BALIKDAMI

SULAK ALAN
ONARIM REHBERİ

İlkeler, Planlama, Uygulama ve İzleme



Yayın Adı
Sulak Alan Onarım Rehberi: İlkeler, Planlama, Uygulama ve İzleme

Editör
Başak Avcıoğlu Çokçalışkan

Yayıncı
Doğa Araştırmaları Derneği
Kültür Mah. Cemre Sok. No:9/1, 06420 Çankaya/Ankara
+90 312 432 18 79
https://dogaarastirmalari.org.tr/

ISBN: 978-605-73378-3-2

Birinci Baskı: 2026
Baskı Adedi: 500
Yayın Yeri: Ankara

Grafik Tasarım
Güngör Genç

Kapak Fotoğrafları
Güler Bozok, Ömer Döndüren, Ömral Ünsal Özkoç

Baskı ve Cilt
Kuban Matbaacılık Yayıncılık
İvedik OSB Mahallesi, Matbaacılar Sanayi Sitesi, 1514. Sokak, No: 20, Yenimahalle / Ankara

Önerilen Kaynak Gösterimi
Avcıoğlu Çokçalışkan, B. (Ed.). (2026). *Sulak alan onarımı rehberi: ilkeler, planlama, uygulama ve izleme*. Doğa Araştırmaları Derneği.

Bölüm İçin Önerilen Kaynak Gösterimi
Demir, G. (2026). Alan kullanımının sosyal etkileri: onarım öncesi dönem. İçinde Avcıoğlu Çokçalışkan, B. (Ed.). *Sulak alan onarımı rehberi: ilkeler, planlama, uygulama ve izleme* (sayfa 37). Doğa Araştırmaları Derneği.

Telif ve Kullanım
Tüm hakları saklıdır. Bu yayından, kaynak açıkça belirtilmek koşuluyla, yalnızca tanıtım, bilimsel çalışma ve eğitim amacıyla kısa alıntılar yapılabilir. Bunun dışında yayıncının önceden yazılı izni olmaksızın eserin hiçbir bölümü elektronik, mekanik, fotokopi, kayıt veya başka herhangi bir yöntemle çoğaltılamaz, yayımlanamaz, dağıtılamaz ya da kullanılamaz.

Yapay Zekâ Kullanım Bildirimi
Bu kitabın tamamının editoryal gözden geçirme ve düzeltme sürecinde OpenAI ChatGPT ve Google tarafından geliştirilen Gemini Notebook (eski adıyla NotebookLM) yapay zekâ araçlarından; dil ve anlatımın iyileştirilmesi, yazım ve noktalama denetimi, kaynak analizi, terminolojik ve biçimsel tutarlılığın sağlanması ve atıf kontrolüne yardımcı olmak amacıyla yararlanılmıştır. Yapay zekâ tarafından üretilen çıktılar bilimsel kaynak olarak kullanılmamış; bu araçların önerileri yazarlar, düzeltmen ve editör tarafından değerlendirilerek gerekli görülenler metne yansıtılmıştır. Kitabın bilimsel içeriği, kaynakların kullanımı, yorumlar ve nihai metin üzerindeki sorumluluk yazarlara, düzeltmene ve editöre aittir.

Bu yayın Akdeniz Tatlı Su Ekosistemleri için Donörler Girişimi (*Donors' Initiative for Mediterranean Freshwater Ecosystems* – DIMFE) mali desteğiyle hazırlanmıştır ve DIMFE'nin görüşlerini yansıtmak zorunda değildir. DIMFE, bu görüş ve düşüncelerden sorumlu tutulamaz.

Proje: Balıkdamı Sulak Alanı'nda Doğa Temelli Çözümlerle Herkes İçin Sürdürülebilir Su
Proje No. / Grant Agreement No.: 3615.2-1

SULAK ALAN ONARIM REHBERİ

İlkeler, Planlama, Uygulama ve İzleme

Editör

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan

Bölüm Yazarları

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan

Burcu Kahraman

Esra Çetin

Güler Bozok

Günce Demir

Hatice Sevde Temiz

Nilgül Karadeniz

Ömral Ünsal Özkoç

Tuğrul Körüklü

Ülkü Nihan Yazgan Tavşanoğlu

Düzeltmeler

Banu Avcıoğlu

© 2026 Doğa Araştırmaları Derneği

İÇİNDEKİLER

Bölümler	Sayfa
1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE TEMEL KAVRAMLAR	**17**
1.1 Sulak Alanların Tanımı ve Kapsamı	17
1.2 Sulak Alanlara Yönelik Tehditler	21
1.3 Sulak Alan Onarımına Neden İhtiyaç Duyulur?	22
1.4 Onarım	23
1.4.1 Ekolojik Onarım Kavramı	25
1.4.2 Onarım Yöntemleri	27
2. ONARIM İLKELERİ	31
3. ONARILACAK SULAK ALANIN DURUMUNUN BELİRLENMESİ	34
3.1 Sulak Alanın Durumunun Belirlenmesinde Doğal Süreçler: Geçmiş ve Güncel Durum	35
3.1.1 Sulak Alanın Geçmiş (Zarar Görmeden Önceki) Durumu	35
3.1.2 Sulak Alanın Güncel Durumu	36
3.2 Sulak Alanda Alan Kullanım Durumunun Belirlenmesi: Geçmiş ve Güncel Durum	37
3.2.1 Alan Kullanımının Sosyal Etkileri: Onarım Öncesi Dönem	37
3.2.2 Alan Kullanımının Sosyal Etkileri: Mevcut Durum	39
4. EKOLOJİK, SOSYOKÜLTÜREL VE MEKÂNSAL ANALİZLER	43
4.1 Hidrolojik ve Hidrojeolojik Analizler	43
4.1.1 Havza Ölçeğinde Hidrolojik Değerlendirme	44
4.1.2 Sulak Alan Ölçeğinde Yüzey Suyu Hidrolojisi	45
4.1.3 Yeraltı Suyu ve Hidrojeolojik Analiz	45
4.1.4 Su Bütçesi Analizi	46
4.1.5 Su Kalitesinin Hidrolojik Analizle İlişkisi	47
4.1.6 Hidrolojik Modelleme ve Onarım Senaryo Analizi	47
4.2 Su Kalitesi ve Kirliliği Analizleri	49
4.3 Toprak Kalitesi ve Kirliliği Analizleri	51
4.3.1 Toprak Örnekleme	51
4.3.2 Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi	53
4.3.3 Toprak Kirliliği	55
4.3.4 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Ekolojik Onarıma Katkısı	57
4.4 İklimsel Analizler	58
4.5 Vejetasyona Dair Çalışmalar	59
4.5.1 Sucul Bitkilerinin Temel Özellikleri ve Adaptasyonları	59
4.5.2 Sulak Alan Vejetasyon Onarımı Öncesi Teşhis ve Planlama	60
4.5.3 Flora ve Vejetasyon için Arazi Çalışmaları	61
4.6 Faunaya İlişkin Analizler	62
4.6.1 Fauna Envanteri ve Ön Değerlendirme	62
4.6.2 Onarım Faaliyetlerinin Fauna Üzerindeki Olası Etkileri	63
4.6.3 Faunanın İzleme ve Değerlendirmeye Dayalı Yönetimi	63
4.7 Mekânsal Analiz	65
4.7.1 Onarım Alanlarının ve Öncelikli Müdahale Alanlarının Belirlenmesi	66
4.7.2 Mekânı Oluşturan Bileşenlerin Tanımlanması ve Analizi	68
4.7.3 Mekânsal İlişkilerin Analizi	69

