasını amaçlamaktadır.

Bu çalışma kapsamında ekosistem hizmetlerini incelemek maksadıyla uluslararası öneme sahip sulak alan statüsünü haiz Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı üzerinde çalışılmıştır. Çalışma kapsamında alanda mevcut ekosistem hizmetleri tespit edilmiş ve öncelikle çevre mühendisliği meslek disiplini ile ilgisi nedeniyle düzenleyici hizmetler (suyun arıtımı, pürifikasyon vb.) grubuna yoğunlaşılmıştır. Uluslararası çalışmalarda yaygın olarak kullanılan yerine koyma (replacement cost) metoduyla alanın sağladığı arıtma hizmetinin ve alanın ekolojik sembolü sayılan ve bölge için ekonomik öneme sahip olan "Göl soğanı"nın (*Leucojum aestivum*) ekonomik karşılığı aranmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyolojik çeşitlilik, ekosistem hizmetleri, (ekonomik) Kıymetlendirme, Acarlar Longozu Sulak Alanı,

## ABSTRACT

## MASTER THESIS

**VALUATION OF ECOSYSTEM SERVICES IN LONGOS ACARLAR WETLAND**

**Asiye DÜŞÜNCELİ**

**ÇUKUROVA UNIVERSITY**
**INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES**
**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING**

Supervisor : Prof. Dr. Fuat BUDAK
Yıl: 2017, Sayfa: 127
Jury : Prof. Dr. Fuat BUDAK
: Prof. Dr. Zeynep ZAİMOĞLU
: Assoc. Prof. Dr. Kevser CIRIK

As known, ecosystems provides multiple benefits that people use, consume and enjoy which are called as ecosystem services. These life supporting functions of nature which are vital for the sustainability of the life on earth, have not been clearly defined in economic literature. The idea behind the valuation of the ecosystem services aims to illustrate how valuable these services are. Objectives of this approach can be listed as; monetary valuation of ecological benefits not included in economical analyses; economic assessment of impacts created while benefiting from nature, and also making nature's values visible in the existing market system. In short, it is intented to define ecosystem values and biodiversity in the ecological and economic systems together.

In this study, ecosystem services, environmental problems and threats have been searched in the Wetland of Lake Acarlar and Longos which is of both national and international importance. Following the field survey, existing ecosystem services on the site has been ascertained and two of them have been studied in detail. Monetary value of the wastewater treatment service provided by the wetland and Loddon lily (*Leucojum aestivum*) which is the ecological symbol of the site and has substantial contribution to the livelihood and well-being of the people living around the lake has been assessed.



**Key Words**: Biodiversity, Ecosystem Services, Economic Valuation, Longoz Acarlar, Wastewater Treatment, Wetland

## GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

İnsanlığın varlığını sürdürebilmesi, sosyal ve ekonomik gelişimi ve yaşamsal faaliyetleri için hayati önem taşıyan doğal kaynaklar –daha da açıkça tanımlamak gerekirse- "*biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri*", insan refahının ve geleceğinin en önemli güvencesidir. İnsanlar hayatlarını sürdürebilmek için doğrudan veya dolaylı olarak *–özellikle gelişmemiş, yoksul ve geçiş ekonomisine sahip bölgeler-* biyoçeşitlilik ve ekosistemlerin sağladığı faydalara muhtaçlardır.

Günümüzde, kaynak tahsis problemlerinde ve ekonomik analizlerde çoğunlukla sermaye yatırımı yaklaşımı kullanılmakta ve eldeki kaynaklar, gelecekte ekonomik anlamda daha yüksek geri dönüşü olan yatırımlara tahsis edilmektedir. Ancak bu analizlere, doğanın sunduğu ürün ve hizmetlerin bedeli ile doğa üzerinde yaratılan etkinin maliyeti (dışsal maliyetler) dâhil edilmemektedir.

Tabiatın doğrudan görünmeyen ve ekonomik hesaplara dahil edilmeyen değerlerinin yine iktisadi yöntemlerle görünür kılınması, ekosistem hizmetlerinin kaybı sonucunda oluşan ekonomik zararın büyüklüğünün ve şiddetinin ortaya koyulması ve bazı hizmetlerin ve ürünlerin hiç bir şekilde ekonomik birimlerle ölçülemeyeceğinin gösterilmesi adına, günümüzde adına "*Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Ekonomisi*" denilen ve ekolojik kökenli mal, ürün ve hizmetlerin de ötesinde her tür ekolojik unsur ve fonksiyonun ekonomik kıymetini araştıran yeni bir araştırma alanı ortaya çıkmıştır. 2000'li yılların başlangıcında, BM çatısı altında, sekretaryasını UNEP in yaptığı, uluslararası kurum ve kuruluşlar, hükümetler, işletmeler, sivil toplum kuruluşları ve yerli halkların yer aldığı çok paydaşlı "Binyıl (Milenyum) Ekosistem Değerlendirmesi (MEA)" girişimi başlatılmıştır.

Ekosistem hizmetlerinin standart bir tanımı olmamasına karşın, Milenyum Ekosistem Değerlendirmesinde (2005a), yer alan tanım genel kabul görmüş ve en genel anlamıyla ekosistem hizmetleri; "*insanlara, hane halkına, topluluklara ve ekonomilere doğanın sunduğu faydalar*" olarak tanımlanmıştır (MEA, 2005a). Bu

genel tanıma göre, ekosistemlerin sağladığı her türlü "*ürün ve hizmet*" ekosistem hizmeti olarak adlandırılmaktadır.

Türkiye'de ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesine yönelik ilk kapsamlı çalışma Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi metodolojisi esas alınarak, 2012 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünce Sultansazlığı Milli Parkı'nda gerçekleştirilmiştir.

Biyolojik kaynakların ve ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesine yaklaşımı, koruma ve iyileştirme çalışmalarının sağladığı faydaların görünürlüğünü artırmakta, ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki baskılarına karşı dengeleyici bir argüman sağlamaktadır. Söz konusu faaliyetlerin ekonomik analizleri yapılırken insan sağlığı ve çevre üzerindeki etkileri yani dışsallıklar bu analizlere dâhil edilmemektedir. Kıymetlendirme çalışmalarının sonuçlarından yararlanılarak, karar vericiler, politika yapıcılar ve toplum için, ekonomik analizler sonucunda karlı görünen faaliyetlere karşı aynı terminoloji ve aynı mantık üzerinden doğayı ve biyolojik çeşitliliği korumanın sağladığı kazançlar ve faydalar ortaya koyulmaktadır.

Bütün bu ekonomik analizlerde, ekonomik faaliyetler için girdi oluşturan ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitliliğin değerinin ortaya koyulabilmesi, doğal kaynaklar ve ekosistemler üzerinde yaratılan tahribatın maliyetinin hesaplanabilmesi, doğal sistemleri koruma çabasının ekonomik gerekçelerle desteklenmesi zorunluluğu ve elde edilen değerleme sonuçlarının doğanın değerini düşürmeyip aksine doğanın muazzam bir kıymeti olduğunu göstermesi bakımından ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesi son derece önemlidir.

İnsanlara doğrudan ya da dolaylı çeşitli katkılar sağlayan ekosistem türleri içerisinde, yapılan araştırmalara göre sahip olduğu sayısız fayda ile sulak alanlar oldukça önemli bir role sahiptir. Dünyanın en üretken ekosistemleri olan sulak alanlar; su temininden, gıda arzına; iklim değişikliği etkilerinin önlenmesinden kuraklıkla mücadeleye; taşkın kontrolünden, atık arıtımına kadar pek çok kritik ürün ve hizmet sunmaktadır. Sulak alanlar literatürde, cömertçe sunduğu besin zinciri ve

barındırdığı zengin biyolojik çeşitlilikle sistemin "*biyolojik süpermarketler*"i olarak tanımlanırken, hidrolojik ve kimyasal çevrimlerdeki fonksiyonu ile aynı zamanda "doğanın böbrekleri" olarak da ifade edilmektedir. (Barbier, E. B., Acreman, M., & Knowler, D. (1997). Sulak alanların dünya ekonomisine katkısı Milenyum Ekosistem Değerlendirmesine göre 15 trilyon ABD Dolarıdır. Tüm biyolojik çeşitliliğin küresel ekonomik varlığı ise 54 Trilyon ABD doları olarak hesaplanmıştır. Ancak bu miktarların büyük bir bölümü görmezden gelinmekte ve ekonomik sistemde tanımlanmamaktadır (OSİB, 2014).

Çalışma kapsamında Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı ve çevresindeki doğrudan etkileşim içerisinde olan yerleşimler incelenmiş ve sulak alan tarafından sağlanan ekosistem hizmetleri araştırılmıştır. Mevcut hizmetler içerisinde, göl soğanı ve arıtma hizmetinin ekonomik kıymeti hesaplanmıştır. Alanda mevcut ekosistem hizmetleri için 2 defa arazi çalışması yapılmıştır. Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar İl Şube Müdürlüğü, Orman İşletme Şefliği, Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü ile alan çevresinde yer alan köy halkı ve muhtarlarıyla görüşmeler yapılmıştır. İnceleme alanının nüfus verileri, tarım ve hayvancılık bilgileri, tavukçuluk tesisleri, turizm potansiyeli, gölden temin edilen göl soğanı, kamış vb. ürünlerin ticareti, zirai gübreler, hayvancılık, endüstriyel ve evsel atık su gibi kirletici kaynaklar araştırılmıştır. Göl soğanının kıymetlendirilmesinde doğrudan piyasa fiyatı kullanılırken atık ayrıştırma hizmetinin kıymetlendirilmesi için yerine koyma (*replacement cost*) tekniği kullanılmıştır. Bu teknikte doğanın sunduğu bir hizmetin insan eliyle yapay yollarla üretmenin (suyun insan eliyle atıksu arıtma tesislerinde arıtılması gibi) maliyeti üzerinden değerleme yapılmaktadır. Karasu ve kaynarca ilçeleri arasında yer alan Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak alanı çevresinde köy yerleşimleri ve tarım alanları yer almaktadır. Göl çevresinde yer alan ve doğrudan etkileşim halinde olan Camitepe, Denizköy, Karamüezzinler, Taşlıgeçit, Üçoluk, Başoğlu, Büyükyanık, İşaret, Ortaköy ve Turnalı köylerinde atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Atık

sular sızdırmalı fosseptiklerde toplanmaktadır. Bölgede yoğun şekilde tarım faaliyeti yapılmakta ve yüksek miktarda gübre ve pestisit kullanımı söz konusudur. Atıksulardaki kirliliğin temel kaynakları; yerleşim yerlerinde evsel nitelikli atıksuların arıtılmaması, zirai mücadele ilaçlarının kullanımı, kimyasal gübre kullanımı ve hayvancılık atıkları olarak tespit edilmiştir. Havza içinde yer alan köy yerleşmelerinin evsel atık suları, ağıllardan sızan sular da yüzeysel ya da yer altı sularıyla göle ulaşmaktadır. Atıksuları bir atıksu arıtma tesisi gibi filtreleyen Acarlar Gölü Longozu mikrobiyolojik aktivite ve çeşitli bitki kökleri ile atık sulardaki kirletici maddelerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

Çalışma kapsamında, alanının nüfus verileri, tarım ve hayvancılık bilgileri, tavukçuluk tesisleri, turizm potansiyeli, zirai gübreler, endüstriyel ve evsel atıksu gibi kirletici kaynaklar araştırılmıştır. Atıksu arıtma kapasitesinin kıymetlendirilebilmesi için "yerine koyma (replacement cost)" tekniği kullanılmıştır. Hesaplamalar atıksuların mevcut alana eşdeğer yapay sulak alan ve Dünyada ve Türkiye'de oldukça yaygın kullanımı olan klasik aktif çamur prosesi ile gerçek bir arıtma tesisinde arıtıldığı varsayılarak yapılmıştır.

Özet olarak, bu çalışma maksadı tabiatın ve sunduğu hizmetlerin ticarileştirilmesi değil, aksine son derece kıymetli olduğunu ve ekonomik karşılıklarının "sıfır" olmadığını göstermek maksadıyla gerçekleştirilmiştir. Bütün bu ekonomik analizlerde, ekonomik faaliyetler için girdi oluşturan ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitliliğin değerinin ortaya koyulabilmesi, doğal kaynaklar ve ekosistemler üzerinde yaratılan tahribatın maliyetinin hesaplanabilmesi, doğal sistemleri koruma çabasının ekonomik gerekçelerle desteklenmesi zorunluluğu ve elde edilen değerleme sonuçlarının doğanın değerini düşürmeyip aksine doğanın muazzam bir kıymeti olduğunu göstermesi bakımından ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesi çabaları oldukça önemlidir.

**TEŞEKKÜR**

Bu çalışmanın konusunun belirlenmesinde ve çalışmanın şekillenmesinde çok emeği geçen, tezimin ilerleyişini titizlikle izleyen ve yönlendiren ve her konuda beni cesaretlendiren, bu *çileli* süreçte en büyük motivasyon kaynağım, Tez Danışmanım Prof. Dr. Fuat BUDAK'a,

Tezimin her aşamasında sabrı, hassasiyeti, zarafeti ve sahiplenmesiyle hep yanımda olan, tezimi satır satır inceleyen, ince ince işleyen, yorumlarıyla hep bir adım ileriye taşıyan Mehmet GÖLGE'ye; yaşam boyu destekçim ve ilk öğretmenim olan annesi Ünzile GÖLGE'ye,

Sulak alanlar diyince ilk aklıma gelen ve tezimin esin kaynağı olan, bütün zarifliği ve sevecenliğiyle Prof. Dr. Zeynep ZAİMOĞLU'na,

Birlikte çalıştığımız süre boyunca, nezaketini, övgülerini ve desteğini hiç eksik etmeyen Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdür Yardımcısı Mustafa AKINCIOĞLU'na,

Arazi çalışmalarımda destek veren Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Sakarya İl Şube Müdürlüğünde görevli İlker ULU ve Faruk BUCAK'a,

Tez yazım sürecince desteklerini esirgemeyen Başak KOCA'ya, Elif SAKALLI'ya, Seda ERDOĞAN'a ve birlikte 5 yılı geride bıraktığım ve keyifle görev yaptığım Sektörel İlişkiler Şube Müdürlüğü personeline ve adını sayamadığım diğer iş arkadaşlarıma,

Son olarak, her zaman arkamda ve yanımda duran, aramıza yeni katılan üyeleriyle daha da güzelleşen ailemin her bir bireyine;

Songül AYDIN'a ve ailesine,

en derin, en güzel teşekkürlerimi sunarım.

**İÇİNDEKİLER** **SAYFA**

ÖZ ..... I
ABSTRACT ..... II
GENİŞLETİLMİŞ ÖZET ..... III
TEŞEKKÜR ..... VII
İÇİNDEKİLER ..... VIII
ÇİZELGELER LİSTESİ ..... X
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... XI
SİMGELER ve KISALTMALAR ..... XII
1. GİRİŞ ..... 1
2. EKOSİSTEM HİZMETLERİ VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK ..... 5
2.1. Ekosistem Hizmetleri, Biyoçeşitlilik ve İlişkili Kavramlar ..... 9
1.1.1. Biyoekonomi ve Biyoteknoloji ..... 22
1.1.2. Genetik Kaynaklar ve Biyokaçakçılık ..... 23
1.1.3. Sağlık, sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler ..... 26
1.1.4. Gıda, Su ve Enerji Güvenliği ..... 30
1.1.5. Yoksullukla Mücadele, Kırsal Kalkınma ve Göç ..... 36
3. DOĞAL KAYNAKLARIN EKONOMİK DEĞERİ ..... 39
3.1. İktisadi Düşüncede Doğal Kaynaklar ..... 40
3.2. Ekolojik Ekonomi ..... 40
3.3. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Ekonomisi ..... 42
4. EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN KIYMETLENDİRİLMESİ ..... 45
4.1. Toplam Ekonomik Değer (TED) Yaklaşımı ..... 48
4.1.1. Kullanım Değerleri ..... 50
4.1.2. Seçenek (Tercih) Değeri ..... 50

4.1.3. Kullanım Dışı Değerler ..... 51
4.2. Kıymetlendirme Teknikleri ..... 53
4.2.1. Piyasa Temelli (*Market Based*) Teknikler ..... 55
4.2.2. Açıklanmış Tercihler (*Revealed Preference*) Tekniği ..... 57
4.2.3. Belirtilmiş Tercihler Tekniği (*Stated Preference Techniques*) ... 58
5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR ..... 66
5.1. Uluslararası Çalışmalar ..... 67
5.2. Türkiye'de Yapılmış Çalışmalar ..... 73
6. MATERYAL VE METOD ..... 76
6.1. Materyal ..... 76
6.1.1. Alan Tanımı ..... 76
6.2. Metod ..... 80
6.2.1. Kullanılan Değerleme Yöntemleri ..... 81
7. BULGULAR VE TARTIŞMA ..... 95
7.1. Bulgular ..... 95
7.1.1. Çalışma Alanında Mevcut Ekosistem Hizmetleri ..... 95
7.1.2. Atıksu Arıtma Hizmeti ve Kıymetlendirmesi ..... 97
7.1.3. Göl Soğanının (*Leucojum aestivum*) Ekonomik Değeri ..... 100
7.2. Tartışma ..... 101
8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER ..... 106
KAYNAKÇA ..... 112
ÖZGEÇMİŞ ..... 122
EKLER ..... 123

**ÇİZELGELER LİSTESİ**

**Çizelge 2.1.** Ara hizmetler, Nihai Hizmetler ve Faydalar Arasındaki İlişki 18
**Çizelge 4.1** Kıymetlendirme Teknikleri ve Kısıtları..... 61
**Çizelge 4.2** Kıymetlendirme Teknikleri ve Değer Türleri Arasındaki İlişki62
**Çizelge 4.3** Ekosistem Hizmetleri İçin Kullanılan Değerleme Yaklaşımları ..... 63
**Çizelge 4.4** Ekosistem Hizmetleri İçin Kullanılan Değerleme Teknikleri .. 64
**Çizelge 5.1** Nakivubo Sulak Alanının Yıllık Ekonomik Değeri (1998)..... 69
**Çizelge 6.1** Köylerin Yıllara Göre Nüfus Bilgileri (TÜİK, 2017)..... 83
**Çizelge 6.2.** Birim işlem ve süreçlerin genel arıtım verimleri (%)..... 87
**Çizelge 6.3.**Yapay Sulak Alanlar İçin Boyutlandırma Değerleri ..... 90
**Çizelge 6.4.** İşlem Görmemiş Evsel Atık Suyun Tipik Özellikleri..... 91
**Çizelge 6.5.** Türkiye İçin Evsel Atıksu Karakterizasyonu (NAS, 2017)..... 91
**Çizelge 6.6.** Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 21.5 (Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular* (Eşdeğer Nüfusun Ne Olduğuna Bakılmaksızın Doğal Arıtma (Yapay Sulak Alan) ve Stabilizasyon Havuzları Sistemiyle Biyolojik Arıtma Yapan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri İçin..... 92
**Çizelge 6.7.** Yapay Sulak Alan Tasarım Değerleri ve Sınır Değerler ..... 94
**Çizelge 7.1.** Düzenleyici hizmetler..... 95
**Çizelge 7.2.** Ön tedarik Hizmetleri ..... 96
**Çizelge 7.3.** Destekleyici hizmetler ..... 96
**Çizelge 7.4.** Kültürel hizmetler..... 96
**Çizelge 7.5.** Aktif Çamur Prosesi İçin Yıllık Toplam Arıtma Maliyetleri . 98
**Çizelge 7.6**. Yapay Sulak Alan İçin Maliyet Hesaplamaları ..... 99
**Çizelge 7.7**. Acarlar Gölü Sulak Alanının Sağladığı Arıtma Hizmetinin Avrupa Ülkelerinde Değeri..... 100

**ŞEKİLLER LİSTESİ**

**Şekil 2.1.** Binyıl (Milenyum) Ekosistem Değerlendirme Çalışmaları ..... 11
**Şekil 4.1.** Toplam Ekonomik Değer (TEEB, 2010b) ..... 49
**Şekil 4.2** Değerleme Teknikleri (TEEB, 2010b) ..... 54
**Şekil 6.1** Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı (OSİB DKMP, 2016) 76
**Şekil 6.2** Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alan Zonları ..... 80
**Şekil 6.3.** Tipik Bir Aktif Çamur Arıtma Sistemi (Sarı, 2005) ..... 86
**Şekil 6.4.** Sulak Alan Enkesiti ve Yaygın Kullanımı Olan Sucul Bitkiler .. 89
**Şekil 6.5.**YAS sistemleri (a-yatay akışlı, b-düşey akışlı) ..... 89

## SİMGELER ve KISALTMALAR

### Simgeler

**€:** Avro

$: Dolar

**ha:** Hektar

**km:** Kilometre

**L:** Litre

**$m^2$:** Metrekare

**$m^3$:** Metreküp

**mg:** Miligram

**TJ**: Ton jul

**N**: Nüfus

**Q**: Günlük debi

**T**: Sıcaklık

**$^oC$**: Santigrad derece

**$K_T$**: sıcaklığa bağlı 1. derece hız sabiti

**t**: Hidrolik bekletme süresi

**S**: Eğim

**d**: Havuz derinliği

**$K_s$**: Çakıl için hidrolik iletkenlik

**$K_{20}$**:, lt/gün

**Θ**: Ampirik sıcaklık katsayısı

**$A_s$**: Sulak alan yüzey alanı

**$A_c$**: Yatak kesit alanı

**W**: Yatak genişliği

**L**: Yatak uzunluğu

**$L_w$**: Hidrolik yükleme hızı

**$A_{sp}$**: Spesifik alan gereksinimi

**$L_{BOİ}$**: $BOİ_5$ yükleme oranı

**Kısaltmalar**

**AAT:** Atıksu Arıtma Tesisi

**AB:** Avrupa Birliği

**ABD:** Amerika Birleşik Devletleri

**BBC:** Britanya Yayın Kuruluşu/British Broadcasting Corporation

**BM:** Birleşmiş Milletler/United Natons

**$BOİ_5$:** Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı

**DKMP**: Doğa Koruma ve Milli Parklar

**DNA**: Deoksiribo Nükleik Asit

**EC:** Avrupa Komisyonu/European Commission

**EEA**: Avrupa Çevre Ajansı/ European Environment Agency

**FAO:** BM Gıda ve Tarım Örgütü/Food and Agriculture Organization of United States

**GDO**: Genetiği Değiştirilmiş Organizma

**GEF**: Küresel Çevre Fonu/Global Environment Facility

**GSYİH:** Gayrisafi Yurt İçi Hasıla

**IEA**: Uluslararası Enerji Ajansı/International Energy Agency

**IUCN:** Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği/International Union for Conservation of Nature

**KAÇ**: Klasik Aktif Çamur

**KAD**: Kuş Araştırmaları Derneği (Yeni adıyla Doğa Araştırmaları Derneği)

**MEA:** Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi/Millenium Ecosystem Assessment

**ODTÜ:** Orta Doğu Teknik Üniversitesi

**OECD:** Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü/ The Organisation for Economic Co-operation and Development

**OSİB:** Orman ve Su İşleri Bakanlığı

**SDD:** Senaryo Destekli Değerlendirme

**SEEA:** Çevresel Ekonomi Muhasebe Sistemi/System of Environmental-Economic Accounts

**STK:** Sivil Toplum Kuruluşu

**TCMB:** Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası

**TEEB:** Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi/The Economics of Ecosystems and Biodiversty

**TEMA:** Türkiye Erozyonla Mücadele Ağaçlandırma ve Doğal Varlıkları Koruma Vakfı

**TMMOB:** Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği

**TÜİK:** Türkiye İstatistik Kurumu

**UNCEEA:** BM Çevre Ekonomisi Uzmanlar Komitesi/ UN Committee of Experts on Environmental-Economic Accounting

**UNDP:** BM Kalkınma Programı/UN Development Programme

**UNEP:** BM Çevre Programı/UN Environment Programme

**UNSD:** BM İstatistik Komisyonu/UN Statistics Division

**WHO:** Dünya Sağlık Örgütü/World Health Organization

**WWF:** Dünya Doğayı Koruma Vakfı/World Wildlife Fund

# 1. GİRİŞ

Hızla artan insan nüfusunun gıda, temiz su, temiz hava, barınma vb. ihtiyaçlarına cevap veren doğal kaynaklar da belirli bir kıtlığa sahip tükenebilir kaynaklardır. İnsanlığın varlığını sürdürebilmesi, sosyal ve ekonomik gelişimi ve yaşamsal faaliyetleri için hayati önem taşıyan bu kaynaklar –daha da açıkça tanımlamak gerekirse- "*biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleri*", insan refahının ve geleceğinin en önemli teminatıdır. İnsanlar hayatlarını sürdürebilmek için doğrudan veya dolaylı olarak–özellikle gelişmemiş, yoksul ve geçiş ekonomisine sahip bölgeler- biyoçeşitlilik ve ekosistemlerin sağladığı faydalara muhtaçlardır.

Sanayileşme hareketiyle başlayan insan kaynaklı baskılar ve müdahaleler, hızla artan insan nüfusu ve tüketimle birlikte insanlığın geleceğini tehdit eder noktaya gelmiştir. Doğal Hayatı Koruma Vakfı (WWF)-Türkiye araştırmalarına göre insanın doğal kaynakları tüketme hızı, doğanın kendini yenileme hızının %50 üzerine geçmiş durumda ve ekolojik ayak izi hesaplamalarına göre, dünyadaki herkes bir Kuzey Amerikalı kadar tüketse 5; bir Avrupalı kadar tüketse 3; Türkiye'de yaşayan biri kadar tüketse 2 gezegene daha ihtiyacımız olacağı öngörülmektedir (WWF-Türkiye, 2016).

Birleşmiş Milletler çalışmalarına göre tüm dünya ekosistemlerinin %60'ı bozulmuş durumda ya da sürdürülebilirliğin söz konusu olmadığı bir yaklaşımla kullanılmakta; balık stoklarının %75'i önemli ölçüde tüketilmiş durumda ve her yıl 13 milyon hektar tropik orman yok olmaktadır (MEA, 2005a) (UN FAO, 2011).

Çeşitli kaynaklar, biyolojik çeşitlilik kaybındaki seyrin bu şekilde devam etmesi halinde kitlesel bir yokoluş ile karşı karşıya gelmemizin kaçınılmaz olacağını belirtmektedir. Biyolojik çeşitliliğin kaybı yalnızca gezegenimiz için geri dönüşü olmayan bir kayıp değil aynı zamanda tükettiğimiz besinlerden soluduğumuz havaya kadar gezegendeki hayatı destekleyen her türlü doğal kaynağın da yok olma tehdidiyle karşı karşıya kalması anlamına gelmektedir (EC, 2015).

Diğer yandan, doğal kaynakların sürdürülebilir, adil ve hakkaniyetli kullanımı ve gelecek nesillere karşı temel sorumluluklarımızdan dolayı, "*sürdürülebilir kalkınma*"nın ön şartı olan, doğal kaynaklar ile ekonomik büyüme arasındaki dengenin korunması gerekmektedir. İnsan nüfusunun hızla artması, ihtiyaç duyulan kaynakların kıt ve tükenebilir oluşu, insanların tüketim alışkanlıklarının ürkütücü seviyelere ulaşması ile birlikte tabiatın bize ücretsiz olarak sunduğu doğal kaynakların yani, ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin de aslında birer "*ekonomik*" karşılıklarının olduğu ortaya çıkmaktadır.

Günümüzde, kaynak tahsis problemlerinde ve ekonomik analizlerde çoğunlukla sermaye yatırımı yaklaşımı kullanılmakta ve eldeki kaynaklar, gelecekte daha yüksek geri dönüşü olan yatırımlara tahsis edilmektedir. Ancak bu analizlere, doğanın sunduğu ürün ve hizmetlerin bedeli ile doğa üzerinde yaratılan etkinin maliyeti (dışsal maliyetler) dâhil edilmemektedir.

Tabiatın görünmeyen ve ekonomik hesaplara dahil edilmeyen değerlerinin yine iktisadi yöntemlerle görünür kılınması, ekosistem hizmetlerinin kaybı sonucunda oluşan ekonomik zararın büyüklüğünün ve şiddetinin ortaya koyulması, bazı hizmetlerin ve ürünlerin hiç bir şekilde ekonomik birimlerle ölçülemeyeceğinin gösterilmesi adına, günümüzde adına "*Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Ekonomisi*" denilen ve ekolojik kökenli mal, ürün ve hizmetlerin de ötesinde her tür ekolojik unsur ve fonksiyonun ekonomik kıymetini araştıran yeni bir araştırma alanı doğmuştur.

Bütün bu ekonomik analizlerde, ekonomik faaliyetler için girdi oluşturan ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitliliğin değerinin ortaya koyulabilmesi, doğal kaynaklar ve ekosistemler üzerinde yaratılan tahribatın maliyetinin hesaplanabilmesi, doğal sistemleri koruma çabasının ekonomik gerekçelerle desteklenmesi zorunluluğu ve elde edilen değerleme sonuçlarının doğanın değerini düşürmeyip aksine doğanın muazzam bir kıymeti olduğunu göstermesi bakımından ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesi son derece gereklidir.

**Binyıl (Milenyum) Ekosistem Değerlendirmesi**

Binyıl Ekosistem Değerlendirmesinin gerekliliğinden, ilk olarak 2000 yılında, BM Sekreteri Kofi Annan tarafından BM Genel Kurulunda, "*Biz İnsanlar: 21. Yüzyılda BM nin Rolü*" isimli raporunda bahsedilmiştir. Ardından, taraf hükümetlerin desteklemesiyle, 2001 yılında BM çatısı altında, sekretaryasını UNEP in yaptığı, uluslararası kurum ve kuruluşlar, hükümetler, işletmeler, STKlar ve yerli halkların yer aldığı çok paydaşlı Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MEA) Girişimi başlatılmıştır (MEA, 2005a).

Dünyadaki mevcut ekosistem hizmetlerinin değerini hesaplamak, ekosistem dğeişimlerinin insan refahı üzerindeki etkisini ortaya koymak, gerekli tedbir ve eylemlerin hayata geçirilmesi zorunluluğunu bilimsel ve ekonomik analizlerle ortaya koymak üzere 2001-2005 yılları arasında gerçekleştirilen Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi; BM kurumları, uluslararası bilim ve kalkınma örgütlerinin işbirliğiyle, 95 ülkeden 1360 araştırmacı tarafından hazırlanan, küresel ölçekli çevre sorunlarını ele alan, 21 milyon dolar bütçeli dört yıllık bir çalışmadır.

Türkiye'de ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesine yönelik ilk kapsamlı çalışma Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi metodolojisi esas alınarak, 2012 yılında Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğünce Sultansazlığı Milli Parkı'nda gerçekleştirilmiştir.

Ekosistem hizmetlerinin standart bir tanımı olmamasına karşın, Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi'nde (2005a), yer alan tanım genel kabul görmüş ve en genel anlamıyla *"ekosistem hizmetleri"*; insanlara, hane halkına, topluluklara ve ekonomilere doğanın sunduğu faydalar" olarak tanımlanmıştır (MEA, 2005a). Bu genel tanıma göre, ekosistemlerin sağladığı her türlü "*ürün ve hizmet*" ekosistem hizmeti olarak adlandırılmaktadır (TEEB, 2016).

Doğanın bizlere sunduğu tüm bu ekonomik değerleri ekosistem hizmetleri olarak tanımlayarak ekonomiye kazandırmaya çalışan bu disiplinler arası araştırma

alanı; biyolojik çeşitlilik ekonomisi, ekolojik ekonomi veya biyolojik çeşitlilik ve ekosistem ekonomisi gibi adlarla da ifade edilmektedir.

**Tez Çalışmasının Önemi ve Amacı**

Kalkınma girişimleri ve rekabet dinamikleri arasında, ancak 20. yüzyılın son çeyreği ile birlikte varolabilmemiz ve gelecek nesiller için doğal ekosistemlerin desteğine ihtiyacımız olduğu fark edilmeye başlanmıştır. İnsanlara doğrudan ya da dolaylı çeşitli katkılar sağlayan ekosistem türleri içerisinde, yapılan araştırmalara göre sahip olduğu sayısız fayda ile sulak alanlar nispeten daha önemli bir role sahiptir. Sulak alanlar; su temininden, gıda arzına; iklim değişikliği etkilerinin önlenmesinden kuraklıkla mücadeleye; taşkın kontrolünden, atık arıtımına kadar pek çok kritik ürün ve hizmet sunmaktadır. Yapılan araştırmalar; sulak alanların mutlak surette gelecek için korunması gerekli alanlar olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışma kapsamında ekosistem hizmetlerinin incelenmesi maksadıyla ulusal ve uluslararası öneme sahip sulak alan statüsüne sahip Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı üzerinde çalışılmıştır. Sulak alan ekosistemine sahip alanda mevcut hizmetlerin çeşitliliği ve zenginliği ile karşılaşılan sorunlar ve tehditler incelenmiştir.

Diğer yandan söz konusu hizmetlerin önemini vurgulamak, bilinirliğini artırmak ve bu hizmetlerin gerçek değerini günümüzün en kabul gören “kıymet” aracıyla yani “parasal” olarak ifade edilebilmek için örnek ve deneysel bir “kıymetlendirme” çalışması gerçekleştirilmiştir.

Hizmetlerin kıymetlendirilmesi aşamasında yukarıda sözü edilen hizmetler içerisinden çevre mühendisliği meslek disiplini ile ilgisi nedeniyle düzenleyici hizmetler (suyun arıtımı, pürifikasyon vb.) grubuna yoğunlaşılmış ve arıtma hizmetinin ekonomik karşılığı aranmıştır.

## 2. EKOSİSTEM HİZMETLERİ VE BİYOLOJİK ÇEŞİTLİLİK

İnsan çevre ilişkisi ve çevre koşullarının insan refahına etkisi yüzyıllar öncesine; nüfus artışı ve adına bugün ekosistem dediğimiz kaynakların azalmasını dile getiren eserlerin kaleme alındığı eski Roma çağlarına kadar uzanır. Konuya ilgi duyan yakın dönem yazarları için birkaç örnek vermek gerekirse Marsh (1874), Leopold (1949), Carson (1962) ve Krutilla&Fisher (1975) gösterilebilir (TEEB, 2010a).

Batı felsefesinde ise insan toplulukları çevrenin ayrılmaz bir parçası olarak kabul edilmektedir. Bu anlayış üzerinden, Aldo Leopold (1949) and Rachel Carson (1962) gibi düşünürler, doğanın tükenmez bir kaynak olmadığını, insan faaliyetlerinin yaşamımızı destekleyen doğal çevre üzerinde geri dönüşü olmayan etkilere sebep olabileceğini ileri süren "bilinçli kullanım" kavramını ortaya koymuşlardır (Glicken Turnley, Kaplowitz, Loucks, McGee, & Dietz, 2003).

Bu kapsamda, 1977'de Westman ekolojik ve ekonomik sistemler arasındaki ilişkiyi ele alan "*Tabiatın Sunduğu Hizmetlerin Değeri Nedir*" isimli çalışmasını yayınlamıştır. Ehrlich&Ehrlich (1981) daha sonraki yıllarda ekologlar tarafından yaşam-destek sistemleri, ekosistem servislerinin tedarikçileri ve ekonomik kazançları şeklinde detaylı olarak ele alınan "*ekosistem hizmetleri*" terimini ortaya atmıştır (Ehrlich & Ehrlich, 1981). Ancak konunun asıl bilinirliği 1990'lı yılların sonlarına doğru Costanza et al. (1997) ve Daily (1997) tarafından yapılan yayınlarla sağlanmıştır (TEEB, 2010a).

Aynı zamanda, ekosistem servislerinin toplumsal kalkınma ve her türlü ekonominin biyofiziksel temeli olduğunu göstermek için, disiplinlerarası ekolojik ekonomi yaklaşımıyla, yenilenebilir ve yenilenemez kaynaklar ile ekosistem servislerini de içine alan "*doğal sermaye*" kavramı ortaya koyulmuştur. Tartışmaları iyice hızlandıran bir sonraki adım, ekosistem prosesleri ve bileşenleri arasındaki

ilişkileri ve geçişleri, mal ve hizmetlere dönüşümlerini irdeleyen bir sınıflandırma sistemini ortaya atan De Groot vd. (2002) tarafından atılmıştır (TEEB, 2010a).

Bir tanım yapmak gerekirse, ekosistemler; belirli bir alanda bulunan canlılar ile bunları saran cansız çevrelerinin karşılıklı ilişkileri ile meydana gelen ve süreklilik arz eden ekolojik sistemlerdir (Kışlalıoğlu & Berkes, 2001). Orman, dağ, çöl, mağara, ada, deniz-kıyı, kutup, sulakalan gibi farklı ekosistem türleri mevcuttur.

Biyolojik çeşitlilik kavramı ise ilk olarak 1980'lerin ortasında tropik yağmur ormanları gibi doğal ortamların hızlı bir şekilde yok olması konusunda endişe duyan ve bu ortak mirasın korunması için önlem alınmasını talep eden doğaseverler (natüralistler) tarafından ortaya atılmıştır. Ancak, 1992 yılında Rio de Janerio Sürdürülebilir Kalkınma Konferansında Biyolojik çeşitlilik sözleşmesinin imzaya açılması ile bu kavram daha büyük anlamlar yüklenmiş ve işlerlik kazanmıştır (Leveque & Mounolou, 2013).

1992 BM Rio Zirvesi'nde imzaya açılan ve 196 ülkenin taraf olduğu BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesine göre biyolojik çeşitlilik, kara, deniz ve diğer su ekosistemleri ile bu ekosistemlerin bir parçası olan ekolojik yapılar da dahil olmak üzere tüm kaynaklardaki canlı organizmalar arasındaki farklılaşma anlamındadır; türlerin yaşama ortamlarının (habitatların daha geniş anlamda ekosistemlerin) çeşitli biyotik ve abiyotik faktörler bakımından gösterdiği farklılıkları, ekosistemlerde yaşayan canlıların kendi aralarında, canlılar ile cansızlar arasında, yere ve zamana göre değişen farklılıkları ile genler, türler, ekosistemler ve işlevlerin tamamını ifade etmektedir. Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesine göre "*Bütün faaliyetler, boyutu, sektörü ve yapıldığı bölge ne olursa olsun nihayetinde biyolojik çeşitliliğe bağlıdır.*"

Dünya üzerindeki mevcut tüm türlerin toplam sayısı bilinmemektedir. Tanımlanan organizma sayısı 1,75 milyon olup bu sayının (13,6 milyon olabileceği tahmin edilen) toplam tür sayısının %13 ü olabileceği sanılmaktadır (Hawksworth & Kalin-Arroyo, 1995). Yeni türlerin keşfediliyor olması bir yana şu anda dikkatler

haklı olarak biyolojik çeşitlilik kayıplarına çekilmiş durumdadır. Bilim insanları türlerin her zamankinden çok daha hızlı yok olduğunu belirtmektedirler (Purvis & Hector, 2000). İnsan müdahaleleri ve çevresel etkenler sebebiyle, biyolojik çeşitlilik açısından tüm sıcak noktalar derhal korunabilseydi dahi bu alanların sahip olduğu türlerin %18'inin yok olmasının önüne geçilemeyecektir (Pimm & Raven, 2000), (OECD, 2002).

Biyolojik çeşitlilik kayıpları yalnızca insanlara sunduğu kullanım değerleri ve kullanım dışı faydalarının yok olması değil, aynı zamanda hayatın sürdürülebilirliğinin teminatı olan ekosistemlerin radikal değişimlere gösterdiği direnç ve kararlılığın ortadan kalkması sonucu dengelerin bozulması anlamına da gelmektedir.

Geçtiğimiz 300 yıl içinde küresel orman alanları yaklaşık %40 azalmış; 25 ülkede tamamen yok olurken, 29 ülke ise orman örtüsünün %90'dan fazlasını kaybetmiştir (FAO, 2001), (FAO, 2006). 1900lü yıllardan bu yana, dünya, toplam sulak alanlarının neredeyse %50'sini kaybederken, 1950lerden beri tropik ve subtropik sulak alanlar sürekli artan bir baskıyla alternatif kullanım alanlarına dönüştürülmektedir. IUCN çalışmalarına göre son birkaç on 10 yılda tehlike altındaki türlerin sayısında önemli bir artış olduğu, dünya üzerindeki bitkilerin %70'inin tehlike altında olduğu belirtilmektedir (TEEB, 2008).