Bölümler	Sayfa
4.8 Paydaş Analizi ve Paydaşların Alana Dair Bilgilerinin Derlenmesi	74
4.9 Sulak Alanlar, Sosyal Ekoloji ve Onarımın Toplumsal Boyutu: Paydaşların Alana Yükledikleri Anlam	76
4.9.1 Paydaşların Sulak Alana Yüklediği Anlam	76
4.10. Sorun Analizi Yöntemleri: DPSIR Yaklaşımı	77
5. ONARIM PLANLAMASI	84
5.1 Onarım Vizyonunun, Amaç ve Hedeflerin Belirlenmesi	85
5.2 Onarım Senaryolarının Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi	86
5.3 Önceliklerin Belirlenmesi ve Onarım Uygulama Planının Hazırlanması	88
6. ONARIM UYGULAMALARI	90
6.1 Habitat Onarımı	91
6.2 Hidrolojik Süreçle İlgili Onarımı	93
6.2.1 Hidrolojik Bağlantısallığın Önemi ve Yeniden Kurulması	94
6.2.2 Hidrolojik Bağlantısallık ve Onarım Uygulamaları	95
6.2.3 Hidrolojik Onarımın Performans Göstergeleri	96
6.3 Toprak Onarımı	97
6.3.1 Toprak Onarımı Uygulamaları	97
6.3.2 Toprak Onarımı Sonrası İzleme ve Değerlendirme	100
6.4 Vejetasyonun Onarımı	101
6.4.1 Topografyanın Yeniden Şekillendirilmesi ve Toprak Hazırlığı	101
6.4.2 Vejetasyon Onarımı için Bitkilendirme Yaklaşımları	101
6.4.3 Vegetasyon Onarımında Uygulama Yöntemleri	103
6.4.4 Onarım Sonrası İzleme ve Yönetim	103
6.5 Faunanın Onarımı	104
7. İZLEME VE DEĞERLENDİRME	109
7.1 Abiyotik Çevrenin İzlenmesi	110
7.2 Biyolojik İzleme	111
7.3 Risk İzleme	113
7.4 Katılımcılık Sürecinin İzlenmesi	114
8. SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN SAĞLANMASI	117
9. BÜTÇE OLUŞTURMA VE PLANLAMA	119
9.1 Bütçe Kalemleri	120
9.2 Finansman Kaynakları ve Entegrasyon	120
9.3 Uzun Vadeli Planlama ve Gerçekçilik	120
10. TÜRKİYE'DEKİ İYİ UYGULAMALARDAN ÖRNEKLER	122
10.1 Kilit Taşı Bir Tür için Onarım: Flamingolar için Yapay Kuluçka Adası	123
10.2 Balıkdamı Sulak Alanı'nda Doğa Temelli Çözümler	124
10.3 Gölbaşı ve Eymir Göllerinde Biyomanipülasyon Temelli Onarım	125
11. TERİMLER	127

TABLOLAR

	Sayfa
Tablo 1.1 Sulak alan tipleri ve Türkiye'den örnekler	19
Tablo 1.2 Dünya genelinde sulak alanları tehdit eden unsurlar	21
Tablo 1.3 "*Restoration*", "Rehabilitation" ve "*Reclamation*" kavramlarının arasındaki farklar	25
Tablo 1.4 Ekolojik onarımı destekleyen sekiz ilke	26
Tablo 1.5 Ekolojik onarım yöntemleri	27
Tablo 4.1 Genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından *"Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"*	50
Tablo 4.2 Toprakta yapılan bazı fiziksel analizler	54
Tablo 4.3 Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği Ek-1	56
Tablo 4.4 Sulak alan ekosistem hizmet sınıfları ve örnekler	70
Tablo 6.1 Ekolojik onarım uygulamalarına bazı habitatlardan örnekler	92
Tablo 6.2 Sulak alan onarımında fauna için kullanılabilecek yöntem ve yaklaşımlar	105

ŞEKİLLER

	Sayfa
Şekil 1.1 Sulak alan tipleri	18
Şekil 1.2 Karstik dolin karakterde olan Tödürge Gölü	19
Şekil 1.3 Cernek Gölü ve mevsimsel göletler	19
Şekil 1.4 Yumurtalık Lagünleri	20
Şekil 1.5 Turna/Keşiş Gölü'nde turbalık ve bataklık kıyılar	20
Şekil 1.6 Galeriç Subasar Ormanları	20
Şekil 1.7 Sulak alanların biyojeokimyasal rolleri	23
Şekil 1.8 Ekolojik onarım standartlarında tanımlanan onarımda süreklilik aşamaları	26
Şekil 3.1 Sulak alan onarımı geçmiş durum analizine dair yönerge şeması	39
Şekil 3.2 Bir saha çalışmasında izlenmesi gereken etik ilkeleri	40
Şekil 4.1 Toprak profilinde ana horizonların şematik gösterimi	52
Şekil 4.2 Akarsu sistemleri örneğinde mekânsal sınıflandırma ve ölçeklendirme	67
Şekil 4.3 Sulak alanların da dâhil olduğu çeşitli habitatlar arası bağlantılılık	73
Şekil 4.4 Sulak alan izleme çerçevesi DPSIR modeli	77
Şekil 4.5 Sulak alan onarımı için oluşturulmuş bir DPSIR şeması	78
Şekil 5.1 Sulak alan onarımı için uyarlamalı yönetim döngüsü	85
Şekil 5.2 Onarım planlamasında hedef ve senaryoların belirlenmesi süreci	87
Şekil 6.1 Sulak alan - iklim değişikliği ilişkisi	93
Şekil 6.2 Sulak alan bağlantısallığı	94

KISALTMALAR DİZİNİ

AB	Avrupa Birliği
CBD COP	*Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity* / Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi Taraflar Konferansı
CBS	coğrafi bilgi sistemleri
DAD	Doğa Araştırmaları Derneği
DIMFE	*Donors' Initiative for Mediterranean Freshwater Ecosystems* / Akdeniz Tatlı Su Ekosistemleri için Donörler Girişimi
DKMP	Doğa Koruma ve Milli Parklar
DSİ	Devlet Su İşleri
DPSIR	*Driving Forces–Pressures–State–Impacts–Responses* / İtici Güçler–Baskılar–Durum–Etkiler–Yanıtlar
ET	Evapotranspirasyon
FAO	*Food and Agriculture Organization of the United Nations* / Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü
IPBES	*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* / Hükümetler Arası Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Bilim ve Politika Platformu
IWWR	*Interagency Workgroup on Wetland Restoration* / Sulak Alan Restorasyonu Kurumlararası Çalışma Grubu
GEF	*Global Environment Facility* / Küresel Çevre Fonu
GPS	*Global Positioning System* / küresel konumlama sistemi
IUCN	*International Union for Conservation of Nature* / Uluslararası Doğa Koruma Birliği
LULC	*Land Use and Land Cover* / arazi kullanımı-arazi örtüsü
MEB	Millî Eğitim Bakanlığı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
NBS	*Nature-based solutions* / doğa temelli çözümler
OECM	*Other Effective Area-based Conservation Measures* / diğer etkili alan temelli koruma önlemleri
RG	Resmî Gazete
SER	*Society for Ecological Restoration* / Ekolojik Restorasyon Derneği
STK	Sivil toplum kuruluşu
STRP	*Scientific and Technical Review Panel* / Bilimsel ve Teknik İnceleme Paneli
TWA	*Thematic Work Area* / tematik çalışma alanı
UNDP	*United Nations Development Programme* / Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı
USBS	Ulusal Su Bilgi Sistemi
USDA-NRCS	*U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service* / ABD Tarım Bakanlığı Doğal Kaynakları Koruma Servisi
USEPA	*U.S. Environmental Protection Agency* / ABD Çevre Koruma Ajansı
WWF	*World Wildlife Fund* / Dünya Doğal Hayatı Koruma Vakfı



Balıkdamı Sulak Alanı Göksu Kaynağı, 2025, © Güler Bozok

ÖNSÖZ

Sulak alanlar, suyun yalnızca bulunduğu değil; hareket ettiği, depolandığı, dönüştüğü ve yaşamı şekillendirdiği karmaşık ekosistemlerdir. Bir sulak alanın varlığı ve işleyişi, su rejiminden havza kullanımına, doğal süreçlerden biyoçeşitliliğe ve insan faaliyetlerine kadar birbirini etkileyen çok sayıda unsurun birlikte değerlendirilmesini gerektirir. Bu nedenle sulak alanların korunması ve onarımı, yalnızca belirli bir habitatın ya da türün korunmasına yönelik müdahaleler olarak değil, ekosistemin bütününü ve onu çevreleyen havzayı dikkate alan uzun soluklu bir süreç olarak ele alınmalıdır.

Sulak alanlarda bozulan ekolojik işlevlerin yeniden kazanılması ise çoğu zaman tek bir müdahaleyle mümkün değildir. Su rejiminin yeniden düzenlenmesi, habitat koşullarının iyileştirilmesi, doğal süreçlerin desteklenmesi ve insan faaliyetlerinin ekosistemin taşıma kapasitesiyle uyumlu hâle getirilmesi, birbirini tamamlayan adımlardır. Her sulak alanın hidrolojik, ekolojik ve sosyoekonomik özellikleri farklıdır. Bu nedenle onarım çalışmalarının başarısı, hazır ve tek tip çözümlerin uygulanmasından çok, alanın kendine özgü koşullarının doğru anlaşılmasına, uygun yöntemlerin birlikte değerlendirilmesine ve sonuçların izlenerek gerektiğinde müdahalelerin yeniden şekillendirilmesine bağlıdır.

Doğa Araştırmaları Derneği olarak uzun yıllardır türlerin ve yaşam alanlarının korunması ve doğal alanların sürdürülebilir yönetimi konusunda çalışmalar yürütüyoruz. “Balıkdamı Sulak Alanı’nda Doğa Temelli Çözümlerle Herkes İçin Sürdürülebilir Su” projesi kapsamında yürüttüğümüz çalışmalar bize sulak alan onarımının yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda hidrolojik, tarımsal, sosyal ve yönetsel boyutları olan çok katmanlı bir süreç olduğunu bir kez daha gösterdi. Akdeniz Tatlı Su Ekosistemleri için Donörler Girişiminin (DIMFE) mali desteğiyle, Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP) Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar 5. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir DKMP Müdürlüğü ile ortaklaşa yürütülen bu çalışma, rehberin ortaya çıkmasında önemli bir deneyim alanı oluşturdu.

Balıkdamı’nda edindiğimiz deneyimlerden hareketle, Türkiye’deki diğer sulak alanların onarım çalışmalarına da katkı sağlayabilecek bir kaynak oluşturma ihtiyacı ortaya çıktı. Bu rehber bu ihtiyacın bir sonucu olarak hazırlandı. Rehberde yalnızca belirli bir sulak alan için uygulanabilecek müdahaleleri değil, farklı alanlarda kullanılabilecek onarım ilkelerini, planlama yaklaşımını, alanın geçmiş ve mevcut durumunun belirlenmesini, hedeflerin oluşturulmasını, uygulama ve izleme süreçlerini bütüncül bir çerçevede ele almaya çalıştık.

Tuz Gölü, © Ömral Ünsal Özkoç



Bu rehberin temel yaklaşımı, her sulak alan için tek ve değişmez bir onarım reçetesi sunmak değildir. Aksine, her alanın kendi ekolojik, hidrolojik, jeomorfolojik ve sosyoekonomik özellikleri bulunduğu kabulünden hareketle, alanı anlamayı, bozulmanın nedenlerini ortaya koymayı, doğru hedefleri belirlemeyi ve izleme sonuçlarına göre uygulamaları yeniden değerlendirmeyi esas alan bir yaklaşım sunmaktadır. Bu yönüyle rehberin, yalnızca onarım uygulamalarının nasıl yapılacağı konusunda değil, hangi koşullarda hangi müdahalenin neden tercih edileceğinin değerlendirilmesinde de yol gösterici olmasını amaçlıyoruz.

Sulak alanların onarımı uzun soluklu bir süreçtir. Bir projenin tamamlanması, onarım sürecinin sona erdiği anlamına gelmez. Ekosistemlerin yeniden işlev kazanması zaman alır; uygulamaların sonuçları izlenmeli, elde edilen bilgiler doğrultusunda yönetim yaklaşımı gerektiğinde değiştirilmelidir. Bu nedenle bu rehberin de yaşayan bir kaynak olarak değerlendirilmesini, gelecekte gerçekleştirilecek uygulamalardan edinilecek deneyimlerle geliştirilmesini diliyoruz.