Diğer yandan, dünyanın en zengin ekosistemleri arasında yer alan tropik (yağmur) ormanlarından çok daha fazla biyoçeşitliliğe sahip olan mercan kayalıklarının bir kısmı balıkçılık, kirlilik, afetler gibi baskılar yüzünden ciddi zarar görmektedir. Son yirmi yılda mangrov omanlarının %35'i yok olmuş, bazı ülkeler ise mangrov ormanlarının yaklaşık %80'ini kaybetmiştir (MEA, 2005a). Gezegenin uzun geçmişine bakıldığında insan kaynaklı tür kaybı oranının doğal sebeplere bağlı kayıp oranından 1000 kat daha fazla olduğu görülmektedir. (MEA, 2005b).

Son 50 yılda dünya genelinde ekosistem hizmetlerinin yaklaşık %60'ı zarar görmüştür. Bu durumda en büyük pay hızlı nüfus artışı, arazi kullanım trendleri, ekonomik büyüme, küresel iklim değişikliği gibi insan kaynaklı etkilere aittir. Önümüzdeki on yıllar boyunca da bu tahribatın devam etmesi beklenmektedir. Dünya bankası, OECD gibi uluslararası öncü ekonomik organizasyonlar bu tahminleri doğrulamaktadır. OECD, iklim değişikliği ile mücadele, biyoçeşitlilik kayıplarının önlenmesi, temiz su temini, yeterli sanitasyon ve çevre sorunlarının insan sağlığı üzerindeki etkilerinin azaltılması gibi insanlığın üstesinden gelmek zorunda olduğu son derece iç karartıcı bir listeyi önümüze koymaktadır (TEEB, 2008).

İstatistikler, 2007 yılında insanlık tarihinde ilk defa şehirlerde kırsal alanlardan daha fazla insan nüfusunun yaşadığını ortaya koymuştur. Yine aynı dönemde, 2007 ve 2008 yıllarında biyoyakıtların geliştirilmesi süreci arazi kullanımında ve tarım ürünlerinin fiyatlarında çok önemli değişimlere sebep olmuştur. Bütün bu etkiler neticesinde, son araştırmalara göre iklim değişikliğinin etkilerinin biyoçeşitlilik kaynakları ve ekosistem servisleri üzerindeki etkileri de dahil, önceki tahminlerden çok daha yıkıcı olması beklenmektedir (WBGU, 2008).

Son dönemlerde, insanların doğa üzerinde yarattığı toplam baskı ve yükün sayısal olarak ifade edilebilmesi için ekolojik ayak izi[1] yöntemi kullanılmaktadır. Ekolojik ayak izi, insanların talep ettiği ekolojik hizmetlerin sağlanması için birbiriyle rekabet içinde olan alanları toplar. Tarımsal üretim, otlatma, yapılaşma, balıkçılık ve orman ürünleri üretimi için gereken biyolojik olarak üretken bütün alanlar (biyolojik kapasite) bu hesaba dâhildir. Ekolojik Ayak İzi ve biyolojik kapasite, küresel hektar (kha) olarak adlandırılan ortak bir birimle ifade edilir. Ekolojik ayak izi kısaca insanların hayatlarını sürdürebilmek için gereken

[1] (http://www.wwf.org.tr)

kaynakların üretimi ve atıkların yok edilebilmesi için kullandıkları biyolojik alanı ifade etmektedir. ABD, Avrupa ve Japonya'nın ekolojik ayak izi diğer gelişmekte olan ülkelerden çok daha büyüktür. Çin ve Hindistan kendi biyokapasitelerinin iki katı büyüklükte ekolojik ayak izlerine sahiptir. Diğer yandan Brezilya'nın biyokapasitesi ekolojik ayak izinin yaklaşık beş katı büyüklüktedir. Ancak orman kayıplarıyla birlikte bu oran giderek düşmektedir (TEEB, 2008).

Projeksiyonlara göre, 2050 yılına kadar küresel nüfusu beslemek için mevcut gıda üretiminin iki katı üretim gerekecektir. Nüfusla birlikte, tarımsal üretimin giderek artmasıyla, biyoçeşitlilik ve ekosistem servisleri açısından önemli alanların ekilebilir arazilere dönüştürülmesi kaçınılmaz olmaktadır. Üstelik hayvancılık ve yoğun tarımdan kaynaklanan kirlilik su kaynaklarını tehdit eden unsurların başında gelmektedir. Hızla artan ormansızlaştırma faaliyetleri sonucunda, bugün Amazon ormanlarının %70'i tarım ve hayvancılık için kullanılmaktadır (TEEB, 2008).

### 2.1. Ekosistem Hizmetleri, Biyoçeşitlilik ve İlişkili Kavramlar

Biyoçeşitlilik bileşenlerinin kendi aralarındaki ve cansız ortamlarla olan ilişkisi ekolojik süreçleri, ekosistem fonksiyonlarını ve hizmetlerini meydana getirir. Örneğin çeşitli mikroorganizmaların toprak, su ve hava ortamında bir araya gelerek madde döngülerini gerçekleştirmesiyle havanın ve suyun arıtılması sağlanır. Kuşlar, yarasalar ve böcekler tozlaşmayı sağlar; bitkiler erozyon kontrolünü ve karbon depolanmasını; sulak alanlar su tutulmasını sağlar.

Literatürde farklı ekosistem hizmetleri tanımları mevcuttur. Ekosistem hizmetlerinin standartlaşmış bir tanımı olmamasına karşın genel anlamda, "*tabiatın insanlara, toplumlara ve ekonomilere sunduğu faydalar*" veya "*doğanın yaptığı iyi şeyler*" olarak ifade edilebilir (Boyd & Banzhaf, 2006). Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi'nde (2005a), ekosistemlerin sağladığı her türlü fayda ekosistem hizmeti olarak adlandırılmıştır ve aşağıdaki gibi 4 ana kategoride alt başlıklara ayrılarak listelenmiştir (MEA, 2005a);

**I) Ön Tedarik Hizmetleri**

1. Gıda,
2. Su temini,
3. Doğal lif (Fiber) kaynakları (selüloz, kendir, kenevir, pamuk, yün, ipek vb.)
4. Tıbbi ilaçlar, Biyokimyasallar ve Farmasötik Ürünler
5. Enerji (yenilenebilir enerji)

**II) Düzenleyici Hizmetler**

1. Hava kalitesinin düzenlenmesi
2. Suyun ve iklimin düzenlemesi (Regülasyon)
3. Erozyon kontrolü (toprağın tutulması)
4. Atık ayrıştırması (Dekompozisyon) ve Detoksifikasyonu
5. Suyun arıtılması (Pürifikasyon)
6. Haşere ve hastalık kontrolü (biyolojik kontrol)
7. Tozlaşma (Polinasyon)
8. Doğal afet kontrolü

**III) Destekleyici Hizmetler**

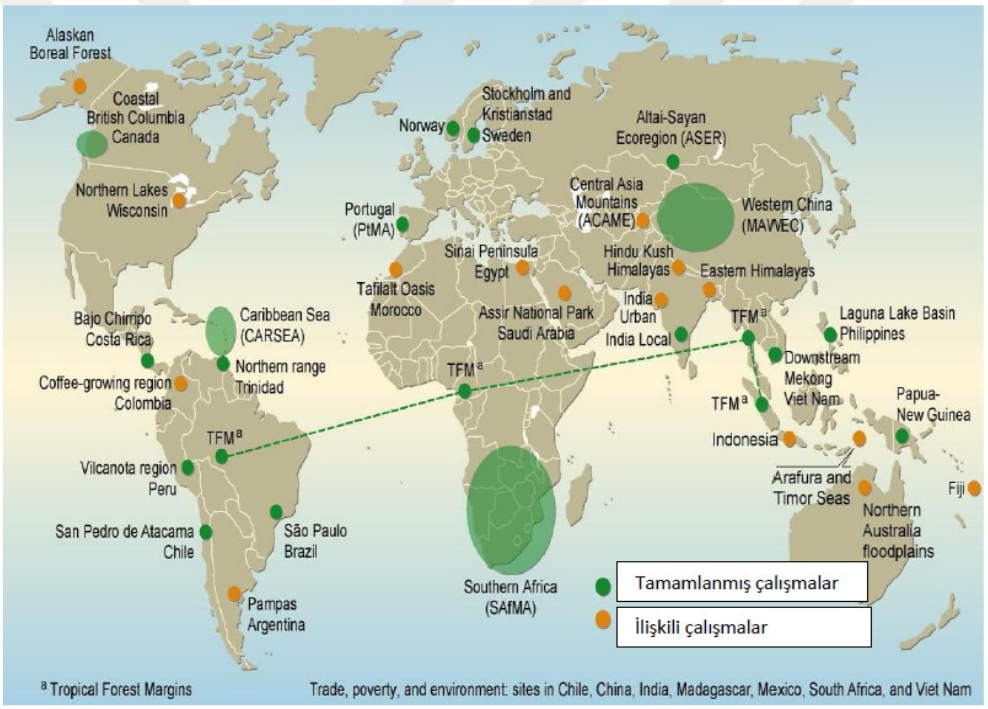
1. Toprak oluşumu
2. Fotosentez
3. Birincil üretim
4. Su ve besin (madde) döngüsü

**IV) Kültürel Hizmetler**

1. Kültürel çeşitlilik
2. Spiritüel ve dini değerler
3. Geleneksel ve resmi bilgi sistemleri ve eğitsel değerler
4. Kültürel, entelektüel ve ruhsal ilhamlar
5. Estetik değerler

6. Sosyal ilişkiler
7. Kültürel miras değerleri
8. Yer duygusu
9. Rekreasyon ve ekoturizm

Binyıl (Milenyum) Ekosistem Değerlendirme Çalışmaları kapsamında tamamlanan ve ilişkilendirilen başka çalışmaların Dünya üzerindeki dağılımları Şekil 1.1' de görülmektedir.




**Şekil 2.1.** Binyıl (Milenyum) Ekosistem Değerlendirme Çalışmaları (MEA, 2005a)

Bilindiği üzere "hizmet", ekonomide fiziksel özelliğe sahip "malın" tersine, elle tutulamayan ve insan ihtiyaçlarının giderilmesine yönelik olarak üretilen veya

organize edilen, turizm, haberleşme, danışmanlık gibi faaliyetlerdir ve üretilen çıktının mülkiyetinin olmaması hizmeti üründen ayrılan temel özelliktir (OSİB, 2012). Ancak Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi'nde bahsedilen ekosistem hizmetleri ifadesi ile kastedilen, hem hizmet hem de mal ve ürünlerdir. Örneğin yukarıda ön tedarik hizmetler ile ifade edilenler esasen mal ve ürün niteliği olan ekolojik kaynaklardır, ancak bunlara da toplu halde ekosistem hizmeti denilmiştir. Ayrıca en güncel ekosistem hizmetleri tanımlarından olan TEEB[2] tanımında ise aynı hizmetleri mükerrer defa saymamak için Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi tanımında yer alan "Destekleyici Hizmetler" bölümü "Habitat Hizmetleri" ile değiştirilmiştir (OSİB, 2014).

TEEB ise ekosistem hizmetlerini şu şekilde sınıflandırmaktadır (TEEB, 2016):

**I) Ön tedarik hizmetleri**: Ekosistemlerden temin edilen gıda, su ve benzeri madde veya enerji çıktılarıdır.



**Gıda:** Tarım alanları, hayvancılık, denizler, tatlı sular ve ormanlar gibi ekosistemlerden temin edilen (beslenme amaçlı tüketilen yabani orman ürünleri dahil) tüm gıda ürünleri,



**Hammadde:** Ekosistemlerden elde edilen yakacak ve yapı malzemeleri, ahşap, kereste, biyoyakıtlar, bitkisel yağlar vb.tüm materyaller,



**Su:** Hidrolojik çevrimler sonucu ortaya çıkan içme, kullanma, sulama vb. su kaynakları,



**Medikal (Tıbbi) kaynaklar:** Ekosistemler ve biyolojik çeşitlilik farmakoloji ve medikal endüstrisine sunduğu hammaddeler ve doğadan elde edilen geleneksel tedavi yöntemleri ile tıbbi hizmetler için kaynaklık ederler.

[2] TEEB: Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (http://www.teebweb.org)

**II) Düzenleyici Hizmetler:** Toprak ve hava alitesinin düzenlenmesi, sel, taşkın vb doğal afetlerin kontrolü,



**Lokal iklim ve hava kalitesi:** Ağaçlar ve diğer bitkiler atmosferdeki kirleticileri uzaklaştır ve oksijen sağlar, havayı temizler, kökleri ve yaprakları ile suyu ve nemi tutarak yağış rejimini ve su kaynaklarını olumlu etkiler, lokal olarak iklimi dengeler.




**Karbon depolama:** Ekosistemler başta karbondioksit olmak üzere sera gazlarını depolayarak atmosferden uzaklaştırır, iklim değişikliğinin etkilerini de azaltmaya yardımcı olur.



**Ekstrem doğa olaylarını hafifletme:** Taşkın, sel, fırtına, tsunami, çığ ve and heyelan gibi doğa felaketlerine karşı tampon görevi görür ve olası zararların önüne geçer. Örneğin, sulak alanlar taşkın sularını çekerken ağaçlar da zemini ve eğimleri stabilize hale getirirler. Mercan resifleri ve mangrov ormanları da sahilleri, kıyı şeritlerini fırtınalara karşı korurlar.



**Atıksu arıtımı:** Sulak alanlar gibi ekosistemler insan ve hayvan atıklarını filtre ederler ve atıklara karşı tampon görevi görürler. Toprak ve sudaki organizmaların biyolojik aktivitesi ile atıklar bozunur, patojenler yok edilir, nütrient ve kirlilik yükü azaltılır.



**Erozyon önleme ve toprak verimliliği:** Bitki örtüsü, arazi bozunumu ve çölleşmenin kilit sebebi erozyonun önlenmesinde hayati bir role sahiptir. Ekosistemler madde döngüleri ile bitkisel üretim için gerekli nütrientleri sağlayarak toprak verimliliğini artırır.



**Tozlaşma:** Bitkilerde tozlaşma böcekler, kuşlar yarasalar ve rüzgar gibi ajanlarla sağlanır. Kakao ve kahve başta olmak üzere 87 adet temel ihracat bitkisinin üretimi yalnızca böcek, yarasa ve kuşların tozlaşma etkisiyle sağlanmaktadır (Klein et al. 2007).



**Biyolojik kontol:** Ekosistemler; kuşlar, yarasalar, sinekler, kurbağalar, mantarlar gibi biyolojik mücadele ajanlarıyla bitki, hayvan ve insan sağlığının tehdit eden zararlı böceklerin, biyolojik vektörlerin kontrolünü sağlarlar.

**III) Habitat veya Destekleyici Hizmetler:**



**Türler için yaşam alanı:** Habitatlar; bitki ve hayvan türlerinin beslenmesi, barınması, korunması, yaşamını devam ettirebilmesi için ihtiyaç duydukları yaşam alanlarını ifade etmektedir. Ekosistemler, türlere özel, farklı habitatlar sağlamaktadır. Balıklar, kuşlar, memeliler, böcekler vb göçmen türler yolculukları boyunca pek çok ekosistemi kullanırlar.



**Genetik çeşitlilik:** Genetik çeşitlilik, genlerin farklılaşmasıyla adaptasyon yeteneği farklı ırkların gelişmesini sağlar. Olası bir felaket halinde türün tamamen yok olmasını önler. Genetik çeşitliliği yüksek habitatlar "biyoçeşitlilik sıcak noktaları" olarak tanımlanır.

**IV) Kültürel Hizmetler:**



**Rekreasyon, ruh ve beden sağlığı:** Tabiat, insanların fiziksel ve ruhsal olarak rahatlamasını, kendisini iyi hissetmesini sağlar.



**Turizm:** Ekosistemler ve biyoçeşitlilik, pek çok ülke için önemli gelir kaynağı olan turizm sektöründe önemli bir role sahiptir. Doğa turizmi, kültür turizmi, ekoturizm başta olmak üzere ekosistemler, insanlara eğlenmeki dinlenmek ve öğrenmek için çeşitli fırsatlar sunmaktadır.



**Estetik değerler, kültürel, sanatsal ve tasarım için ilham kaynağı:** Biyolojik çeşitlilik, ekosistemler, tabiat ve doğal peyzajlar eski tarihlerden beri insanlar için sanat, kültür, özellikle de bilimsel mecralarda ilham kaynağı olmuştur.



**Spiritüel deneyimler ve tinsel duygular:** Dünyanın pek çok yerinde, kutsal kabul edilen veya dini anlamlar yüklenen özel ormanlar, mağaralar veya dağlar buunmaktadır. Bütün dini ve geleneksel inanç sistemlerinde tabiatın özel bir yeri vardır.

Avrupa Çevre Ajansı (EEA) tarafından oluşturulan Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) (2011) metodolojisine göre ekosistem hizmetleri 3 sınıfta incelenmektedir. TEEB ve MEA'dan farklı olarak

düzenleyici/habitat hizmetleri grubu ayrı bir hizmet grubu olarak değerlendirilmemiş, düzenleme ve idame hizmetleri sınıfına dahil edilmiştir (European Environment Agency, 2011):

Avrupa Çevre Ajansının ekosistem hizmetleri için uluslararası sınıflandırma (CICES) yaklaşımına göre hizmet kategorileri şu şekildedir:

**I) Ön tedarik hizmetleri**: Ekosistemlerden sağlanan, somut, değişimi ya da ticareti yapılabilen, doğrudan tüketilebildiği gibi üretim sürecine hammadde olarak da kullanılabilen her türlü canlı ve cansız "madde" ve "enerji" kaynaklarıdır[3].

**1. Gıda**: içme suyu dahil doğrudan veya dolaylı olarak beslenme amaçlı kullanılan her türlü ekosistem ürünü,

**2. Materyal (material)**: üretim süreçlerinde kullanılan canlı veya cansız her türlü hammadde

**3. Enerji:** canlı ve cansız yenilenebilir enerji kaynakları

**II) Düzenleme ve idame hizmetleri:** Ekosistemlerin, insanların yaşadığı çevreyi tanımlayan biyotik veya abiyotik parametleri düzenlemesi ve kontrol altında tutmasıdır. Bu hizmetler tüketilmez ancak bireylerin, toplulukların ve onların aktivitelerinin performansını etkiler.

**1. Atık düzenleme**: atıkların düzenlenmesi ve bertaraf edilmesi (biyoremediasyon, filtrasyon, sekestrasyon, absorpsiyon, vb.)

**2. Akış düzenleme**: katı sıvı ve gaz her türlü ortama ilişkin akış kontrolü (havalandırma, su depolama, sedimantasyon, erozyon ve çığ kontolü, vb.)

**3. Fiziksel çevrenin düzenlenmesi**: bölgesel ve küresel ölçekte iklim düzenlenmesi de dahil fiziksel çevrenin düzenlenmesi (karbon tutma, bölgesel iklim kontrolü, su kalitesi, toprak kalitesi, vb.)

[3] Mineraller "madde" tanımına; petrol ve coil de "enerji" tanımına dahil edilmemiştir.

**4. Biyotik (canlı) çevrenin düzenlenmesi**: habitat düzenlemesi ve idamesi de dâhil, hastalık kontrolü, bakım ve iyileştirme fonksiyonları (tozlaşma, tohum dağılımı, hastalık-haşere kontrolü, gen havuzunun korunması, vb.)

**III) Kültürel hizmetler**: sembolik, kültürel ve entelektüel değeri olan ve maddi olmayan her türlü ekosistem çıktısı.

**1. Sembolik değerler** (kültürel ve doğal peyzajlar, estetik ve kutsal alanlar, spritüel değerler, vb.)

**2. Fikri (intellectual) ve deneysel (experiential) değerler** (bilimsel keşif, eğitim, koleksiyon, avlanma, vb.)

Ek-1'de MEA, TEEB ve AEE-CICES gibi farklı otoritelerin ekosistem hizmeleri sistematiği karşılaştırmalı olarak verilmektedir.

Ekosistemlerle ilgili olarak öncelikle "fonksiyon" kavramını, diğer ekolojik yapı ve süreçlerden ayrı tutmak gerekir. Fonksiyonlar, ekosistemlerin ekolojik yapı ve süreçler üzerinden bir hizmeti sağlama potansiyelidir. Örneğin, birincil üretim (=proses) balık popülasyonunun (=fonksiyon) sürdürülmesi için gerekir, balık popülasyonu ise önemli bir besin (=hizmet) kaynağıdır. Aynı şekilde, madde (azot, karbon, su vb.) döngüleri (=proses) suyun arıtılmasını (=fonksiyon) sağlayarak, temiz su (= ön tedarik hizmeti) ihtiyacına cevap vermektedir (TEEB, 2010a).

**Örnek 1:** doğal bir ekosistemden beslenme amaçlı balık avlanması
Birincil balık üretimi: proses
Balık popülasyonun yaşayabilir düzeyde tutulması: fonksiyon
Tüketime hazır avlanmış balıklar: hizmet

**Örnek 2:** atık suların doğal ekosistemler tarafından arıtılması
Madde (azot, karbon, su vb.) döngüleri: proses
Suyun kirletici maddelerden arıtılması: fonksiyon
Arıtılmış temiz su: hizmet

Örneğin, bir akarsuyun toplanma havzasında suyun akışını yavaşlatan orman örtüsü suyun akışını düzenleyerek sel riskini azaltması aslında doğanın sunduğu düzenleyici hizmetlerden biridir. Milenyum (Binyıl) Ekosistem Değerlendirmesi, (2005a) ekosistem hizmetlerini kısaca "doğanın insanlara sunduğu faydalar" olarak tanımlıyor. Ancak bu ifade, işlevsel bir tanım olmaktan uzak ve muhasebe, peyzaj yönetimi ya da kıymetlendirme gibi konular için yetersiz kalmaktadır (ESA, 2008).

Milenyum (Binyıl) Ekosistem Değerlendirmesi ekosistem hizmetlerini destekleyici, düzenleyici, kültürel ve ön tedarik hizmetleri gibi kategorilere ayırmaktadır. Bu kategoriler ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerlerinin belirlenmesinde kafa karıştırıcı olmaktadır. Örneğin MEA için madde döngüsü destekleyici hizmet iken su akış rejiminin düzenlenmesi düzenleyici hizmet ve rekreasyon kültürel hizmettir (ESA, 2008).

Ancak ilk ikisinin aynı hizmeti –temiz su- sağladığı, üçüncünün ise temiz suyun rekreasyon amaçlı kullanımıyla topluma doğrudan yarar sağladığı görülmektedir. Eğer her üç hizmet de ayrı ayrı kıymetlendirilecek olursa, ara hizmetler zaten nihai hizmetlerin içinde zaten doğal olarak var olduğu için çifte hesaplama riski ortaya çıkacaktır. Buradan hareketle, Boyd and Banzhaf (2007), üzerinden söyleyebiliriz ki, ekosistem hizmetleri aslında yalnızca levrek popülasyonu ya da yüzey suları gibi nihai ürünlerdir (Boyd & Banzhaf, 2007) (ESA, 2008).

Ekosistem hizmetleri organizasyon, operasyon ve dışa akış (doğrudan veya dolaylı olarak insanlar tarafından tüketilmesi/kullanılması) özelliklerine sahiptir. Dolayısıyla hesaplamalarda, geleneksel muhasebe sistemlerinde olduğu gibi ara hizmetlerin ve nihai servislerin ayrı ayrı tanımlanması önerilmektedir. Örneğin besin tedariki nihai hizmet iken tozlaşma bir ara hizmettir. Burdaki fayda aslında tüketilmeye hazır gıda teminidir (ESA, 2008).

Kısaca, ekosistem servisleri ekolojik olgular olup buradaki "fayda" ise insan refahı üzerinde doğrudan etkisi olan unsurlardır. Aslında, "fayda" ekosistem hizmetleri ve insan gücü, bilgi, tecrübe, teknoloji vb. destekleyici kapitallerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkmaktadır. Örneğin bir hidroelektrik santral tesisinde düzenleyici hizmetlerde yer alan suyun mühendislik bilgileri, teknik altyapı, beton tesisler aracılığı ile enerji üretiminde kullanılması gibi (ESA, 2008).

Çizelge 1.2'de görüleceği üzere, ara hizmetler, nihai hizmetler ve üretilen faydaların birbirleriyle ilişkisi ortaya konmaktadır. Mevcut muhasebe ve kıymetlendirme çalışmalarında yalnızca nihai hizmetlerin ürettiği faydaların toplamaya dahil edilmesiyle çift sayma (double counting) hatasından kaçınılabilir. Ancak, aynı hizmetin birden fazla fayda (taşkın engelleme, içme suyu ve rekreasyon gibi) üretebileceği de akılda bulundurulmalıdır.

Ancak, Boyd and Banzhaf (2007), tarafından da ortaya koyulduğu üzere ara hizmetler, nihai hizmetler ve faydaları gruplamak, net bir şekilde ayırmak güçtür. Hizmetler genellikle yararlanıcının yaklaşımına göre tanımlanan fonksiyonlardır. Örneğin, istikrarlı bir su kaynağı konusunda ilgisi olan birisi için bitkilendirilmiş bir alanın sağlayacağı su düzenleme hizmetleri nihai hizmet olarak kıymetlenirken, tekne gezintisi gibi rekreasyon amaçlı kullanılacak olan su kaynağı konusunda ilgisi olan biri içinse ara hizmet olarak kıymetlendirilecektir (ESA, 2008).

**Çizelge 2.1.** Ara hizmetler, Nihai Hizmetler ve Faydalar Arasındaki İlişki
Kaynak: (ESA, 2008)

| **Ara hizmetler** | | **Nihai hizmetler** | **Faydalar** |
|---|---|---|---|
| Toprak formasyonu ⟶ | Besin döngüsü → | Temiz su temini→ | İçme suyu |
| | Tozlaşma → | Gıda tedariği → | Meyveler |
| | Birincil üretim→ | Su düzenleme → | Taşkın/sel kontrolü |

Literatürde çift sayma (double counting) konusunun getirdiği problemler (örneğin bir grup ağacın hem sürdürülebilir kereste temini hem de karbon depolama için ayrı ayrı kıymetlendirilmesi gibi) çok nadir olarak gündeme getirilmektedir. Ancak istisna olarak *Anderson et al. (2002)* çifte hesaplama konusuna özel ilgi göstermiş, toplam kıymeti hesaplarken ara hizmetleri (madde döngüsü vb.) hesaba katmamış yalnızca ara hizmetlerin ürettiği faydaları toplamıştır. Giderek daha çok yankı bulan bir disiplin olarak ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesinde çift sayma (double counting) konusu daha fazla dikkate alınmalıdır (ESA, 2008).

Boyd and Banzhaf (2007), nihai ekosistem hizmeti kavramı için "doğrudan tüketilen, yararlanılan veya insan refahı için (doğrudan) kullanılan doğa bileşenleri" tanımını öne sürmektedir. Nihai ekosistem hizmetleri, niceldir, direkt olarak kullanılır veya tüketilir ve bu yüzden bir kıymeti ve fiyatı vardır. Ancak, hizmet, sermaye (capital) ve mal (asset) kavramları arasındaki farkın bilinmesi gerekmektedir. (Boyd & Banzhaf, 2007)

Nihai hizmetleri tabiatın sunduğu nihai ürünler olarak tanımlayan Boyd and Banzhaf (2007), ara hizmetler ile nihai hizmetler arasındaki ayrımın, hesaplamalar açısından son derece önemli olduğunu belirtmektedir. Eğer sağlıklı bir ayrım yapılmazsa, ara ürün olarak sayılan bir unsur aynı zamanda yapısında yer aldığı nihai ürünün kıymetlendirilmesine de dâhil olduğu için ara ürünler iki defa sayılmış olacaktır. (Boyd & Banzhaf, 2007)

Direkt kullanılıyor olma özelliğinin yanı sıra ekosistem servisleri birer fonksiyon ya da proses olmaktan çok ekolojik bileşenler yani ekolojik varlıklar ya da özelliklerdir. Örneğin, su kaynakları, okyanuslar, bitki örtüleri, tür popülasyonları gibi.. Ekosistem fonksiyonları ya da prosesleri ise ekosistem bileşenleri arasındaki biyolojik, kimyasal ve fiziksel ilişkiler bütünüdür. Fonksiyon ya da prosesler kesinlikle nihai ürün değil; nihai ekosistem hizmetleri için aracı süreçlerdir (Boyd & Banzhaf, 2007).

Daily (1997)'nin listesinde sıkça, madde döngüsü gibi fonksiyonlar hizmet olarak isimlendirilmektedir. Ancak, Boyd and Banzhaf (2007)'a göre madde döngüsü nihai bir hizmet değil, ekolojik bir fonksiyondur. Çok değerli ve hayati bir fonksiyondur ancak nihai ürün değil bir ara süreçtir. Örneğin su arıtımı nihai bir ekosistem hizmeti midir? Boyd and Banzhaf (2007)'ın mantığına göre arıtma, temiz su üretimini sağlayan ekosistem fonksiyonudur. Kullanılan terminolojide, arıtma, hizmetin üretimine ilişkin bir fonksiyondur. Hizmet ise sağlık, rekreasyon vb kullanımlar için üretilen ve kıymetlendirilen temiz sudur (Boyd & Banzhaf, 2007)

Proseslerin ölçülebilmesi, bu proseslerin sonuçlarının ölçülmesinden çok daha zordur. Diğer bir taksonomik örnek ise, süregelen (ongoing) ve ekosistem yapısını ve şartlarını araştırmak ve ortaya koymak üzere milletler arası bir girişim olan MEA nın yaklaşımıdır. Ölçümleri teşvik etmek için ekosistem hizmetleri paradigmasını ortaya atan MEA hesap verebilirlik (accountability assess.) değerlendirmesi için iyi bir örnektir. Bu paradigma ve önerilen ölçümlerin bir çoğu otoriterlerce desteklenen çalışmalardır. Ancak, pratik ölçümlerde kafa karıştırıcı olan da yine MEA nın "fazlasıyla genel" olan jenerik "hizmet" tanımıdır (Boyd & Banzhaf, 2007).

Mevcut sınıflandırma çalışmalarına bakıldığında, MEA listesinde yer alan kereste, yakacak odun, hayvancılık, bitkiler konusunda bütün yaklaşımlar ortak bir tanımda buluşurken (MEA, 2005a) diğer yandan özellikle kamu malları konu olduğunda yapıcı ve kapsamlı bir tanım bulunmadığı görülmektedir. Örneğin, düzenleyici hizmetler listesindeki hizmetlerin (tarım zararlılarıyla mücadele, hastalık kontrolü, afet azaltımı, tozlaşma, iklim düzenleme, vb.) neredeyse hepsi Daily'nin listelediği fonksiyon ve proseslere karşılık gelmektedir (Daily, 1997). Bunların bir kısmı fonksiyon bir kısmı ise fayda olarak tanımlanmalıdır. Yine, kültürel hizmetler sınıfındaki "dini ve manevi değerler, estetik değerler, rekreasyon ve ekoturizm" yeterince tatmin edici şekilde tanımlamamıştır. Bütün bunlar çok

jenerik ve aslında fayda olarak tanımlanması gereken unsurlar olup hiç biri nihai hizmet değildir.

Diğer yandan işlenmiş tarım ürünlerinin çeşitli kapitaller, emek ve iş gücü gibi girdileri bulunmaktadır. Bu sebeple işlenmiş tarım ürünlerini ekosistem hizmetlerinin ölçüsü gibi değerlendirmek yanıltıcı olacaktır. Geçinmek için üretimi yapılan tarım ürünleri ve avlanan çoğu deniz ürünleri bu kapsamın dışındadır. Bu durumlarda, söz konusu ürünler herhangi bir işleme tabi tutulmadan doğrudan ekosistemden temin edildiği şekliyle kullanıma sunulduğu için elde edilen ürünler direkt olarak ekosistem hizmetlerini ölçmek için kullanılabilir. Daha önce de belirtildiği üzere, ara prosesler ve bileşenler de kesinlikle ayrı bir kıymete sahiptir ancak, onlar nihai hizmetlerin girdisi olduğu için onların değeri de nihai hizmetlerin kıymetinde doğrudan yer almakta ve nihai hizmetlerin kıymetinin yanında ayrıca bir kıymet olarak toplam ekonomik değere dahil edilmemektedir. (Boyd & Banzhaf, 2007).

Boyd ve Banzhaf'ın (2007) ortaya koyduğu yaklaşımın iki temel mantığı vardır. Öncelikle, nihai ürün ve hizmetlerin kıymet hesabında ekolojik olmayan her türlü girdi ve bedel hariç tutulmalıdır. Eğer bir hizmetin meydana gelmesinde emek, işgücü ve sermaye gerekiyorsa o hizmet ya da ürün artık "ekolojik" şeklinde tanımlamamalıdır. Örneğin rekreasyon unsurları ve ticari üretimler başka ekosistem hizmetlerinin yanısıra daha başka girdiler de ihtiva ettikleri için ekosistem hizmeti değildirler. İkinci ise, iktisadi hesaplar yalnızca ekolojik nihai ürünlerle ilgilenir (Boyd & Banzhaf, 2007).

Doğanın tedarik ettiği faydaları analiz ederken ürünler ve hizmetler şeklinde bir çerçeve belirlemek faydalı olacaktır. "Ürünler", hem ekosistemlerden (kereste) hem de abiyotik kaynaklardan sağlanabilirken (madenler/mineraller); "hizmetler" esas olarak ekosistemlerden sağlanır. Ekosistem hizmetlerine ("ekohizmetler") örnek olarak olarak sulak alanların taşkınları önlemesi, ormanların sera etkisi yaratan

gazları tutma kapasitesi, akarsuların atıkları seyreltmesi verilebilir. Ekosistem fonksiyonları aslında, doğadaki madde ve enerji dönüşümleridir. Ekosistem hizmetleri ve ürünleri de bu dönüşümler sonucunda ortaya çıkan ve doğrudan veya dolaylı olarak insanların bu süreçlerden temin ettikleri faydalardır (Costanza et al., 1997; Daily 1997, De Groot et al., 2002; Wilson, Costanza and Troy, 2004).

### 1.1.1. Biyoekonomi ve Biyoteknoloji

Biyoekonomi, biyolojik sistemlere dayalı ekonomik faaliyetler bütünü olarak tanımlanabilir. En basit haliyle ısınmak için odun kullanılmasından, tarım, hayvancılık, orman, gıda, çevre, enerji, kimya, genetik bilgi, farmakoloji sektörlerine kadar pek çok ürün ve hizmet biyoekonomi alanı içine girer.

Biyoloji-temelli ekonomi olarak da adlandırılan biyoekonomi kavramını geniş anlamda ekonomik bir bakış açısıyla tanımlamak gerekirse, biyoekonomi; biyolojik ürün ve süreçlerin keşif, geliştirme, üretim ve kullanımını konu alan ekonomik etkinlikler bütünüdür. Biyoekonomi stratejileri, genler ve karmaşık hücre süreçlerinde ileri seviye bilgi birikimi, yenilenebilir biyomas ve biyoteknoloji çalışmalarının tüm sektörelere uygulanması olmak üzere üç temel hedefi içermektedir (OSİB, 2012).

Günümüz ekonomik yaşamının temeli kabul edilen ve yaklaşık 200 yıllık geçmişi olan sanayi devrimi ham madde ve enerji kaynaklarının tüketimi ve çevre ve insan sağlığı açısından telafisi çok güç olan ağır tahribatlar yaratmıştır. Sürdürülebilir ekonomi modelleri için biyoteknoloji oldukça umut verici bir teknolojik süreç olarak göze çarpmaktadır.

Biyoteknoloji BM Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesinde "*özgün bir kullanım amacıyla ürünler veya süreçler meydana getirmek veya varolanları değişime uğratmak üzere biyolojik sistemlerin, canlı organizmaların veya bunların türevlerinin kullanıldığı her türlü teknolojik uygulama*" olarak tanımlanmıştır. OECD ise biyoteknolojiyi "temel bilimlerin ve mühendislik ilkelerinin,

hammaddelerin biyolojik araçlar yardımı ile ürünlere dönüştürüldüğü süreçlere uygulandığı bir teknoloji" olarak tanımlamaktadır. Biyoteknoloji'nin 2000 'li yılların başında EFB (European Federation of Biotechnology) tarafından " İnsan ve çevre sağlığını olumsuz etkilemeyecek yöntemlerle ve bilim ve mühendislik ilkelerine dayalı olarak biyolojik sistemlerin mal ve hizmet üretiminde kullanılması" şeklinde yapılan tanımı şimdiye değin yapılan tanımlar arasında en özetleyici ve kapsamlı olanıdır.

Antik dönemde Eski Mısır ve Mezopotamyada gerçekleştirilen hamur-mayalanması, şarap yapımı gibi biyolojik süreçler teknik anlamda dikkate alındığında, biyoteknolojik uygulamaların insanlık tarihi kadar eski bir geçmişi olduğu görülmektedir. Milattan önce 6000'lerde Sümerler ve Babillerin bir fermantasyon ürünü olan birayı ürettiği bilinmektedir. Birayı, ekmek, şarap, peynir, yoğurt gibi diğer fermantasyon ürünleri izlemiştir. (Wikipedia, 2016). İnsanlık 1860'larda Mendel ile genin varlığını öğrenmiş ve 20. yüzyılda "gen", "genetik" terimleri ile tanışmıştır.

Diğer yandan biyoteknoloji terimi ilk kez 1919 yılında Karl Erkey tarafından kullanılmıştır. Watson ve Crick tarafından 1953 DNA yapısının keşfi yeni bir çığır açmıştır. İnsanlık 1973'de Cohen ve Boyer tarafından rekombinant DNA teknolojisinin geliştirilmesi ile yeni DNA dizinleri oluşturabilmeye başlamıştır. 1950 yılından itibaren moleküler-biyoloji ve moleküler-genetik alanında kaydedilen hızlı ilerlemeler 1970'li yıllarda moleküler biyoteknoloji'nin kurulmasına öncülük etmiştir.

### 1.1.2. Genetik Kaynaklar ve Biyokaçakçılık

Dünyada en fazla biyolojik çeşitlilik gözlenen ekosistemler karasal ortamlarda tropik yağmur ormanları (Güney Amerika Amazon havzası), sucul ortamlarda ise mercan (Güney Batı Pasifik) kayalıklarıdır (Primack, 2012).

Biyoçeşitlilik insan yaşamı için önemli ekonomik değerler yaratmanın yanı sıra ekolojik hizmetleriyle yaşamın sürdürülebilirliği bakımından da önem taşıyan bir süreçtir. Biyoçeşitlilik kapsamı içinde yer alan biyolojik-kaynak (kullanılabilirlik değeri olan biyolojik unsurlar) ve genetik-kaynaklar (genetik amaçlı kullanım değeri olan biyolojik kaynaklar) pek çok üretim sürecinde önemli ekonomik değere sahiptir. Bitkisel biyoçeşitliğin dolayısıyla da bitkisel genetik kaynakların dünya üzerindeki varlığının korunması ve saklanması gezenimizdeki yaşamın sürdürülebilirliği açısından ekolojik bir öneme sahip olmakla beraber, bu kaynakların küresel ekonomi temelinde önemli bir pazar değeri olduğu da unutulmamalıdır (OSİB, 2012). 1980'li yıllardan itibaren dünya kamuoyunun ilgisini çekmeye başlayan küresel ölçekteki biyoçeşitlilik kaybını önlemek üzere biyoçeşitliliğin korunmasını temel alan, uluslararası düzenlemelerin çevresel olduğu kadar ekonomik gerekçeleri olduğu açıktır. Günümüzde biyoçeşitlilik, biyoteknoloji ve biyoekonomi ilişkisinde biyoteknolojinin hammaddesi olan genetik kaynaklar potansiyelini belirlediği için biyoçeşitlilik modern biyo-ekonominin temel taşlarından biri olmaktadır.