Bu çalışmanın hazırlanmasına bilgi, deneyim, emek ve zamanlarıyla katkı veren tüm kurum, kuruluş, uzman ve paydaşlara; Balıkdamı Sulak Alanı'nda birlikte çalıştığımız kamu kurumlarına, yerel yönetimlere, akademisyenlere, meslek kuruluşlarına, sivil toplum kuruluşlarına ve çalışmalarımızın her aşamasında bulunan, suyun geri kazanılması için her türlü desteği veren bölge insanına teşekkür ediyoruz. Ayrıca bu çalışmanın hayata geçirilmesini mümkün kılan DIMFE'ye, proje ortağımıza ve destekçilerimize teşekkürlerimizi sunuyoruz.

Bir doğa koruma kuruluşu olarak dileğimiz, bu rehberin yalnızca Balıkdamı'nın onarımına ilişkin deneyimleri belgeleyen bir çalışma olarak kalmaması; Türkiye'nin farklı bölgelerindeki sulak alanların korunması, onarılması ve sürdürülebilir yönetimi için kullanılabilecek, geliştirilebilecek ve yeni deneyimlerle zenginleştirilebilecek bir başvuru kaynağına dönüşmesidir.

Sulak alanları onarmak, yalnızca kaybedilmiş bir habitatı geri kazandırmak değil; suyun, toprağın, canlıların ve insanların birbirine bağlı olduğu doğal sistemlerin geleceğini güvence altına almak anlamına gelir. Bu rehberin de bu ortak çabaya küçük ama kalıcı bir katkı sunmasını diliyoruz.

Dr. Burcu Kahraman

Doğa Araştırmaları Derneği
Yönetim Kurulu Başkanı



KAMU KURUMU ÖNSÖZÜ

Sulak alanlar; sahip oldukları zengin biyolojik çeşitlilik ve sundukları ekosistem hizmetleriyle doğal hayatın devamlılığı açısından vazgeçilmez ekosistemlerdir. Su rejiminin düzenlenmesi, taşkınların kontrolü, karbonun depolanması ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılmasına sağladıkları katkıların yanı sıra insan refahı ve sürdürülebilir kalkınma açısından da büyük önem taşımaktadır.

Ülkemiz; göller, deltalar, sazlıklar, lagünler, turbalıklar, akarsular ve taşkın ovaları başta olmak üzere farklı niteliklerde çok sayıda sulak alana ev sahipliği yapmaktadır. Bu önemli doğal mirasın korunması, akılcı kullanılması ve gelecek nesillere aktarılması, doğa koruma politikalarımızın temel öncelikleri arasında yer almaktadır.

İklim değişikliği, kuraklık, su rejimine yönelik müdahaleler, kirlilik ve arazi kullanımındaki değişimler sulak alanlar üzerindeki baskıları giderek artırmaktadır. Bu süreçte mevcut sulak alanların etkin biçimde korunmasının yanı sıra ekolojik özelliklerini ve işlevlerini kaybetmiş alanların onarılması da büyük önem taşımaktadır. Sulak alan onarımı; hidrolojik, ekolojik ve sosyoekonomik süreçlerin birlikte ele alındığı, bilimsel bilgiye dayanan, uzun vadeli ve bütüncül bir yaklaşımı gerekli kılmaktadır.

Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi 15. Taraflar Konferansında kabul edilmiş olan Kunming-Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi hedeflerinden birisi, 2030 yılına kadar bozulmuş tüm ekosistemlerin %30'unun yeniden kazandırılmasıdır.

Balıkdamı Sulak Alanı, 2024, © Güler Bozok



Genel Müdürlüğümüz ortaklığında Doğa Araştırmaları Derneği tarafından yürütülen Balıkdamı Sulak Alanı'nda Doğa Temelli Çözümlerle Herkes İçin Sürüdürülebilir Su Projesi, 2030 hedefine ulaşmak için önemli bir adımdır. Bu projeden elde edilen saha deneyimlerinden yola çıkarak Doğa Araştırmaları Derneği tarafından hazırlanan Sulak Alan Onarım Rehberi'nin, ülkemizde gerçekleştirilecek onarım çalışmalarının planlanması, uygulanması ve izlenmesinde yol gösterici bir kaynak olacağına inanıyorum. Rehberin aynı zamanda kamu kurumları, yerel yönetimler, üniversiteler, sivil toplum kuruluşları, uzmanlar ve uygulayıcılar arasında ortak bir yaklaşımın geliştirilmesine katkı sağlamasını temenni ediyorum.

Sulak alanlarımızın korunması ve bozulmuş alanların yeniden sağlıklı ve işlevsel ekosistemlere dönüştürülmesi, yalnızca bugünün ihtiyaçlarına yönelik bir çalışma değil, gelecek nesillere karşı taşıdığımız ortak bir sorumluluktur. Bu amaç doğrultusunda bilimsel bilgi, kurumsal tecrübe ve sahadaki uygulama kapasitesinin bir araya getirilmesi büyük önem taşımaktadır.

Bu değerli rehberin ülkemizin sulak alanlarının korunması, onarılması ve sürdürülebilir yönetimine katkı sağlamasını diliyorum.

Kadir Çokçetin
Doğa Koruma ve Milli Parklar
Genel Müdürü



SUNUŞ

Son 35 yılda dünya çapında sayıca ikiye katlanan afetlerin %90'ı suyla ilişkilidir ve bu afetlerin iklim değişikliği ile birlikte gelecekte daha da artması beklenmektedir[1]. 1700'lerden bu yana tüm sulak alanların %80'inden fazlası yok olmuştur[2]. Bu eğilim giderek hızlanmış ve Ramsar Sözleşmesi Sekreteryası'nın hazırladığı raporlara göre 1970'ten bu yana dünyadaki sulak alanların en az %35'i yok olmuştur[3].

Yaşayan Gezegen Raporu'na göre, 1970-2018 yılları arasında omurgalı canlı popülasyonlarında yaşanan en büyük azalma %83 ile sulak alan ekosistemlerinde meydana gelmiştir[4]. Ayrıca 2000-2022 yılları arasında ülkemizdeki toplam sulak alan varlığının 3629,28 ha azaldığı belirtilmektedir[5].

Kurutma, çölleşme ve kıyı erozyonuna bağlı olarak sulak alanlarda yaşanan kayıpların yanı sıra bu alanlara bağımlı biyoçeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin zarar görmesi, iklim değişikliğinin etkilerinin doğrudan Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar (Ramsar Alanları) üzerinde görülmesine yol açmaktadır. Bu tür etkilerin uyum çalışmaları yoluyla en aza indirilmesi için yönetim konusunun daha da önemli hâle geldiği ve bozulmanın hâlihazırda gerçekleştiği yerlerde ise onarımın gerekli olduğu belirtilmektedir[3].

Ramsar, sulak alanların tekrar canlandırılması ve onarılmasına odaklanmak üzere 2023 yılındaki Dünya Sulak Alanlar Günü'nün ana temasını "Şimdi Sulak Alan Restorasyonu Zamanı" olarak belirlemiştir[6]. Böylelikle dünya ülkelerine bir çağrı yapılmış ve ülkelerin ulusal hedeflerini sulak alanlarını onarmayı öncelikli konu olarak ele alacak şekilde değiştirmeleri istenmiştir.

Ramsar Sözleşmesi Bilimsel ve Teknik İnceleme Panelinin (*STRP*) Tematik Çalışma Alanları (*TWA*) kapsamında 2025-2028 dönemi için belirlediği öncelikli görevler arasında[7] sulak alanların onarımı da bulunmaktadır. Böylece doğa, iklim ve insan odaklı koruma yaklaşımı (*OECM*)[8] ve akılcı kullanım da dâhil olmak üzere sulak alanların korunması için dönüştürücü değişim yollarının değerlendirilmesi amaçlanmaktadır[9].

Öte yandan 18 Ağustos 2024 tarihinde yürürlüğe giren Avrupa Birliği (AB) Doğa Restorasyonu Tüzüğü (*Nature Restoration Regulation, Regulation (EU) 2024/1991)*[10] zarar görmüş ekosistemleri iyileştirmek ve yeniden dirençli hâle getirmek üzere doğa onarımına odaklanmaktadır.

---

[1] Ramsar Convention Secretariat. (2017). *Wetlands: A natural safeguard against disasters* [Fact sheet]. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/wwd2017_handout1_e.pdf

[2] Convention on Wetlands. (2018). *Global wetland outlook: State of the world's wetlands and their services to people*. Secretariat of the Convention on Wetlands. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/gwo_e.pdf

[3] Convention on Wetlands. (2021). *Global wetland outlook: Special edition 2021*. Secretariat of the Convention on Wetlands. https://www.ramsar.org/document/global-wetland-outlook-special-edition-2021

[4] WWF (2022). *Living planet report 2022: Building a nature-positive society* [Yaşayan Gezegen Raporu 2022: Doğa ile uyumlu bir toplum inşa etmek] (R. E. A. Almond, M. Grooten, D. Juffe Bignoli, & T. Petersen, Eds.). https://wwfint.awsassets.panda.org/downloads/embargo_13_10_2022_lpr_2022_full_report_single_page_1.pdf

[5] Baysal, B. U. (2022). *Türkiye sulak alanlar arazi örtü/kullanım değişimlerinin arazi tahribatının dengelenmesi kapsamında izlenmesi ve değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi]. Bartın Üniversitesi Açık Erişim Sistemi. http://hdl.handle.net/11772/15965

[6] Özgün metindeki *restoration* terimi bu alıntıda "restorasyon" olarak çevrilmiştir. Bu kitapta ise terminolojik tutarlılık amacıyla *restoration* karşılığında "onarım" terimi kullanılmaktadır. Benzer şekildeki doğrudan alıntılarda "restorasyon" terimi korunmuştur.

[7] TWA 4: Wise use, sustainable management and restoration of wetlands in the wider landscape/seascape

[8] OECM: Other Effective Area-based Conservation Measures, Diğer Etkili Alan-Temelli Koruma Önlemleri

[9] Conference of the Contracting Parties to the Convention on Wetlands. (2025). *Resolution XV.10: Implementation of scientific and technical aspects of the Convention for 2025–2028*. Convention on Wetlands. https://www.ramsar.org/sites/default/files/2025-09/XV.10_scientific_technical_2025_28_e.pdf

[10] AB terimlerinin çevirilmesinde, *AB Mevzuatı Çeviri Rehberi* kullanılmıştır (T.C. Dışişleri Bakanlığı Avrupa Birliği Başkanlığı. (2017). AB mevzuatı çeviri rehberi ekler kitapçığı. https://www.ab.gov.tr/files/ceb/ab_mevzuati_ceviri_rehberi_ekler_kitapcigi.pdf).



Balıkdamı Sulak Alanı, 2026, © Güler Bozok

Bu yasa 2030 yılına kadar Avrupa'nın karasal sistemlerinin en az %20'sinde onarım önlemlerinin uygulamaya konulmasını ve 2050 yılına kadar da onarım ihtiyacı olan tüm ekosistemlere yaygınlaştırılmasını amaçlamaktadır.

Onarım, zarar görmüş bir peyzajın, ekosistemin ya da habitatın zarar görmeden önceki durumuna getirilebilmesi için gereken çalışmaları içerir. Bu kapsamda biyolojik, ekolojik ve teknik çok farklı müdahaleler yapılarak ilgili süreçler izlenebilmektedir. Öte yandan zarar görmüş bir ekosistemi, peyzajı iyileştirmeye yönelik bu süreçlerin Türkçede onarım, iyileştirme ve yenileme sözcükleriyle ifade edildiği ve çoğunlukla da bu süreçlerin müdahale adımlarına ya da amaçlarına bakılmadan sadece "onarım" kelimesiyle açıklandığı görülmektedir. Oysa İngilizce *"restoration", "rehabilitation"* ve *"reclamation"* olarak ifade edilen bu süreçlerin amaçlarının/adımlarının birbirinden bütünüyle farklı olduğu göz önünde tutulmalıdır.

Bu rehberde "restorasyon" süreci karşılığı olarak "onarım" terimi kullanılmakta, zarar görmüş sulak alanların hangi müdahalelerle tekrar doğal durumuna dönüştürülebileceği açıklanmakta ve böylesi bir müdahale süreci için yol gösterici adımlar anlatılmaktadır.

Akdeniz Tatlı Su Ekosistemleri için Donörler Girişiminin *(DIMFE)* mali desteğiyle Doğa Araştırmaları Derneği (DAD) tarafından Doğa Koruma ve Milli Parklar (DKMP) Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar 5. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir DKMP Müdürlüğü ile ortaklaşa yürütülen "Balıkdamı Sulak Alanı'nda Doğa Temelli Çözümlerle Herkes İçin Sürdürülebilir Su" projesi kapsamında yapılan çalışmalar, zarar görmüş sulak alanların onarımına yönelik Türkiye'de gerçekleştirilen az sayıdaki örnekler arasında yer almaktadır.

2023 yılında başlayan ve 2026 yılı sonunda tamamlanacak olan proje, Sakarya Nehri'nin taşkın yatağının oluşturduğu *ulusal öneme haiz sulak alan, yaban hayatı koruma alanı, yaban hayatı geliştirme sahası ve doğal sit-nitelikli doğal koruma alanı* statülerine sahip Eskişehir'deki Balıkdamı Sulak Alanı'nda yürütülmektedir. Bu sulak alan, korunan bir alan olmasına rağmen, tarımsal amaçlı aşırı su kullanımı nedeniyle baskı altındadır. Ayrıca alanın tatlı su kalitesi tarımdaki kimyasal girdiler nedeniyle olumsuz etkilenmektedir. Öte yandan alanın başlıca sorunlarından biri yasal ve kaçak kuyular ya da sulama kanalları nedeniyle su yataklarının, dolayısıyla su rejiminin değişmesidir. Bu duruma bağlı olarak yukarı havzalardan gelen malzeme sulak alanda birikerek aşırı yağışlarda

taşkınları artırmaktadır. Projenin hedefi, agroekolojik uygulamalara odaklanan doğa temelli çözümler geliştirerek Balıkdamı Sulak Alanı'nın ekosistem bütünlüğünü sürdürmek ve sulak alan onarımıyla yaban hayatı ile insanlar için tatlı su varlığını ve kalitesini güvence altına almaktır.