Genetik kaynak kullanımının uluslararası konumu ele alındığında, bunlardan yeni katma değerler üretebilecek sermaye gücü ve teknolojik birikimin gelişmiş kuzey ülkelerinin, genetik kaynak zenginliğinin ise tam tersine gelişmekte olan ülkelerin elinde olduğu görülmektedir.

**Biyokaçakçılık**

İnsanlar varoluşlarından bu yana yabani bitki ve hayvanları ihtiyaçlarına göre değişeme uğratmış, ticarileştirmiş ve gelir kaynağı olarak kullanmaya başlamıştır. Birleşmiş Milletler Çevre Programı'nın (UNEP) 2005 yılı kayıtlarına göre yabani bitki ve hayvanların yasal ticareti 300 milyar dolarlık bir küresel pazara sahiptir (OSİB, 2012).

Yabani türlerin bireylerinin yasal ticaretinin yanında yasa dışı ticareti de söz konusudur. Türlerin yasa dışı ticareti ekonomik açıdan uyuşturucu ve silah kaçakçılığından sonra dünyadaki kaçakçılık olaylarında üçüncü sırayı almıştır.

Yabani bitki ve hayvanlar hem doğrudan kullanım amacıyla hem de teknolojik gelişmeler paralelinde genetik kaynak olarak yasa dışı yollardan elde edilmeye çalışılan önemli bir kaynak niteliği kazanmış ve küresel biyoçeşitlilik platformlarında ele alınan sorunlar arasına girmiştir. "Biyolojik/genetik kaynakların yetkili makamların izni olmadan toplanması ve yurt dışına çıkartılması" kısaca "biyokaçakçılık" veya "biyokorsanlık" terimleri ile ifade edilmektedir (OSİB, 2012).

Biyokaçakçılık yabani bitki ve hayvanların doğadan kontrolsüz olarak toplanması sonucunda birey sayısında azalma, türün popülasyon büyüklüğünde daralma, giderek türlerin kaybolması, kaybolan veya popülasyonu daralan türe bağımlı olan diğer türlerin ve ekosistemin diğer bileşenlerinin etkilenmesi, bunun sonucunda besin zincirinin ve diğer ekosistem süreçlerinin bozularak ekosistemin tahrip olmasına neden olmaktadır (OSİB, 2012).

Biyokaçakçılığın diğer bir sonucu ise ekonomik kayıptır. Türlerin doğrudan kullanım amacıyla ticaretinden kaynaklanan ekonomik kayıptan daha vahim olanı, gelişen biyoteknoloji ile birlikte biyolojik kaynaklara dayalı ürünlerin, genlerin, genomların ve biyolojik süreçlerin patentlenebilir duruma gelmesi nedeniyle biyolojik kaynaklarımız üzerindeki hükümranlık haklarımızın ihlal edilmesinden doğan ölçülemez boyuttaki ekonomik kayıptır. Örneğin, insan beslenmesinde temel gıdaların başında gelen ve anavatanı Meksika ve Anadolu olan buğdayın yabani akrabaları, hastalıklara, kuraklığa ve tuzluluğa direnç genleri taşıdığından yabancı araştırmacıların ilgi odağıdır. Bu kişiler ya da firmalar, yabani buğdaylardan hastalıklara direnç genlerini belirleyip izole ederek, çeşitli kültür formlarına aktarmak yoluyla geliştirdikleri çeşitlerden patent hakkı elde etmekte ve milyonlarca dolar gelir elde etmektedirler. Bu noktada, fikri mülkiyet hakları, patent gibi özel

durumlar ortaya çıkmakta ve bunların menşei ülkede değil de geliştirilen ülke tarafından ele geçirilerek kullanılıyor olması genetik kaynağın kaybı ve dolayısıyla ekonomik anlamda da kayıp olarak karşımıza çıkmaktadır.

Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü[4] verilerine göre Türkiye'de en fazla böcek, kelebek, bitki, kuş, yılan, kaplumbağa, kertenkele, salyangoz kaçakçılığı yapılmaktadır. Canlıların yanı sıra boynuz, tüy, tırnak ve diş gibi parçalar da kaçırılmaktadır. Genetik kaynaklar tıp, endüstri, madencilik, çevre, balıkçılık, ormancılık, hayvancılık, tarım gibi çeşitli sektörlerde; bitkiler ise daha çok ilâç, gıda, kozmetik sanayiinde kullanılmaktadır. Zaman zaman sırf süs bitkisi amacıyla da yurtdışına kaçırılmaktadır. Böcekler sıcak, soğuk, radyasyon gibi ekstrem koşullara direnç, antibiyotik direnci ve yeni nesil antibiyotiklerin geliştirilmesinde kullanılırken karmin maddesinden dolayı renklendirici olarak kozmetik, ilâç, gıda, sanayii ve boyacılıkta da vazgeçilmez bir yere sahiptir. Yasadışı yollardan Türkiye'den en fazla soğanlı bitkiler kaçırılmaktadır.

### 1.1.3. Sağlık, sosyo-ekonomik ve çevresel etkiler

**Sağlık:**

Gıda üretimi, su temini, doğal afet kontrolü, sıtma gibi pek çok küresel hastalığın engellenmesi ve tedavisinin adresi olan ekosistemler nedeniyle insan sağlığı, biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetleriyle doğrudan ilişkilidir. Ekosistemlerdeki değişimler sıtma, kolera gibi bilinen ve bilinmeyen pek çok yeni patojenin ortaya çıkmasına ve çoğalmasına sebep olmaktadır. Sadece Afrika'da, eğer 35 yıl önce sıtma mikrobu kontrol altına alınabilseydi bugün Afrika'nın GSYİH değeri 100 milyar dolar (yaklaşık %25 artışa karşılık geliyor) daha fazla olacaktı (MEA, 2005a).

[4] Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma Milli Parklar Genel Müdürlüğü yetkilileri ve kaynaklarından elde edilen veriler kullanılmıştır.

Ekonomik nedenlerden ötürü insalığın %80'i halen modern tıbba erişememekte, geleneksel yöntemlerle tıbbi bitkilerden elde ettikleri ilaçlarla tedavi uygulamaktadır. Bitkiler modern tıp için önemli bir kaynaktır. Ağrıya karşı etkili olan haşhaştan üretilen afyon ve bileşenleri en çok bilinen ve en eski ilaçlardandır. Çoğunluğu toksik bitkilerden oluşan tıbbi bitkilerin etken maddelerinin araştırılmasıyla son 150 yılda tıbbi bitkilerden pek çok önemli ilaç elde edilmiştir. Evrensel bir farmasötik ürün olan aspirin çayırkaraliçesinde keşfedilmiş olan salisilik asitten; penisilin *Penicillium* cinsine ait mantarlardan elde edilmektedir. Güncel ilaçlara bakıldığında, anti-tümör ajanları Madagaskar menekşesi ve Amerikan porsuk ağacı kabuğu gibi doğal ürünlerden özütlenmektedir. Köpek balığı karaciğeri insan vücudunun kansere direncini artıran maddeler içermekte, arı zehri artrit tedavisinde kullanılmakta, pek çok yılan zehri de yine farmakolojide kullanılmaktadır (Leveque & Mounolou, 2013).

Dünya üzerinde yaklaşık 20.000 bitki geleneksel tıpta kullanılmakla birlikte sadece 5000 tanesi tıbbi maddelerin potansiyel kaynakları olarak bilimsel açıdan araştırılmıştır. Farmasötik araştırmanın doğal şifacılar tarafından bitkiler konusunda biriktirilmiş olan geniş bilgi birikiminden de yararlanması beklenmektedir (Leveque & Mounolou, 2013).

Biyolojik çeşitlilik ve modern tıp ve sağlık hizmetleri arasında doğrudan ve önemli bir ilişki bulunmaktadır (Newman & Cragg, 2007), (TEEB, 2008):

- ABD'de en çok satılan 25 ilacın 10 tanesi de dâhil, sentetik ilaçların hemen hemen yarısı doğal kaynaklı ilaçlardır.
- Anti-kanser ilaçların %42 si doğal, %34 ü ise yarı doğaldır.
- Çin'de kayıtlı 30.000 yüksek bitki türünün 5000'den fazlası tedavi amaçlı kullanılmaktadır.
- Dünya nüfusunun dörtte üçü doğal ve geleneksel tedavi yöntemlerini uygulamaktadır.

- ABD'de 1997 ylında, genetik kaynaklardan elde edilen ilaçların cirosu 75 milyar ABD Doları ile 150 milyar ABD Doları arasında seyretmiştir.
- Gingko ağacından elde edilen, kardiyovasküler hastalıkların tedavisinde kullanılan etken maddenin yıllık cirosu 360 milyar ABD Dolarıdır.

Sağlık için diğer önemli husus ise dengeli ve yeterli beslenmedir. Dünyada yaklaşık 7000 tür bitki ve yüzlerce hayvan türü insanlar tarafından gıda amaçlı tüketilmektedir. Bazı yerli ve geleneksel topluluklar 200 civarı türle beslenmektedir. Özellikle yabani gıda kaynakları yoksul ve topraksız toplulukların beslenmesinde oldukça önemlidir. Bugün, dünya genelinde aşırı avlanması sebebiyle denizlerdeki balık stoklarının azalması ve tropik bölgelerdeki vahşi hayvan eti ticareti yüzünden pek çok ülkede insan sağlığı için oldukça önemli olan hayvansal protein yetersizliği söz konusudur (MEA, 2005b).

**Sosyo-ekonomik etkiler:**

Pek çok toplumda yüklendikleri farklı roller sebebiyle kadın erkeğin biyolojik çeşitlilikle ve ekosistemlerle ilişkisi farklı düzeylerdedir. Özellikle kırsal bölgelerde kadın yemek, su, yakacak temini, tarım ve hayvancılık faaliyetleri gibi görevleri sebebiyle doğrudan ekosistem hizmetlerine bağlıdır. Örneğin az gelişmiş bölgelerde pirinç, buğday ve mısır gibi temel gıda ürünleri doğrudan kadınlar tarafından yetiştirilmektedir. Yemek pişirmek için gerekli odunun temini, kuyu veya herhangi bir kaynaktan suyun taşınması, hayvanlarn bakımı vb faaliyetler çoğunlukla kadınlar tarafından gerçekleştirilmektedir. Ekosistem hizmetlerindeki azalma ve kötüleşme kadınların ihtiyaç duyulan odunu, suyu, gıdayı temin etmesi için çok daha fazla emek ve zaman harcamasına yol açmakta, çocuk bakımı, çocukların eğitimi, dinlenme gibi diğer faaliyetlerin kısıtlanmasına yol açmaktadır. Dolayısıyla ekosistem hizmetlerindeki değişimlere karşı kadınlar ve çocuklar daha savunmasız durumdadır.

Diğer yandan, yoksul toplulukların ekosistem hizmetlerine bağımlılık düzeyi varlıklı toplumlara göre çok daha yüksektir. Ancak çevrenin ve ekosistemlerin yoksullukla mücadeledeki rolü ulusal istatistiklere, yoksulluk değerlendirmelerine ve ileriye dönük stratejilere pek yansıtılmamaktadır. Örneğin, yakın zamanda 17 ülke üzerinde yapılan çalışmaların sonuçlarına göre, orman bölgelerindeki kırsal toplulukların hane gelirlerinin %22'si yabani besin kaynakları, yakacak odun, hayvan yemi, tıbbi bitkiler ve kereste gibi ulusal istatistiklere yansımayan kaynaklara dayanmaktadır. Varlıklı ailelerle kıyaslandığında bu kaynaklar yoksul ailelerin toplam gelirinin çok daha büyük bir kısmına karşılık gelmektedir (MEA, 2005a).

Biyolojik kaynakların azalması veya yok olması yoksul toplumların yaşamlarını sürdürebilmesi için gerekli kaynakların yok olması anlamına gelmektedir. Varlıklı toplumlar ihtiyaç duydukları kaynakları başka bölgelerden satın alacak güce sahip oldukları için bundan daha az etkilenmektedir. Örneğin Kuzey Atlantik'te balık stoklarının azalması üzerine Avrupa ve diğer ticari balıkçılık şirketleri rotayı Batı Afrika denizlerine çevirdiler. Ancak Afrika için bol bulunan, ucuz bir protein ve temel besin kaynağı olan balık stokları Avrupa'nın bu girişimiyle oldukça azalmış ve Batı Afrika'yı tehdit etmeye başlamıştır (MEA, 2005b).

Bitki veya hayvan gen kaynaklarındaki çeşitlilik, ülkelerin tarım ve hayvancılıkta kendine yetmesinde ve uluslararası ticarette etkin olabilmesinde önem taşımaktadır. Bu türlerde meydana gelen azalma ve tükenme, bunlara bağlı üretim alanlarında daralmalara neden olarak, istihdamın azalmasına ve dolayısıyla ekonomik ve toplumsal çatışmalara neden olmaktadır. Türlerdeki yok oluş, bu türlerden elde edilen ilaç, yemek, giysi, içecek vb. ürünlerin yok olmasına ve yine bu ürünlerle birlikte binlerce yıldır var olan kültür ve bilgi birikiminin de yok olmasına neden olmaktadır. Bu durum ülkelerin sosyo-kültürel yapısına olumsuz etki yapmaktadır.

**Çevre ilişkisi:**

Suyun ve havanın temizlenmesi, toprağın korunması, doğal afetlerin dengelenmesi, hastalık ve haşere kontrolü, iklim düzenlenmesi, kültürel değerler gibi pek çok ekosistem hizmeti doğrudan çevrenin korunmasıyla ilgilidir (MEA, 2005a). Çalışma kapsamında, Acarlar Gölünün sağladığı ekosistem hizmetlerinden biri olan atık tutma (atıksu arıtma) hizmetinin çevrenin korunmasına katkısı detaylı olarak verilmektedir. (Bkz: Bölüm 7. Bulgular ve Tartışma)

### 1.1.4. Gıda, Su ve Enerji Güvenliği

Gıda güvenliği, tüm insanların kendi beslenme gereksinimlerini karşılamak üzere her an, yeterli, güvenli ve besleyici gıdaya fiziksel ve ekonomik olarak ulaşabilmesi ve gıda tercihlerinin etkin ve sağlıklı bir yaşam için karşılanması olarak tanımlanmaktadır (Türkeş, 2014).

Biyoçeşitlilik insan sağlığının temelidir ve gıda güvenliği açısından hayati bir öneme sahiptir. Bitkilerin ve hayvanların genetik çeşitliliği, sağlıklı ve çeşit aşısından zengin gıdayı desteklemesinin yanı sıra, gıda sisteminin gelişmesi ve değişen koşullara uyum sağlaması açısından da bir kaynak niteliğindedir. Biyoçeşitlilik, gıda kaynağı olmasının dışında, sürdürülebilir ve esnek gıda verimliliğinin sağlanmasında önemli rol oynayan ekosistemleri de içerir. Sağlıklı topraklar suyu ve bitkiler için gerekli besinleri sağlarken, polinatörler (tozlaştırıcılar) sayesinde bitkiler gıda olarak tohum ve meyveler üretir. Bu ve ekosistemin sağladığı diğer faydalar, insanların ve birincil üreticilerin hayatta kalmasını sağlayan sürdürülebilir üretim sistemlerini çoğaltacak çözümlerin temelinde yer almaktadır.

Bugün güvenlik kaygısıyla yapılan göçlere yeni bir göç türü olarak eklenen çevresel göçlere, ekonomik gelir kaynakları yok olan yoksul ülkelerden yapılan göçler eklenmiştir. Örneğin: Aral Gölü'nü besleyen nehirlerin suları pamuk üretimi için aşırı kullanıldığından, bu nehirler Aral Gölü'nü besleyememekte ve ekolojik bir yıkım yaşanmaktadır. Gölde balık türleri büyük oranda yok olduğundan, 1950'li

yıllarda yılda 60.000 kişiye iş imkânı sağlayan balıkçılık faaliyetleri azalmış, balıkçı köyleri terk edilmiştir (Sümer, 2016).

Hem biyolojik çeşitliliğin devamı hem de gıda güvenliği açısından toplumların geleceği için yerli tohumlarla yapılan üretimin arttırılması oldukça önemlidir. GDO'lu (Genetiği Değiştirilmiş Organizma) tarımın yaygınlaşmasıyla birlikte azalan yerli tohumların ve orijinal/doğal türlerin korunması, biyolojik çeşitliliğin devamı, gıda güvenliği ve ülkelerin geleceği açısından her zamankinden çok daha fazla önem arzetmektedir. Ayrıca hızlanan kentleşme sürecinde yok olan tarım alanları, hem türleri hem de gıda güvenliğini tehlikeye sokmaktadır.

Sağlık ve yaşam için gerekli olan besin çeşitliliğini sağlaması açısından önemli bir rol oynayan ve gıda ve tarım amaçlı kullanılan bitkiler, hayvanlar ve diğer organizmalar tarımsal biyoçeşitlilik adıyla tanımlanır. Gıda güvenliği açısından tarımsal biyoeçeşitliliğin korunması şarttır.

**Su Temini**

Biyolojik çeşitlilik unsurları ve ekosistem hizmetleri gıda güvenliğinde olduğu gibi, canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için gereken suyun da teminatıdır. Ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik, suyun tutulmasını, depolanmasını, çevrimini sağlayan yapılarıyla, arıtılmasını sağlayan madde döngüleri ve mikroorganizmalarıyla, ihtiyaç duyulan suyun hem miktar olarak hem de kalite olarak sürdürülebilir şekilde temin edilmesini sağlar.

New York eyaletinde, 9 milyon kişiye temiz içme suyu sağlayan Catskills su havzası koruma altına alınmıştır. Mevcut kaynağı korumak, onun yerine kurulacak olan bir su arıtma sisteminin maliyetleriyle (inşaat ve işletme maliyetleri) kıyaslandığında çok daha ucuzdur. Böylelikle New York yaptığı koruma çalışmasıyla 6-8 milyar dolarlık masraftan kaçınmıştır (MEA, 2005b).

Sanayileşmiş tarım, yarattığı su kirliliği ve yoğun su kullanımı sebebiyle su kaynaklarını tehdit etmektedir. Diğer yandan iklim değişikliği nedeniyle dünyanın

pek çok bölgesinde kuraklık ve su sıkıntısı artmaktadır. İklim değişikliği ve küresel ısınma ile birlikte ana nehir sistemlerinin besleyen buzullar erimeye başlamıştır.

Diğer yandan tropik ülkelerde ise yoğun su kullanımı nedeniyle toprağın su geçirgenliğini kaybetmesi ve tuzlanması gibi sorunlar nedeniyle, mevcut tarım arazilerinde gıda amaçlı tarım yapılamamaktadır. Brezilya yağmur ormanlarının soya için, Endonezya'nın palmiye tohumu yağı için harap edilmesi yağmur ormanları tarafından sağlanan yerel su döngüsünü bozmaktadır

Su israfını ve kirliliği azaltmak yaşamsal bir zorunluluktur. Topraktaki nemin tutulmasını sağlayan, su kullanımını azaltan ekolojik ve organik tarım, verimli sulama teknikleri, su tasarrufu sağlayan ürün türlerinin ve çeşitlerinin desteklenmesi gibi uygulamaların yaygınlaştırılması gerekmektedir.

**Enerji Güvenliği**

Az gelişmiş ülkelerde yakacak odun kullanımı toplam enerji kullanımının genel olarak yarısına karşılık gelmektedir. İsveç, ABD gibi sanayi ülkelerinde bile sırasıyla toplam enerji tüketiminin %17 ve %3'ünü yakacak odun oluşturmaktadır. Tanzanya, Uganda ve Ruanda gibi Afrika ülkelerinde ise bu oran %80'i bulmaktadır. Alternatif ve erişilebilir enerji kaynaklarının bulunmadığı yüksek nüfuslu bölgelerde yakacak odun sıkıntısı çekilmektedir. Zambiya'nın yoğun nüfuslu bölgelerinde evlerin ısıtılması, yemek pişirilmesi, suyun kaynatılması gibi temel gereksinimler için yeterli yakacak bulunamadığı için insanlar sağlıklarını kaybetmektedir. Yakacak odun bulabilmek için özellikle kadınlar ve çocuklar çok uzun mesafeler yürümek zorunda kalmakta, bu yüzden çocuk bakımı, bahçe işleri ve okul/eğitim için yeterince zaman ve enerji bulamamaktadır (MEA, 2005b).

İklim değişikliği ve küresel ısınmayla birlikte fosil yakıtlara alternatif arayışları hızlanmıştır. Atmosfere salınan karbondioksitin azaltılması için güneş, rüzgar, jeotermal gibi yenilenebilir kaynakların yanı sıra yenilenebilir olup olmadığı ciddi şekilde tartışılan biyoyakıtlar da önemli ölçüde teşvik edilmektedir. Ancak

biyoyakıtlar pek çok bölgede doğrudan biyoçeşitliliği, yağmur ormanlarını, tarım alanlarını, gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Üstelik yağmur ormanlarının yok edilerek biyoyakıt yetiştirmek üzere tarım alanlarına dönüştürülmesi, mevcut karbon tutan ormanların yok edilmesine ve atmosfere salınan karbondioksitin tutulamamasına sebep olmaktadır.

İklim değişikliği ve küresel ısınmayla birlikte fosil yakıtlara alternatif arayışları hızlanmıştır. Atmosfere salınan karbondioksitin azaltılması için güneş, rüzgar, jeotermal gibi yenilenebilir kaynakların yanı sıra yenilenebilir olup olmadığı ciddi şekilde tartışılan biyoyakıtlar da önemli ölçüde teşvik edilmektedir. Ancak biyoyakıtlar pek çok bölgede doğrudan biyoçeşitliliği, yağmur ormanlarını, tarım alanlarını, gıda güvenliğini tehdit etmektedir. Üstelik yağmur ormanlarının yok edilerek biyoyakıt yetiştirmek üzere tarım alanlarına dönüştürülmesi, mevcut karbon tutan ormanların yok edilmesine ve atmosfere salınan karbondioksitin tutulamamasına sebep olmaktadır.

***Gıda ve Enerji Güvenliği: Brezilya Paradoksu***

Yaklaşık 6,7 million $km^2$ (Hindistan yüzölçümünün iki katı) büyüklüğündeki Amazon biyomu dünyadaki bilinen türlerin %10'undan fazlasına ev sahipliği yapmaktadır. 2,7 milyon yerli (indigenous) nüfusuna sahip bölgede 60 tanesi tamamen izole yaşayan 350 farklı etnik grup bulunmaktadır (WWF-Global, 2006).

Dünyanın biyoçeşitlilik deposu olarak bilinen, mevcut en geniş yağmur ormanlarına ev sahipliği yapan ve Güney Amerika kıtasının %44'ünü (6,4 milyon kilometrekare) kaplayan amazon ormanlarının geniş tarım alanlarının açılması sebebiyle %60'ını kaybetmiştir. Bu oran dünyanın tüm yağmur ormanlarının %43'üne karşılık gelmektedir (Ortiz, Nowak, Lavado, & Parker, 2013).

Son dönemde Amazon ormanlarının yaklaşık yüzde 80'i, Brezilya'da tahrip edilmiştir. Kaybedilen ormanlık alanın büyüklüğü Fransa ve Almanya'nın toplam yüzölçümünden daha fazladır. Brezilya'da uzun bir süredir Amazon ve Atlantik

ormanları ile biyoçeşitliliği yüksek bir mera ekosistemi olan Cerrado'da geniş arazilerde, hayvan yemi için yetiştirilen soya fasulyesi ve biyoyakıt amaçlı şeker kamışı yetiştirilmektedir (BBC Turkish, 2008).

***Yakıt mı Gıda mı?***

Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) 2004 tarihli bir çalışmasında, fosil yakıtların agroyakıtlarla %10 oranında ikamesinin ABD ve AB'de var olan ekili alanlarının sırasıyla %43 ve %38'inin gıda üretiminden biyoyakıt üretimine geçiş yapacağını tahmin etmiştir (TICFFA, 2008).

Fosil yakıtların biyoyakıtlarla büyük ölçüde ikame edilebilmesi için, çok daha fazla miktarda ormanın ve meranın yok edilmesi gerekecektir. Biyoyakıt üretim hedefleri kapsamında, Brezilya şeker kamışına yoğunlaşırken, ABD mısıra yönelmiş, Endonezya ve Malezya da palmiye yağı üretimini artırmıştır.

Şu ana kadar bu alanların üçte ikisi yok edilmiş ya da bozulmuştur. ABD'de çiftçiler soya ekiminden mısır ekimine geçtikçe, Brezilya soya üretiminde arayı kapatmak için Amazon ormanlarında daha fazla arazi açma yoluna gitmiştir. Palmiye yağı uğruna Malezya ve Endonezya'da ortaya çıkan tahribat daha da büyüktür.

Dünyanın Dostları Örgütünün[5] 2005 tarihli "Maymun için Yağ Skandalı" (2005) raporu, palmiye yağı ekim alanlarındaki genişlemenin, 1985-2000 yılları arasında Malezya'daki ormansızlaşmanın tahminen yüzde 87'sinden sorumlu olduğunu göstermektedir. Sumatra ve Borneo'da 4 milyon hektar orman palmiye çiftliklerine terkedilmiştir; Malezya'da 6 milyon hektar daha açılması planlanırken Endonezya'da açılacak orman miktarı 16,5 milyon hektardır. Palmiye yağının[6]

[5] 1969 da kurulan örgütün 77 ülkede geniş bir ağı ve 5000 den fazla üyesi bulunmaktadır. Çevre başta olmak üzere gıda güvenliği, biyolojik çeşitlilik, ekonomik adalet, çölleşme, nükleer enerji, madencilik gibi pek çok konuda uluslararası çalışmalar yürütmektedir. (http://www.foei.org/)

[6] Avustralya, Yeni Zelanda, Birleşik Devletler, İngiltere ve daha pek çok Avrupa ülkesindeki süpermarketlerde satılan tüm unlu gıdalar, pastalar, sürmeler, vücut bakım ürünleri,

uluslararası alanda talep görmesi, palmiye ekiminin hızla artmasıyla orangutanların yağmur ormanlarındaki yaşam alanları palmiye çiftliklerine dönüşmüş ve son 20 yılda habitatlarının %90′ı yok olmuştur. Bu yıkımın genellikle Güney Doğu Asya bölgesinde yaşayan orangutanları etkilediği ifade edilse de palmiye yağı endüstrisinden etkilenen tek tür orangutanlar değildir. Sumatra kaplanı, Asya gergedanı, Sumatra gergedanı gibi pek çok eşsiz hayvan türünün de nesli tehlike altındadır (Buckland, 2005).

Ana biyo-enerji mahsulü olma yolunda seyreden palmiye yağı "ormansızlaştıran dizel" olarak bilinmektedir. Malezya ve Endonezya ilan ettikleri ortak taahhütlerinde; biyoyakıt üretimini beslemek için her biri yılda 6 milyon ton ham palmiye yağı üreteceklerini bildirmişlerdir. Bunun, iklim ve enerjinin geleceği adına gerekliliği savunulurken sayısız bilimsel çalışma, 30 yıllık bir süreçte, aynı araziye ekilmiş biyoyakıt (ya da agroyakıt) mahsüllerine göre bir ormanın 2 ila 9 misli karbon tutabildiğini ispatlamaktadır (TICFFA, 2008).

Dünyada yaklaşık 800 milyon insan açlık çekmekte ve daha fazla insan yetersiz beslenme sorunları yaşamaktadır. Araziler gıda (ve hayvan yemi) için değil yakıt için mahsul yetiştirmeye dönerken gıda güvensizliği ve açlık artmaktadır. Yakıtlarda kullanılmak üzere değiştirilen birçok geleneksel gıda mahsulünün fiyatı tolere edilemeyecek seviyede artmıştır. Gıda fiyatlarında en küçük bir artış bile milyarlarca yoksul için oldukça ağır sonuçlar doğurmaktadır. 2006 itibariyle AB'de üretilen kolza tohumu yağının yüzde 60'ı biyoyakıt yapımında kullanılmıştır. Gıda şirketi Unilever 2007'de gıda üreticilerine ek maliyetin ton başına 1000 avroya yakın olacağını tahmin etmiştir. ABD'de mısır fiyatları Eylül 2006'dan beri yüzde 50'den fazla artmıştır; bu da dünyanın ABD mısırına bağımlı birçok bölgesinde mısır kıtlığına yol açmıştır (TICFFA, 2008).

kozmetikler, temizlik ürünleri, oda kokuları ve hatta bazı boya ve kartuşlarının %50'sinde palm yağı bulunmaktadır. Bu istatistikler Asya'ya doğru gidildikçe daha da artmaktadır.

### 1.1.5. Yoksullukla Mücadele, Kırsal Kalkınma ve Göç

Biyoçeşitlilik kaybının bilinen diğer sonuçlarının yanı sıra gündeme gelmeyen en büyük sonuçlarından biri de yoksul bölgeler üzerindeki orantısız ve yaşamsal etkisidir. Örneğin yaşanacak bir kuraklık sonucunda 28 milyonluk Etiyopya nüfusunun en fakir kesiminin geliri direkt olarak yarıya düşecek bu da dünya ölçeğinde gayri safi milli hasılanın %0,003'ün altına düşmesiyle sonuçlanacaktır. Ancak, bu kayıplara sebep olan gelişmiş ülkelere –en azından kısa vadede- hiçbir şey olmazken, bu kayıplardan en çok etkilenen ülkeler yine bu yoksul ve gelişmemiş ülkeler olmaktadır (TEEB, 2008).

Bugün biyolojik kaynaklar ve biyoçeşitlilik kaybının sonuçları tüm ülkeleri aynı seviyede etkilememektedir. Dünyanın en zengin biyoçeşitlilik kaynakları genellikle bu yoksul, az gelişmemiş veya gelişmekte olan ükelerinde mevcut olup bu ülkelerde insanlar en temel yaşamsal ihtiyaçlarını doğrudan doğal kaynaklardan karşılamaktadır. Bu yüzden, bu kayıptan ilk ve en fazla etkilenenler çiftçiler, balıkçılar, kırsal yerleşimler ve geleneksel topluluklar olmaktadır. Bu eşitsizlik ve uçurum hergün daha fazla büyümektedir. İnsanlar yüzyıllardır sürekli olarak biyolojik çeşitliliği tahrip etmektedir. 2000 yılında elimizde kalan "orijinal küresel doğal biyolojik çeşitlilik"in yalnızca %73'ü iken bu süreçte en büyük kayıplar, insan uygarlıklarının ilk geliştiği ılıman ve tropik çayır ve ormanlarda yaşanmıştır. 2050 yılına kadar karasal biyolojik çeşitliliğin (çöller, tundra, kutuplar dahil) ortalama olarak %11'inin kaybolacağı tahmin edilmektedir. Bazı bölgelerde ve biyomlarda bu oranın %20'ye ulaşacağı öngörülmektedir (TEEB, 2008).

Doğal alanlar hızla tarım alanalarına dönüştürülürken, yapılaşma artan bir hızla devam etmekte ve bu süreçlere bir de –biyoçeşitlilik kaybının başlıca sebeplerinden biri olarak- iklim değişikliğinin etkileri eklenmektedir. Dünyanın geneli için yapılan tahminlere göre 2000 ve 2050 yılları arasındaki biyoçeşitlilik kaybına ilişkin projeksiyonuna göre 7,5 milyon kilometrekare veya 750 milyon hektar –yaklaşık Avustralya kıtası kadar- doğal alanın yok olacağı tahmin

edilmektedir. Projeksiyonlara göre önümüzdeki dönemlerde, doğal ekosistemlerin insan etkisiyle büyük değişimlere uğrayacağı ifade edilmekte; biyoçeşitlilik kayıplarına ilişkin en büyük etkilerin ise Afrika, Hindistan, Çin ve Avrupa'da yaşanması beklenmektedir (TEEB, 2008).

Dünyada 795 milyon insan açlık ve yetersiz beslenme sorunuyla karşı karşıyadır (FAO, IFAD, WFP, 2015). Dünya açlık haritasına bakıldığında, yetersiz beslenen ya da açlıktan ölme tehlikesi ile karşı karşıya olan nüfusun sahra altı Afrika ülkeleri ve Asya ülkelerinde, yoksul bölgelerde yoğunlaştığı görülmektedir. Bu bölgelerde insanların temel geçim kaynakları ekosistem hizmetlerinden sağlanmaktadır. Dünya genelinde en şiddetli yoksulluğun gözlemlendiği kırsal bölgelerde, insanlar tarım, hayvancılık ve avcılık yaparak hayatlarını sürdürmektedir. Ekosistemlerin zarar görmesi, yok olması ekosistem hizmetlerine bağımlılığı hayati seviyede olan bu bölgelerde yoksul insanları savunmasız bırakmaktadır.

Dünya Sağlık Örgütü'ne (WHO) göre az gelişmiş ülkelerde yaşanan cinsiyet ayrımcılığı nedeniyle kız çocukları ve kadınlar erkeklere göre daha fazla açlık çekmektedir. Ayrımcılık gebe kadınları da etkilemekte ve gelişmemiş bölgelerde doğan her 6 bebekten 1 tanesi bu yüzden yetersiz kiloyla hayata gözlerini açmaktadır.

Geçen 10 yılda başta gelir adaletsizliği olmak üzere insan refahının teminatı olan sağlıklı gıdaya, suya erişim, sağlık gibi pek çok konuda bölgeler arası farklılıklar daha da artmıştır. Sahra Altı Afrika'da doğan bir çocuk, gelişmiş bir ülkede doğan bir çocuktan 20 defa daha ölüme yakındır. Ve bu oran her geçen gün daha da artmaktadır. 1980li yıllarda yalnızca 4 ülkede insani gelişmişlik (ekonomik refah düzeyi, sağlık ve eğitim) indeksi düşerken, 1990lı yıllarda 14 tanesi Sahra Altı Afrika ülkeleri olmak üzere 21 ülkeden bu oran düşmeye başlamıştır (MEA, 2005a).

1,1 milyar insan hala sağlıklı suya erişemezken, 2,6 milyondan daha fazla insan da sanitasyon hizmetlerinden yararlanamamaktadır. Su kıtlığı dünya genelinde 1-2 milyar insanı doğrudan etkilemektedir. Afrika, Asya, Latin Amerika ve Karayipler'deki kentlerde yaşayan insanların yarısı yetersiz su ve sanitasyon sebebiyle bir veya daha fazla hastalıktan muzdaripken, yıllık yaklaşık 1,7 milyon insan su, hijyen ve sanitasyon yetersizliğinden hayatını kaybetmektedir (MEA, 2005a).

Çölleşme, iklim değişikliği, ekosistemlerin yok olması pek çoğu kurak bölgelerde yaşayan milyonlarca yoksul insanı tehdit etmektedir.

## 3. DOĞAL KAYNAKLARIN EKONOMİK DEĞERİ

Doğada kendiliğinden var olan ve ortaya çıkma aşamasında insan müdahalesi bulunmayan tüm unsurlar en geniş anlamıyla doğal kaynak olarak tanımlanır. Toprak, güneş, rüzgar, su, canlılar, madenler, vb. hepsi doğal kaynak olarak tanımlanır. Doğal kaynakların miktarı, kullanımı, muhasebesi, ekonomik kalkınma süreçleri, mülkiyet hakları, sürdürülebilirlik, gelecek nesiller, adil yaklaşım, kıtlık durumları, kaynakların ne zaman tükeneceği ve yeterliliği her zaman tartışma konusu olmuştur (Durman & Önder, 2015).

Tarih boyunca doğal kaynakların, ekonomide ve uluslararası ilişkilerde önemli bir yeri olduğu görülmektedir. İpek yolu ve baharat yolu bunun en güzel örneklerindendir. Başka türlü bir ifadeyle, küçük ipekböcekleri ve ürünlerini baharat olarak kullandığımız bazı damarlı bitkiler medeniyetleri etkilemiş, pek çok savaşta rol oynamışlardır. Afrika Kıtası'nda fildişini, Sibirya'da kürkünden yararlanılan canlıları, Güneydoğu Asya'da kauçuk ağacını, Tibet'te ve Çin'de tütsüleri, İngiltere kolonilerinde çayı ve tüm dünyada prehistorik çağlardan beri boya yapımında kullanılan bitkisel kaynaklar ve bunlar gibi pek çok kaynak uluslararası ticareti ve diplomasi tarihini etkilemişlerdir (OSİB, 2012).

Yine tarih boyunca ve günümüzde doğal kaynaklar ve çevre, insanların ve ekonomilerin var olmasının ve varlığını sürdürebilmesinin teminatı olmuştur. İnsan ve doğal çevresi arasındaki ilişkide tarih boyunca çevre sürekli insanı etkilerken, insan da çevreyi farklı derecelerde etkilemiştir. Aşırı avlanma sonucunda 30-40 bin yıl önce büyük memeli hayvan türlerinin tamamen yok olmaları insan etkisinin ilk örneklerinden biridir. İnsanın doğal çevreyle ilişkisi günümüzden yaklaşık 10.000 yıl önce yaşanan tarım devrimi ile birlikte değişmeye başlamıştır. Bu ilk değişimden sonra 18. yüzyılda başlayan ve insan nüfusunu kentlere çeken ve yüksek miktarlarda mal ve hizmet üretimi gerçekleştiren Sanayi Devrimi ikinci büyük değişime zemin hazırlamıştır. Sanayi devrimi ve sonrasında 1970 enerji (petrol) krizi ile birlikte

doğal kaynaklarda kıtlık ve sürdürülebilirlik konuları gündeme gelmeye başlamıştır. Krizle birlikte özellikle enerji kıtlığı korkusu, firmaları, toplumları ve politika yapıcıları, enerji verimliliği ve diğer doğal kaynakların da dikkatli kullanılması gerekliliği üzerine yoğunlaşmalarına neden olmuştur (Günsoy, Dağdemir, Günsoy, Aktaş, & Dağdemir, 2013).

### 3.1. İktisadi Düşüncede Doğal Kaynaklar

İktisadi düşünce tarihinde doğal kaynaklar, çevre ve ekonomi tartışmaları 17. ve 18. yüzyillarda başlamıştır. Tarımsal üretim için toprak ve doğal kaynakların önemini vurgulayan ilk iktisadi düşünce fizyokrasidir. Fizyokratlar esas olarak liberal iktisadi düşünce akımının ortaya çıkmasına kadar üretim ve zenginliğin kaynağının toprak ve tarımsal üretim olduğunu vurgulayan iktisadi düşünürlerdir. Liberal ekonomi düşüncesinin yaygınlaşması ile birlikte ekonomik değer yaratma ve üretim açısından toprak ve tarımsal üretim önemini kaybetmiştir. Sanayileşme ile başlayan ve görünmez el, fiyatın önemi, devlet ve kurumların işlevleri, rekabet, mülkiyet gibi piyasa ekonomilerinin önemini vurgulayan klasik ekonomi teorisi önemli olmaya başlamıştır. Bu döneme Adam Smith (1723-1790), Thomas Malthus (1766- 1834), David Ricardo (1772- 1823) John Stuart Mill (1806- 1873), Karl Marx (1818-1883), William Stanley Jevons (1835-1882) gibi önemli düşünürler farklı görüşleri ile katkıda bulunmuşlardır (Günsoy, Dağdemir, Günsoy, Aktaş, & Dağdemir, 2013).

### 3.2. Ekolojik Ekonomi

Ekolojik ekonomi, ekonomi ve ekolojik sistemler arasındaki ilişkileri konu alan yeni bir disiplindir. Bu yeni disiplinin esas gündem maddelerinden biri de değer belirlemeyi ekoloji, çevre bilimi, sosyoloji ve ahlak ile bütünleştirmektir.

Ekonomik süreçlerde doğa iki türlü etkilenmektedir; mal ve hizmet üretiminde doğa girdi (hammadde) kaynağı olarak kullanılırken, ekonomik faaliyetlerin sonrasında oluşan atıklar yine doğaya deşarj edilmektedir.

Doğa üzerindeki tahribatın ve çevresel kirliliğin önüne geçebilmek için öncelikle bunun temel nedenlerinin anlaşılması gerekmektedir. Hangi nedenler insanları ve toplumları doğayı geri dönüşü olmayan biçimde yok etmeye itmektedir? Çevresel yıkım genellikle insanların ekonomik faaliyetlerinin sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Karlı ve büyük ölçekli, konut, sanayi vb projeler için ormanların, tarım alanlarının yok edilmesi, arıtma maliyetlerinden kurtulmak için atık suların su kaynaklarına deşarj edilmesi çevrenin ve doğal kaynakların tahribatıyla sonuçlanmaktadır. Modern ekonomide büyüme aslında yalnızca doğal kaynakların tüketilmesi yoluyla gerçekleşmektedir. Bu kaynaklar zarar gördüğünde veya tamamen tükendiğinde onların üzerine bina edilmiş ekonomiler de ciddi bir yıkıma uğrayacaktır (Primack, 2012).

Çevre bugün artık yalnızca ürünlerinden yararlanılan bir kaynak değil, hava ve su kalitesi, yerel insanlar için hayat kalitesi ve tehlikedeki türlerin korunmasının da ilişkilendirildiği doğal kaynakların tümü olarak kabul edilmektedir. Kalkınma girişimleri ve çevresel etkileri yüksek faaliyetlerde fayda-maliyet analizi sonuçlarına göre hareket edilmelidir. Bir ormanın kesim sonucunda yok olmasıyla elde edilecek parasal gelire karşılık, av hayvanlarının, tıbbi bitkilerin, temiz suyun, balıkların, nadir kuş türlerinin, yabani çiçeklerin, peyzaj değerinin vb değerlerin maliyeti karşılaştırılmalıdır. Faaliyetin sona ermesiyle birlikte, doğal kaynakların ve ekosistemlerin faaliyet öncesindeki orijinal haline dönmesi için gereken maliyet hesaplanmalıdır.

Çağdaş ekonomik düşüncenin temelinde, merkezinde iki tarafın da faydasına olan bir parasal işlemin yer aldığı “isteğe bağlı alışveriş” fikridir. Alış-verişe konu (içerisinde yer alan) tüm taraflar kendi durumlarını iyileştirmeyi ister. Bazı durumlarda, ilgili fayda ve maliyetler alış-verişe doğrudan dahil olan bireylerin dışında olur. Dikkate alınmayan bu fayda ve maliyet negatif ve pozitif dışsallık olarak bilinir. Belki de en önemli ve sıklıkla da farkında olunmayan negatif dışsallık insanların faaliyetleri sonucunda su, hava ve toprak gibi erişime açık kaynaklarda

meydana gelen çevresel zararlardır. Bu kaynaklar tümüyle topluma ait kaynaklardır, kimsenin kişisel malı değildir. Kamu mallarına özgü engellenemeyen, birlikte tüketim olgusu kişilerin bu mal ve hizmetler için bir fiyat ödemekten kaçınma ve kamu malı üretim sorumluluğunu başkalarına bırakma güdüsüyle hareket etmelerine neden olmaktadır. Yeterli koruma sağlanamaz ve sürdürülebilir kullanım dengeleri anlaşılmazsa, toplumun bir bütün olarak kaybettiği ve piyasanın başarısız olduğu "kamusal mülkiyet trajedisi[7]" olarak da bilinen bu durum, kaynakların yavaş yavaş yok olmasıyla sonuçlanır. Çevresel zarara yol açan menfaat sahipleri genellikle kendi faaliyetlerinden kaynaklanan maliyetlerin tamamını ödemeyip sadece özel ekonomik fayda sağlarlar. Çevrenin, ekosistem hizmetlerinin, biyoçeşitliliğin, hayat kalitesinin bozulması bu alışverişte pek dikkate alınmaz ve toplumun bir bütün olarak buna katlanır. Burada söylenmesi gereken, çevresel zarara yol açanlar, faaliyetlerinin bedelini ödemeli, bu faaliyetlerden kaynaklanan negatif dışsallıkları ortadan kaldırmalıdır.

### 3.3. Biyolojik Çeşitlilik ve Ekosistem Ekonomisi

Biyolojik süreçlerin ekonomiye katkısı insanlık tarihi ile baslamış olup, bugün besin maddesi, ilaç hammaddesi, sanayi hammaddesi ve turizm gelirleri vb açısından çok büyük boyutlara ulaşmıştır. Dünyanın heryerinde insanlar, sağlıklı yasamak için, bitkilerden elde edilen ilaçlara gereksinim duymakta ya da bu ilaçları kullanmaktadır. Bu türden bitkilerden elde edilen fayda, insan saglıgı ve yasam kalitesi açısından degerlendirildiginde söz konusu faydanın degerini niceliksel olarak ölçmek neredeyse imkânsızdır. Bir bitkiden elde edilebilecek bir ilacın

[7] Garrett Hardin (1968, 1244) tragedy of the commons başlıklı makalesinde ortak malların paylaşımında özgürlüğe inanan bir toplumda her biri kendi çıkarının gösterdiği en iyinin peşinde koşacak olan insanların yöneldiği varış noktasının yıkım olacağını ve ortak kaynakların paylaşımındaki özgürlüğün herkese felaket getireceğini belirtmektedir. Hardin, G. (1968). "Tragedy of the Commons, Science, 162, pp.1243-1248. (Günsoy, Dağdemir, Günsoy, Aktaş, & Dağdemir, 2013)

maliyeti veya ilacın piyasa degişim degeri olan fiyatı, ilaçtan elde edilecek fayda değeri karşısında her zaman düşük kalacaktır.

Dünya genelinde yaklaşık 7.000 bitki türü besin olarak tüketilmekte; yaklaşık 70.000 bitki türü de geleneksel ve modern tıp için kullanılmaktadır. Yalnızca tozlaşma aracılığı ile elde edilen meyveler düşünülerek yapılan hesaplamada ortaya çıkan sonuçlara göre böceklerin küresel ekonomik değeri, yıllık 217 milyar dolardır. Dünya ekonomisinin en az %40'ı biyolojik kaynaklardan elde edilmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın güzel bir örneği olarak ekoturizm, biyolojik çeşitliliğe duyarlı bir pazar olarak gelişmektedir. Dünyanın pek çok yerinde yegâne yakacak kaynağı olan ağaçlar, elde edilen kereste barınak ve mobilya üretiminde kullanılmaktadır. Günümüz teknolojisini oluşturan pek çok ürün doğadan esinlenerek icat edilmiş. Teknolojide doğanın taklit edilmesini esas alan biyomimikri (biomimicry) denilen alan sayesinde su geçirmez, hafif, yapışkan, aerodinamik malzemeler üretilmektedir (Can, 2013).

Tarihi ve kültürel zenginlik özelligi taşıması yanında önemli bir kamu malı özelligi de olan biyolojik çeşitlilik, ekolojik süreçlerde besin, madde döngüsü, tozlaşma, ilaç, iklim düzenlemesi, toprak olusumu, erozyonun önlenmesi, turizm, estetik ve kültürel deger vb bir çok servis akışına hizmet eder. Yapılan arastırmalarda, dünyadaki tür sayısı 5 milyon - 300 milyon arasında oldugu tahmin edilirken, bu türlerden 1,5 milyonu tanımlanmıs, tüm çeşitliliğin %20'si ve tanımlanan türlerden de yarım milyondan azının ekonomik fayda saglayabilecegi saptanmıstır. Bununla birlikte ekonomik degere sahip olan tür grupları (mantar, liken, bakteri vb.) halen araştırılmaktadır (Demir, 2009).

Biyolojik çesitliligin degerlendirilmesi, mikro düzeyde bir taraftan biyolojik çesitliligin yapısı ve isleyisi konusunda bilgi saglarken, diger taraftan da biyolojik çesitliligin insan refahının yükseltilmesi sürecinde oynadıkları karmasık rolün ortaya çıkartılmasında önemli katkı saglamaktadır. Makro düzeyde degerlendirme ise, biyolojik çesitliligin insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan degisiminin, insanın ve

doğal çevrenin bütünlügünü nasıl etkiledigini izlememize olanak saglayarak, insan refahı ve sürdürülebilirlik konusunda göstergeler olusturmamızı kolaylaştırmaktadır (Freeman, 2003).

Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerden sağlanan mal ve hizmetlerin kullanıcıya ulaştırıldığı bilinen anlamda bir piyasa olmadığı için bu mal ve hizmetlerin maliyet ve faydaları -bütün dışsallıkları da dahil-, süreçteki bütün aktörler (yerel topuluklar, nihai kullanıcılar, karar vericiler, politika yapıcılar, STKlar, özel sektör vs.) için aynı değildir. Bu kaynakların korunması ve sürdürülebilmesi için özel girişimler yok denecek kadar azdır. Kirletenler genellikle başkalarına verdikleri zararlar için ödeme yapmazlar. *Sonuç olarak, bir türün gelecek nesiller adına korunmasının sağlayacağı fayda bütün dünyayı ilgilendirirken, o türün korunmasına ilişkin maliyet yalnızca sadece belirli bir çevreye bırakıldığı zaman koruma gerçekleşmez ve o tür artık geri dönüşü olmayan yok oluş zincirine eklenir* (TEEB, 2008).

# 4. EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN KIYMETLENDİRİLMESİ

Ekosistemdeki değişimin insan refahı üzerindeki etkilerini değerlendirmek üzere 1999 yılında oluşturulan bir girişim olan Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi (MEA) ile birlikte ekosistem hizmetleri kavramı yaygın bir şekilde kullanılmaya başlamıştır. Ardından, ekosistem ve biyolojik çeşitlilik ekonomisi adıyla 2007 yılında Ekosistem ve Biyoçeşitlilik Ekonomisi (TEEB) girişimi hayata geçirilmiştir. Ekonomik değerleme mantığı üzerinden hareket eden TEEB, karar vericilerin dikkatini ve ilgisini biyolojik çeşitliliğin ekonomik faydalarına ve ekosistem tahribatının giderek artan maliyetlerine çekmeyi amaçlamaktadır (EC, 2015).

Herhangi bir şeyin ekonomik değeri genel olarak insanların onun için ödemeye istekli oldukları para miktarı olarak kabul edilir. Ancak bu biyolojik çeşitlilik ve ekosistem servisleri de dâhil olmak üzere değer belirlemenin muhtemel yollarından bir tanesidir. Değer belirlemenin ayrıca ahlaki, estetik, bilimsel ve eğitsel olmak üzere farklı yolları bulunmaktadır. Günümüzde şirketler, hükümetler ve diğer birçok oluşum kararlarını birtakım ekonomik değerlendirmeler neticesinde alırlar (Primack, 2012).

Ekosistem hizmetlerine ve biyolojik çeşitliliğe parasal olarak değer biçmek tartışmalı bir konudur. Bir taraftan ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin ne kadar kıymetli olduğunu göstermek için bu değerlemenin gerekliliği ortaya koyulurken, diğer yandan doğanın tam değerini hesaplayabilmenin mümkün olmadığı, sırf tabiattan elde edilen tıbbi bileşikler sayesinde kurtarılan hayatların bile ekonomik değerinin hesaplanmasının imkânsız olduğu ve bunun yozlaşmaya neden olacağı ileri sürülmektedir. Ancak kalkınma politikaları, hızlı sanayileşme, nüfusun ve tüketimin artmasıyla birlikte ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği korumak son derece zorlaşmaktadır. İşte bu yüzden, karar alıcı otoritelere ekonomik modellerle desteklenmiş kıymetlendirme girişimlerinin sonuçları sunularak ekosistemlerin insanlık için ne kadar önemli olduğu gösterilmelidir (Primack, 2012).

Adam Smith 'Ulusların Zenginliği' (*Wealth of Nations*) adlı kitabında toplam faydayı "kullanım değeri" (*value in use*) olarak tanımlarken; bir malın diğer malları satın alma gücünü ise "alışveriş değeri" (değişim/takas) (*value in exchange*) olarak tanımlamıştır. Adam Smith tarafından ortaya koyulan elmas-su paradoksu (*diamond-water paradox*), kullanım değeri yüksek olan (su gibi) bir malın değişim değerinin az olmasına karşılık, kullanım değeri düşük olan (elmas gibi) bir malın değişim değerinin çok yüksek olmasıdır. Elmas ve su paradoksuna bakılırsa, hayat için vazgeçilmez olan su, miktar olarak fazlasıyla doğada bulunduğu için alışveriş değeri düşükken, hayati bir değeri olmayan elmaslar çok az miktarlarda bulunduğu için alışveriş değeri son derece pahalıdır. Suyun toplam faydası bir hayli yüksek olmasına karşılık suyla hemen hemen hiçbir şey alınamazken, kullanım değeri hemen hemen hiç olmayan elmasla diğer mallardan çok fazla miktarda satın almak mümkündür. Bu duruma iktisatta elmas-su paradoksu (*diamond-water paradox*) denilmektedir. Adam Smith ürünlerin kullanım ve alışveriş değerleri arasındaki farkı elmas-su paradoksuyla ortaya koymuş ancak bunu yaparken kullanım değerinin alışveriş değeri için esas teşkil ettiğini görmezden gelmiştir. Smith'in üretim maliyeti teorisine göre alışveriş değerine esas üç ana kaynak vardır: ücret, kâr ve rant (wages, profit and rent) (Farber, Costanza, & Wilson, 2002).

Ekologlar genellikle doğanın içkin (öz) değerlerini esas alan biyosentrik yaklaşımları benimserken ekonomistler insan odaklı bir çerçeve çizen antroposentrik yaklaşımlar üzerinden ilerlemektedir. Burada esas sorun biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerin korunmasına ilişkin kararlarda hangi yaklaşımın ne derece dikkate alınacağıdır. Bazıları kullanım odaklı yaklaşımların fayda-maliyet mantığına dayanan doğa-insan ilişkisini de gündeme taşıyan toplumsal değişimleri tetikleyeceğini ileri sürmektedir. Araştırmalar, ekonomik teşviklerin korumaya yönelik motivasyonu zayıflattığını göstermektedir (TEEB, 2010b).

Kıymetlendirme çalışmaları biyoçeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin korunması için pazar oluşturulması mantığını destekleyen en önemli argümanlardan

biridir. Örneğin Ekosistem Hizmetleri İçin Ödeme (PES[8]) yaklaşımı, kıymetlerin ortaya koyulması, kıymetlerin tahsisi ve koruma kaynaklı faydaların paylaşımı olmak üzere üç temel aşamadan oluşur.

Tartışmaların çıkış noktası ekosistem hizmetlerinin bazılarının hiç, bazılarının çok düşük fiyatlandırılmış olması ve bu hizmetlerin piyasa ekonomisine dahil edilerek bunların bedava ve tükenmez kaynaklar olduğu yanılgısının engellenmesidir. Neo-klasik çerçevede bir meta ancak insanlar onu talep ettiği ve onun için ödeme yapmaya istekli olduğu zaman ekonomik değere sahiptir. Ödeme isteği ve talepler; eğitim, reklam, değişken kültürel kabuller, mahalle baskısı, spesifik sosyal ve çevresel şartlar, bolluk ve kıtlık gibi etkenlere bağlı olarak değişebilir. İnsanlar tüketici ve vatandaş olmak üzere iki farklı kimlikte davranışlar sergilerler. Örneğin vatandaş olarak, temiz teknolojiler fosil teknolojilerden daha pahalı olsa dahi temiz teknolojiler için bilinçli bir şekilde daha fazla ödemeye istekli davranabilirler (Chee, 2004).

Parasal kıymetlendirme, niceliksel ve niteliksel göstergelerden elde edilen verilerin parasal değerlere dönüştürülmesini sağlar. Örneğin sağlıklı bir sulak alan tarafından sağlanan atıksu arıtımı hizmeti bu hizmete eşdeğer bir arıtma tesisi maliyeti üzerinden kıymetlendirilebilir. Yine turizm gelirleri bir sulak alanın sağladığı kültürel değerlerin önemi ve değeri için bir göstergedir. Bazı hizmetlerin doğrudan ekonomik değeri hesaplanabilirken bazılarının dolaylı yöntemlerle hesaplanması gerekmektedir.

Parasal kıymetlendirme aynı zamanda toplumun tercihleri hakkında doğrudan fikir verir. Örneğin temiz hava gibi piyasası olmayan bir hizmet için bireylerin açıkça yansıtılmayan tercihlerini açık eden bir yaklaşımdır. Genel olarak, besin, kereste vb ön tedarik hizmetleri somut ve doğrudan pazar değeri olan faydalar olduğu için politika yapıcılar tarafından daha fazla benimsenirken, az bilinen, dikkate alınmayan

[8] Payment for Ecosystem Services (https://en.wikipedia.org/wiki/Payment_for_ecosystem_services)

diğer birçok hizmet politika geliştirme süreçlerinde hakettiği yeri bulamazlar (TEEB, 2013).

Geleneksel olarak çok fazla bilinmeyen ön tedarik (genetik materyaller gibi) ve ön tedarik dışı (su ve atıksu arıtımı, erosyon kontrolü gibi) hizmetlerin kıymetlendirilmesi, koruma-akılcı kullanım ve restorasyon yaklaşımlarını destekleyen argümanlar üretmektedir. Kıymetlendirme süreçleri, paydaşların sosyal ve kültürel gerçeklerini, dünya görüşlerini, sosyal ilişkiler ve etkileşimlerle şekil alan zihniyetlerini ve inanç sistemlerini, aynı şekilde yerel, bölgesel ve küresel ilişkiler ağındaki siyasi dinamikleri yansıtmaktadır (TEEB, 2013).

Bu yüzden, seçilecek kıymetlendirme tekniği aynı zamanda kıymet biçilecek unsurlara ilişkin sosyo-kültürel şartları da dikkate almayı gerektirir. Bu teknikler, insanı, doğayı ve aralarındaki ilişkileri dolaylı olarak tanımlarken aynı zamanda bu değerlerin açığa çıkarılmış veya keşfedilmiş ya da bina edilmiş olup olmadığı hakkında bilgi verir (Vatn & Bromley, 1994).

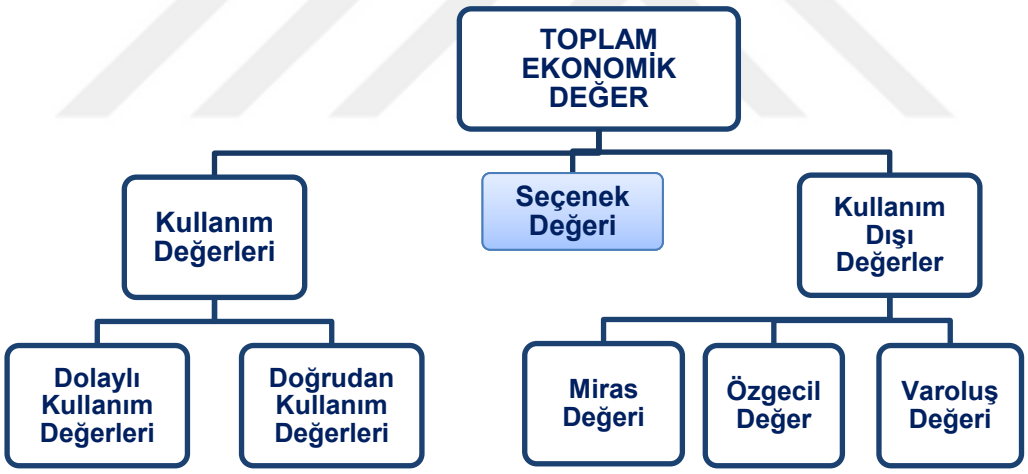
Kıymetlendirme süreci, paydaşların tercihlerinin, doğal ve beşeri sermaye üzerindeki davranışlarının sonuçlarını da açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu durum toplumların ekosistemler üzerindeki tasarrufunu da etkileyebilmektedir. Parasal kıymetlendirme için çok çeşitli yöntemler mevcut olup her birinin kendi içinde avantajları ve dezavntajları bulunmaktadır. Her biri ihtiyaç duyulan veri miktarı ve paydaş katılım derecesine kadar birçok konuda farklılık göstermektedir.

Günümüzde biyolojik çeşitliliğe değer biçmek için evrensel olarak kabul görmüş kesin yöntemler bulunmamaktadır. Kıymetlendirme sürecinde, biyolojik çeşitliliğin ve tabiatın ekolojik, sosyolojik, kültürel ve ekonomik olarak değerinin ifade edilmesi mümkündür (de Groot, Stuip, Finlayson, & Davidson, 2006). Ekonomik ölçülerle değer biçmek için toplam ekonomik değer yaklaşımı kullanılmaktadır.

### 4.1. Toplam Ekonomik Değer (TED) Yaklaşımı

Doğal kaynağın pazar (veya ürün) değeri, kaynağın doğal yerinde hasat dışı değeri ve kaynağın gelecekteki değeri olmak üzere üç farklı seviyede ekonomik

değer belirlenebilir (Kareiva & Levin, 2003), (Primack, 2012). Değerleme yaklaşımları incelendiğinde, biyofiziksel metodlar ve tercih esaslı (tabanlı) teknikler olmak üzere ekonomide sıkça kullanılan iki yaklaşım göze çarpmaktadır. Biyofiziksel değerleme, mal ya da hizmetin üretimi sırasında gereken girdilere ilişkin (iş gücü, alan gereksinimi, enerji ve materyal ihtiyacı, vb.) fiziksel maliyetler üzerinden kıymet biçme işlemidir. Biyoçeşitlilik ve ekosistem ekonomisinde bu yaklaşım, belirli bir ekolojik düzeyin sürdürülebilmesi için gerekli fiziksel maliyetleri kapsar. (TEEB, 2010b). Genel kabul görmüş değerleme yaklaşımları incelendiğinde, hemen hepsinde toplam ekonomik değerler bütününün, temel olarak *kullanım değerleri ve kullanım dışı değerler* olmak üzere ikiye ayrıldığı, farklı yorumlara göre değişmekle birlikte *seçenek değerinin* de bu gruplama içerisinde yer aldığı görülmektedir (Şekil 4.1).




**Şekil 4.1.** Toplam Ekonomik Değer (TEEB, 2010b)

### 4.1.1. Kullanım Değerleri

Kullanım değerleri mal ya da hizmetlerin aktif kullanımı ve planlanmış (ve muhtemel[9]) kullanımına ilişkin değerlerdir. Aktif ve planlanmış kullanımlar bugüne ait açık, net ve somut kavramlardır. Kullanım Değeri, Doğrudan Kullanım Değeri ve Dolaylı Kullanım Değeri olarak ikiye ayrılmaktadır.

Doğrudan kullanım değeri, piyasalarda malların belli bir değer karşılığında, arz ve talep doğrultusunda doğrudan yer bulmasına dayanmaktadır. Pazarlanan mallardan kaynaklanan faydalar, biyolojik kaynaklar tarafından üretilen ve çeşitliliğin etkilediği tıbbi ilaçlar, tarımsal ürünler, turizmden gelen yararlar biyolojik kaynaklara bağlı eğlenme dinlenme faaliyetleri doğrudan kullanım değeri olarak sayılabilir.

Dolaylı ya da pasif kullanım değeri biyoçeşitlilikten kaynaklanan malların veya hizmetlerin var olan doğal süreçlerden kaynaklanan değeridir. Başka bir ifadeyle dolaylı kullanım bedeli, ekosistemin doğal işlevleri tarafından ekonomik faaliyet ve mülkiyetten sağlanan, dolaylı desteklenmesi ve korunması ile ilgilidir. Yaşam destek hizmetleri, besin çıkarılması, taşkın kontrolleri, iklim stabilizasyonu gibi faydalar dolaylı kullanıma örnek olarak verilebilmektedir (Atasoy, Reis, Erol, & Gülseçen, 2014).

### 4.1.2. Seçenek (Tercih) Değeri

Biyolojik çeşitliliğin insanlara gelecekte sağlayabileceği (ekonomik) fayda potansiyeli biyoçeşitliliğin olası değeridir. Farklı kaynaklarda "*seçenek değeri, opsiyon değeri, muhtemel değer, olası değer, tercih değeri (option value)*" gibi tanımlarla ifade edilen "*Seçenek Değeri (Option Value)"* hem kullanım değeri hem de kullanım dışı değerler arasında sayılmaktadır. Örneğin kültür bitkilerinin genetik olarak geliştirilmesi ve genetik çeşitliliğin artırılması hem sayıyı artıracak hem de daha dirençli ürünler ortaya çıkaracaktır. Genetik iyileştirmeler genellikle geleneksel

[9] Muhtemel kullanım değeri (seçenek değeri) yani mal ya da hizmetlerden gelecekte de yararlanılması ihtimali bazı kaynaklarda kullanım değerleri arasında sayılmaktadır.

çiftçilerin yetiştirdiği yerel türlerin genlerinden sağlanmaktadır. Amerikadaki genetik iyileştirmeler bitkilerin hasat değerini yıllık ortalama 8 ile 15 milyar dolar arasında artırmıştır (Frisvold, Sullivan, & Raneses, 2003). Biyoaraştırmalarla türlerin bazı bilmediğimiz ekonomik değerleri ortaya koyulabilmektedir. Örneğin Kuzey Amerika'nın eski ormanlarında doğal olarak yetişen Pasifik Porsuk Ağacındaki (*Taxus Brevifolia*) bir kimyasal madde, güçlü bir antikanser potansiyeline sahiptir. Yine Çin'de ginkgo (*Ginkgo Biloba*) türü ile son 30 yılda yıllık 500 milyon dolarlık bir endüstri yaratılmıştır (Primack, 2012).

### 4.1.3. Kullanım Dışı Değerler

Kullanım dışı değerler ise, ortadan aktif, planlı ya da muhtemel hiçbir kullanım olmamasına rağmen yine de mal ve hizmetlerin varolması için ödeme istekliliğini referans alır. Kullanım dışı değerler üçe ayrılır:

- Varlık (Varoluş/Existence value) değeri,
- Özgecil (Altruistik/Altruist value) değeri,
- Miras (Vasiyet/Bequest value) değeri.

*Varlık değeri (varoluş/Existence value)*, hiçbir kullanımı olmasa dahi mal ya da hizmetin varolması için (nesli tükenen canlılar için örneğin) ödemeye istekli olma prensibine dayanır. *Özgecil değer (altruistik/Altruist value)* ise, mal ya da hizmetin (mevcut nesil içinde) başkalarının ihtiyaçları da gözetilerek başkaları tarafından kullanımına ilişkin değerdir. *Miras değeri (vasiyet/bequest value)*, özgecil değerden farklı olarak mevcut nesilleri değil gelecek nesilleri düşünerek, daha sonraki nesillerin o hizmet ya da maldan yararlanabilmesini konu alır (OECD, 2002). Bu değer, gelecek nesillerin de biyolojik mal ve hizmetlerden yararlanabilmesi ihtimali adına o mal ve hizmetlerin korunabilmesi/sürdürülmesi için ödemeye istekli olmalarını esas almaktadır. Örneğin bir orman ekosisteminde tahribat ve doğal tahribat gibi konularda önlemler alınmaz ise orman ekosistemi ve sistemin işlevselliği belli bir süre sonra bozulmaya başlayacak ya da kullanılamayacaktır.

Miras/vasiyet değeri olarak orman tahribatının önlenmesi için mevcut mali kaynaklardan belli miktarda ödenekler ayrılarak biyoçeşitliliğin korunması gerçekleştirilebilmektedir (Atasoy, Reis, Erol, & Gülseçen, 2014).

Kullanım dışı değerlerin (etik, ahlaki, estetik değerler gibi) kıymetlendirilmesi çok daha zordur. Somut çıktıları olan diğer hizmetlerden oldukça farklıdır. Kültürel hizmetler ve kullanım dışı değerler genellikle *değerleyicinin hafızasındaki tecrübeyle* ilişkilendirilir. Biraz daha derin bir şekilde incelendiğinde bu hizmetlerin, diğerlerinin aksine tek taraflı olarak sadece ekosistemler tarafından değil insanların ve ekosistemlerin birlikte ürettikleri hizmetler olduğu görülecektir (TEEB, 2010b).

Kullanım dışı değerlerin ekonomik karşılığı, o hizmete erişmek için ödenen ulaşım ve donanım giderleri veya anketlerle sanal bir pazar yaratmaya dayanan şartlı kıymetlendirme metoduyla bireylerin ödeme istekliliğinin ölçülmesiyle elde edilir (Leveque & Mounolou, 2013). Biyoçeşitliliğin sözde kullanılmayan değeri olan kullanım dışı değerler, topluma bir çeşit sigorta faydası sağlamaktadır. Ekosistemin sigorta değeri aslında sistemin *rezilyans*[10] *(resilience*) ve kendini yenileme kapasitesiyle doğrudan ilişkilidir. Rezilyans, ekosistemin şokları yutma, yeniden organize olabilme ve belirli bir ekolojik düzeyde devam edebilme ya da rejim değişikliklerinden kaçınabilme yeteneğidir (TEEB, 2010b). Dünyada nesli tükenmekte olan türlerin korunması için yaban hayatı koruma derneklerine dünya çapında her yıl milyonlarca lira bağış yapılması kullanım dışı faydadır.

Mevcut yöntemlerle ekosistem hizmetlerinin tamamını kıymetlendirmek mümkün değildir. Çok kıymetli olduğunu hepimizin bildiği ve kabul ettiği bazı hizmetler vardır ancak onlara kıymet biçmek çok güçtür. Bu yüzden, nelerin kıymetlendirileceği ya da nelerin kıymetlendirilemeyeceği hususunun net olarak ortaya koyulması gerekmektedir. Ekosistem hizmetlerine değer biçebilmek için bedelli mal ve bedelsiz mal kavramları ele alınmalıdır. Bedelli mal, ticari alışverişi yapılan, sahip olunabilir ve nadir mallardır. Bedelsiz mal ise herkesin ulaşabildiği,

[10] **Rezilyans**: Ekolojik esneklik, ekosistemlerin kendini toparlama, iyileştirme ve tekrar eski haline dönme yeteneği.

bedava kullanabildiği, miktarı bol mallardır. Pazarın dikkate aldığı yalnızca bedelli mallardır. Bedelsiz malları tanımlarken dışsallık kavramına başvurulur. Buna göre ticari bir öznenin aktivitesinin, aralarında hiçbir ticari ve ekonomik bağ bulunmadığı halde diğer öznelerin çıkarları üzerinde etkisi vardır. Örneğin, bir fabrika bir nehri, daha aşağı kesimlerde yer alan kullanıcıların çıkarları veya karını azaltmaya yol açacak şekilde kirletebilir. Ancak, fimanın pazara sunduğu ürünlerin fiyatına bu duruma ilişkin bazı maliyetlerin etkisi yansımaz. Bu durumda, ürünle ilgili pazarın bir yaptırımı olmaz ancak bu maliyetler zarardan sorumlu firma tarafından değil toplum tarafından ödenir. Dışsallık dediğimiz bu maliyetler toplumsal maliyet ile özel maliyet arasındaki farka karşılık gelir. Ortak kaynaklara kontrolsüz erişim, aşırı kullanım beraberinde "*ortak malın trajedisi*" (bkz. *Bölüm 3.3. Kamusal Mülkiyet Trajedisi*) durumunu yaratır (Leveque & Mounolou, 2013).

### 4.2. Kıymetlendirme Teknikleri

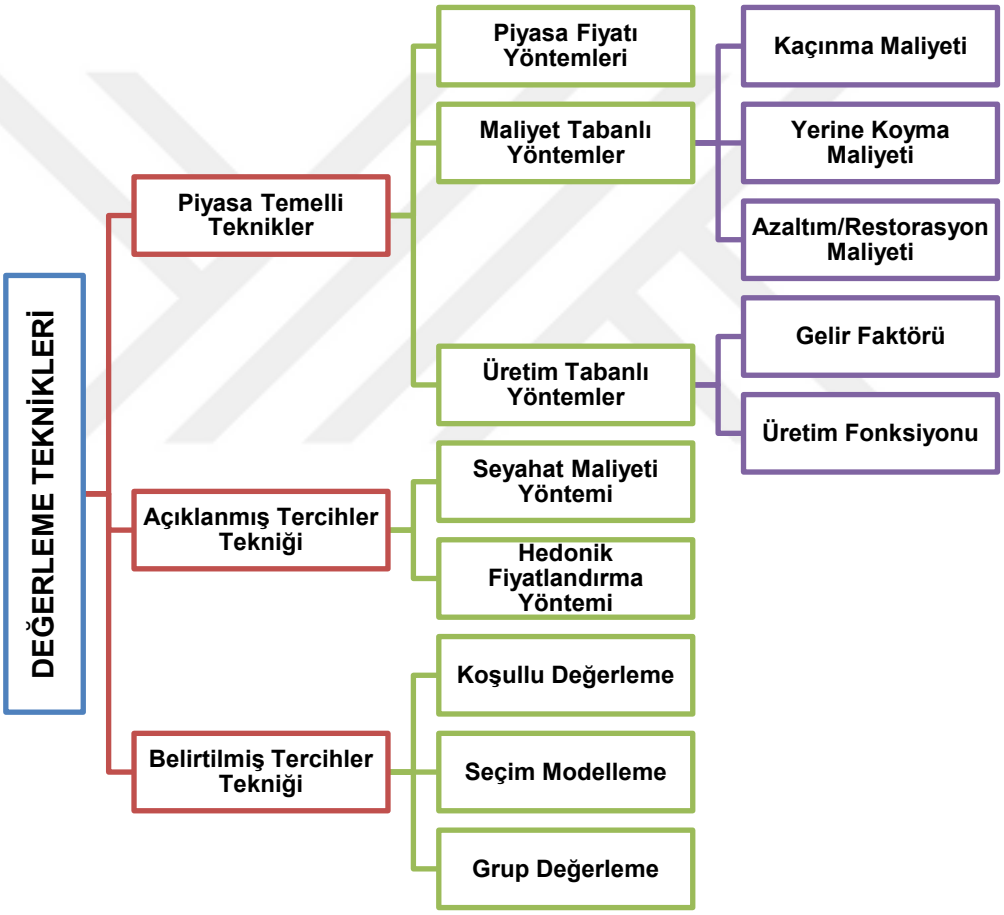
Çevre ve doğanın korunması ve iyileştirilmesinden sağlanacak toplumsal kazanç (fayda) ve kayıpların (maliyet) ölçülmesinde piyasa mallarında olduğu gibi en etkili araç paradır. Para, çevresel fayda ve maliyetlerin tahmin edilmesinde bir ölçü birimi gibi kullanılabilir.

Biyoçeşitliliğin ekonomik değerinin belirlenebilmesi için farklı teknikler geliştirilmiştir. En çok kullanılan üç kıymetlendirme yaklaşımı şunlardır (TEEB, 2010b) (Şekil 4.2):

- "Piyasa Temelli Teknikler (*Market Based Techniques*)",
- "Açıklanmış Tercihler Tekniği (*Revealed Preference Techniques*)",
- "Belirtilmiş Tercihler Tekniği (*Stated Preference Techniques*)"

Tüm bunların dışında, yeterli veri sağlanamayan, maliyet ve zaman kısıtı bulunan durumlarda *fayda transferi* yöntemi uygulanır. Orijinal bir kıymetlendirme çalışmasının sonuçlarını başka alanlar için kullanarak, yani o alana ait sonuçları başka benzer/özdeş bir alan için transfer ederek yeni alana ait ekonomik değer hesaplanır. Çok önerilmemekle birlikte, ekosistem hizmetlerinin ekonomik değerini

belirlemek için gerekli çalışmaların oldukça pahalı, karmaşık ve zaman alıcı olması sebebiyle benzer özellikte başka bir ekosistemin verileri kullanılarak kıymetlendirme çalışmaları tamamlanabilir. Bu yöntemin söz konusu olduğu durumlarda, iki alan arasındaki benzerlikler ve farklılıklar dikkatli bir şekilde analiz edilmelidir (TEEB, 2010b).




**Şekil 4.2** Değerleme Teknikleri (TEEB, 2010b)

### 4.2.1. Piyasa Temelli (*Market Based*) Teknikler

Piyasa temelli yaklaşımlar, piyasada doğrudan yeri olan mal ve hizmetler için kullanılır, bireylerin gerçek tercihlerini veya değerlerin bireylere gerçek maliyetini yansıtır. Piyasa tabanlı teknikler doğrudan kullanım çeşitleri için yaygın olarak kullanılmaktadır. Hesaplamalar için gerekli verileri temin etmek nispeten daha kolaydır. Piyasa tabanlı teknikler 3'e ayrılmaktadır: a) Piyasa değeri yöntemi, b) Maliyet tabanlı yöntemler, c)Üretim fonksiyonu yöntemi.

#### a) Piyasa Fiyatı (*Market Price-Based*) Yöntemleri

Tarım ürünlerinin pek çoğu gibi doğrudan piyasada satışa hazır ön tedarik hizmetleri için kullanılır. Çalışmaya konu hizmetlerin piyasadaki fiyatları o hizmetlerin gerçek değeri için önemli birer göstergedir.

#### b) Maliyet Tabanlı (*Cost-Based*) Yöntemler

Ekosistem hizmetlerinin sağlayacağı faydayı yapay yollarla üretmenin maliyetini konu alır.

Önemli birkaç teknik şunlardır:

**i. Kaçınma maliyeti (*avoided cost*);** ekosistem hizmetlerinin yokluğunda oluşan masrafları konu alır. Bireyleri ekonomik ve sağlık açısından zarar görmesini önleyen taşkın kontrol hizmeti ya da su kirliliği yüzünden oluşacak sağlık problemlerine bağlı masrafların atık arıtımı hizmeti gibi.

**ii. Yerine koyma maliyeti (*replacement cost*);** doğanın sunduğu bir hizmeti insan eliyle yapay yollarla üretmenin maliyetini konu alır. Suyun insan eliyle atıksu arıtma tesislerinde arıtılmasının maliyeti gibi.

**iii. Azaltım/restorasyon maliyeti** ise ekosistem hizmetleri üzerindeki baskının azaltılması için gereken azaltıma ilişkin maliyet ya da zarar görmüş hizmetlerin tekrar eski haline döndürülmesi (restorasyon) maliyetidir.

**c) Üretim Tabanlı (*Production Function-Based*) Yöntemler**

Ekosistem hizmetlerinin ticari değeri olan bir mal ya da hizmetin fiyatına yaptığı katkıyı konu alır. Ekosistem hizmetlerinin geliri ya da üretimi artırıcı etkisini inceler. Ekosistem hizmetlerinin daha iyi olması, çevresel koşulların iyileşmesini, üretimin artmasını, maliyetlerin ve fiyatların düşmesiyle talebin artması ve sonunda üreticinin kazancının artmasını sağlayacaktır. Örneğin, su kalitesinin artmasıyla balıkçılık gelirlerinin artması, üretim ve kazancın artması gibi..

**i. Gelir Faktörü (*Factor Income*) Yöntemi**

Üretim sürecinde ekosistem girdilerinin değeri, elde edilen toplam gelirden diğer girdilere ait maliyetlerin çıkarılmasıyla elde edilir. Örneğin mercan kayalıklarında dalış turizmi sonucunda elde edilen gelirlerden işgücü, ekipman gibi diğer maliyetlerin çıkarılması sonucunda mercan kayalıklarının ekonomik değeri hesaplanabilir.

**ii. Üretim Fonksiyonu (*Production Function*) Yöntemi**

Piyasada yeri olmayan (*non-marketed*) ekosistem hizmetlerinin ticari değeri olan mal ya da hizmetlerin üretimindeki katkısı üzerinden değer hesabı yapılır. Üretim sürecinde yer alan girdiler ve çıktılar arasındaki ilişki (girdilerin değişmesi sonucunda çıktıların etkilenme derecesi/durumu) incelenir. Örneğin bir ormandan elde edilen meyve ve fıstık üretimi, o üretim için gerekli iş gücü, arazi ve ormanın kalitesiyle ilişkilendirilebilir. Ekosistem girdilerinden birindeki bir değişiklik hem toplam çıktılarda hem de diğer girdilerin kullanımında değişiklik yaratabilir. Örneğin ekilebilir orman arazisinin küçülmesi doğrudan toplam üretim miktarını azaltacak veya aynı miktarda üretimi elde edebilmek için daha uzun süre çalışmayı gerektirecektir. Fiyatların sabit kaldığı kabul edilerek, üretim sürecinde girdi olarak yer alan bir hizmetin değeri hesaplanırken, o girdiye ait değişim sonucunda üretim değerinde (kazanç ve maliyetler arasındaki fark) ortaya çıkan farklılık, söz konusu hizmetin değeri için gösterge olarak kabul edilmektedir. Üretim fonksiyonu yöntemi teknik olarak uygulaması oldukça güç ve çok fazla veri gerektiren bir yöntemdir.