Projede, geçmişte DAD tarafından hazırlanan Balıkdamı Sulak Alanı Yönetim Planı'nda belirlenen onarımla ilgili öncelikli faaliyetlerin hayata geçirilmesi, bu sayede yaban hayatı habitatlarının iyileştirilmesi ve biyoçeşitliliğin desteklenmesi amaçlanmıştır.

Projenin başlıca çıktılarından biri olan Sulak Alan Onarım Rehberi, bu uygulamada edinilen deneyimlerden ve ulusal ve uluslararası ölçekte yapılmış farklı onarım çalışmalarını içeren kaynaklardan yararlanılarak hazırlanmıştır. Bu rehberin, Türkiye'de farklı sulak alanlarda yürütülen ve yürütülecek olan onarım uygulamalarını yönlendirebilmek için onarım ilke ve stratejilerini, planlama yöntemlerini, uygulama ve izleme döngüsünü katılımcı bir yaklaşımla ele alan bütüncül bir kaynak olması amaçlanmıştır.

Sulak Alan Onarım Rehberi, bir dizi çalıştay süresince çok farklı kurum, kuruluş ve uzmanın sürecin farklı aşamalarına dâhil olması ve katkı sunmasıyla hazırlanmıştır. Rehberin hazırlanmasında bize değerli katkılarını esirgemeyen başta Eskişehir Valiliğine, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğüne, Doğa Koruma ve Milli Parklar 5. Bölge Müdürlüğüne, Eskişehir Doğa Koruma ve Milli Parklar Müdürlüğüne, Devlet Su İşleri 3. Bölge Müdürlüğüne, Geçit Kuşağı Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğüne, Eskişehir Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğüne, Eskişehir İl Tarım ve Orman Müdürlüğüne, Sivrihisar Kaymakamlığına, Sivrihisar İlçe Tarım ve Orman Müdürlüğüne, Eskişehir Büyükşehir Belediyesine, Sivrihisar ve Çifteler Belediyelerine, Eskişehir Büyükşehir Belediyesi Hayvanat Bahçesi Müdürlüğüne, Eskişehir Osmangazi Üniversitesine, Eskişehir Teknik Üniversitesine, Eskişehir Ziraat Odası Başkanlığına, Çifteler Ziraat Odası Başkanlığına, Sivrihisar Ziraat Odası Başkanlığına, Eskişehir TMMOB Ziraat Mühendisleri Odasına, Sakaryabaşı Sulama Birliği Başkanlığına, Eskişehir Kent Konseyine, Eskişehir Çevre Koruma ve Geliştirme Derneğine, Sakin Okul Eğitim Kültür ve Sanat Derneğine, TEMA Vakfı Eskişehir İl Temsilciliğine ve unvan gözetmeksizin alfabetik sırayla Sayın Ahmet Kapanoğlu, Ayşegül Yiğittepe, Prof. Dr. Baran Yoğurtçuoğlu, Dr. Burcu Şimşek Uygun, Buse Nur Çırak, Ceyda Çolpan, Dr. Demet Uygan, Deniz Avcı İnce, Dilan Şentürk, Doç. Dr. Doğancan Kahya, Prof. Dr. Elif Yamaç, Erhan İlter, Ethem Kızıltoprak, Fırat Erdem, Prof. Dr. Fıtnat Güler Ekmekçi, Figen Beytaş, Prof. Dr. Filiz Dadaşer Çelik, Doç. Dr. Gökben Başaran Kankılıç, Gülderen Gürbüz, Hande Canırgüroğlu, Doç. Dr. Harun Aydın, Hasan Çakıllı, Hicri Aydoğan, Hüseyin Ertan Yüksel, Prof. Dr. Koç Mehmet Tuğrul, Mehmet Murat Tuzlacıoğlu, Prof. Dr. Meryem Beklioğlu, Dr. Meryem Bihter Bingül Bulut, Murat Erkaplan, Mutlu Turan, Prof. Dr. Naime Arslan, Necat Yatır, Nejat Çelik, Nilay Şentürk, Prof. Dr. Onur Koyuncu, Osman Tekdal, Prof. Dr. Özgür Emiroğlu, Rıdvan Batır, Sadık Yurtman, Selma Güder, Prof. Dr. Selma Yaşar Korkanç, Sercan Başkurt, Prof. Dr. Serdar Göncü, Servet Akköprü, Simay Köken, Dr. Şaban Kabak, Prof. Dr. Şahap Kasırga Yıldırak, Prof. Dr. Uğur Avdan, Ulaş Çınar, Yasin Doğan Çıldır, Dr. Yavuz Fatih Fidantemiz, Yusuf Güngör, Doç. Dr. Zehra Yiğit Avdan, Prof. Dr. Zinet Selmin Burak'a, başta Ahiler ve Ertuğrul köyleri olmak üzere Kurtşeyh, Yenidoğan, Göktepe, Kaldırım ve Sığırcık'taki tüm muhtarlara ve yöre halkına, tüm emeği geçenlere, yazarlara ve DIMFE'ye teşekkürü bir borç biliriz.

Prof. Dr. Nilgül Karadeniz
Doğa Araştırmaları Derneği
Yönetim Kurulu Üyesi

BİRİNCİ BÖLÜM

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE TEMEL KAVRAMLAR

Bölüm Yazarları

Ömral Ünsal Özkoç, Başak Avcıoğlu Çokçalışkan, Nilgül Karadeniz[1]

1.1 Sulak Alanların Tanımı ve Kapsamı

Ömral Ünsal Özkoç

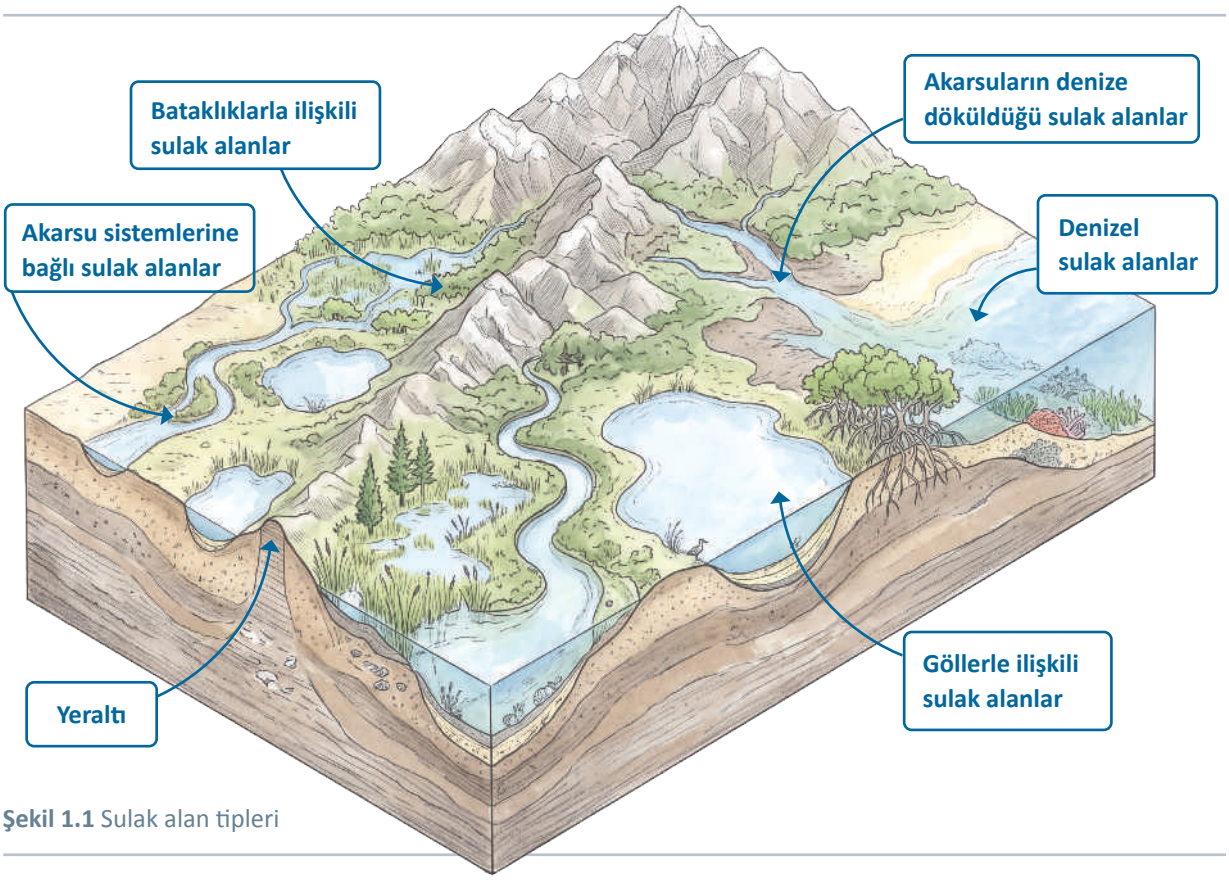
Sulak alan terimi literatürde farklı biçimlerde tanımlanabilmektedir. Ancak bu rehberde kavramsal bütünlük, ekosistem kapsamı ve uluslararası kabul düzeyi açısından en geniş çerçeveyi sunan Ramsar Sözleşmesi'ndeki sulak alan tanımı esas alınmıştır.

Ramsar Sözleşmesi

Resmi adıyla "Sulak Alanların Uluslararası Önemi Hakkında Sözleşme", 1971 yılında İran'ın Ramsar kentinde kabul edilmiş ve 1975 yılında yürürlüğe girmiş uluslararası bir çevre sözleşmesidir. Sözleşmenin amacı sulak alanların korunması ve sürdürülebilir kullanımını sağlamak, biyoçeşitliliğin korunmasına katkıda bulunmak ve ekosistem hizmetlerini devam ettirmektir. Türkiye, Ramsar Sözleşmesi'ne 1994 yılında taraf olmuştur ve bugüne kadar 14 sulak alan Ramsar Alanı olarak ilan edilmiştir.

[1] Yazar sıralaması, sorumlu oldukları alt bölümlerin bölüm içindeki sırasına göre belirlenmiştir.

Ramsar Sözleşmesi'ne göre sulak alan tanımı: *"... doğal veya yapay, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, tatlı, acı veya tuzlu, denizlerin gel-git hareketinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan, bütün sular, bataklık, sazlık ve türbiyerler sulak alanlardır."* (Ramsar Sözleşmesi, Madde 1/1). Ramsar Sözleşmesi'ne göre sulak alanlar temelde üç ana tipe ayrılır: iç sulak alanlar, deniz ve kıyı sulak alanları ile yapay sulak alanlar. Her bir ana tip, kendi özellikleri ve ekosistem yapısına göre çeşitli alt tiplere de sahiptir (Şekil 1).



Şekil 1.1 Sulak alan tipleri

Denizel sulak alanlar *(marine)*, kıyı sulak alanlarını, lagünleri, kayalık kıyıları ve Türkiye ölçeğinde yalnızca Ege ile Akdeniz kıyılarının sığ sularında bulunan kaya mercanı ve soğuk su mercan kolonilerini kapsayan ekosistemlerdir.

Akarsuların denize döküldüğü sulak alanlar (*estuarine)* gelgit etkisi altındaki alanları, deltaları ve gelgit bataklıklarını kapsayan ekosistemlerdir.

Göllerle ilişkili sulak alanlar (*lacustrine*) göl kıyısındaki bataklıkları, sazlıkları ve turbalıkları kapsayan ekosistemlerdir.

Akarsu sistemlerine bağlı sulak alanlar *(riverine)* akarsu boyunca uzanan sulak alanlar olup taşkın ovaları ve kenar sazlıklarını içeren ekosistemlerdir.

Bataklıklarla ilişkili sulak alanlar *(palustrine)* genellikle durgun suların bulunduğu sazlık ve turbalık ekosistemlerdir.

Havza

Yüzey sularının (yağış, kar erimesi vb.) doğal topografik sınırlar (sırtlar, yamaçlar vb.) tarafından belirlenerek aynı akarsuya, göle veya denize yönlendiği coğrafi alandır. Örneğin Van Gölü Kapalı Havzası gibi.