Gelir faktörü yönteminde ise daha basit bir mantıkla hareket edilir, girdiler ve çıktılar yalnızca miktar olarak değerlendirilir.

**Piyasa Temelli Teknikler Yaklaşımının Kısıtları**

Pazar tabanlı yaklaşımlar piyasada yeri olmayan ya da çarpık bir piyasa içinde yer alan hizmetler için elverişli değildir. Rekabetin kusurlu olduğu çarpık bir piyasada fiyatlar yanıltıcı olacağı için fiyatlar da hizmetlerin gerçek değerini, gerçek tercihleri ve marjinal maliyetleri yansıtmayacaktır (Barbier, 2007). Ekosistem hizmetleri için hesaplanan değerler gerçekçi olmayacaktır. Yerine koyma maliyeti, yüksek belirsizliklerin olduğu durumlarda çok dikkatli kullanılmalıdır (Spash, 2000). Üretim fonksiyonu tekniği ise yeterince anlaşılmadığı için ekosistem koşullarındaki değişikliklerin sunulan hizmetlere nasıl yansıdığını hesaplamada sınırlı bir kullanıma sahiptir (Daily, ve diğerleri, 2000). Ayrıca, hizmetlerin üretimine ilişkin hesaplamalarda, ekosistem hizmetleri arasındaki girift bağlantılar çifte hesaplamalara (double counting) da sebep olabilir (Barbier, Acreman, & Knowler, 1997).

### 4.2.2. Açıklanmış Tercihler (*Revealed Preference*) Tekniği

Açıklanmış (ortaya çıkmış) tercihler yaklaşımı, bireylerin mevcut pazarlarda gösterdiği davranışların ve seçimlerin gözlemlenmesine dayanır, böylece bireyler yaptıkları seçimlerle "tercihlerini açık etmiş" olurlar. Ekonomistler çevresel mal ve hizmetleri, piyasası olan mal ve hizmetler ile ilişkilendirerek değer tayini yapmaya çalışmaktadırlar. Bu yaklaşımda 2 temel yöntem yer alır:

**a) Seyahat Maliyeti (*Travel Cost (TC)*) Yöntemi**

Çoğunlukla biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerinin sağladığı rekreasyonel, eğlence/turizm ile ilgili değerler için kullanılır. Sahayı ziyaret etmek için oluşan talep, yapılan harcamalar konu edilir. Genellikle doğrudan kullanım değerleri için uygun bir tekniktir. Bir bölgeye seyahat edenlerin gözlemlenmesi sonucu bölgedeki seyahat maliyeti tahmini yapılabilmekte ve ziyaretçilerin bölgedeki toplam harcamaları tahmin edilerek bir talep eğrisi çıkartılabilmektedir.

**b) Hedonik Fiyatlandırma (*Hedonic Pricing (HP*)):**

Çevresel koşulların piyasadaki ürünlerin fiyatına etkisini konu alan "incelikli" fiyatlandırma yöntemidir. Örneğin hoş bir peyzaj ve manzaranın yakındaki konutların fiyatını yükseltmesi ya da kirlenmiş bir derenin ya da çöp depolama sahasının yakınlardaki konutların fiyatlarını düşürmesi gibi. Biyoçeşitlilk ve ekosistem tarafından sunulan rekreasyon vb hizmetler sebebiyle bir malın değeri yükseliyorsa aradaki fark ekosistem tarafından sunulan hizmete atfedilir (TEEB, 2010b). Bu yöntemde biyoçeşitliliğin değeri, benzer malların fiyatlarının karşılaştırılması ile belirlenebilmektedir.. Bu tekniğin kullanılabilmesi için çok fazla gözlemlenmiş bilgiye ihtiyaç olduğundan uygulanabilirliği zordur. Tarım faaliyetleri için arazi kalitesi, hava kirliliği hedonik fiyatlama tekniğine örnek verilebilir.

**Açıklanmış Tercihler Yaklaşımının Kısıtları**

Açıklanmış tercihler yaklaşımında geniş ve güvenilir veri setleri ve karmaşık istatistiki analizler gerektiği için piyasa aksaklıkları ve zayıf politikalar ekosistem hizmetlerinin parasal kıymetlerinin yanlış hesaplanmasına sebep olabilir. Bu yüzden açıklanmış tercihler yaklaşımı pahalı ve zaman alıcı bir yaklaşımdır. Kullanım dışı değerlerde uygulanamazlar. Hesaplamalar için gerekli, teknik varsayımların güvenilir olması gerekmektedir.

### 4.2.3. Belirtilmiş Tercihler Tekniği (*Stated Preference Techniques*)

Belirtimiş tercihler yaklaşımında, ekosistem hizmetleri üzerine hipotetik (varsayımsal/farazi) anketler aracılığıyla ekosistem hizmetleri için pazar-talep simülasyonu yapılır. Hem kullanım değerleri hem de kullanım dışı değerler için kullanılabilir. Üç yöntemi vardır:

**a) Koşullu Değerleme *(Contingent Valuation (CV))*:**

Koşullu Değerleme Tekniğinde, anketler aracılığıyla insanlara bir hizmet için ödemek isteyecekleri miktar veya tam tersi o hizmetin kaybetmemek için ödemeyi kabul ettikleri, örneğin bireylere, içinde yüzdükleri, balık avladıkları, piknik yaptıkları bir nehirdeki su kalitesini artırmak için ödemek istedikleri miktar sorulur.

Koşullu değerleme ya da senaryo destekli değerlendirme (SDD) yöntemi bireylerin mal ve hizmetler için tercihleri hakkında bilgi toplamak amacıyla yapılan bir araştırma tekniğidir. *Çevresel mal ve hizmetleri oluşturan doğal sermayenin öz ve miras değerlerinin (kullanılmayan değerler) fayda tayininde kullanılan tek yöntemdir*. Araştırma sırasında bireylerin bir hizmet veya mal için biçtikleri değeri öğrenmeye çalışan soru ya da sorular serisi kullanılmaktadır. Doğal kaynakların değerinin biçilmesinde kullanılan bu yöntemde tüketicilere anket uygulanarak çevresel kalite ya da bozulmanın giderilmesi için ne kadar ödemeye istekli oldukları (willingness to pay/WTP) veya kabul edebilecekleri ödeme miktarlarının ne olduğu (willingness to accept/WTA) sorulmakta ve böylece amaç için gerekli olan veriler sağlanmaktadır (Holvad, 2006).

**b) Seçim Modelleme *(Choice Modelling (CM)*):**

"Seçim Modelleme (*Choice Modelling Techniques*)" tekniğinde de biyoçeşitlilikten üretilen malların ve hizmetlerin ticaretinde katılımcılara anket uygulanarak sonuçların değerlendirilmesi ile maliyet ve biyoçeşitlilik faydaları arasındaki değişimin tahmini yapılabilmektedir. Bu teknikte amaç fayda maliyet analizi yapılırken en uygun modelin belirlenmesi olmaktadır (Atasoy, Reis, Erol, & Gülseçen, 2014).

İstatistiksel olarak, her bir kişinin alternatifler arasında kendisine uygun olan ve kişilerin tercih yaklaşımlarını, bir kişi için o konudaki alternatifler arasındaki seçimlerin uygunluğunu inceler. Biyoçeşitlilikten üretilen malların ve hizmetlerin ticaretinde katılımcılara anket uygulanarak sonuçların değerlendirilmesi ile maliyet ve biyoçeşitlilik faydaları arasındaki değişimin tahmini yapılabilmektedir.

**c) Grup Değerleme (*Group Valuation (GV)*):**

Belirtilmiş teknikler yaklaşımı ile siyasal bilimlerin müzakereci/ihtiyatlı süreçlerinin bir araya getirilmesidir. Değer çoğulculuğu, ölçülememezlik, insan dışı değerler veya sosyal adalet gibi bireysel anketlerde gözden kaçması muhtemel değer türlerinin kullanılmasını amaçlar.

Bireysel tercihlerin ayrı ayrı toplanıp bir değer elde edilmesinin tersine herkese açık toplu müzakere yöntemiyle kıymetlendirme yöntemidir. Bu yöntemde küçük gruplar halinde bir araya getirilen bireyler bir moderatör eşliğinde tartışır ve ekosistem hizmetlerinin kıymeti üzerine müzakere ederler. Bu da, grup tartışmaları ve mutabakat tesis edilerek daha sağlıklı sonuçlar elde etmeyi sağlayabilir.

Koşullu Değerleme ile Seçim Modelleme arasındaki temel fark, Koşullu Değerleme tekniğinde bireylere yalnızca tek seçenek sunulurken, Seçim Modelleme tekniğinde alternatifler mevcuttur. Koşullu Değerleme tekniğinde, bireylere sunulan seçeneği ve fiyatını kabul mü edecekleri yoksa herhangi bir ekstra ödeme yapmaksızın mevcut durumu mu sürdürecekleri sorulur. Anketlere müşteri bakış açısıyla yanıt vermek ya da vatandaş sorumluluğuyla cevap vermek Koşullu Değerleme sonuçlarının yorumlanması açısından çok büyük farklılıklar yaratır.

**Belirtilmiş Tercihler Yaklaşımının Kısıtları**

Belirtilmiş tercihler yaklaşımı genellikle kullanım dışı değerleri hesaplayabilmek için tek yöntemdir. Ancak hipotetik anketlerle bireylere yöneltilen senaryo ve sorulara verilen cevaplar ile aynı bireylerin aynı duruma gerçek hayatta gösterecekleri reaksiyon ve davranışların ne kadar örtüştüğü bilinmemektedir.

Belirtilmiş tercihler yaklaşımına ilişkin literatürde yer alan önemli problemlerden birisi de bireylerin ödemeye istekli olduğu miktar ile ödemeyi kabul ettiği miktar konusundaki farklılıklardır (Hanneman, 1991). Teorik olarak, kusursuz rekabet koşullarında bu ikisinin birbirine yakın ya da benzer olması gerekmektedir. Ancak, çeşitli çalışmalar gösteriyor ki, birebir aynı hizmet için bireylerin ödemeyi kabul ettikleri miktar, ödemeye istekli oldukları miktarı sistemli olarak geçebilmektedir (Vatn & Bromley, 1994). Bu uyuşmazlığın sebepleri, mülakat tekniği veya anket tasarımının hatalı olması, bireylerin soruları cevaplarkenki psikolojisi gibi çevresel etkiler olabilir.

Çizelge 4.1'de kıymetlendirme yaklaşımları, teknikleri ve kısıtları verilmekte; Çizelge 4.2'de kıymetlendirme teknikleri ve değer türleri arasındaki ilişki gösterilmektedir. Çizelge 4.3'te mevcut girişimlerde ve sonuçlanmış çalışmalarda

hizmet türüne göre kullanılması önerilen için değerleme yaklaşımları; Çizelge 3.4'te ise mevcut girişimlerde ve sonuçlanmış çalışmalarda hizmet türüne göre kullanılması önerilen için değerleme tekniklerine yer verilmemektedir.

**Çizelge 4.1** Kıymetlendirme Teknikleri ve Kısıtları
(Barbier, Acreman, & Knowler, 1997) (TEEB, 2010b)

| YAKLAŞIM | | YÖNTEM | KISITLAR |
|---|---|---|---|
| **Piyasa Temelli Yaklaşımlar** | Fiyat Tabanlı | Pazar Fiyatı | Piyasa aksaklıkları ve yanlış politikalar Pazar fiyatlarını saptırabilir (distort). |
| | Maliyet Tabanlı | Kaçınma maliyeti | Kaçınılan zararın maliyetinin ya da yerine koyulan insan yapımı ürününün orijinal hizmetin karşılığı olduğu varsayılır ancak bu durum gerçek değerin altında veya üstünde çıkabilir. |
| | | Yerine Koyma Maliyeti | |
| | | Azaltım/restorasyon Maliyeti | |
| | Üretim Tabanlı | Üretim Fonksiyonu | Çok fazla veri ve hassas çalışma gerektirir.<br>Çift sayma (double counting) riskine açıktır. |
| | | Gelir Faktörü | |
| **Açıklanmış Tercihler Yaklaşımı** | | Seyahat Maliyeti | Çok fazla veri gerektirir, gerçek değerin üstünde sonuçlar verebilir. |
| | | Hedonik Fiyatlandırma | Çok fazla veri gerektirir, yalnızca insanların ödeme istekliliğini ölçebilir. |
| **Belirtilmiş Tercihler Yöntemi** | | Koşullu Değerleme | Görüşme/anket teknikleri konusunda çeşitli önyargılar bulunmaktadır. Ayrıca insanların anketlerde beyan ettikleri miktarların güvenilirliği de tartışma konusudur. |
| | | Seçim Modelleme | Koşullu değerleme tekniği gibi henüz yaygın olarak test edilmemiştir. |
| | | Grup Değerleme | Grup görüşme/anketlerinde bireyler gerçek düşüncelerini yansıtmakta çekimser davranabilirler. |

**Çizelge 4.2** Kıymetlendirme Teknikleri ve Değer Türleri Arasındaki İlişki (TEEB, 2010b)

| **YAKLAŞIM** | | **YÖNTEM** | **UYGULAMA** | **ÖRNEKLER** |
|---|---|---|---|---|
| **Piyasa Temelli Yaklaşımlar** | Fiyat Tabanlı | Pazar Fiyatı | Doğrudan&dolaylı kullanım değeri | Tedarik, kültürel ve düzenleyici hizmetler |
| | Maliyet Tabanlı | Kaçınma maliyeti | Doğrudan&dolaylı kullanım değeri | Bitki örtüsünün erozyon kontrolü sağlaması |
| | | Yerine Koyma Maliyeti | Doğrudan&dolaylı kullanım değeri | Yeraltı suyu beslenmesi |
| | | Azaltım/restorasyon Maliyeti | Doğrudan&dolaylı kullanım değeri | Sulak alanların taşkın/sel kontrolü sağlaması |
| | Üretim Tabanlı | Üretim Fonksiyonu | Dolaylı kullanım değeri | Su ve toprak kalitesinin üretimi ve gelirlerini artırması |
| | | Gelir Faktörü | Dolaylı kullanım değeri | |
| **Açıklanmış Tercihler Yaklaşımı** | | Seyahat Maliyeti | Doğrudan&dolaylı kullanım değeri | Rekreasyon değeri |
| | | Hedonik Fiyatlandırma | Doğrudan&dolaylı kullanım değeri | Temiz hava, su ve doğal manzaranın emlak fiyatlarını artırması |
| **Belirtilmiş Tercihler Yöntemi** | | Koşullu Değerleme | Kullanım ve kullanım dışı değerler | Su kalitesinin değeri gibi kullanım dışı değerlerin ölçülmesinde tek yöntem |
| | | Seçim Modelleme | Kullanım ve kullanım dışı değerler | |
| | | Grup Değerleme | Kullanım ve kullanım dışı değerler | |

Düzenleyici hizmetler için genellikle maliyet tabanlı teknikler (kaçınma maliyeti, yerine koyma maliyeti, restorasyon maliyeti) ve koşullu değerleme

yaklaşımı kullanılırken; kültürel hizmetler için açıklanmış tercihler yaklaşımı (seyahat maliyeti-rekreasyon, turizm, bilimsel keşif ve hedonik fiyatlandırma-estetik kıymetler) ile koşullu değerleme (varoluş değeri gibi spritüel kıymetler için) kullanılmaktadır. Ön tedarik hizmetleri içinse doğrudan piyasa değeri ve üretim fonksiyonu (gelir faktörü) yaklaşımı kullanılmaktadır.

**Çizelge 4.3** Ekosistem Hizmetleri İçin Kullanılan Değerleme Yaklaşımları (TEEB, 2010b)

| YAKLAŞIMLAR | KÜLTÜREL HİZMETLER | TEDARİK HİZMETLER | DÜZENLEYİCİ HİZMETLER | DESTEKLEYİCİ HİZMETLER |
|---|---|---|---|---|
| Fayda transferi | 9 | 3 | 4 | 6 |
| Maliyet tabanlı yaklaşımlar | 5 | **27** | **61** | 17 |
| Üretim tabanlı yaklaşımlar | 1 | **33** | 9 | 0 |
| Açıklanmış tercihler yöntemi | **38** | 18 | 7 | **28** |
| Belirtilmiş tercihler yöntemi | **46** | 19 | 19 | **50** |

Literatürde yer alan 314 değerleme çalışma içerisinde, yukarıda yer alan tablolardan da görüleceği üzere, en çok uygulanan yaklaşımlar şunlardır:

- Kültürel hizmetler için belirtilmiş tercihler yaklaşımı (46 çalışma) ve açıklanmış tercihler (38 çalışma),
- Ön tedarik hizmetleri için üretim fonksiyonu/faktör geliri (33 çalışma) ve maliyet tabanlı yaklaşım (27 çalışma),
- Düzenleyici hizmetler için maliyet tabanlı yaklaşım (61 çalışma),
- Destekleyici hizmetler için belirtilmiş tercihler yaklaşımı (50 çalışma) ve açıklanmış tercihler yaklaşımı (28 çalışma).

**Çizelge 4.4** Ekosistem Hizmetleri İçin Kullanılan Değerleme Teknikleri (TEEB, 2010b)

| YÖNTEMLER | KÜLTÜREL HİZMETLER | TEDARİK HİZMETLER | DÜZENLEYİCİ HİZMETLER | DESTEKLEYİCİ HİZMETLER |
|---|---|---|---|---|
| Fayda transferi | 9 | 3 | 4 | 6 |
| Üretim tabanlı yöntemler | 1 | **33** | 9 | 0 |
| Kaçınma maliyeti | 1 | 2 | **26** | 0 |
| Seçim modelleme | 16 | 4 | 7 | 17 |
| Koşullu değerleme | **26** | 10 | 9 | **33** |
| Hedonik fiyatlandırma | 5 | 1 | 0 | 0 |
| Piyasa fiyatı | 0 | 7 | 3 | 0 |
| Kamu yatırımları | 0 | 1 | 1 | **28** |
| Yerine koyma maliyeti | 2 | 3 | **20** | 11 |
| Restorasyon maliyeti | 1 | 2 | 6 | 0 |
| Azaltım maliyeti | 0 | 2 | 3 | 0 |
| Seyahat maliyeti | **32** | 3 | 3 | 0 |

Tablo 4.4'ten de görüleceği üzere, literatür çalışmalarına bakılırsa;

- Kültürel hizmetler için en çok uygulanan teknikler seyahat maliyeti (32 çalışma) ve koşullu değerleme (26 çalışma),
- Ön tedarik hizmetleri için üretim fonksiyonu/gelir faktörü (33 çalışma),
- Düzenleyici hizmetler için kaçınma maliyeti (26 çalışma) ve yerine koyma maliyeti (20 çalışma)
- Destekleyici hizmetler için koşullu değerleme (33 çalışma) ve kamu yatırımları (28 çalışma) yer almaktadır.

Ölçüm yöntemleri, doğrudan ve dolaylı yöntemler olarak da incelenmektedir. Dolaylı yöntemler, ekonomik göstergelerin seyrini izleyerek bunların değişik çevresel unsurlar bakımından ifade ettiği değeri belirleme esasına dayanmaktadır. Doğrudan yöntemler ise, potansiyel bir pazar varsayımından kaçınmakta ve karşılıklı görüşme ve anket yoluyla bireylerin çevresel mal ve hizmetlere yönelik tercihlerini

ifade etmelerini sağlamaktadır. Doğrudan yöntemlerden en yaygın kullanılanı Koşullu Değerlendirme Yöntemi, dolaylı yöntemlerden en yaygın kullanılanları ise Seyahat Maliyeti Yöntemi ve Hedonik Fiyatlandırma Yöntemidir (OSİB, 2012).

Piyasada yeri olmayan hizmetler için dolaylı yollardan ekonomik değerlerini hesaplamak için çeşitli teknikler mevcuttur. Örneğin, doğal bir ekolojik sistem içerisinde suyun arıtılmasına ilişkin bedelin hesaplanmasında yerine koyma maliyeti yöntemi kullanılır. Benzer bir teknik olan kaçınma maliyeti, bir hizmetin yok olması sebebiyle ortaya çıkan zararın maliyetine dayanır. Rekreasyon kıymetleri için seyahat maliyeti ve koşullu değerleme uygun iken, doğal ekosistemlerin estetik özellikleriyle ilişkili mülkler için hedonik fiyatlandırma kullanılır (Costanza, ve diğerleri, 2006).

## 5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Ekonomik ve çevresel yaklaşımları ve politikaları aynı çerçevede buluşturmayı amaçlayan ilk çalışma, Birleşmiş Milletler tarafından 1993 yılında yayınlanan "Çevresel ve Ekonomik Muhasebe Entegrasyonu" (Integrating Environmental and Economic Accounting) isimli çalışmadır. Söz konusu çalışma, 10 yıl sonra 2003 yılında "Çevresel Ekonomi Muhasebe Sistemi" (SEEA: System of Environmental-Economic Accounts) ismiyle revize edilmiştir. 2005 yılında ise Birleşmiş Milletler İstatistik Komisyonu (UNSD) tarafından çevresel-ekonomi muhasebe yaklaşımını yaygınlaştırmak, bu muhasebe sistemini ve ilgili istatistikleri uluslararası istatistik standartlarına çıkarmak ve taraf ülkelerde uygulanmasını desteklemek amacıyla BM Çevre Ekonomisi Uzmanlar Komitesi (UNCEEA) oluşturulmuştur.

Birleşik Krallık, İrlanda, Çek Cumhuriyeti gibi birkaç üye ülke kapsamlı ulusal kıymetlendirme çalışmalarını hemen hemen tamamlarken, Almanya, Polonya, Avusturya, Belçika, Hollanda ve Norveç gibi ülkelerin ise sürecin daha başında olduğu; İsveç, Romanya ve İtalya gibi ülkelerde ise devam eden herhangi bir ulusal kıymetlendirme girişimi bulunmadığı görülmektedir. Gerçekleştirilen ulusal çalışmaların yarısından fazlasında (%53) kıymetlendirme yönteminin hala net/açık olmadığı anlaşılmaktadır. Çalışmaları devam eden Litvanya ve çalışmalarını tamamlamış BK, Çek Cumhuriyeti gibi ülkelerin çalışmalarının %20'sinde piyasa yöntemleri ve piyasa dışı yöntemler ile fayda transferi yöntemi birlikte kullanılmıştır (Brouwer, Brander, Kuik, Papyrakis, & Bateman, 2013). Genelde, pek çok ön tedarik hizmeti hâlihazırda mevcut piyasa teknikleri ile hesaplanırken düzenleyici hizmetler ise kaçınma maliyeti tekniği gibi maliyet tabanlı tekniklerle hesaplanmıştır. Kültürel hizmetler gibi pazar dışı değerlerin parasal kıymetlendirilmesinde kullanılan (açıklanmış tercihler ve belirtilmiş tercihler gibi) piyasa dışı (dolaylı pazar teknikleri) yöntemler önemli sorunları da beraberinde getirmektedir.

Veri ve bilgi eksikliğinin yanı sıra doğrudan piyasa fiyatı olmayan hizmetlerin kıymetlendirilmesi finans kaynaklarının ve orijinal ekonomik kıymetlendirme araştırması için gerekli çevre ekonomisinin kısıtlı olması gibi birçok engele takılmaktadır. Üstelik dolaylı parasal kıyetlendirme yaklaşımı konusunda Almanya, Norveç, Hollanda gibi bazı üye ülkelerde tartışmalar hala sürmekte ve geçerli bir yöntem olarak kabul görmemektedir.

Ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesi ve biyolojik çeşitlilik ekonomisi konusunda önceki başlıklarda, *Bölüm 2: Ekosistem Hizmetleri ve Biyolojik Çeşitlilik* başlığı altında konunun tarihçesi ve literatür taramasına ilişkin detaylı olarak bilgi verilmektedir. Bu bölümde ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesi konusunda Dünya'da ve Türkiye'de yapılmış örnek niteliğinde birtakım çalışmalardan bahsedilecektir. Aşağıda ekosistem hizmetlerine ilişkin uluslararası ölçekte ve Türkiye'de yapılmış bazı kıymetlendirme çalışmaları verilmektedir:

### 5.1. Uluslararası Çalışmalar

#### 1. ABD, New Jersey Ekosistem Hizmetleri Kıymetlendirmesi

2006 yılında New Jersey eyaleti sınırları içerisinde 12 ayrı ekosistem ve 12 ayrı ekosistem hizmeti için Vermont Üniversitesinden 6 bilim insanı tarafından yapılan biyokıymetlendirme çalışmaları sonucunda (Costanza, ve diğerleri, 2006);

1. Sulak alanların, -tatlı sulakalanlar 9,4 milyon ABD doları, tuzlu sulak alanlar 1,2 milyon ABD dolar olmak üzere- en yüksek ekonomik değere sahip ekosistemler olduğu,

2. Deniz ekosistemlerinin, -haliçler ve gelgit sahaları 5,3 milyon ABD doları, diğer kıyı ekosistemleri 389 milyon ABD doları- olmak üzere en yüksek kıymete sahip ikinci ekosistemler olduğu,

3. Orman ekosistemlerinin New jersey daki en geniş ekosistemler olduğu, dolayısıyla toplam değerinin kereste hariç 2,2 milyon ABD dolarından fazla olduğu,

4. Kentsel yeşil alanlar nispeten az olmasına karşın yıllık 419 milyon dolarlık öenmli bir (estetik ve rekreasyon) değeri olduğu, (diğer kentsel araziler ve çorak alanlar bu çalışmaya dahil edilmemiştir.)

5. Sahiller –kumullar dâhil- birim alana düşen en yüksek ekohizmet değerine sahip ekosistemler olup yıllık 330 milyon ABD doları civarında olduğu,

6. Tarım alanları -besin tedariki hariç- ekili araziler için yıllık 78 milyon ABD doları, mera ve çayırlar için yıllık 45 milyon ABD doları, (ekili arazilerin habitat değeri yıllık 75 milyon ABD doları, çayır ve otlakların atık bertaraf değeri yıllık 26 milyon ABD doları olarak hesaplanmıştır.)

7. Nehir kenarları ve açık sular, sırasıyla yıllık 51 ve 66 milyon ABD doları, (su temini, estetik ve rekreatif değerleri için) olarak hesaplanmıştır.

Sonuçlar üzerinden diyebiliriz ki, sulak alanların, haliçlerin, gelgit bölgelerinin, sahillerin yer aldığı ekosistemler diğerlerine göre birim alana düşen hizmet bakımından çok daha zengindir.

**2. Uganda, Nakivubo Kentsel Sulak Alanı** (Emerton, Iyango, Luwum, & Malinga, 1998)

Uganda'nın güneydoğusunda Viktorya Gölüne komşu olan Nakivubo sulak alanı Kampala kentinin eteklerinde yer almaktadır. 5,3 km² lik bataklık alanı ve 40 km² lik beslenme havzası bulunan sulak alan, Kampala kentinin ana drenaj kanalı olan Nakivubo nehriyle beslenmektedir. Kampala merkez sanayi bölgesi, ticaret bölgeleri ve yoğun yerleşimlere komşu olan sulak alan Murchison Koyu'nda Viktorya Gölü ile buluşmaktadır.

**Kıymetlendirilen Hizmetler**

**Doğrudan Kullanım Değerleri:** Nakivubo sulak alanın çevresinde yaşayan halkın geçimi için çeşitli gelir kaynakları sunmaktadır. En bilinenleri, küçük ölçekli yetiştiricilik, papirüs hasadı, tuğla yapımı ve balık üretimidir. Bu çalışma kapsamında bu değerler piyasa fiyatı metoduyla kıymetlendirilmiştir.

**Dolaylı Kullanım Değerleri-Atık Su Arıtımı**: Nakivubo, Kampala'nın evsel ve endüstriyel atıksuları için alıcı ortam durumundadır. Nakivubo ırmağı yaklaşık 100.000 konuta ait ham evsel atık suyu ve kanalizasyon şebekesine bağlı olmayan endüstriyel tesislerin atıksularını sulak alana taşımaktadır. Bunların dışında bir de, kampalanın ana atıksu arıtma tesisinin çıkış suyu da sulak alana bırakılmaktadır. Sulak alan bu sözü edilen atık suların doğrudan Murchison Koyu'na and Victoria Gölü'ne verilmesini engellemektedir. Şehrin su kaynağı Murchison koyuna sadece 3 km mesafede olduğu için sulak alan, içme suyu kaynaklarını da kirlilik tehdidinden korumaktadır.

Su arıtımına biçilen kıymet, sulak alanın olmadığı varsayılarak "yerine koyma" (replacement cost) yöntemiyle hesaplanmıştır. Sulak alanın olmadığı senaryoda aşağıdaki maliyetler ortaya çıkacaktır:

**1.** Sulak alanın çevresindeki yerleşim alanları için tesis edilecek sanitasyon hizmetleri ve kanalizasyon sistemi ile tüm atıksuların (ilave atık su yükü dahil) kurulacak atık su arıtma tesisinde arıtılarak Nakivubo Nehri'ne verilmesinden kaynaklı maliyetler,

**2.** Şehrin içme suyu kaynağı girişinin alternatif başka bir alana transfer edilmesinden kaynaklı maliyetler.

**Çizelge 5.1** Nakivubo Sulak Alanının Yıllık Ekonomik Değeri (1998)

| **Ekosistem Hizmetleri** | **Yıllık toplam akım (flow) (1000 ABD Doları/yıl)** |
|---|---|
| **Doğrudan kullanım** | |
| Bitkisel üretim | 156 |
| Papirüs hasadı | 14 |
| Tuğla üretimi | 25 |
| Balıkçılık | 5 |
| **Dolaylı kullanım** | |
| Su arıtımı | 980-1810 |
| Kullanım dışı | Hesaplanmadı |
| **TOPLAM** | 1.180-2.010 |

Yıllık toplam hektar başına servis akışı (US dolar/ha/yıl): 2225-3800

Nakivubo'nun ekonomik değeri (2,220-3,800 ABD doları/ha/yıl) Afrika kıtasındaki, değeri 45-90 ABD doları/ha/yıl aralığında değişen diğer çalışmalardan çok daha yüksektir. Bu farklılığın sebebi Nakivubo Sulak Alanının diğer alanlardan farklı olarak bölgedeki tek kentsel sulak alan olması ve sulak alanların kentlere yaklaştıkça sundukları hizmetin bedelinin artması olarak açıklanabilir. Nakivubo küçük bir sulak alan olmasına rağmen yoğun kullanıma maruz kalması ve kalabalık bir kent nüfusuna her türlü atık için tampon görevi, atık arıtımı gibi hizmetler sunmasıyla diğerlerinden farklı bir konumda bulunmaktadır.

**3. Kamboçya, Veun Sean Köyü, Stoeng Treng Ramsar Alanı** (de Groot, Stuip, Finlayson, & Davidson, 2006)

Kamboçyadaki Stoeng Treng ilindeki Mekong Nehri boyunca 37 km uzanan Ramsar alanı yaklaşık 14.600 hektar büyüklüktedir. Sahadaki en küçük köy Veun Sean köyü 150 kişiden oluşmaktadır. Khorn Hang Adasında yer alan köyün geçim kaynakları tarım, odun dışı orman ürünleri, toplayıcılık, yaban hayvanı avcılığıdır. Köy insan kaynağı açısından da altyapı açısından da oldukça fakirdir. Sadece bir tane kuyu bulunmaktadır, elektrik ve tuvalet hiç bulunmazken, sağlık hizmetleri çok çok zayıf ve nüfusun %75'i okuma yazma bilmemektedir.

**Sonuçlar:** Sulak alanın sunduğu hizmetlerin hane başına kıymeti yıllık yaklaşık 3.200 ABD dolarıdır. Ortalama olarak, balıkçılığın hane başına yıllık kıymeti 425 ABD dolarıdır. Ancak daha yoksul bir hane için balıkçılığın sağladığı gelir yıllık 650 doları bulabilmektedir. Bu değerlerin büyük kısmı temel gıda maddesi ve pirinç alabilmek için sattıkları balık gelirlerinden elde edilmiştir.

**4. İsveç, Gotland Adası, Martebo Bataklığı** (Gren, Folke, Turner, & Bateman, 1994)

Gotland adasında Martebo bataklığı yoğun drenaj sonucunda ekosisteme dayalı ürün ve hizmetlerin yok olmasıyla karşı karşıya kalmıştır.

**Kıymetlendirme Metodu:** Kaybedilen bu yaşam destek hizmetlerinin insan eliyle yapılmış teknolojik çözümlerle sağlanması mantığına dayanan "yerine koyma" tekniğiyle kıymetlendirme çalışması yapılmıştır. Martebo bataklığındaki her bir yaşam destek hizmeti için onların yerini tutabilecek ayrı ayrı teknolojiler ve çözümler değerlendirilmiştir.

**Sonuçlar**: Yerine koyma maliyetleri pazar fiyatı üzerinden hesaplanmıştır. Çalışmanın sonuçlarına göre, sulak alanların sağladığı hizmetlerin ikame maliyeti 350.000 dolar ile 1 milyon dolar arasında değişmektedir. Bu çalışmadaki ilginç bir nokta ise ikame çözümler için gerekli enerji ihtiyacıdır. Burada, aynı ürün ve hizmetleri üretebilmek için sulak alanın kullandığı güneş enerjisi ile ikame çözümlerde kullanılacak endüstriyel enerji kıyaslanmaktadır. Yapılan analizlere göre, bir hizmet ya da ürün için ikame çözüm üretmenin biyofiziksel maliyeti de (yıllık 15-50TJ eşdeğer fosil yakıt) güneş enerjisinin bitkiler tarafından tutulmasına karşılık gelen hizmetin değeri (yıllık 55-75 TJ eşdeğer fosil yakıt) ile neredeyse aynı seviyededir.

**5. Yeni Zelanda, The Te Papanui Milli Parkı** (TEEB, 2013)

Yeni Zelanda, Otag bölgesinde yer alan The Te Papanui milli parkı ekosistem hizmetlerinin kıymeti, şu anda ücretsiz olan su temini için kaçınma maliyeti tekniğiyle hesaplanarak 96 milyon ABD doları olarak hesaplanmıştır. Dunedin şehrinin su ihtiyacının karşılanması 65 milyon ABD doları, elektrik üretimi 22 milyon ABD doları, sulama suyu temini 8,5 milyon ABD doları olarak hesaplanmıştır.

**6. Sri Lanka, Muthurajawela Sazlıkları: Taşkın Kontrolü** (Emerton & Kekulandala, 2003)

Sri Lanka, Kolombo'da 3000 hektarlık Muthurajawela sazlıkları sel kontrolü fonksiyonu ile yıllık 5 ABD milyon doların üzerinde kazanç sağlamaktadır. Bu

kıymetin hesaplanması, aynı sel kontrolü sağlamak için drenaj sistemi ve pompa istasyonu kurmanın maliyeti üzerinden hesaplanmıştır.

**7. Kamboçya, Ream Milli Parkı Mangrov Ormanları** (Emerton & Kekulandala, 2003)

Kamboçya, Ream milli parkında yer alan 1800 hektarlık mangrov ormanının sağladığı fırtınalardan korunma ve erozyon kontrolünün bedeli yıllık 300.000 milyon ABD doları olarak hesaplanmıştır. Fırtına ve erozyonla mücadele fonksiyonlarının yanısıra mangrov ormanları balıklar için habitat, üreme ve barınma alanları sağlar, insanlar için de yakacak odun, tıbbi bitkiler ve yapı malzemeleri gibi hizmetler sunar. Tüm bu değerler yıllık yaklaşık 600.000 ABD doları olarak hesaplanmıştır.

**8. Kanada, Britanya Kolombiyası Lower Mainland Bölgesi** (Molnar, Kocian, & Batker, 2012)

Kanada, Britanya Kolombiyasında Lower Mainland (Vancouver çevresi) bölgesinde 8 ayrı ekosistem hizmeti için ilk elden temin edilen veriler ve literatür bilgileriyle kıymetlendirme çalışması yapılmıştır. Sonuçlara göre, lower mainland bölgesinin sucul ekosistemlerinin bilinen hizmetleri içinde %30'u yıllık 30 ile 60 milyon dolarlık fayda sağlamaktadır. En kıymetli hizmetler, yıllık 23-44 milyon dolarlık değerleriyle estetik ve rekreasyon hizmetleri, yıllık 2,3-7 milyon dolar ile su temini, taşkın ve erozyon kontrolü, yıllık 2-5 milyon dolar kuraklıkla mücadele gibi düzenleyici hizmetler olmuştur.

**9. Belize, Mercan Kayalıkları** (Cooper, Burke, & Bood, 2008)

2007 yılında Mercan kayalıkları ve mangrov ormanlarının Belize ekonomisine katkısı, turizm için 15-196 milyon ABD doları, balıkçılık için 14-16 milyon ABD doları, erozyon kontrolü ve dalgaların yaratacağı tahribatın önlenmesi için 231-347 milyon ABD doları olarak hesaplanmıştır. En yüksek kıymetler suyla

ilgili hizmetlerde ortaya çıkmıştır. Bu durum, çevre üzerindeki baskılara karşı doğa severlerin ve STK ların elini güçlendirmiştir.

**10. Maldivler** (TEEB, 2013)

Maldivler Konut, Ulaşım ve Çevre Bakanlığı eliyle ve GEF-UNDP katkısıyla yürütülen Atoll Ekosistem Koruma projesi kapsamında balıkçılık ve turizm sektörleri üzerinden kıyı ve deniz biyoçeşitliliğinin değeri çalışılmıştır. Bu iki sektörün doğrudan sağladığı faydalar piyasa fiyatı tekniğiyle hesaplanmıştır. Turizm sektörü 64.000 kişilik istihdamla toplam işgücünün %58ine sahiptir. Sektörün doğrudan ve dolaylı tüm üretim, tüketim ve gelirleri ile GSYİH ya katkısı 764 milyon ABD doları (GSYİH nın %67'si) olarak hesaplanmıştır.

Resmi kayıtlara göre balıkçılık sektörünün katkısı 855 milyon ABD dolarıdır (GSYİH nın %8,5). Balıkçılar tarafından avlanan *Gri Resif Köpekbalığının (Carcharhinus amblyrhynchos)* tanesi 32 ABD doları iken 1993'te yapılan bir çalışma sonucunda Gri Resif Köpekbalığının Maldivler turizm ekonomisine yıllık katkısı 3.300 ABD doları olarak hesaplanmıştır. Aradaki farkın ortaya net bir şekilde koyulmasının ardından Maldivler hükümeti 2010 yılında köpek balığı avcılığını yasaklamıştır.

### 5.2. Türkiye'de Yapılmış Çalışmalar

Ulusal ölçekte yapılmış akademik olmayan çalışmalar aşağıda kronolojik sırayla verilmiştir:

**2009:** Avrupa Komisyonu, mülga Çevre ve Orman Bakanlığı, TEMA ve ODTÜ işbirliği ile yürütülen Kaçkar Dağları Sürdürülebilir Orman Yönetimi ve Koruma projesi kapsamında ormanların, meraların ve nehir ekosistemlerinin ekonomik kıymeti konusunda kapsamlı olmayan çalışmalar yapılmıştır.

**2009:** Trakya Bölgesinde yer alan Yıldız Dağlarının biyolojik çeşitliliğinin ve doğal kaynaklarının korunması ve geliştirilmesinin desteklenmesi amacıyla Avrupa

Birliği sınır ötesi işbirliği programına sunulan proje kapsamında Yıldız Dağlarında ekosistem ürün ve hizmetlerinin tanımlanmasına ilişkin çalışmalar yürütülmüştür.

**2010:** GEF, mülga Çevre ve Orman Bakanlığı ve UNDP tarafından gerçekleştirilen Küre Dağları Milli Parkı ve tampon bölgesi için planlama çalışmaları kapsamında Milli Parkın ve tampon zon için ekonomik değerleme çalışmaları yapılmış ve alan için sürdürülebilr finans seçenekleri gözden geçirilmiştir.

**2011:** GEF, mülga Çevre ve Orman Bakanlığı ve UNDP tarafından gerçekleştirilen Foça Özel Çevre Koruma Bölgesinin Ekonomik Analizi çalışmasında deniz ve kıyı ekosistemlerinin ekonomik değerlemesi yapılmıştır.

**2012:** Türkiye'de ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesine yönelik ilk kapsamlı çalışma olan ve Milenyum Ekosistem Değerlendirmesi metodolojisi esas alınarak Sultansazlığı Milli Parkı'nda Orman ve Su İşleri Bakanlığı tarafından gerçekleştirilen çalışmada atıksu arıtımından tozlaşmaya kadar pek çok hizmetin ekonomik kıymetlendirmesi yapılmıştır. Sadece arıların, emisyon ve radyoaktivite gibi muhtemel sektörel faaliyetler sebebiyle alandan çekilmesi sonucunda ortaya çıkacak tarımsal zararın 85.388.528,70 TL/yıl olarak hesaplanmıştır. Alanın (24523 ha) ürettiği parasal biyokıymetin sadece ölçülen miktarı 1.429.301.367,53 TL, kırsal ve bölgesel kalkınmaya katkı veren sıcak para akışı ise 63.246.795 TL/Yıl olarak hesaplanmıştır.

**2013:** UNEP-Akdeniz Eylem Planı kapsamında geçekleştirilen Kaş-Kekova Deniz Koruma Alanı'nın Yerel Kalkınmanın Sürdürülebilirliği Üzerindeki Etkilerinin Ekonomik Değerlendirmesi çalışmalarında bölgesel ve yerel ekonomik dinamikler, ekosistem hizmetleri ve geleceğe ilişkin senaryolar ele alınmıştır.

**2015:** Dünya Bankası tarafından Bolu Ormanlarında Orman Ürün ve Hizmetlerinin Kıymetlendirilmesi Projesi kapsamında Bolu bölgesindeki ormanların toplam ekonomik değeri 2013 yılı itibariyle 666,3 milyon USD, su havzasının korunması, karbon tutumu ve toprak erozyonu kontrolü –341,4 milyon USD, odun,

yakacak odun, odun dışı orman ürünleri, bal, rekreasyon, avcılık ve otlatma: 86,4 million USD olarak bulunmuştur.

Türkiye'de yapılmış akademik çalışmalar aşağıda verilmektedir. Bu çalışmalar ekosistem hizmetlerinden bahsetmekte ancak kıymetlendirme konusuna değinmemektedir.

- Hidrolojik ekosistem hizmetlerinin havza planlamaya uyarlanması, Betül UYGUR ERDOĞAN, doktora tezi, 2016,
- Korunan alan planlamasında ekosistem hizmetleri, Başak AVCIOĞLU ÇOKÇALIŞKAN, doktora tezi, 2016,
- Kentsel açık-yeşil alanların sağladığı ekosistem hizmetleri, Fatih BEKİRYAZICI, yüksek lisans tezi, 2015,
- Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu, Pınar PAMUKÇU, doktora tezi, 2015.

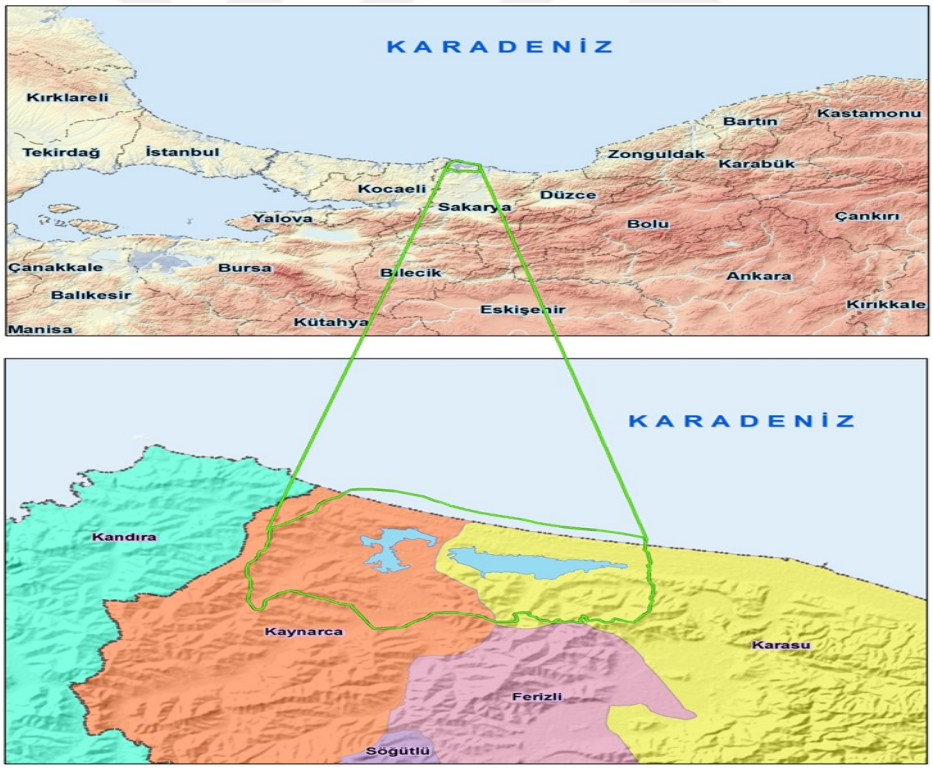
# 6. MATERYAL VE METOD

## 6.1. Materyal

Tez çalışması kapsamında Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanında ekosistem hizmetleri araştırılmış olup söz konusu alanı tanıtan genel bilgiler aşağıda yer almaktadır.

### 6.1.1. Alan Tanımı

Acarlar Gölü Longoz Ormanı, Sakarya Nehri Havzası'nda Karasu ile Kaynarca ilçeleri sınırları içerisinde yer almaktadır. İçi ormanla kaplı bu göl, Karadeniz'e paralel olarak konumlanmış, denize 2 km mesafede, 12 km uzunluğunda ve 1 km ile 1,5 km genişliğinde bir sulak alandır (Şekil 6.1).




**Şekil 6.1** Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı (OSİB DKMP, 2016)

Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanının çalışma alanı olarak seçilme sebebi, sulak alan ve longoz ormanları gibi nadir, özel, kırılgan ve üretken ekosistemleri barındırması; göl soğanı, ekoturizm, arıtma, iklim düzenleme gibi pek çok ekosistem hizmetini bir arada sunması ve yukarıda sayılan tehditler sebebiyle özelliklerinin ve nadir bir ekosistem olan longoz ormanının yok olma tehlikesi altında olmasıdır.

Sahip olduğu biyolojik çeşitlilik nedeniyle dünyanın doğal zenginlik müzeleri olarak kabul edilen sulak alanlar; doğal işlevleri ve ekonomik değerleriyle yeryüzünün en önemli ve en üretken ekosistemleridir (DKMP & KAD, 2007). Sulak alanların dünya ekonomisine katkısı Milenyum Ekosistem Değerlendirmesine göre 15 trilyon ABD Dolarıdır. Tüm biyoçeşitliliğin küresel ekonomik varlığı ise 54 Trilyon ABD dolarıdır. Ancak bu miktarların büyük bir bölümü görmezden gelinmekte ve ekonomik sistem içerisinde tanımlanmamaktadır (OSİB, 2014).

Sulak alanlar hidrolojik ve kimyasal çevrimlerdeki fonksiyonu ile "doğanın böbrekleri" olarak tanımlanırken, cömertçe sunduğu besin zinciri ve barındırdığı zengin biyolojik çeşitlilikle aynı zamanda sistemin "biyolojik süpermarketler"idir (Barbier, Acreman, & Knowler, 1997). Geçmişte yeterince iyi bilinmeyen sulak alan ekosistemleri sanayi devrimiyle birlikte oldukça ağır tahribatlara uğramış, büyük kayıplar yaşanmıştır. 1970'li yıllarda sulak alanlar üzerinde başlatılan bilimsel araştırmalar sonucunda, bu alanların yaşamsal öneme sahip işlevleri ve yararlarının anlaşılmasıyla uluslararası anlaşmalarla sulakalanların korunması önem kazanmaya başlamıştır.

Acarlar gölünü birçok lagün veya sulak alandan ayıran ve ülkemizde çok az sulak alanda karşımıza çıkan özelliği göl tabanının yoğun bir subasar orman (longoz) ile kaplı olmasıdır. Longoz, yılın belli dönemlerinde veya yıl boyunca, taban suyunun yüksek olmasına bağlı olarak bataklık ve göllerde oluşan ormandır (Ertürk, 2005).

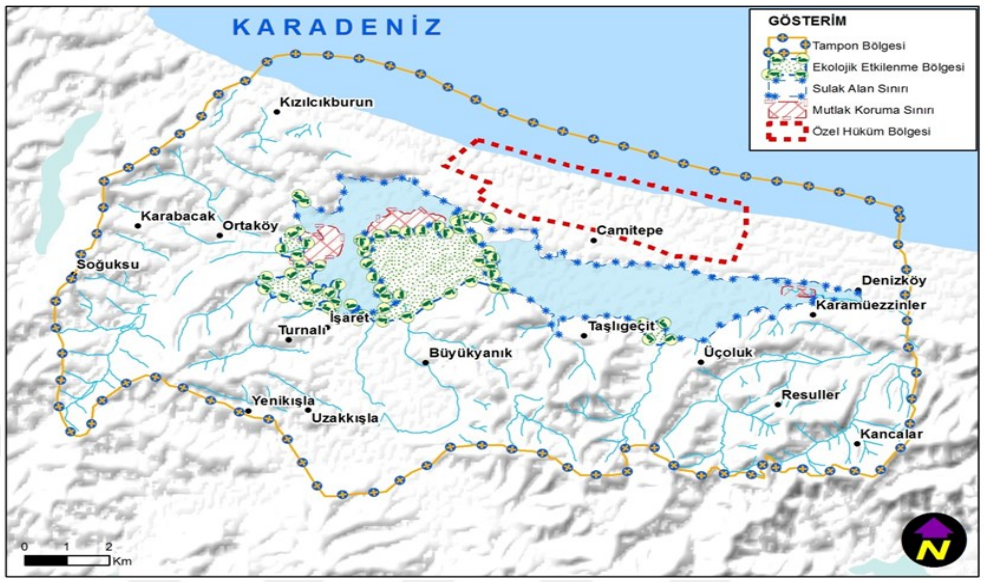
1980'li yıllarda göl seviyesini düşürmek amacıyla açılan drenaj kanalı sonucunda kuruyan göl alanlarında devam eden tarım faaliyetleri bir yandan mülkiyet sorunlarını, diğer yandan tarımsal kirliliği de beraberinde getirmiştir. Havza içinde yer alan köy yerleşimlerinin evsel atık suları, ağıllardan sızan sular da yüzeysel ya da yer altı sularıyla göle ulaşmaktadır. Göl alanının kurutulması yanında longoz içerisinde yer alan ağaçların kesilmesi neticesinde orman örtüsü de kaybolma tehlikesi ile karşı karşıyadır (Gönençgil, 2008) (Şentürk, 2015).

Acarlar Gölü, Karadeniz'e ulaşan akarsuların önünün kıyı kumullarınca tıkanmasıyla ortaya çıkan göllenme sonucunda oluşmuştur. Güneybatıdan Kaynarca (Yırtmaç) Deresi, güneyden Kancalar (Terzioğlu) Deresi ile bunlara bağlanan küçük yollardan beslenen Gölün fazla suları doğudan Okçudere kanalıyla Sakarya Nehri'nin ağız kesimine ulaşmaktadır. Önceleri, gölün fazla suları, eski Denizköy yakınlarından bir gideğen üzerinden, bugünkünden çok daha yakın bir mesafeden Karadeniz'e ulaşırken zamanla bu gideğenin önü de kumullarla tıkanmış ve bölgenin doğusuna doğru Sakarya Nehri ağzına ulaşan yeni bir gideğen meydana gelmiştir (TMMOB, 2012).

Karadeniz'e yaklaşık 2 km mesafede bulunan Acarlar Gölü; Karasu ve Kaynarca ilçe sınırları içinde bulunup, güneyde Taşlıgeçit Köyü, doğuda Denizköy ve batıda Ortaköy'ün yaklaşık 1,5 km doğu tarafından sınırlandırılmıştır. Gölün derinliği yağışlı dönemde özellikle kış aylarında 5 - 6 m'yi bulmakta, yağışın azaldığı yaz mevsiminde 1 m'ye kadar düşmektedir. Gölün derinliğinin azalmasına rağmen göl hiçbir zaman tam olarak kurumamaktadır. Sadece göl seviyesi mevsimsel olarak değişmektedir. Gölün güneyine ulaşabilen yukarıda bahsedilen nehirlerin gölü beslediği, doğusunda ise Okçu Dere ile boşalımının/deşarjının sağlandığı görülmüştür. Mevsimlere göre bu kadar yüksek seviye değişimlerinin görülmesinde en büyük etkenlerden biri tarımda sulama için faydalanılan kanalların varlığıdır. Göl etrafında bulunan kanalları sayısının fazla olması gölün eski seviyesinden çok daha aşağıda olmasına neden olmuştur (OSİB DKMP, 2016).

İğneada Longozu'ndan sonra Türkiye'deki en büyük ikinci subasar ormanı olan; açık su, deniz, nehir ve kıyı kumulları gibi farklı ekosistemleri bir arada barındıran, saz, kamış, su bitkileri ve çiçekleri ile dişbudak, kızılağaç, karaağaç, söğüt ağaçları ile kaplı, Dünya'nın tek parça halindeki en büyük longozu olma özelliğine sahiptir. Ancak daha önceki uygulamalarla kurutulan ve tüm longoz alanının yaklaşık %40'ına karşılık gelen sahada tarım faaliyetleri yapılmakta olup bugün başta fındık ve mısır olmak üzere çeşitli tarım ürünleri yetiştirilmektedir. Kıyı kesiminde ise balıkçılık yapılmaktadır. Tavuk yetiştiriciliği başta olmak üzere hayvancılık faaliyetleri de oldukça yaygındır (TMMOB, 2012).

Büyüklüğü 2.800 ha olan Acarlar Gölü Longoz Ormanı 1976 yılında Orman Bakanlığı, Milli Parklar ve Yaban Hayatı Genel Müdürlüğü tarafından, 1.576 hektarlık kısmı "Yaban Hayatı Koruma Sahası" olarak ilan edilmiştir. 4915 Sayılı Kara Avcılığı Kanununun 11 Temmuz 2003 tarihinde yürürlüğe girmesiyle Acarlar Longozunun statüsü de bu dönemde yeniden değerlendirilerek Yaban Hayatı Geliştirme Sahası tanımına daha uygun olduğu değerlendirmesiyle 2.517 ha alanı Bakanlar Kurulu kararı ile Yaban Hayatı Geliştirme Sahası statüsüne alınmıştır. Diğer yandan Acarlar Longoz Ormanı Türkiye'nin Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanları Listesi'nde TR111 kod ile kayıt altına alınmış bir alandır. Ulusal ve uluslararası öneme sahip sulak alan statüsünde olan Acarlar Gölü aynı zamanda 25.06.1998 tarihinde, (gölün tamamı 2.800 hektarlık alan) "1. Derece Doğal Sit Alanı" olarak ilan edilmiştir (OSİB DKMP, 2016).




**Şekil 6.2** Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alan Zonları (OSİB DKMP, 2016)

Gölün çevresinde, toplam 10 adet köy yerleşimi bulunmaktadır. Camitepe, Denizköy, Karamüezzinler, Taşlıgeçit ve Üçoluk köyleri Karasu ilçesi sınırlarında kalırken; Başoğlu, Büyükyanık, İşaret, Ortaköy ve Turnalı köyleri Kaynarca ilçe sınırları içerisinde yer almaktadır.

Köylerde tarım ve hayvancılık faaliyetleri geçim kaynağı olarak göze çarpmaktadır. Sebze ve fındık yetiştiriciliğinin yanı sıra Türkiye'de sadece Sakarya'daki Acarlar Longozu'nda yetişen, tıpta alzheimer ve çocuk felci gibi sinir hastalıkların tedavisinde kullanılan yıllık yaklaşık 200 ton Göl soğanı (*Leucojum aestivum)* yaprağı, Köy Tarımsal Kalkınma Kooperatifince Bulgaristan'a ihraç edilmektedir.

### 6.2. Metod

Alanda mevcut ekosistem hizmetleri için 2 kez arazi çalışması yapılmıştır. Sakarya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl

Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar İl Şube Müdürlüğü, Orman Genel Müdürlüğü Sakarya Orman İşletme Müdürlüğü ve alan çevresinde yer alan köy halkı ile muhtarlarıyla görüşmeler yapılmıştır. İnceleme alanının nüfus verileri, bölge için önemli bir tür olan göl soğanının (*Leucojum aestivum*) bölgeye ekonomik katkısı, tarım ve hayvancılık bilgileri, tavukçuluk tesisleri, turizm potansiyeli, gölden temin edilen göl soğanı, kamış vb. ürünlerin ticareti, zirai gübreler, hayvancılık, endüstriyel ve evsel atık su gibi kirletici kaynaklar araştırılmıştır. Göl ve çevresindeki mevcut ekosistem hizmetleri tespit edilmiş, göl soğanı ve atık ayrıştırma hizmetinin ekonomik değeri hesaplanmıştır.

### 6.2.1. Kullanılan Değerleme Yöntemleri

**Göl Soğanının *(Leucojum Aestivum)* Ekonomik Değeri İçin Yöntem**

Toplam ekonomik değer (TED) yaklaşımına göre "doğrudan kullanım değeri" sınıfında yer alan göl soğanı için direkt piyasa fiyatı üzerinden değerleme yapılmıştır. Göl soğanının 2016 yılındaki toplam satış hacmi olan 200 ton piyasadaki kg fiyatı olan 22 kuruş üzerinden değerleme yapılmıştır.

**Atıksu Arıtma Hizmetinin Ekonomik Değeri İçin Yöntem**

Karasu ve kaynarca ilçeleri arasında yer alan Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak alanı çevresinde köy yerleşimleri ve tarım alanları yer almaktadır. Sakarya İl Çevre ve Şehircilik Müdürlüğü yetkilileri ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü Sakarya İl Şube Müdürlüğü yetkililerinden alınan bilgilere göre Göl çevresinde yer alan ve doğrudan etkileşim halinde olan Camitepe, Denizköy, Karamüezzinler, Taşlıgeçit, Üçoluk, Başoğlu, Büyükyanık, İşaret, Ortaköy ve Turnalı köylerinde atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Atık suların toplandığı fosseptikler sızdırmasız değildir. Bölgede yoğun şekilde tarım faaliyeti yapılmakta ve yüksek miktarda gübre ve pestisit kullanımı söz konusudur. Atıksulardaki kirliliğin temel kaynakları; yerleşim

yerlerinde evsel nitelikli atıksuların arıtılmaması, zirai mücadele ilaçlarının kullanımı, kimyasal gübre kullanımı ve hayvancılık atıkları olarak tespit edilmiştir[11]. Havza içinde yer alan köy yerleşimlerinin evsel atık suları, ağıllardan sızan sular da yüzeysel ya da yer altı sularıyla göle ulaşmaktadır. Atıksuları bir atıksu arıtma tesisi gibi filtreleyen Acarlar Gölü Longozu mikrobiyolojik aktivite ve fitoremediasyon ile atık sulardaki kirletici maddelerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

Toplam ekonomik değer (TED) yaklaşımında dolaylı kullanım değeri sınıfında yer alan atıksu arıtma hizmeti için dolaylı ve maliyet tabanlı kıymetlendirme yöntemlerinden olan yerine koyma[12] *(replacement cost)* yöntemi kullanılmıştır.

Mevcut kıymetlendirme girişimlerinde atık ayrıştırma hizmetinin kıymetlendirilmesinde sıklıkla tercih edilen yöntemlerden biri olan "yerine koyma" (*replacement cost*) yönteminde doğanın sunduğu bir hizmetin insan eliyle yapay yollarla üretilmesinin (suyun insan eliyle atıksu arıtma tesislerinde arıtılması gibi) maliyeti üzerinden değerleme yapılmaktadır. Yerine koyma metodu, hizmetin ya da ürünün fiziksel özelliklerinde bağımsız olarak, "sağladığı faydanın" eş değerini üretebilmek için gerekli maliyetlerin hesaplanmasına dayanır. Bu metod yalnızca sağlanan faydanın değerini hesaplamaya, bunu hesaplarken de bireylerin o hizmet için ödemeye istekli oldukları miktara odaklı olduğu için teknik olarak o hizmetin gerçek ekonomik değerinden daha azını ortaya koyabilmektedir. Bireylerin ödeme istekliliğinin ölçülemediği durumlarda, değeri hesaplanacak hizmetin kamu otoriteleri tarafından sunulması halinde ortaya çıkan maliyetler üzerinden değerleme yapılır. Hizmetin doğrudan birebir aynısıyla ikame edilmesi mümkün olmadığında kalite ve büyüklük olarak en yakın seçenek değerlendirilir ve orijinal hizmetin yaklaşık değeri hesaplanır. Günümüzde doğal kaynakların giderek azaldığı ve

[11] Bilgiler Sakarya Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü yetkililerinden alınmıştır.
[12] Başlık 4.2 Kıymetlendirme Teknikleri altında detaylı bilgi verilmektedir.
(Kıymetlendirme Teknikleri)

kötüleştiği göz önüne alınırsa, doğal hizmetlerin gerçek değerinin hesaplanması daha da karmaşıklaşacaktır (King, Mazzotta, & Markowitz, 2017).

Çalışma kapsamında, arıtma maliyetleri hesaplanırken Acarlar Longozu arıtma kapasitesine eş değer arıtma prosesi olarak iki ayrı yöntem üzerinden maliyet hesabı yapılmış olup;

1) Dünyada ve ülkemizde oldukça yaygın kullanım alanına sahip geleneksel bir proses olan klasik aktif çamur (KAÇ) proses ve

2) Doğal arıtma yöntemlerinden olan yapay sulak alan yöntemi seçilmiştir.

Çalışmada Acarlar Gölü çevresinde bulunan köylerin evsel atık sularının tek bir arıtma tesisi ile arıtılacağı varsayılarak hesaplamalar yapılmıştır.

Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı çevresindeki yerleşim bölgelerinden gelen atıksuların arıtılmasında sağladığı ekonomik katkının hesaplanmasında, gelen atıksu miktarının belirlenmesine yönelik olarak göl çevresindeki köy nüfus bilgilerine dayalı hesaplamalar yapılmıştır. Alanın çevresinde yer alan köy/mahalle yerleşimlerine ait nüfus değerleri Çizelge 6.1'de verilmiştir.

**Çizelge 6.1** Köylerin Yıllara Göre Nüfus Bilgileri (TÜİK, 2017)

| YIL | KİŞİ |
|---|---|
| **2007** | 4869 |
| **2008** | 5102 |
| **2009** | 5195 |
| **2010** | 5134 |
| **2011** | 5207 |
| **2012** | 5211 |
| **2013** | 5245 |
| **2014** | 5211 |
| **2015** | 5123 |
| **2016** | 5061 |

**Köyler*:** Camitepe, Denizköy, Karamüezzinler, Taşlıgeçit, Üçoluk, Başoğlu, Büyükyanık, İşaret, Ortaköy ve Turnalı (Ek-2)

**Bölgenin 2070 Yılı Nüfus Projeksiyonu:**

Atıksu arıtma tesisi (AAT) tasarımında gerekli nüfus projeksiyonu için Türkiye'de atıksu arıtma tesislerinin tasarımında kullanılan İller Bankası metodolojisinden yararlanılmıştır. 2 yıl inşaat süresi ve 50 yıl tesis ömrü varsayılarak tesisin 2020'de hizmete gireceği ve 2070 yılına kadar hizmet vereceği kabul edilmiştir. Bu kabul üzerinden İller Bankası nüfus projeksiyon yöntemine göre Göl çevresindeki köylerin 2070 yılı için toplam nüfusu "8662" kişi olarak hesaplanmıştır.

Acarlar Gölü çevresinde yer alan köy yerleşimlerinin nüfus hesaplamalarının ardından bu nüfusa karşılık gelen atıksu miktarı yıllık olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda, Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (Mülga Çevre ve Orman Bakanlığı), Atıksu Arıtma Tesisleri Teknik Usuller Tebliği Tablo 2.1'e göre nüfus aralığı 2.000-10.000 arasındaki yerleşimler için kişi başı günlük üretilen atıksu miktarı 80 L/kişi/gün esas alınmıştır. Türkiye'de atıksu arıtma tesislerinin tasarımında yaygın olarak kullanılan İller Bankası nüfus projeksiyon yöntemine göre Göl çevresindeki köylerin 2070 yılında toplam nüfusu "8662" kişi olarak hesaplanmış ve bu nüfusa karşılık gelen yıllık atıksu hacmi günlük 692,96 $m^3$, yıllık ise 252.930,40 $m^3$ olarak bulunmuştur.

Yapılan görüşmeler ve araştırmalar neticesinde, göle ulaşan atıksuların ağırlıklı olarak çevre köylerden gelen evsel atıksular, hayvancılık faaliyetlerinden ve tarımda kullanılan zirai kimyasallardan kaynaklanan atıksulardan oluştuğu tespit edilmiştir. Bölgede yüzeysel akış ve sızma vasıtası ile Göle taşındığı bilinen doğal ve ticari gübreler başta olmak üzere hayvancılık ve tarımsal faaliyetlerden kaynaklanan atıksu miktarları elde edilemediği için hesaplamaya dâhil edilememiştir.

Çalışmada, yalnızca evsel atıksular üzerinden ve sulak alan tarafından doğal yollarla arıtılan atıksuların klasik aktif çamur prosesi ve yapay sulak alan yöntemi

ile gerçek bir arıtma tesisinde arıtıldığı varsayılmış ve her iki yöntem için de ayrı ayrı hesaplama yapılmıştır.

**1. Aktif Çamur Prosesi**

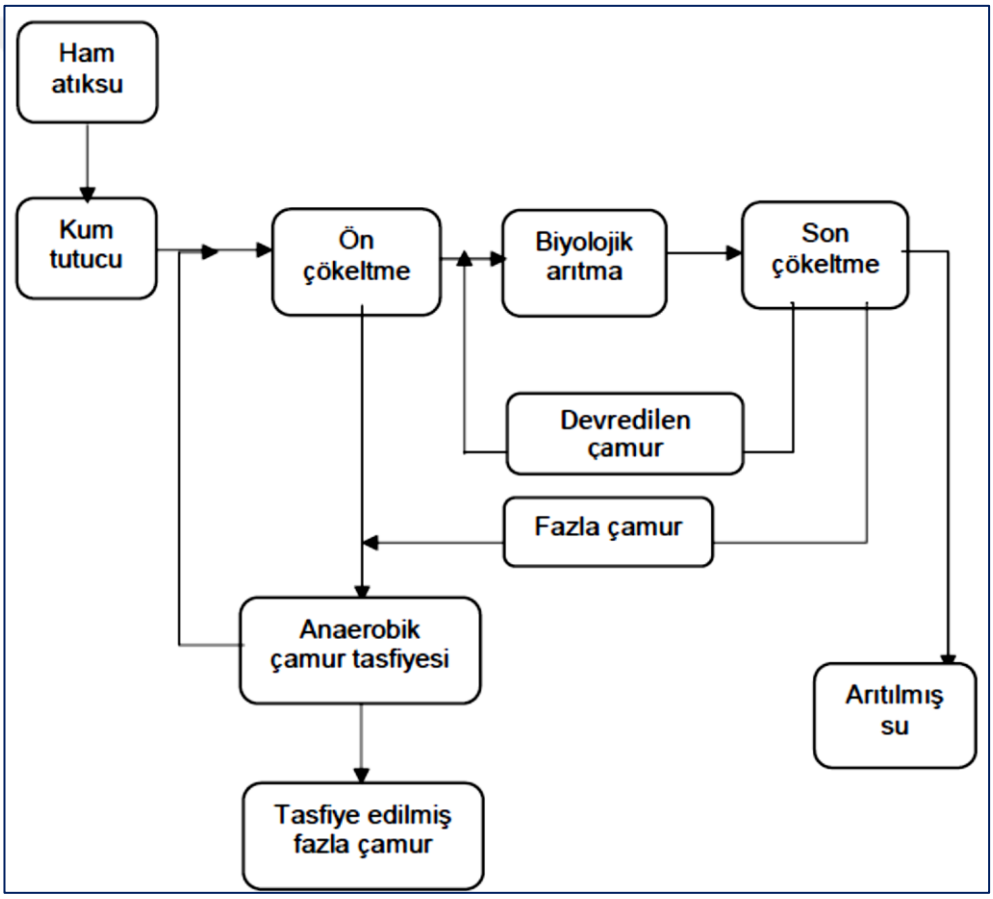
Toplam 16 adet ilçesi bulunan Sakarya ilinde, mevcut Akyazı, Karaman, Hendek, Geyve ve Karasu ilçe merkezlerinde toplam 5 adet atıksu arıtma tesisi bulunmakta olup bu tesislerde aktif çamur prosesi ve modifikasyonları kullanılmaktadır (SASKİ, 2017). Türkiye'de en çok kullanılan arıtma tekniği olan aktif çamur prosesi 1914 yılında İngiltere'de Arden ve Locket tarafından geliştirilmiştir (NAS, 2017) (Sarı, 2005). Dünya genelinde yaygın olarak kullanılan aktif çamur prosesi, atıksulardaki kolloidal ve çözülmüş formlarda bulunan ve çökelemeyen maddeleri çökelebilen biyolojik yumaklara dönüştürme işlemidir. Biyolojik yumaklar havalandırma havuzunda meydana getirilir ve son çökeltme havuzunda çökeltilerek sistemden ayrılır. Bu çökelen biyolojik yumaklara kısaca "aktif çamur" denir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005).

Bu aerobik (havalı) arıtma prosesinde atıksuyun bünyesindeki çözünmüş, partiküler ve kolloidal yapıdaki organik maddeler sentez ve oksidasyon yoluyla yok olur. Organik maddelerin bir kısmı yeni hücrelere dönüşürken (sentez), geri kalan kısmı gerekli enerjiyi sağlamak üzere oksidasyona uğrarlar. Hücre büyümesi için karbon ve enerji kaynağı olan organik madde, genelde son ürün olan karbondioksite dönüştürülür. Organik maddeler yok olmaya başlayınca biyolojik hücrelerin bir kısmı gerekli enerjiyi sağlayabilmek için kendi kendini oksitlemeye başlar. Aktif çamur prosesi ile %90'ın üzerinde biyokimyasal oksijen ihtiyacı (BOİ) giderimi sağlanır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005).

Aktif çamur prosesi, sürekli çalışan havalandırmalı tank ile bu tankın çıkışında yer alan çökeltme havuzundan oluşur. Arıtılan su, sistemi terk ederken çöken çamurun bir kısmı havalandırma havuzunda istenen mikroorganizma konsantrasyonunu sağlamak için geri devir yapılır. Fazla çamur ise çamur işleme

ünitelerine gönderilir. Geri devirsiz olarak da çalışabilen sistem geri devirli çalışırsa daha yüksek verim alınır. İkincil arıtım amacı ile kullanılan bu arıtma yöntemi, aynı zamanda bir ileri (üçüncül) arıtım süreci olma özelliklerini de taşır (Metcalf & Eddy, 2003).

Aktif çamur süreci, karbonlu ve azotlu maddelerin giderimi için de oldukça etkili bir sistemdir. Aşağıda tipik bir aktif çamur arıtma sistemi akım şeması gösterilmiştir (Şekil 6.3):




**Şekil 6.3.** Tipik Bir Aktif Çamur Arıtma Sistemi (Sarı, 2005)

Aktif çamur tekniği ile %80-95 oranında BOİ giderimi, %80-95 oranında AKM ve %10-25 oranında P giderimi sağlanır (Toprak, 2000). (Bkz. Çizelge 6.2)

**Çizelge 6.2.** Birim işlem ve süreçlerin genel arıtım verimleri (%) (Toprak, 2000)

| İşlem / Süreç | BOİ | KOİ | AKM | P | $N_{ORG}$ | $NH_3$-N |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Izgara | - | - | - | - | - | - |
| Kum tutucu | 0-5 | 0-5 | 0-10 | - | - | - |
| Ön çökeltme havuzu | 30-40 | 30-40 | 50-65 | 10-20 | 10-20 | 0 |
| **Klasik aktif çamur süreci** | **80-95** | **80-85** | **80-90** | **10-25** | **15-50** | **8-15** |
| Yüksek hızlı, kaya dolgu ortamlı damlatmalı filtre | 65-80 | 60-80 | 60-85 | 8-12 | 15-50 | 8-15 |
| Süper hızlı, plastik dolgu ortamlı damlatmalı filtre | 65-85 | 65-85 | 65-85 | 8-12 | 15-50 | 8-15 |
| Biyodisk | 80-85 | 80-85 | 80-85 | 10-25 | 15-50 | 8-15 |
| Klorlama havuzu | - | - | - | - | - | - |

Literatürde klasik aktif çamur prosesine ilişkin arıtma maliyetleri araştırılmış, hesaplamalarda Budak ve Yıldırımer tarafından arıtma maliyetleri konusunda 2006 yılında gerçekleştirilen bir çalışmadan ve (Mülga) Çevre ve Orman Bakanlığının atıksu arıtımı üzerine bir yayınından yararlanılmıştır (Yıldırımer & Budak, 2007) (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005).

Söz konusu çalışmada, kişi başına su tüketiminin 150 L/kişi.gün olduğu ve yine kişi başı organik yük miktarının da 54 gr/kişi.gün olduğu varsayımı yapılmış; projelendirmede giriş $BOİ_5$ konsantrasyonu 350 mg/L, çıkış $BOİ_5$ konsantrasyonu 20 mg/L olacak şekilde boyutlandırma yapılmıştır.

Maliyet hesaplamalarında, hafriyat birim fiyatı 1,77 \$/$m^3$, arazi fiyatları ortalama olarak 2,5 \$/$m^2$ kabul edilmiştir (Ek-3).

Budak ve Yıldırımer'e ait çalışmada günlük debinin 750 metreküpü geçmediği durumlarda evsel atıksularda 1 $m^3$ atıksuyun klasik aktif çamur sistemi ile yatırım ve işletme (arazi dahil) toplam arıtma maliyeti 0,55 \$ olarak verilmektedir (Yıldırımer & Budak, 2007).

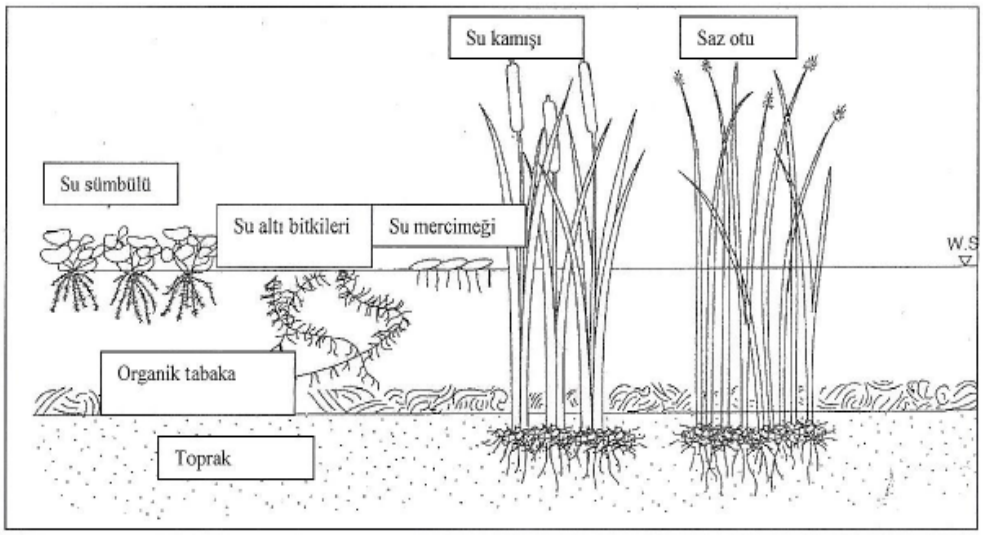
Yıldırımer ve Budak (2007), çalışmada 2006 yılı için Dolar kur değerini 1,5 TL (YTL) kabul etmiştir. Bu değer üzerinden güncelleme yapabilmek için, Dolar cinsinden maliyetler, ilgili tarihteki Dolar kuru ile TL'ye çevrilmiş ve Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksine (Yİ-ÜFE) verileri ile 2017 yılı fiyatlarına getirilmiştir (TÜİK, 2017).

**2. Yapay Sulak Alan**

Acarlar Gölü'nde varlığı bilinen su mercimekleri (*Lemna minor, Lemna gibba, Lemna trisulcata ve Spirodela polyrhiza),* kamışlar *(Phragmites australis),* hasır otları, (*Juncus acutus* L. *Juncus heldreichianus* Marsson ex Parl. subsp. *orientalis* Song.*, Juncus inflexus* L. *Juncus gerardi* Loisel. subsp. *Gerardi Juncus compressus* Jacq. *Juncus articulatus* L.*),* kofalar *(Typha angustifolia, Typa latifolia L. Typha laxmannii Lepechin)* havyar otu *(Potamogeton pectinatus, Potamogeton nodosus Poiret, Potamogeton lucens L. Potamogeton crispus L.)* Su teleği *(Groenlandia densa)* gibi sucul bitkiler ve çeşitli mikroorganizmalar BOİ, AKM, $NH_3$-N ve TP yanı sıra Cd, Cr, Co, Cu, Pb, Ni, Mn, Zn gibi ağır metallerin uzaklaştırılmasında oldukça etkilidirler (OSİB, 2012) (OSİB DKMP, 2016).

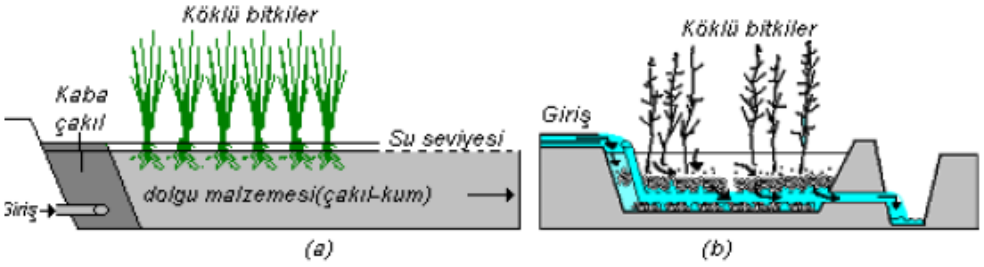
Yapay sulak alanlar, atıksudaki organik materyalin ve besin maddelerinin sucul bitkiler ve mikroorganizmalar aracılığıyla sulak alanlardaki çeşitli canlıların yaşam kaynağı olan besinlere çevrilmesini sağlarlar (Zaimoğlu & Bozkurt, 2010). Yapay sulak alanlar su-dolgu malzemesi-bitkiler ve mikroorganizmaların rol aldığı fiziksel, kimyasal ve biyolojik aktivitelerle atıksu arıtımının gerçekleştirildiği basit ve düşük maliyetli ancak alan ihtiyacı yüksek sistemlerdir. Bu yöntem, atıksudaki BOİ, AKM, $NH_3$-N ve TP gibi maddeleri oldukça yüksek bir verimle giderirken; çıkış suyunun tarımsal sulamada geri kullanımı, sulak alanda yetişen suya bağımlı bitkilerin yüksek besin içeriği ile hayvan yemi olarak kullanılması ve su kamışının çeşitli eşyaların yapımında kullanılması gibi faydalar da sağlamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2011).

Şekil 6.4'te tipik bir sulak alan enkesiti ve kullanılan bitkiler görülmektedir.




**Şekil 6.4.** Sulak Alan Enkesiti ve Yaygın Kullanımı Olan Sucul Bitkiler (Metcalf & Eddy, 1991)

Yapay sulak alanlar üzeysel akışlı ve yüzey altı akışlı olmak üzere iki türlüdür. Yüzeyaltı akışlı sistemlerde atıksu çakıl, kum gibi bir dolgu malzemesi ile temas halindedir (Zaimoğlu & Bozkurt, 2010). Temel giderim mekanizmaları; filtrasyon, çökelme ve mikrobiyolojik etkinlik olup serbest yüzey akışlılarla benzer niteliktedir. Atıksuyun akışına göre yatay veya düşey akışlı olarak ikiye ayrılırlar (Şekil 6.5).




**Şekil 6.5.**YAS sistemleri (a-yatay akışlı, b-düşey akışlı) (TÜBİTAK MAM, 2011)

Çalışma kapsamında Acarlar Gölü'nün sağladığı arıtma hizmetini taklit etmek için apımı basit, işletme ve inşa masrafları oldukça düşük olan yatay yüzey altı akışlı sulak alanlar (YYAAYSA)'lar, tercih edilmiştir. Yüzey altından giren atıksu, çıkış bölgesine ulaşana kadar gözenekli yatak malzemesi içerisinden yavaşça ilerlemektedir. Bu yolculuk sırasında atıksu aerobik, anaerobik ve anoksik bölgelerle temas edebilmektedir. Bitki-atıksu ortamında bitki köklerinin etkilendiği rizosfer kısmından atıksu geçerken biyolojik, fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar ile organik maddenin ayrışması sağlanmaktadır (TEMEL, 2013). Yüzey altı akışlı sistem için sulakalan bitkilerinin hasatlanmasına genellikle ihtiyaç duyulmamaktadır (TÜBİTAK MAM, 2011).

Çizelge 6.3'te yapay sulak alanların tasarım kriterleri için kullanılan aralıklar verilmektedir.

**Çizelge 6.3.** Yapay Sulak Alanlar İçin Boyutlandırma Değerleri (Metcalf & Eddy, 2003)

| **Tasarım Parametresi** | **Birimi** | **Sistem Tipi** | |
|---|---|---|---|
| | | **YAYSA** | **YAAYSA** |
| **Hidrolik bekleme süresi** | gün | 4-15 | 4-15 |
| **Su derinliği** | m | 0,09-0,61 | 0,30-0,76 |
| **BOİ Yükleme Hızı** | $kg/m^2.gün$ | <0,0067 | <0,0067 |
| **Hidrolik Yükleme Hızı** | $m^3/m^2.gün$ | 0,014-0,050 | 0,014-0,050 |
| **Spesifik Alan** | $m^2/m^3.gün$ | 21,4-71,6 | 21,4-71,6 |

Göl çevresindeki yerleşimlere ait evsel atıksu karakterizasyonu için literatürden yararlanılmış, kirletici konsantrasyonları için $BOİ_5$ değeri 190 mg/L (110-350 mg/L) ve AKM 230 mg/L alınmıştır (Metcalf & Eddy, 2003) (NAS, 2017). İşlem görmemiş evsel atıksuyun özellikleri Çizelge 6.4 ve 6.5'te yer almaktadır.

**Çizelge 6.4.** İşlem Görmemiş Evsel Atık Suyun Tipik Özellikleri (Metcalf & Eddy, 2003)

| **Kirletici Parametreler** | **Konsantrasyon** | | |
|---|---|---|---|
| | **Zayıf** | **Orta** | **Kuvvetli** |
| Toplam Katı (TS) (mg/L) | 390 | 720 | 1230 |
| Çökebilen Katılar (mg/L) | 5 | 10 | 20 |
| BOİ5 (mg/L) | 110 | 190 | 350 |
| Toplam Organik Karbon (mg/L) | 80 | 140 | 260 |
| KOİ (mg/L) | 250 | 430 | 800 |
| Toplam Azot (mg/L) | 20 | 40 | 70 |
| Toplam Fosfor (mg/L) | 4 | 7 | 12 |
| Klorürler (mg/L) | 30 | 50 | 90 |
| Sülfat (mg/L) | 20 | 30 | 50 |
| Yağ-Gres (mg/L) | 50 | 90 | 100 |
| Toplam Koliform (no/100mL) | 106-108 | 107-109 | 107-1010 |

**Çizelge 6.5.** Türkiye İçin Evsel Atıksu Karakterizasyonu (NAS, 2017)

| **Parametre** | **Konsantrasyon (mg/L)** |
|---|---|
| BOİ | 191 |
| KOİ | 444 |
| AKM | 232 |
| Toplam Azot | 46 |
| Toplam Fosfor | 6 |

*Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülen TÜRAAT (Ülke Genelindeki Evsel/Kentsel Atıksu Arıtma Tesislerinin Mevcut Durumunun Tespiti, Revizyon İhtiyacının Belirlenmesi) Projesi kapsamında 332 adet AAT'nde 2015 yılı için bildirilen 1 yıllık ortalama atıksu analiz sonuçlarına göre hesaplanmıştır.

Ülkemizde Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 21.5'e göre bu kirleticilerin indirilmesi gereken sınır değerler Çizelge 6.6'te verilmiştir.

**Çizelge 6.6.** Su Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği Tablo 21.5 (Sektör: Evsel Nitelikli Atıksular* (Eşdeğer Nüfusun Ne Olduğuna Bakılmaksızın Doğal Arıtma (Yapay Sulak Alan) ve Stabilizasyon Havuzları Sistemiyle Biyolojik Arıtma Yapan Kentsel Atıksu Arıtma Tesisleri İçin

| **PARAMETRE** | **BİRİM** | **KOMPOZİT NUMUNE 2 SAATLİK** | **KOMPOZİT NUMUNE 24 SAATLİK** |
|---|---|---|---|
| Biyokimyasal Oksijen İhtiyacı (BOİ5) (Çözünmüş) | (mg/L) | 75 | 50 |
| Kimyasal Oksijen İhtiyacı (KOİ) | (mg/L) | 180 | 120 |
| Askıda Katı Madde (AKM) | (mg/L) | 200 | 150 |
| pH | - | 6-9 | 6-9 |

*Köyler için tabloda verilen deşarj limitleri ya da parametreler için en az %60 arıtma verimi uygulanacaktır.

Yukarıda yer alan tasarım parametreleri ve deşarj standartları doğrultusunda planlanan ve köy yerleşimlerindeki atıksuların Acarlar Gölü'ne ulaşırken izlediği yola benzerliği sebebiyle tercih edilen yatay yüzey altı akışlı sulak alana (YYAAYSA) ait boyutlandırma çalışmaları BOİ giderimini dikkate alan Reed metodu üzerinden yapılmış olup tasarım değerleri aşağıdaki gibidir (Reed, Crites, & Middlebrooks, 1988) (Zaimoğlu & Bozkurt, 2010):

$N_{2070}$, 2070 yılı nüfus: 8662 kişi,

$Q_N$, Kişi başı atıksu: 80 L/kişi.gün

Q, günlük atıksu debisi: 693 $m^3$/gün

$C_0$, Giriş $BOİ_5$ konsantrasyonu: 190 mg/l

$C_e$, Çıkışta istenen $BOİ_5$ konsantrasyonu: 50 mg/l

Dolgu malzemesi: kuvars kum (porozite:0,39,

Ks hidrolik iletkenlik: 480 m3/m2-gün)

d, derinlik: 0,4 metre (ÇOB, Atıksu AAT Teknik Usüller Tebliği, 2010)

$T_{min}$: 6ºC (Sakarya ili en düşük ortalama sıcaklık değeri,

S, eğim: 0,01

Yukarıda yer alan bilgiler doğrultusunda hesaplanan yapay sulak alanın boyutları aşağıda verilmektedir.

**Planlanan yapay sulak alan boyutları:**

d, derinlik: 0,4 metre (0,30-0,76 metre)

t, atıksuyun boşluklardaki bekletme süresi = 4,45 gün (4-15 gün)

$A_S$, gerekli yüzey alanı: 19.768,27 $m^2$

Kişi başı 2,28 $m^2$ (2-5 $m^2$/kişi; (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005)

$A_C$, enkesit alanı:118,3 $m^2$

W, havuz genişliği: 296 m

L, havuz uzunluğu: 54,77 m

$L_w$, hidrolik yük: 0,035 $m^3/m^2$.gün, (0,0014-0,0050 $m^3/m^2$.gün)

$A_{SP}$, spesifik alan: 28,36 $m^2/m^3$.gün

**$L_{BOİ5}$, BOİ$_5$ yükleme hızı: 0,0066 kg/$m^2$.gün, (<0.0067 kg/$m^2$.gün)**

Hesaplamalar neticesinde arıtma için gerekli yapay sulak alan büyüklüğü yaklaşık olarak 1,98 hektar bulunmuştur. Sulak alana dair tasarım detayları Çizelge 6.7'de verilmektedir.

**Çizelge 6.7.** Yapay Sulak Alan Tasarım Değerleri ve Sınır Değerler

| **Parametreler** | **Değerler** | **Sınır Değerler*** |
|---|---|---|
| N, Nüfus, kişi | 8662 | |
| Q, günlük debi, $m^{3/}$gün | 693 | |
| Ce, giriş $BOİ_5$ konsantrasyonu, mg/L | 190 | |
| Co, çıkış $BOİ_5$ konsantrasyonu, mg/L | 50 | |
| T, sıcaklık, $^oC$ | 6 | |
| $K_T$, sıcaklığa bağlı 1. derece hız sabiti, $(gün)^{-1}$ | 0,3 | |
| **t, hidrolik bekletme süresi, gün** | **4,45** | **4-15 gün** |
| S, yatak eğimi (S), m/m | 0,01 | |
| **d, havuz derinliği, m** | **0,4** | **0,3-0,76 metre** |
| Dolgu malzemesi | Çakıl | |
| Ks, çakıl için hidrolik iletkenlik, m3/m2.gün | 480 | |
| $\eta$, çakıl için porozite | 0,39 | |
| $K_{20}$, lt/gün | 0,678 | |
| θ, ampirik sıcaklık katsayısı | 1,06 | |
| $A_s$, sulak alan yüzey alanı | 19768,27 | |
| $A_c$, yatak kesit alanı, $m^2$ | 144,375 | |
| W, yatak genişliği, m | 360,9375 | |
| L, yatak uzunluğu, m | 54,76923 | |
| **Lw, hidrolik yükleme hızı, m3/m2.gün** | **0,035056** | **0,014-0,050** |
| **Asp, spesifik alan gereksinimi, m2/m3.gün** | **28,52564** | **21,4-71,6** |
| **$L_{BOi}$, $BOİ_5$ yükleme oranı, kg/m2.gün** | **0,006661** | **≤0,0066** |
| *Kaynak: (Metcalf & Eddy, 2003) | | |

# 7. BULGULAR VE TARTIŞMA

Acarlar Longozu ihtiva ettiği, su basar orman, akarsu, kumul ekosistemleri gibi farklı ekosistemler barındırması, bu ekosistemlerin ihtiva ettiği tür çeşitliliği, bu türlerin birbirleri ve çevreleriyle olan ilişkiler ağı veya ekolojik süreçlerin çeşitliliği açısından oldukça önemlidir.

Aşağıdaki bölümlerde, çalışma alanında ele alınan ekosistem hizmetleri ve hesaplanan kıymetler tartışılmaktadır.

## 7.1. Bulgular

### 7.1.1. Çalışma Alanında Mevcut Ekosistem Hizmetleri

Alan Longoz (su basar orman) barındırması bakımından nadirdir. Bu ekosistem alanın en önemli kaynak değerlerinden birisidir. Longoz (su basar orman) sadece Türkiye için değil Dünya için de ender ekosistemlerden birisidir. Bölge sakinlerinin temel geçim kaynaklarını tarımsal üretim ve hayvancılık oluşturmaktadır.

Bölgede tespit edilen başlıca ekosistem hizmetleri aşağıda tablolar halinde verilmektedir (Çizelge 7.1, 7.2, 7.3 ve 7.4).

**Çizelge 7.1.** Düzenleyici hizmetler

| |
|---|
| **1.** Hava kalitesinin düzenlenmesi |
| **2.** Suyun ve iklimin düzenlemesi (Regülasyon) |
| **3.** Erozyon kontrolü (toprağın tutulması) |
| **4.** Atık ayrıştırması (Dekompozisyon) ve Detoksifikasyon |
| **5.** Suyun arıtılması (Pürifikasyon) |
| **6.** Haşere ve hastalık kontrolü (biyolojik kontrol) |
| **7.** Tozlaşma (Polinasyon) |
| **8.** Doğal afet kontrolü |

**Çizelge 7.2.** Ön tedarik Hizmetleri

| |
|---|
| **1.** Büyük ve küçükbaş hayvanların otlatıldığı mera alanları |
| **2.** Hayvansal üretim (et, süt, bal, yumurta) |
| **3.** Bitkisel üretim (başta fındık ve mısır olmak üzere çeşitli sebze ve meyveler) |
| **4.** Balıkçılık (karabalık ve yayın gibi yöre halkı tarafından avcılığı yapılan türler) |
| **5.** Yenilenebilir mantarlar |
| **6.** Yabani bitkiler (yemek olarak tüketilen kuşekmeği gibi yabani yöresel otlar, marmelat yapılan kuşburnu) |
| **7.** Su çekimi (kuyular) |
| **8.** Ağaç kesimi (bölge halkı tarafından evsel ihtiyaçlar ve tarım alanlarını genişletmek amacıyla kesilen ağaçlar) |
| **9.** Süs bitkileri (sıklamen, nilüfer vb.) |
| **10.** Tıbbi sülükler (varis vb hastalıkların tedavisi için pazarlarda satılıyor) |
| **11.** Hayvansal gübre (tarım alanlarında doğal gübre olarak kullanılıyor) |
| **12.** Endüstriyel mal ve ürünler (işlenmek üzere sanayide kullanılan her türlü ürün ve mal) |
| **13.** Tıbbi aromatik bitkiler (bölgede adaçayı, üzerlik otu, fesleğen, nane, biberiye gibi pek çok tıbbi aromatik bitki türü yetişmektedir) |
| **14.** Göl soğanı , hasır otu, vb. |

**Çizelge 7.3.** Destekleyici hizmetler

| |
|---|
| **1.** Toprak oluşumu |
| **2.** Fotosentez |
| **3.** Birincil üretim |
| **4.** Su ve besin (madde) döngüsü |

**Çizelge 7.4.** Kültürel hizmetler

| |
|---|
| **1.** Her yıl Haziran ayında yapılan nilüfer şenlikleri |
| **2.** Göl çevresinde popüler olan ve çalışmaları devam eden “Acarlar Gölü Ekoturizm Projesi” ile daha da yaygınlaşması beklenen ekoturizm uygulamaları |
| **3.** Hobi amaçlı kaçak avcılık (ördek, bıldırcın, üveyik vb.) |
| **4.** Kültürel, entelektüel ve ruhsal ilhamlar |
| **5.** Bilimsel kesif, bilimsel araştırmalar |
| **6.** Rekreasyonel deneyimler |
| **7.** Kuş gözlemciliği, vb. |

### 7.1.2. Atıksu Arıtma Hizmeti ve Kıymetlendirmesi

Sulak alanlar, ormanlar gibi doğal sistemler, seyreltme, asimilasyon ve kimyasal dönüşümlerle belirli miktarlarda organik ve inorganik insan atıklarını saklayarak ve geri dönüştürerek bertaraf etmektedir. Örneğin ormanlar, gaz ve toz partiküllerini filtre ederken, sulak alanlar ve sucul ekosistemler insan kaynaklı organik atıkları, hiçbir maliyeti, masrafı olmayan arıtma tesisi gibi arıtmaktadır.

Sulak alanlar tarafından sağlanan ve ekosistem hizmetleri olarak bildiğimiz bu kıymetlerden su kalitesinin iyileştirilmesi dolaylı kullanım hizmetler sınıfına girmektedir. Sulak alanlar suyun kimyasını değiştirebilir, sudaki azot fosfor gibi kirleticileri yok edebilir ve suyun berraklığını artırabilirler. Sulak alanlarda yetişen sazlık bitkiler atıksuyun yapısında bulunan ve kirletici olarak nitelendirdiğimiz organiklerin, nütrientlerin (N, P) ve metallerin gideriminde kullanımı oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Zaimoğlu & Bozkurt, 2010).

Karasu ve Kaynarca ilçeleri arasında yer alan Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı çevresinde köy yerleşimleri ve tarım alanları yer almaktadır. Sakarya İl Çevre Durum Raporuna (2015) göre Acarlar Longozuna komşu Kaynarca ve Karasu ilçelerinde mevcut atıksu arıtma tesisi bulunmamaktadır. Bölgede yoğun şekilde tarım faaliyeti yapılmakta ve yüksek miktarda gübre ve pestisit kullanımı söz konusudur. Atıksulardaki kirliliğin temel kaynakları; yerleşim yerlerinde evsel nitelikli atıksuların arıtılmaması, zirai mücadele ilaçlarının kullanımı, kimyasal gübre kullanımı ve hayvancılık atıkları olarak tespit edilmiştir. Havza içinde yer alan köy yerleşimlerinin evsel atık suları, ağıllardan sızan sular da yüzeysel ya da yer altı sularıyla göle ulaşmaktadır. Atıksuları bir atıksu arıtma tesisi gibi filtreleyen Acarlar Gölü mikrobiyolojik aktivite ve çeşitli bitki kökleri ile atık sulardaki kirletici maddelerin uzaklaştırılmasını sağlamaktadır.

**Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanı Arıtma Kapasitesinin Ekonomik Analizi**

Çalışma kapsamında, alanının nüfus verileri, tarım ve hayvancılık bilgileri, tavukçuluk tesisleri, turizm potansiyeli, zirai gübreler, endüstriyel ve evsel atıksu gibi kirletici kaynaklar araştırılmıştır. Hesaplamalarda, yerine koyma (replacement cost) metodu uygulanmış, bölge için arıtma hizmeti sağlayan Acarlar Longozu Sulak Alanı yerine aynı hizmeti sağlayacak klasik aktif çamur prosesiyle çalışan atıksu arıtma tesisinin maliyeti üzerinden kıymetlendirme çalışması yapılmıştır.

**1. Klasik Aktif Çamur Maliyeti**

Yıldırımer ve Budak'a ait çalışmada günlük debinin 750 metreküpü geçmediği durumlarda evsel atıksularda 1 $m^3$ atıksuyun klasik aktif çamur sistemi ile arıtılmasının yatırım ve işletme (arazi dâhil) toplam maliyeti 0,55 $ olarak verilmektedir (Yıldırımer & Budak, 2007). Türkiye'de atıksu arıtma tesislerinin tasarımında yaygın olarak kullanılan İller Bankası nüfus projeksiyon yöntemine göre göl çevresindeki köylerin 2070 yılında toplam nüfusu 8662 kişi olarak hesaplanmış ve bu nüfusa karşılık gelen yıllık atıksu hacmi günlük 693 metreküp, yıllık ise 252.930,40 metreküp olarak bulunmuştur. Göl çevresindeki atıksuların aktif çamur sistemi ile arıtılmasının yıllık maliyeti 2006 yılı için, 0,55 $/$m^3$ * 252.930,40 $m^3$* 1,5 TL/$ = 208.667,58 TL olarak hesaplanmıştır. Daha sonra bu değer, Yurt İçi Üretici Fiyat Endeksine (Yİ-ÜFE) verileri ile 2017 yılı fiyatlarına getirilmiş ve 2017 için yıllık toplam arıtma maliyeti 481.483,35 TL olarak hesaplanmıştır. (Çizelge 7.5)

**Çizelge 7.5.** Aktif Çamur Prosesi İçin Yıllık Toplam Arıtma Maliyetleri

| **AKTİF ÇAMUR PROSESİ YILLIK ARITMA MALİYETLERİ** | |
|---|---|
| **2006 Yılı içim birim maliyet, $/$m^3$** | 0,55 |
| **Yıllık tasarım debisi, $m^3$** | 252.930,40 |
| **2006 yılı için yıllık toplam maliyet, TL** | 208.667,58 |
| **2017 için güncelleştirilmiş yıllık toplam maliyet, TL** | 481.483,35 |

**2. Yapay Sulak Alan Maliyeti**

Arazi maliyeti için aktif çamur hesaplamalarında kullanılan değerin 2017 güncel TL değeri üzerinden hesaplama yapılmıştır:

Metrekare arazi fiyatı: 2,5 $/m$^2$ (Yıldırımer & Budak, 2007)

Planlanan yapay sulak alan büyüklüğü: 19.768,27 m$^2$

2006 yılı için arazi maliyeti, 2,5 $/m$^2$*19.768,27 m$^2$*1,5 TL/$ = 74.131,00 TL

2017 yılı için güncel arazi maliyeti, 171.051,69 TL

İnşaat maliyeti için Çevre ve Şehircilik Bakanlığı verilerinden yararlanılmıştır:

Birim maliyet: 86,98 TL/m$^2$ (KDV hariç) (Çevre ve Şehircilik Bakanlığı, 2013)

2013 yılı için inşaat maliyeti, 86,98 TL/ m2 * 19.768,27 m2= 1.719.444,12 TL

2017 yılı için (yapı maliyetleri) güncel fiyat, 2.271.064,57 TL

KDV (%18) dâhil maliyet, 2.271.064,57 TL * 1,18 = 2.679.856,19 TL

Bakım ve işletme maliyeti için aylık 5.000 TL danışmanlık hizmeti/personel gideri kabul edilmiştir.

Yıllık işletme giderleri, 5.000 TL * 12 = 60.000 TL

Çizelge 7.6'da arazi dahil ilk yatırım ve işletme maliyetlerinin yıllık toplamı verilmektedir.

**Çizelge 7.6**. Yapay Sulak Alan İçin Maliyet Hesaplamaları

| **YAPAY SULAK ALAN YILLIK ARITMA MALİYETİ** | |
|---|---|
| **Yıllık Arazi Maliyeti, TL/yıl** | 3.421,03 |
| **Yıllık Yapım Maliyeti, TLyıl** | 53.597,12 |
| **Yıllık İşletme Maliyeti, TL/yıl** | 60.000, 00 |
| **Toplam Yıllık Maliyet, TL/yıl** | 117.018,16 |

Elde edilen değer, İsviçre, Almanya, Danimarka, Hollanda, Fransa ve İtalya gibi Avrupa ülkeleri ile kıyaslanmıştır. Söz konusu ülkelerdeki yatırım ve işletme dahil arıtma maliyetlerinin hesaplamalarında Mülga Çevre ve Orman Bakanlığının verilerinden yararlanılmıştır. Acarlar Gölü Sulak Alanının sağladığı arıtma hizmetinin İsviçre, Almanya, Hollanda, Danimarka, Fransa ve İtalya'daki değerinin 2017 yılı için güncellenmiş hali Çizelge 7.7'de verilmektedir (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005).

**Çizelge 7.7**. Acarlar Gölü Sulak Alanının Sağladığı Arıtma Hizmetinin Avrupa Ülkelerinde Değeri

| ÜLKELER | Birim Maliyet | Yıllık Maliyet (€, $) (2006*) | Yıllık Maliyet (TL) (2006) | Yıllık Maliyet (TL) (2017) |
|---|---|---|---|---|
| **Türkiye ($/m3)** | 0,55 | 139.111,72 | 208.667,58 | 481.483,35 |
| **İsviçre (€/kişi-yıl)** | 55,50 | 480.741,00 | 865.333,80 | 1.996.690,56 |
| **Almanya (€/kişi-yıl)** | 51,50 | 446.093,00 | 802.967,40 | 1.852.785,73 |
| **Danimarka (€/kişi-yıl)** | 48,50 | 420.107,00 | 756.192,60 | 1.744.855,95 |
| **Fransa (€/kişi-yıl)** | 46 | 398.452,00 | 717.213,60 | 1.654.914,85 |
| **Hollanda (€/kişi-yıl)** | 40 | 346.480,00 | 623.664,00 | 1.439.057,59 |
| **İtalya (€/kişi-yıl)** | 31 | 220.038,00 | 396.068,40 | 913.897,01 |

*2006 Yılı için $:1,5 TL, €: 1,8 TL kabul edilmiştir.

Avrupa ülkeleri ile Türkiye arasındaki maliyet farklılıklarının başlıca sebebi Avrupa ülkelerinde personel maliyetlerinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Gelişmiş ülkelerde işletme ve bakım giderlerinin yaklaşık %60'ını personel giderleri oluştururken, kalan % 40 ise; % 14 elektrik giderleri, %4 kimyasal madde giderleri, %22 diğer giderlerden oluşmaktadır (Uslu, 1984), (Yıldırımer, 2006). Türkiye'de iş gücünün Avrupa ülkelerine kıyasla daha ucuz olması sebebiyle arıtma maliyetleri daha düşük görünmektedir.

### 7.1.3. Göl Soğanının (*Leucojum aestivum*) Ekonomik Değeri

Bölgenin ekolojik sembolü kabul edilen, bölgenin geçim kaynaklarına önemli katkısı olan ve tıpta Alzheimer ve çocuk felci gibi sinir hastalıkların tedavisinde

kullanılan Göl soğanı (*Leucojum aestivum*) köylüler tarafından toplanarak komşu ülkelere satışı yapılmaktadır. Ancak, yapılan görüşmelerde Orman ve Su İşleri Bakanlığı yetkililerince 2016 yılı için 200 ton kota koyulduğu ve kg fiyatının 22 kuruş olduğu beyan edilmiştir. Ayrıca, göl soğanı için belirlenen kotanın 500 tona kadar çıkabileceğini ve az da olsa kaçak toplamalar olabileceğini belirtmişlerdir. Çok düşük fiyatlara köylülerden satın alınan göl soğanı tıpta önemli hastalıkların tedavisi için tıbbi ilaç yapımında kullanılmaktadır. Nihai ürün olarak piyasaya sunulan tıbbi ilaçlar hammadde fiyatının çok daha üstünde fiyatlarla satılmaktadır. Bu çalışma kapsamında göl soğanın hammadde fiyatı üzerinden köylülere doğrudan ekonomik katkısı hesaplanmıştır. Alınan bilgilere göre 2016 yılında 200 ton göl soğanı yaprağı ihraç edilmiştir. 2016 yılı için yapılan hesaplamalarda göl soğanının hammadde olarak bölge halkına sağladığı katkının ekonomik değeri 2016 yılı için 44.000,00 TL olarak bulunmuştur. Göl soğanı hasadı için Bakanlıkça belirlenen kotanın 500 tona ulaşması halinde bu değer 110.000,00 TL olacaktır.

### 7.2. Tartışma

Hesaplamalar neticesinde, Göl soğanının 2016 yılı için ekonomik değeri 44.000,00 TL olarak hesaplanırken, Gölün çevresindeki köylere sağladığı arıtma hizmetinin yıllık değeri KAÇ prosesi üzerinden 481.483,35 TL iken YSA prosesi üzerinden 117.018,16 TL olarak bulunmuştur. KAÇ ve YSA maliyetleri arasındaki farklılık literatürde verilen "konvansiyonel sistem maliyetinin, sulak alan sisteminin yaklaşık dört katı olduğu" yönündeki bilgiyle uyum göstrmektedir (TÜBİTAK, 2011). 2800 hektar büyüklüğündeki Gölün sağladığı hizmetin hektar başına yıllık arıtma kıymeti bedeli 41,79–171,96 TL/ha/yıl şeklinde ifade edilmektedir. Ancak, elde edilen bu değerler kıymetlendirmenin gerçekleştirildiği bölgenin ekonomik ve sosyal dinamiklerine, izlenen yönteme, seçilen tekniğe ve değerleyicinin yorumuna göre değişiklik gösterebilmektedir. Örneğin Göl soğanının hammadde olarak bölgedeki birim (ton) satış fiyatı ülkeden ülkeye hatta ülke içinde bile değişebilirken

Göl soğanından üretilen tıbbi farmasötik ürünlerin fiyatı hammadde fiyatının çok üstünde seyretmektedir.

Diğer yandan, arıtma hizmetinin kıymetlendirilmesinde "yerine koyma" metodu yerine anket tabanlı tekniklerin tercih edilmesi halinde ortaya çıkacak değerin elde edilen değerin altında çıkması beklenmektedir. Bireylerde çevre kaygısı ve hassasiyeti yaşam standartları ve eğitim seviyesiyle orantılı olarak artmaktadır. Bu sebeplerden ötürü kırsal bölgelerde bireylerin çevre bilincinin ve çevrenin korunması için ödeme istekliliklerinin düşük olduğu söylenebilir. Bu kabul üzerinden, Göl çevresinde yer alan köylerde yaşayanların bölgeye kurulacak bir arıtma tesisi için ödemeye istekli olacakları miktarın da düşük olacağı sonucuna varılabilir. Arıtma hizmetinin kıymetlendirilmesine ilişkin bir başka husus ise "yerine koyma" yönteminde seçilen arıtma yönteminin de elde edilen ekonomik değeri değiştiriyor olmasıdır. Örneğin, ülkemizde yaygın olarak tercih edilen ve çalışma kapsamında da kullanılan klasik aktif çamur sistemi yerine uzun havalandırmalı sistem ya da oksidasyon hendeği veya anaerobik teknolojilerin kullanıldığı proseslerin kullanılması arıtma maliyetlerini çok değiştirecektir. Ayrıca, hesaplanan değer yalnızca arıtma tesisinin (inşaat, işletme ve arazi maliyetleri dahil) maliyetidir, atık su toplama sistemi, kanalizasyon şebekesi vb. maliyetler dahil değildir. Bu doğrultuda, çalışmaya konu sulak alanın sunduğu arıtma hizmeti için hesaplanan değer de değişebilecektir.

Elde edilen değer 2012 tarihli Sultan Sazlığı Biyokıymetlendirme çalışmasının sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Sultan Sazlığı Milli Parkında gerçekleştirilen kıymetlendirme çalışmasında, ilk yatırım maliyeti 2.151.436 € olarak hesaplanırken işletme maliyeti 156.826 €/yıl olarak hesaplanmıştır. 70.539 kişi üzerinden yıllık atık su yükü hesaplanmış ve kişi başı günlük üretilen atıksu miktarı olarak 182 L/kişi/gün esas alınmıştır. Söz konusu çalışmada tesis ömrü verilmediği için tesisin inşaat ve işletme toplam maliyeti yıllık olarak hesaplanamamıştır. Bu sebeple doğrudan kıyaslama yapmak sağlıklı sonuçlar

vermeyecektir. İşletme maliyeti üzerinden, 24.357 hektar yüzey alanına sahip olan sulak alanın hektar başına yıllık arıtma değeri 6,44 €/ha/yıl olarak ifade edilebilir (OSİB DKMP), (OSİB, 2012).

2012 yılı için Euro kur değeri 2,3 TL kabul edilmiş olup, Sultan Sazlığı'nın;

İlk yatırım maliyeti, 2012 yılı için: 4.948.302,80 TL

2017 yılı için güncel ilk yatırım maliyeti: 6.943.459,32 TL

İşletme maliyeti 2012 yılı için: 360.699,80 TL

2017 yılı için güncel işletme maliyeti: 506.132,98 TL olarak bulunmaktadır.

2017 yılı için hektar başına güncel arıtma maliyeti: 20,80 TL ha/yıl

Aynı hizmeti sağlayan ve aynı yöntemlerle atık tutma kapasiteleri değerlendirilen Acarlar Gölü (140,55 TL/ha/yıl) ve Sultan Sazlığı (20,80 TL/ha/yıl) sulak alanlarının farklı değerler ortaya koyması şaşırtmamalıdır. Çalışma sonuçlarını etkileyen başlıca faktörler şunlardır:

- Nüfus bilgileri; Acarlar Gölü 2050 yılı nüfusu 7.098 kişi, Sultan Sazlığı 2012 yılı nüfusu 70.539 kişidir,
- Kişi başına üretilen atık su miktarı; Acarlar Gölü çevresi için 80 L/kişi/gün, Sultan Sazlığı çevresi için 182 L/kişi/gün,
- Arıtma tesisi ömrü; Acarlar Gölü için 50 yıl; Sultan Sazlığında tesis ömründen söz edilmektedir.
- Arazi maliyeti; Acarlar Gölü'nde dahil edilmiştir, Sultan Sazlığı'nda dahil edilmemiştir.
- Maliyetler; Acarlar Gölü'nde arazi, inşaat ve işletme tüm maliyetler birlikte hesaplanırken Sultan Sazlığı'nda inşaat ve işletme maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.
- Alan büyüklüğü; Acarlar Gölü 2800 hektar iken Sultan Sazlığı 24.357 hektar büyüklüktedir.

Hesaplamalar sonucunda ortaya çıkan değer, İsviçre, Almanya, Danimarka, Hollanda, Fransa ve İtalya gibi Avrupa ülkeleri ile kıyaslanmış ve sayılan ülkelerde

arıtma maliyetlerinin Türkiye ile kıyaslandığında çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Avrupa ülkeleri ile Türkiye arasındaki maliyet farklılıklarının başlıca sebebi Avrupa ülkelerinde personel maliyetlerinin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de iş gücünün Avrupa ülkelerine kıyasla daha ucuz olması sebebiyle arıtma maliyetleri daha düşük görünmektedir.

Dünya genelinde yapılan çalışmalara bakıldığında, eğitim, okur-yazarlık oranı ve dil gibi etkenlerin karmaşık çevresel ürün ve hizmetlerin kıymetlendirilmesini zorlaştırdığı; geleneksel anket tabanlı yöntemlerin uygulamasının ve sonuçlarının yeterince sağlıklı olmadığı görülmektedir (TEEB, 2010b). Resmi bir ekonomi modeli olmayan, geçim ekonomisiyle devam eden pek çok gelişmekte olan ülkede insanların para kullanımı konusunda tecrübesi ya çok az ya da hiç bulunmamaktadır. Dolayısıyla, karmaşık bir çevresel ürün veya hizmet için paha biçmek, parasal bir karşılık bulmak fazlasıyla güçleşmektedir. Bazı araştırmacılar, karmaşık bir ürünü kıymetlendirmek için para yerine alışverişe uygun başka ürün veya hizmetleri – örneğin o hizmetin ya da ürünün pahası kaç kova pirinç ediyor gibi- kullanarak insanların ödeme istekliliğini tespit etmeye çalışmışlardır (Shyamsundar & Kramer, 1996), (Rowcroft, Studley, & Ward, 2004). Diğer yandan, bu çalışmalarda hesaplanan kıymetler belirli bir periyot için geçerlidir, örneğin 50 yıl işletme ömrü olan bir atıksu arıtma tesisi üzerinden Acarlar Gölü'nün sunduğu arıtma hizmeti kıymetlendirilmektedir. 50 yıl sonrasında tesisin yenilenmesi veya tamamen sökülerek yeni bir tesis kurulması gerekecektir. Bu bilgiden yola çıkarak Acarlar Gölü'nün sunduğu hizmetin toplam değerinin sonsuz olduğu iddia edilebilir. Buradan sonuçla, ekosistemlerin ekonomik değerini iki türlü değerlendirmek gerektiğini söyleyebiliriz. Birincisi, "belirli koşullar altında" ekosistem hizmetlerinin toplam ekonomik değeri iken ikincisi ise ekosistem hizmetlerinin devamlılığını ve sürdürülebilirliğini sağlayan ekosistem kararlılığı ve rezilyansını temsil eden değer yani "sigorta değeri"dir.

Biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerden sağlanan mal ve hizmetlerin kullanıcıya ulaştırıldığı bilinen anlamda bir piyasa olmadığı için bu mal ve hizmetlerin maliyet ve faydaları -bütün dışsallıkları da dahil-, süreçteki bütün aktörler (yerel topluluklar, nihai kullanıcılar, karar vericiler, politika yapıcılar, sivil toplum kuruluşları, özel sektör vs.) için aynı değildir. Bu kaynakların korunması ve sürdürülebilmesi için özel girişimler oldukça az sayıdadır. Bir türün gelecek nesiller adına korunmasının sağlayacağı fayda bütün dünyayı ilgilendirirken, o türün korunmasına ilişkin maliyet yalnızca sadece belirli bir çevreye bırakıldığı zaman koruma gerçekleşmemekte ve o tür artık geri dönüşü olmayan yok oluş zincirine eklenmektedir (Primack, 2012).

Kıymetlendirme süreci, paydaşların tercihlerinin, doğal ve beşeri sermaye üzerindeki davranışlarının sonuçlarını da açık bir şekilde ortaya koymaktadır. Bu durum toplumların ekosistemler üzerindeki tasarrufunu da etkileyebilmektedir. Parasal kıymetlendirme için çok çeşitli yöntemler mevcut olup her birinin kendi içinde avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Her biri ihtiyaç duyulan veri miktarı ve paydaş katılım derecesine kadar birçok konuda farklılık göstermektedir.

Son yıllarda biyolojik çeşitliliğin değeri üzerine pek çok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmaların büyük çoğunluğu gelişmiş ülkelerde gerçekleştirilirken, az bir kısmı da gelişmemiş ülkelerde tesis edilmiştir. Environmental Valuation Research Inventory (EVRI) veritabanına göre (http://www.evri.ca), gelişmemiş ülkelerdeki çalışma sayısı 195'ten fazladır. Bu sayı yapılan tüm çalışmaların yaklaşık %10 una karşılık gelmektedir. Bu çalışmalar orta gelir grubu ülkeler ve düşük gelir grubu ülkeler arasında eşit dağılım gösterirken, en yoksul gruptaki geçiş ekonomisi ülkelerinde hiçbir çalışma bulunamamıştır. Çalışmaların yarısı Asya'da, %18'i Afrika, %5'i de Güney Amerika'da gerçekleştirilmiştir. Dolayısıyla, gelişmekte olan ülkelerle hiçbir güvencesi olmayan yoksul ülkeler arasındaki uygulamalarda çok önemli farklılıklar bulunduğu ortadadır (TEEB, 2010b).

# 8. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Acarlar Longozu ihtiva ettiği, subasar orman (longoz), akarsu, kumul ekosistemleri gibi farklı ekosistemler barındırması, bu ekosistemlerin ihtiva ettiği tür çeşitliliği, bu türlerin birbirleri ve çevreleriyle olan ilişkiler ağı veya ekolojik süreçlerin çeşitliliği açısından oldukça önemlidir. Alanın özgün değeri "subasar orman (longoz)" barındırmasıdır. Longozun tarım alanlarına dönüştürülmesi gayesiyle kurutulması, zirai gübre ve kimyasallar, yerleşimlerden kaynaklanan atıksular, kaçak ağaç kesimi, kaçak avcılık, kaçak göl soğanı ticareti gibi baskılarla karşı karşıya kalan sulak alan aynı zamanda su menekşesi *(Butomus umbellatus)*, Göl soğanı *(Leucojum aestivum)*, bataklık eğreltisi *(Pteridium aquilinum)* gibi endemik bitkilere ev sahipliği yapmaktadır.

Havza içinde yer alan köy yerleşimlerinin evsel atık suları, ağıllardan sızan sular da yüzeysel ya da yer altı sularıyla göle ulaşmaktadır. Tarım alanları açmak için göl alanının kurutulması yanında longoz içerisinde yer alan ağaçların kesilmesi neticesinde orman örtüsü de kaybolma tehlikesi ile karşı karşıyadır. Alan için yapılan 5 yıllık (2016-2020) Yönetim Planına göre yoğun kirlilik, kaçak avcılık, Göl soğanının kontrolsüz ve kaçak sökümü, yüksek zirai baskı, drenaj kanalları nedeniyle gölün taban su seviyesinin düşmesi, en önemli sorunlar arasında sayılmaktadır (OSİB DKMP, 2016).

Bu çalışma kapsamında, Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanının çevresindeki 10 köy (Camitepe, Denizköy, Karamüezzinler, Taşlıgeçit, Üçoluk, Başoğlu, Büyükyanık, İşaret, Ortaköy ve Turnalı) yerleşimine sağladığı arıtma hizmeti ve bölge için ekonomik anlamı büyük olan Göl soğanının (*Leucojum aestivum*) ekonomik karşılığı hesaplanmıştır. Göl soğanının kıymetlendirilmesinde doğrudan piyasa değeri yöntemi kullanılırken, arıtma hizmeti için dolaylı ve maliyet tabanlı bir yöntem olan yerine koyma (*replacement cost)* yöntemi kullanılmıştır.

Hesaplamalar neticesinde elde edilen sonuçlar şunlardır:

- 2016 yılı için yapılan hesaplamalarda Göl soğanının hammadde olarak bölge halkına sağladığı katkının ekonomik değeri 44.000,00 TL olarak bulunmuştur.
- Göl çevresindeki atıksuların arıtılması için gerekli bedel KAÇ prosesi üzerinden 481.483,35 TL iken YSA prosesi üzerinden 117.018,16 TL olarak bulunmuştur
- Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alanının sağladığı arıtma hizmetinin değeri İsviçre'de 1.996.690,56 TL, Almanya'da 1.852.785,73 TL, Danimarka'da 1.744.855,95 TL, Fransa'da 1.654.914,85 TL, Hollanda'da 1.439.057,59 TL ve İtalya'da 913.897,01 TL olarak hesaplanmıştır (Çevre ve Orman Bakanlığı, 2005).
- Elde edilen değer, İsviçre, Almanya, Danimarka, Hollanda, Fransa ve İtalya gibi Avrupa ülkeleri ile kıyaslanmış ve sayılan ülkelerde arıtma maliyetlerinin Türkiye ile kıyaslandığında çok daha yüksek olduğu görülmüştür. Avrupa ülkeleri ile Türkiye arasındaki maliyet farklılıklarının başlıca sebebi Avrupa ülkelerinde personel vb. maliyetlerin daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır. Türkiye'de iş gücünün Avrupa ülkelerine kıyasla daha ucuz olması sebebiyle arıtma maliyetleri daha düşük görünmektedir.
- Çalışmada kullanılan kıymetlendirme tekniğinin değiştirilmesi halinde elde edilen değer çok farklılaşabilecek, örneğin anket tabanlı yöntemlerin tercih edilmesi durumunda bu değer daha düşük çıkacaktır.

**ÖNERİLER:**

- Ana akım iktisadi kanaatlere göre ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin kıymeti insanların onlar için ödeme istekliliği ve pazar oluşturulması mantığıyla tanımlanır. Ancak ekonomik kavramlar ve değerler objektif olaylar ya da evrensel gerçekler değildir, yalnızca belirli bir gruba/topluma ait kültürel gerçekler, dünya görüşleri, inanç sistemlerini yansıtan çıktılardır. Harici değildir, günlük hayatın toplumsal ve siyasi etkileşimleri ve yerel, bölgesel, küresel güç ilişkileri sonucu şekillenir. Acarlar

Gölü (Türkiye-Avrupa ülkeleri) örneğinde de görüleceği üzere, kıymetlendirilecek varlığın ve değerleyicinin içinde yer aldığı sosyal, ekonomik, kültürel ve politik hatta jeopolitik farklılıkların elde edilecek ekonomik değeri ciddi anlamda değiştireceği göz önünde bulundurulmalıdır.

- Yapılan kıymetlendirme çalışmaları genelde ilgi gruplarının değer kavramları ve algılarıyla (sayılan kıymetler kimin, kime ne yararlar sağlanıyor, sosyal ve ekolojik sistemler arasındaki karşılıklı bağ(ım)lılık nasıl tanımlanıyor ve muhasebeleştiriliyor sorularının cevaplarıyla) şekillenmektedir. Her hizmet ya da ürün aynı yöntemle kıymetlendirilmez. Örneğin, rekreasyon değerini seyahat maliyeti yöntemiyle ölçebiliyorken bir ormanının miras değerini koşullu değerleme ile ölçebiliriz. Kıymetlendirme tekniklerinin aslında birer değer tanımlama araçları olduğu düşünülürse, seçilecek yöntemin kıymetlendirme çalışmalarının sonucunu çok önemli bir şekilde değiştireceğini söylemek mümkündür. Acarlar gölü çevresinde yer alan köy sakinlerinin, sosyo-ekonomik ve kültürel şartları göz önüne alındığında bölgede kurulması planlanan olası bir arıtma tesisi için ödeme istekliliğinin yüksek olmayacağı söylenebilir. Dolayısıyla, bölge halkının olası bir arıtma tesisi için ne kadar ödeme yapabileceklerini tespit etmeye çalışan bir anket çalışması çok daha düşük ekonomik değerle sonuçlanacaktır. Bu nedenle, seçilen kıymetlendirme yöntemi, bölgenin sosyo ekonomik ve kültürel şartlarına uygun, kıymetlendirilecek unsur ile uyumlu ve piyasa şartlarında gerçekçi olmalıdır.

- Bugün ekosistemlerin ve biyoçeşitliliğin toplam değeri tam olarak bilinmese de mantık çerçevesinde, en nihayetinde insanlara sağladığı faydanın sonsuz olduğu söylenebilir, çünkü onların yok olması bir dereceden sonra –yaşamı onların varlığına bağlı olan- insanların da yok olması anlamına gelmektedir. Özellikle yoksul ülkelerde ve gelişmekte olan ekonomilerde insanlar hayatlarını sürdürebilmek için doğrudan ekosistemlere muhtaçtır. Yiyecek, barınma, ısınma, yakacak, doğal ilaçlar gibi temel gereksinimlerini direkt olarak doğadan temin ederler. Bu ülkelerdeki insanların temel yaşam standartlarını yiyecek barınma vb. temel yaşamsal

ihtiyaçlarını karşıladıkları kaynakları güvence altına alabilmek için öncelikle biyolojik çeşitliliğin bu tablodaki rolü olabildiğince iyi ifade edilmelidir. Bu açıdan bakıldığında, kullanım ve koruma politikaları belirlenirken için çoğulcu ve kapsayıcı yaklaşımlara ihtiyaç vardır.

- Toplumsal yarar adına çevrenin korunması gerektiğini ispat etmek için ekonomik kıymetlendirmenin iyi ve gerekli bir araç olduğu söylenebilir. Buradaki önemli nokta, ekonomik kıymetlendirmeyi yok saydığımızda, iktisadi yatırımların ve faaliyetlerin mali analizlerinde ekosistemlerin değerinin "sıfır" olarak görünmesidir. Kalkınma politikaları, hızlı sanayileşme, nüfusun ve tüketimin artmasıyla birlikte ekosistemleri ve biyolojik çeşitliliği korumak son derece zorlaşmaktadır. İşte bu yüzden, karar alıcı otoritelere ekonomik modellerle desteklenmiş kıymetlendirme girişimlerinin sonuçları sunularak ekosistemlerin insanlık için ne kadar önemli olduğu gösterilmelidir.

- Ekosistem hizmetlerine ve biyolojik çeşitliliğe parasal olarak değer biçmek tartışmalı bir konudur. Bir taraftan ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin ne kadar kıymetli olduğunu göstermek için bu değerlemenin gerekliliği ortaya koyulurken, diğer yandan doğanın tam değerini hesaplayabilmenin mümkün olmadığı, sırf tabiattan elde edilen tıbbi bileşikler sayesinde kurtarılan hayatların bile ekonomik değerinin hesaplanmasının imkânsız olduğu gözden kaçırılmamalıdır.

- Çeşitli görüşlere göre kıymetlendirme materyalist bir girişim, bir tür metalaştırma ve ticarileştirme yaklaşımıdır. Metalaştırma yaklaşımının tehlikesi şudur, eğer çevreyi ticarileştirirseniz, onu, piyasada belli bir fiyatı olan, alınıp satılabilir bir meta gibi algılanmasına sebep olursunuz. Ancak, böylesi tehlikeden uzak durmak kaydıyla, kıymetlendirme yaklaşımı çevresel değişimlerin ekonomik değerini hesaplanmasında iyi bir araç olabilir. Örneğin, AB'de bu konuyla doğrudan ilgili Çevresel Sorumluluk Direktifi işletilirken; Kanada Atlantik bölgesindeki kazaların yarattığı kirlilik sorunlarına çözüm arayan Kanada'da da çevresel zararlara ilişkin tazminat ve sorumluluk değerlendirmesi için çeşitli protokoller üzerinde

çalışılmaktadır. Ekonomik değerleme teknikleri ve ekosistem hizmetlerinin kıymetlendirilmesi süreci, oluşan çevresel hasarın telafisi ve mali sorumluluğunun çerçevesini belirlemekte yardımcı olmaktadır (OECD, 2002). Bu çerçevede, kıymetlendirme girişimleri, tabiatın ticari bir ürün gibi görülmesine yol açmamalı aksine muazzam bir kıymete sahip olduğunu göstermeli; çevresel hasarların giderilmesinde ve çevrenin eski durumuna getirilmesinde rehber olarak kullanılmalıdır.

- Diğer yandan sunduğu ekosistem hizmetleri ile insan nüfusunun her türlü ihtiyacına hayati katkılar sunan "sulak alan" ekosistemleri, gerek suyun korunmasında gerekse ekolojik dengenin sağlanması ve biyolojik çeşitliliğin korunmasında büyük önem taşımalarının yanı sıra yöre ve ülke ekonomisine çok büyük katkıları olan ekosistemlerdir. 21. yüzyılda yaşanacak büyük krizlerin ve çatışmaların su kaynakları ve sulak alanlar üzerinde yoğunlaşacağı gerçeği de dikkate alındığında, bu alanların ne denli önemli olduğu daha da iyi anlaşılmaktadır. Tatlı su kaynaklarının hızla tükendiği, su ve su ürünleri ile sucul ekosistemlerin en önemli ilgi konusu olduğu günümüzde, sulak alanların korunması ve gelecek kuşaklara en sağlıklı şekliyle iletilebilmesi, aynı zamanda ulusal güvenlik konusu olarak da değerlendirilmelidir.

- Ekosistem hizmetleri kavramı konusunda en yaygın eleştiri, ekosistemlerin ve biyolojik çeşitliliğin kendi özdeğerinden ziyade insan kaynaklı kullanıma yönelik antroposentrik yaklaşımların benimsenmesidir. En nihayetinde, bu disiplinin araştırma konusu da, ekosistemlerin insanlar için ne yarar sunduğudur. Buradaki anlayışa göre ekosistem ürün ve hizmetleri yaklaşımı aslında özü itibariyle antroposentrik bir mantığın ürünüdür. Çünkü, bu ürün ve hizmetlere değer biçen yine insandır ve ekolojik yapıları ve prosesleri değer-yüklü varlıklar olarak tanımlamaktadır. Ancak doğa yalnızca HAMMADDE KAYNAĞI olarak görülmemeli, insanlık için YAŞAM GÜCÜ olduğu unutulmamalıdır.

Sonuç olarak, biyolojik çeşitlilik ve ekosistemler dünya üzerinde insan yaşamının ve sürdürülebilirliğinin en önemli teminatıdır. Çalışmanın en başında belirtildiği üzere, ekosistem hizmetleri ve biyolojik çeşitlilik; biyo-ekonomi, genetik kaynaklar, biyo-teknoloji, sağlık, çevre, gıda güvenliği, enerji, su temini, kırsal kalkınma, yoksullukla mücadele gibi pek çok boyutu olan, sosyal ve ekonomik çerçevesi çoldukça geniş bir çalışma alanıdır. Aslında insan yaşamı doğrudan biyolojik çeşitlilik ve ekosistem hizmetlerine bağlıdır. Ayrıca bu çalışma kapsamında da vurgulandığı üzere sulak alan ekosistemleri son derece özel ve üretken sistemlerdir. Su kıt bir kaynaktır. Her bölgede aynı seviyede değildir. Su kaynakları yüzünden uluslararası ölçekte anlaşmazlıklar ortaya çıkmaktadır. Bu yüzden başta sulak alan ekosistemleri olmak üzere biyolojik çeşitlilik bileşenlerinin ve ekosistem hizmetlerinin doğru politikalarla sürdürülebilir şekilde korunması ve yönetilmesi gerekmektedir.

## KAYNAKÇA


Agar, N. (2001). *Life's Intrinsic Value: Science, Ethics, and Nature.* New York: Columbia University Press.

Atasoy, Y., Reis, Z. A., Erol, Ç. S., & Gülseçen, S. (2014). Bilgi Ekonomisi Açısından Biyoçeşitliliğin Ekonomik Değeri. *Akademik Bilişim'14 - XVI. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri*, (s. 208-214). Mersin.

Barbier, E. B. (2007). Valuing ecosystem services as productive inputs. *Economic Policy*, 22(49):178–229.

Barbier, E. B., Acreman, M., & Knowler, D. (1997). *Economic Valuation of Wetlands—A Guide for Policy Makers and Planners.* Gland: Ramsar Convention Bureau.

BBC Turkish. (2008, Mayıs 15). *Sorular - Cevaplar: Amazon İkilemi*. Eylül 15, 2016 tarihinde BBC News: http://www.bbc.com/ adresinden alındı

Boyd, J., & Banzhaf, S. (2006). *What Are Ecosystem Services?* Washington, DC: Resources for the Future.

Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). *What are ecosystem services.*

Boyd, J., & Banzhaf, S. (2007). What Are Ecosystem Services? The Need For Standardized Environmental Accounting Units. *Ecological Economics*(63), 616-626.

Braat, L. C. (2016, Mart). *Framing Concepts in Environmental Science.* Oxford: Oxford University Press. Environmental Science. adresinden alındı

Brouwer, R., Brander, L., Kuik, O., Papyrakis, E., & Bateman, I. (2013). *A synthesis of approaches to assess and value ecosystem services in the EU in the context of TEEB.* Amsterdam: Institute for Environmental Studies, VU University .

Buckland, H. (2005, Eylül). *The oil for ape scandal: How palm oil is threatening orang-utan survival.* London: Friends of the Earth Trust. Aralık 25, 2016 tarihinde Friends of the Earth: www.foe.co.uk adresinden alındı

Can, T. (Dü.). (2013). *Ormanın Kitabı.* İstanbul: WWF-Türkiye.

Chee, Y. E. (2004). An ecological perspective on the valuation of ecosystem services. *Biological Conservation*, 549-560.

Cooper, E., Burke, L., & Bood, N. (2008). *Coastal Capital: Belize The Economic Contribution of Belize's Coral Reefs and Mangroves.* Washington, DC: World Resources Institute.

Costanza, R., Wilson, M., Troy, A., Voinov, A., Liu, S., & D'Agostino, J. (2006). *The Value of New Jersey's Ecosystem Services and Natural Capital.* Trenton: New Jersey Department of Environmental Protection.

Çevre ve Orman Bakanlığı. (2005). *Atıksu Arıtımının Esasları.* Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı.

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2013). *Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.* Eylül 2017 tarihinde Çevre Yönetimi Genel Müdürlüğü: http://www.csb.gov.tr/db/cygm/editordosya/AATTP.docx adresinden alındı

Daily, G. C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P., . . . Walker, B. (2000). The Value of Nature and the Nature of Value. *Science*, 289: 395–396.

de Groot, R., Stuip, M., Finlayson, M., & Davidson, N. (2006). *Valuing wetlands: Guidance for valuing the benefi ts derived from wetland ecosystem services Ramsar Technical Report No. 3/CBD Technical Series No. 27.* Gland & Montreal: Ramsar Convention Secretariat & Secretariat of the Convention on Biological Diversity.

Demir, A. (2009). Ekonomik Açıdan Biyolojik Çeşitliliğin Önemi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 55-68.

DKMP & KAD. (2007). *Sulakalan Yönetim Planı Rehberi.* Ankara: Çevre ve Orman Bakanlığı.

Durman, M., & Önder, H. (2015). *Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi.* Bursa: Ekin Basım Yayın Dağıtım.

EC. (2015). IN-DEPTH REPORT Ecosystem Services and Biodiversity. *Science for Environment Policy*, 3-4.

Ehrlich, P. R., & Ehrlich, A. H. (1981). *Extinction: the causes and consequences of the disappearance of species.* New York: Random House.

Emerton, L., & Kekulandala, L. (2003). *Assessment of the economic value of Muthurajawela wetland.* IUCN. Colombo : IUCN.

Emerton, L., Iyango, L., Luwum, P., & Malinga, A. (1998). *The Present Economic Value of Nakivubo Urban Wetland, Uganda.* Kampala: IUCN – The World Conservation Union, Eastern Africa Regional Office, Nairobi and National Wetlands Programme, Wetlands Inspectorate Division, Ministry of Water, Land and Enviornment.

Ertürk, M. D. (2005). *Acarlar Gölündeki Mikrobiyolojik ve Kimyasal Kirlenme Olaylarının Tespiti.* İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

ESA. (2008, Aralık 1). ECOSYSTEM SERVICES AND ECONOMIC THEORY. *Ecological Applications, 18*(8), s. 2050-2067.

European Environment Agency. (2011). R. Haines-Young, & M. Potschin içinde, *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): 2011 Update* (s. 3-6). Nottingham: University of Nottingham.

FAO. (2001). *Global Forest Resources Assessment-2000.* Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO. (2006). *Global Forest Resources Assessment-2005.* Food and Agriculture Organization of the United Nations.

FAO, IFAD, WFP. (2015). *The State of Food Insecurity in the World 2015, Meeting the 2015 international hunger targets: taking stock of uneven progress.* Rome: FAO.

Farber, S. C., Costanza, R., & Wilson, M. A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 375-392.

Farber, S. C., Costanza, R., & Wilson, M. A. (2002). Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. *Ecological Economics*, 375-392.

Ferry, L. (1995). *The New Ecological Order.* Chicago: University of Chicago Press .

Freeman, M. A. (2003). *The Measurement of Environmental and Resource Values; Theory and Methods.* Washington D.C.: Resources for the Future.

Frisvold, G. B., Sullivan, J., & Raneses, A. (2003). Genetic improvements in major US crops: the size and distribution of benefits. *Agricultural Economics*(28(2)), 109-119.

Glicken Turnley, J., Kaplowitz, M., Loucks, O., McGee, B., & Dietz, T. (2003). *Valuation of Ecological Resources.* Florida: Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC).

Gönençgil, B. (2008). Tehdit Altındaki Kıyı Alanlarına Bir Örnek: Acarlar Longozu-Karasu, Sakarya. *V.Ulusal Coğrafya Sempozyumu* (s. 31-38). Ankara: Türkiye Coğrafyası Araştırma ve Uygulama Merkezi (TÜCAM).

Gren, I.-M., Folke, C., Turner, K., & Bateman, I. (1994). Primary and Secondary Values of Wetland Ecosystems. *Environmental and Resource Economics*, 4: 55-74.

Günsoy, G., Dağdemir, Ö., Günsoy, B., Aktaş, M. T., & Dağdemir, E. (2013). *Doğal Kaynaklar ve Çevre Ekonomisi.* (G. Günsoy, & M. T. Aktaş, Dü) Andolu Üniversitesi Yayını No:2933.

Hanneman, M. (1991). Willingness to Pay and Willingness to Accept: How Much Can They Differ. *American Economic Review*, 81: 635–647.

Hawksworth, D. L., & Kalin-Arroyo, M. T. (1995). Magnitude and Distribution of Biodiversity. (V. Heywood, Dü.) *Global Biodiversity Assessment,*, 107–191.

Holvad, T. (2006). *Contingent Valuation Methods: Possibilities and Problems, Transport Research and Consultancy,.* London.

Kareiva, P. M., & Levin, S. A. (2003). *The Importance of Species: Perspectives on Expendability and Triage.* Princeton: Princeton University Press.

King, D. M., Mazzotta, M. J., & Markowitz, K. J. (2017, Mayıs 10). *Replacement Cost Method*. Ecosystem Valuation: http://www.ecosystemvaluation.org/ adresinden alındı

Kışlalıoğlu, M., & Berkes, F. (2001). *Ekoloji ve Çevre Bilimleri.* İstanbul: Remzi Kitabevi.

Leveque, C., & Mounolou, J. C. (2013). *Biyoçeşitlilik, Biyolojik Devinimler ve Koruma.* (H. H. Başıbüyük, A. Yılmaz, & S. Kılınç, Çev.) Ankara: Palme Yayıncılık.

MEA. (2005a). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis.* Washington, DC: Island Press.

MEA. (2005b). *Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis.* Washington, DC.: World Resources Institute.

Metcalf & Eddy, I. (1991). *Wastewater Engineering : Treatment, Dispoasl, Resuse.* New York NY: McGraw-Hill.

Metcalf, & Eddy, I. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* (4 b.). (G. Tchobanoglous, F. Burton, & H. Stensel, Dü) New York: McGraw-Hill.

Molnar, M., Kocian, M., & Batker, D. (2012). *Valuing the Aquatic Benefits of British Columbia's Lower Mainland: Nearshore Natural Capital Valuation.* David Suzuki Foundation and Earth Economics.

NAS, B. (2017). *Atıksu Arıtma Tesislerinde İşletme Sorunları ve Çözümleri.* Ankara: Çevre ve Şehircilik Bakanlığı & Selçuk Üniversitesi.

Newman, D. J., & Cragg, G. M. (2007). Natural products as sources of new drugs over the last 25 years. *Journal of Natural Products*(70(3)), 461-477.

OECD. (2002). *Handbook of Biodiversity Valuation.* Paris: OECD Publications.

Ortiz, R., Nowak, A., Lavado, A., & Parker, L. (2013). *Food security in Amazonia.* Amazonia Security Agenda Projesinin Raporu.

OSİB. (2012). *Sultan Sazlığı Biyokıymetlendirme Teknik Kılavuzu-2.* Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı.

OSİB. (2014). *Sulak Alanlar.* Ankara: Orman ve Su İşleri Bakanlığı.

OSİB DKMP. (2016). *Acarlar Gölü Longoz Ormanı Sulak Alan Yönetim Planı (2016-2020).* Ankara : Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü.

OSİB DKMP. (tarih yok). *Sultan Sazlığı Milli Parkı-Tanıtım*. Ağustos 5, 2017 tarihinde Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü: http://www.milliparklar.gov.tr adresinden alındı

Pimm, S. L., & Raven, P. (2000). Extinction by numbers. *Nature*(403), 843-845.

Primack, R. B. (2012). *Koruma Biyolojisi (Conservation Biology).* (A. A. Dönmez, & E. O. Dönmez, Çev.) Ankara: Hacettepe Üniversitesi.

Purvis, A., & Hector, A. (2000). Getting the measure of biodiversity. *Nature*(405), 212-219.

Reed, S., Crites, R., & Middlebrooks, E. (1988). *Natural Systems for Waste Management and Treatment.* New York, NY.: McGraw-Hill.

Rolston, H. I. (1989). *Philosophy Gone Wild: Environmental Ethics.* Buffalo NY: Prometheus Books.

Rolston, H. I. (1989). *Philosophy Gone Wild: Environmental Ethics.* Buffalo NY: Prometheus Books.

Rolston, H. I. (2000). The land ethic at the turn of the millennium. *Biodiversity and Conservation*, 9: 1045-1058.

Rowcroft, P., Studley, J., & Ward, K. (2004). *Eliciting Forest Values and "Cultural Loss" for Community Plantations and Nature Conservation.* London: DFID.

Sagoff, M. (2008). On the compatibility of a conservation ethi with biological science. *Conservation Biology* , 21:337-345.

Sarı, İ. (2005). *Kahramanmaraş (Merkez) Evsel ve Endüstriyel Atıksularının Toplanıp Uygun Bir Arıtma Yöntemi Seçilerek Arıtılması.* Adana: Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

SASKİ. (2017). *Sakarya Büyükşehir Belediyesi-SASKİ Genel Müdürlüğü*. Ağustos 20, 2017 tarihinde Sakarya Su ve Kanalizasyon İdaresi: https://www.sakarya-saski.gov.tr adresinden alındı

Shyamsundar, P., & Kramer, R. (1996). Tropical Forest Protection: An Empirical Analysis of the Costs Borne by Local People. *Journal of Environmental Economics and Management*, 31: 129–144.

Spash, C. L. (2000). *The Concerted Action on Environmental Valuation in Europe (EVE): an introduction. Environmental Valuation in Europe (EVE),.* Cambridge Research for the Environment.

Sundberg, S. (2004). *Replacement costs as economic values of environmental change:A review and an application to Swedish sea trout habitats.* Sweeden: Beijer International Institute of Ecological Economics.

Sümer, G. Ç. (2016). Çevresel ve Milli Güvenlik Boyutları Açısından Biyolojik Çeşitlilik ve Tehlikeler. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 207-230.

Şentürk, Ö. (2015). *Anadolu Feneri - Karasu arası sahil şeridi ve yakın çevresi strüktür ve rölyefinin planlama kriterlerine etkileri.* İstanbul: Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı.

TEEB. (2008). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: An Interim Report.* Wesseling: Welzel+Hard.

TEEB. (2010a). Chapter 1: Integrating the ecological and economic dimensions in biodiversity and ecosystem service valuation. TEEB, & G. K. Kadekodi (Dü.) içinde, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations* (s. 7). London and Washington: Earthscan.

TEEB. (2010b). Chapter 5: The economics of valuing ecosystem services and biodiversity. TEEB, & R. D. Simpson (Dü.) içinde, *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: The Ecological and Economic Foundations* (s. 133). London & Washington: Earthscan.

TEEB. (2013). *TEEB For Water and Wetlands.* Institute for European Environmental Policy (IEEP) & Ramsar Secretariat.

TEEB. (2016, Aralık 23). *Resources: Glossary of terms*. The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB): www.teebweb.org adresinden alındı

TEMEL, F. A. (2013, Temmuz). *Türkiye'de Atık Su Arıtımında Yapay Sulak Alanların Tasarımı ve Potansiyelinin Değerlendirilmesi: Örnek Çalışma, Kızılcaören.* Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

TICFFA. (2008). *Manifesto on Climate Change and the Future of Food Security.* Nisan 10, 2016 tarihinde Food Secure Canada: www.foodsecurecanada.org adresinden alındı

TMMOB. (2012). *Karasu Kıyı Alanı Kıyı Daralması Raporu.* Ankara: Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği.

Toprak, H. (2000). *Atıksu Arıtma Sistemlerinin Tasarım Esasları Cilt -1, Cilt - 2.* İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Toprak, H., (2000) (Genişletilmiş 3.Baskı) : Atıksu ArıDokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Yayınları.

TÜBİTAK MAM. (2011). *Yapay Sulak Alanlar El Kitabı.* Kocaeli, Gebze: TÜBİTAK MAM Çevre Enstitüsü.

TÜİK. (2017). *Tüketici Fiyat Endeksi (TÜFE)*. Eylül 20, 2017 tarihinde Türkiye İstatistik Kurumu: http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1014 adresinden alındı

Türkeş, M. (2014). İklim Değişikliğinin Tarımsal Gıda Güvenliğine Etkileri, Geleneksel Bilgi ve Agroekoloji. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*(2(2)), 71-85.

UN FAO. (2011). *Payments for ecosystem services and food security.* Rome: UNFAO, Office of Knowledge Exchange, Research and Extension.

Uslu, H. (1984). *Arıtma Sistemlerinin Türkiye'deki Maliyetleri.* İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Vatn, A., & Bromley, D. W. (1994). Choices without prices without apologies,. *Journal of Environmental Economics and Management*(26), 129-148.

WBGU. (2008). *World in Transition: Climate Change as a Security Risk.* London: Earthscan.

WWF-Global. (2006). *About the Amazon*. Haziran 10, 2016 tarihinde WWF-World Wide Fund For Nature: http://wwf.panda.org/ adresinden alındı

WWF-Türkiye. (2016, Kasım 25). *http://www.wwf.org.tr/ne_yapiyoruz/ayak_izinin_azaltilmasi/*. WWF TURKEY: www.wwf.org.tr adresinden alındı

Yıldırımer, K. (2006). *Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Debi-Maliyet İlişkileri.* Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

Yıldırımer, K., & Budak, F. (2007). Evsel Atıksu Arıtma Tesislerinde Debi-Maliyet İlişkileri. *Ç.U. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi, 16*, 50-57.

Zaimoğlu, Z., & Bozkurt, S. (2010). *Yapay Sulakalanarda Atıksu Arıtımı.* Adana: Adana Nobel Kitabevi.

## ÖZGEÇMİŞ

Asiye Düşünceli 2003 yılında Anamur Anadolu Lisesinden mezun olduktan sonra 2008 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Çevre Mühendisliğinde lisans derecesini, ardından Çukurova Üniversitesi Çevre Mühendisliği Bölümünde yüksek lisansını tamamlamıştır. 2009 – 2012 yılları arasında Çukurova Kalkınma Ajansında çalışmıştır. 2012 yılından günümüze Tarım ve Orman Bakanlığında görev yapmaktadır.

**EKLER**

**EK-1.** Ekosistem Hizmetlerinin Sınıflandırılması

**EK-2**. Acarlar Gölü Çevresindeki Köylerin Nüfus Bilgileri

**EK-3.** KAÇ Maliyetleri Birim Fiyat Tablosu

**EK-1**

## EKOSİSTEM HİZMETLERİNİN SINIFLANDIRILMASI

Kaynak: (Braat, 2016)

| | MEA | TEEB | CICES v4.3 Group |
|---|---|---|---|
| ÖN TEDARİK HİZMETLERİ | Gıda | Gıda | Biyomas [gıda-beslenme] |
| | | | Biyomas (tarımsal kullanım) |
| | Temiz su | Su | Su (içme suyu)[Gıda] |
| | | | Water (içme suyu hariç) [Materyal] |
| | Fiber, kereste | Hammadde | Biyomas (doğrudan kullanım ve işlemek için bitki hayvan ve alglerden temin edilen materyal) |
| | Biyokimyasal maddeler | Tıbbi (medikal) kaynaklar | |
| | Genetik kaynaklar | Genetik kaynaklar | Biyomas (her türlü genetik materyal) |
| | Dekoratif-süs kaynakları | Dekoratif-süs kaynakları | Biyomas (doğrudan kullanım ve işlemek için bitki hayvan ve alglerden temin edilen fiber vb materyal) |
| | | | Biyomas kaynaklı enerji kaynakları |
| | | | Hayvan gücü-Mekanik enerji |
| DÜZENLEYİCİ (TEEB), DÜZENLEYİCİ&DESTEKLEYİCİ (MA), DÜZENLEME VE İDAME HİZMETLERİ (CICES) | Hava kalitesinin düzenlemesi | Hava kalitesinin düzenlemesi | [Mediation of] gaseous/air flows<br>Gaz ve hava akışı kontrolü |
| | Suyun temizlenmesi ve arıtılması | Suyun temizlenmesi ve arıtılması | Atıkların, toksik ve diğer zararlı maddelerin biyota tarafından kontrolü |
| | | | Atıkların, toksik ve diğer zararlı maddelerin ekosistemler tarafından kontrolü |
| | Suyun düzenlenmesi | Su akışlarının düzenlenmesi | Sıvı akış kontrolü |
| | | Ekstrem olayların kontrolü | |
| | Erozyon kontrolü | Erozyon önleme | Kütle akışı denetimi |
| | İklim düzenleme | İklim düzenleme | Atmosfer kompozisyonu ve iklim düzenleme |
| | Toprak oluşumu (destekleyici hizmet) | Toprak verimliliğinin korunması (sürdürülmesi) | Toprak formasyonu ve kompozisyonu |
| | Tozlaşma | Tozlaşma | Yaşam döngüsünün korunması, habitat ve gen havuzu muhafazası |
| | Haşere ve hastalık | Biyolojik kontrol | Haşere ve hastalık kontrolü |
| | Birincil üretim<br>Madde döngüsü (destekleyici hizmet) | Göçmen türlerin yaşam döngülerinin korunması (bakım iyileştirme dahil) | Yaşam döngüsünün korunması, habitat ve gen havuzu muhafazası |
| | | | Toprak formasyonu ve kompozisyonu |
| | | Genetik çeşitliliğin korunması (gen havuzunun korunması) | Su koşullarının korunması |
| | | | Yaşam döngüsünün korunması, habitat ve gen havuzu muhafazası |
| KÜLTÜREL HİZMETLER | Spiritüel ve dini değerler | Spiritüel deneyim | Spiritüel ve/veya sembolik |
| | Estetik değerler | Estetik bilgi | Entelektüel ve temsili etkileşim |
| | Kültürel çeşitlilik | Kültür, sanat ve tasarım için ilham kaynağı | Entelektüel ve temsili etkileşim |
| | | | Spiritüel ve/veya sembolik |
| | Rekreasyon ve turizm | Rekreasyon ve turizm | Fiziksel ve deneyimsel etkileşim |
| | Bilgi sistemleri ve eğitsel değerler | Kavramsal gelişim için bilgi | Entelektüel ve temsili etkileşim |
| | | | Diğer kültürel çıktılar (varoluş, miras) |
| | *MA küresel ölçekte tanınmış ve bölgesel çalışmalarda da kullanılan basit bir sınıflandırma ortaya koymuştur.* | Tüm Avrupada ulusal TEEB çalışmalarında kullanılan TEEB sınıflandırması MA sınıflandırmasının güncellenmiş halidir. | *CICES ise MA ve TEEB çalışmlarını hiyerarşik bir sistem içinde kıymetlendirme yaklaşımlarıyla uyumlu olacak şekilde yeniden düzenlemiştir.* |

**EK-2**

## ACARLAR GÖLÜ ÇEVRESİNDEKİ KÖYLERİN NÜFUS BİLGİLERİ

| KÖYLER | | NÜFUS (2007-2016) |
|---|---|---|
| 2007 | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Camitepe Köy.)-26571 | 104 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Denizköy Köy.)-26574 | 310 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Karamüezzinler Köy.)-26579 | 204 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Taşlıgeçit Köy.)-26594 | 464 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Üçoluk Köy.)-26597 | 384 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Başoğlu Köy.)-26605 | 120 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Büyükyanık Köy.)-26607 | 1706 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/İşaret Köy.)-26616 | 442 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.)-26629 | 122 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Turnalı Köy.)-26637 | 1013 |
| 2008 | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Camitepe Köy.)-26571 | 120 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Denizköy Köy.)-26574 | 330 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Karamüezzinler Köy.)-26579 | 223 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Taşlıgeçit Köy.)-26594 | 485 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Üçoluk Köy.)-26597 | 394 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Başoğlu Köy.)-26605 | 146 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Büyükyanık Köy.)-26607 | 1728 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/İşaret Köy.)-26616 | 461 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.)-26629 | 156 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Turnalı Köy.)-26637 | 1059 |
| 2009 | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Camitepe Köy.)-26571 | 120 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Denizköy Köy.)-26574 | 340 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Karamüezzinler Köy.)-26579 | 237 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.)-26590 | 338 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Taşlıgeçit Köy.)-26594 | 520 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Üçoluk Köy.)-26597 | 401 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Başoğlu Köy.)-26605 | 142 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Büyükyanık Köy.)-26607 | 1745 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/İşaret Köy.)-26616 | 448 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.)-26629 | 174 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Turnalı Köy.)-26637 | 1068 |
| 2010 | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Camitepe Köy.)-26571 | 118 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Denizköy Köy.)-26574 | 334 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Karamüezzinler Köy.)-26579 | 235 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Taşlıgeçit Köy.)-26594 | 485 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Üçoluk Köy.)-26597 | 409 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Başoğlu Köy.)-26605 | 152 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Büyükyanık Köy.)-26607 | 1754 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/İşaret Köy.)-26616 | 442 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.)-26629 | 174 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Turnalı Köy.)-26637 | 1031 |
| 2011 | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Camitepe Köy.)-26571 | 109 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Denizköy Köy.)-26574 | 341 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Karamüezzinler Köy.)-26579 | 233 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Taşlıgeçit Köy.)-26594 | 485 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Üçoluk Köy.)-26597 | 401 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Başoğlu Köy.)-26605 | 168 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Büyükyanık Köy.)-26607 | 1791 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/İşaret Köy.)-26616 | 448 |

| | | |
|---|---|---|
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.)-26629 | 172 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Turnalı Köy.)-26637 | 1059 |
| 2012 | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Camitepe Köy.)-26571 | 111 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Denizköy Köy.)-26574 | 335 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Karamüezzinler Köy.)-26579 | 241 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Taşlıgeçit Köy.)-26594 | 476 |
| | Sakarya(Karasu/Merkez Bucağı/Üçoluk Köy.)-26597 | 397 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Başoğlu Köy.)-26605 | 191 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Büyükyanık Köy.)-26607 | 1788 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/İşaret Köy.)-26616 | 465 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Ortaköy Köy.)-26629 | 188 |
| | Sakarya(Kaynarca/Merkez Bucağı/Turnalı Köy.)-26637 | 1019 |
| 2013 | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Camitepe Mah.)-185253 | 104 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Denizköy Mah.)-185257 | 363 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Karamüezzinler Mah.)-185267 | 250 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Taşlıgeçit Mah.)-185291 | 481 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Üçoluk Mah.)-185297 | 401 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Başoğlu Mah.)-185309 | 217 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Büyükyanık Mah.)-185313 | 1787 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./İşaret Mah.)-185331 | 445 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Ortaköy Mah.)-185357 | 198 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Turnalı Mah.)-185373 | 999 |
| 2014 | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Camitepe Mah.)-185253 | 107 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Denizköy Mah.)-185257 | 381 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Karamüezzinler Mah.)-185267 | 250 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Taşlıgeçit Mah.)-185291 | 471 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Üçoluk Mah.)-185297 | 398 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Başoğlu Mah.)-185309 | 213 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Büyükyanık Mah.)-185313 | 1756 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./İşaret Mah.)-185331 | 428 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Ortaköy Mah.)-185357 | 204 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Turnalı Mah.)-185373 | 1003 |
| 2015 | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Camitepe Mah.)-185253 | 109 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Denizköy Mah.)-185257 | 387 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Karamüezzinler Mah.)-185267 | 245 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Taşlıgeçit Mah.)-185291 | 446 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Üçoluk Mah.)-185297 | 394 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Başoğlu Mah.)-185309 | 218 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Büyükyanık Mah.)-185313 | 1711 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./İşaret Mah.)-185331 | 429 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Ortaköy Mah.)-185357 | 204 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Turnalı Mah.)-185373 | 980 |
| 2016 | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Camitepe Mah.)-185253 | 105 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Denizköy Mah.)-185257 | 375 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Karamüezzinler Mah.)-185267 | 243 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Taşlıgeçit Mah.)-185291 | 467 |
| | Sakarya(Karasu/Karasu Bel./Üçoluk Mah.)-185297 | 400 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Başoğlu Mah.)-185309 | 224 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Büyükyanık Mah.)-185313 | 1692 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./İşaret Mah.)-185331 | 408 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Ortaköy Mah.)-185357 | 193 |
| | Sakarya(Kaynarca/Kaynarca Bel./Turnalı Mah.)-185373 | 954 |

**EK-3**

**KLASİK AKTİF ÇAMUR PROSESİ İÇİN KULLANILAN BİRİM FİYATLAR**
**Kaynak:** (Yıldırımer, 2006)

| **Birim Fiyat Parametreleri** | **Fiyat Birim** |
|---|---|
| Metrekare Bina Maliyeti | 282 $/m2 |
| Kazı Maliyeti | 1,77 $/m3 |
| Perde Betonu | 130 $/m3 |
| Dö_eme Betonu | 130 $/m3 |
| Vinç Kirası | 35 $/saat |
| Sundurma Maliyeti | 25 $/m2 |
| İşçi Ücreti | 1,8 $/saat |
| Bakım Onarım işçi Ücreti | 2 $/saat |
| Elektrik Fiyatı | 0,14 $/kwsaat |
| Kireç | 0,1 $/kg |
| Korkuluk Maliyeti | 1,9 $/m |
| Arsa Bedeli | 2,5 $/m2 |
| Orta Blower Fiyatı | 22.500 $ |
| Büyük Blower Fiyatı | 195.000 $ |
| Mühendislik Giderleri | 10 % |
| Genel Gider | 30 % |
| Beklenmedik Giderler | 10 % |