Tablo 1.1 Sulak alan tipleri ve Türkiye'den örnekler

Sulak Alan Türü	Türkiye'den Örnekler
Denizel sulak alanlar *(marine)*	Gökova Körfezi (Muğla), Foça kıyıları (İzmir)
Akarsuların denize döküldüğü sulak alanlar (*estuarine*)	Kızılırmak Deltası (Samsun), Göksu Deltası (Mersin), Gediz Deltası (İzmir)
Göllerle ilişkili sulak alanlar (*lacustrine*)	Beyşehir Gölü (Konya-Isparta), Edremit Sazlıkları (Van), Gölbaşı Gölleri ve Turbalıkları (Adıyaman)
Akarsu sistemlerine bağlı sulak alanlar *(riverine)*	Balıkdamı Sulak Alanı (Eskişehir), Fırat Nehri Sazlıkları (Gaziantep-Şanlıurfa), Aras Nehri (Ağrı, Iğdır, Kars, Ardahan)
Bataklıklarla ilişkili sulak alanlar *(palustrine)*	Acarlar Longozu (Sakarya), Sultan Sazlığı (Kayseri), Göle Ovası Turbalıkları (Ardahan)



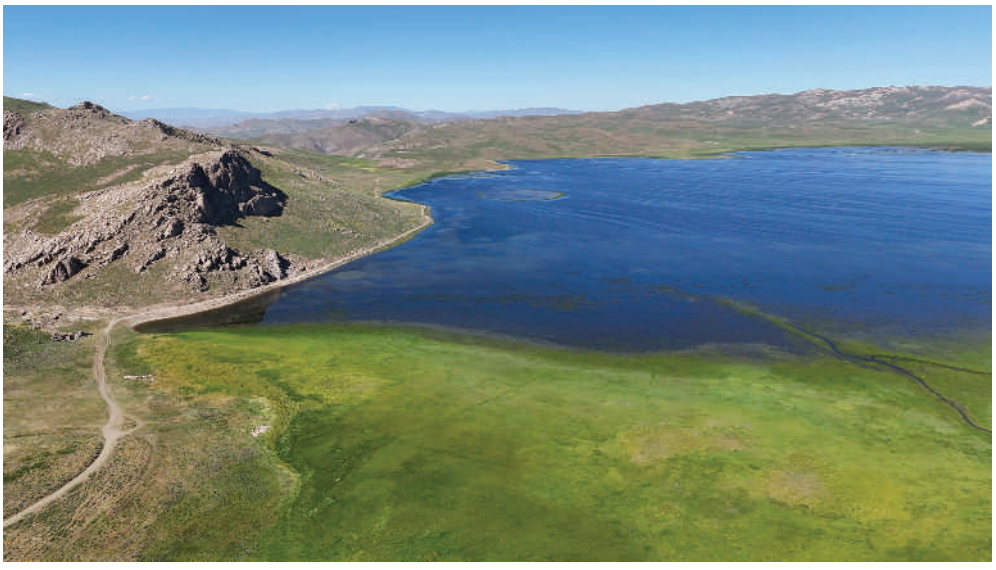
Şekil 1.2 Karstik dolin karakterde olan Tödürge Gölü, Sivas, 13 Eylül 2025 (Fotoğraf: Ö.Ü. Özkoç)



Şekil 1.3 Cernek Gölü ve mevsimsel göletler, Kızılırmak Deltası, Samsun, 06 Mart 2025 (Fotoğraf: Ö.Ü. Özkoç)



Şekil 1.4 Yumurtalık Lagünleri, Adana, 20 Eylül 2024 (Fotoğraf: Ö.Ü. Özkoç)



Şekil 1.5 Turna/ Keşiş Gölü'nde turbalık ve bataklık kıyılar, Van, 27 Haziran 2024 (Fotoğraf: Ö.Ü. Özkoç)



Şekil 1.6 Galeriç Subasar Ormanları, Kızılırmak Deltası, Samsun, 27 Nisan 2022 (Foto: Ö.Ü. Özkoç)

1.2 Sulak Alanlara Yönelik Tehditler

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan, Ömral Ünsal Özkoç[2]

Sulak alanlar, insan kaynaklı tehditlere en fazla maruz kalan ekosistemlerdir ve yüzölçümü giderek daralmaktadır. İklim değişikliğinin de etkisiyle sulak alanların su sıcaklığı, akışı, yüzey akış hızı ve zamanı, fiziksel özellikleri değişmektedir. Bu değişiklikler ekolojik süreçleri ve işlevleri etkileyerek insanlara sağlanan ekosistem hizmetlerinin kimi yerde değişmesine, kimi yerde de azalmasına yol açmaktadır (Desta, 2012). Ramsar Sözleşmesi'nin 2025 küresel değerlendirmesine göre sulak alanlar, dünya genelinde yıllık %0,52 oranında azalma göstermektedir (Convention on Wetlands, 2025a). 19. yüzyıl başından günümüze kadar dünyada sulak alanlar yaklaşık %50 oranında yok olmuştur. Bu kayıp özellikle akarsu sistemlerinde ve taşkın düzlüklerinde daha yüksektir (Baigún, vd., 2022). İklim değişikliği içinde bulunduğumuz yüzyılda yağışları, hava sıcaklığını, ani hava olaylarını etkileyerek sulak alanlar üzerinde artan bir baskı oluşturmaktadır. İklim değişikliği öncesinde de insan faaliyetleri nedeniyle sulak alanlarda ciddi bozulmalar ve yok oluşlar yaşanmıştır. Tüm dünyada sulak alanları etkileyen öncelikli faaliyet tarımdır. Türkiye'de yeraltı ve yerüstü sularından elde edilen suyun %77'si tarımda kullanılmaktadır (Yıldıran ve Aydın, 2025). Kuzey Amerika ve Avrupa'da sulak alanların %56–65'i, Asya'da %27'si tarım nedeniyle yok olmuştur (Baigún, vd., 2022). Yalnızca su kullanımı değil, sulak alanların tarıma açılması da bir diğer önemli sorundur. Akdeniz Havzası'nda tarım alanlarının genişlemesi sonucunda sulak alanların fonksiyonel alanlarının %30'u işgal edilmiş durumdadır (Mediterranean Wetlands Observatory, 2025). Tarımsal uygulamalar su kaynaklarına aşırı miktarda pestisit ve gübre sızmasına neden olmakta ve oluşan organik ve kimyasal kirlilik sulak alanlarda ötrofikasyon gibi pek çok soruna yol açmaktadır.

Arazi yönetimindeki sorunlar çoğu ülkede sulak alanlar üzerinde olumsuz sonuçlara neden olan etmenlerdir. Havza veya peyzaj ölçeğinde bütüncül olmayan planlama ve yanlış mekânsal kararlar, birçok sulak alanda arazi dönüşümüne neden olarak bu alanları olumsuz etkilemektedir. Akarsuların arazi yönetimine ilişkin olarak karşılaştığı başlıca sorunlar tarım, yerleşim, sanayi ve altyapı için kurutulması, daraltılması, parçalanması, akarsu ekosistemleri üzerine kurulan barajlar nedeniyle su akışının bozulması, tür koridorlarının kaybolması ve alt havzalardaki kurumalar olarak sınıflandırılabilir.

Sulak alanların ekolojik yapıları da bozulmaktadır. Türkiye'de karşılaşılan önemli sorunlardan birisi sulak alanlardaki istilacı yabancı türlerdir. İstilacı yabancı türler çoğu zaman bilinçsiz bir şekilde sulak alanlara yerleştirilmekte (kırmızı yanaklı su kaplumbağası gibi) veya bilinçli bir şekilde su ürünleri yetiştiriciliği, biyolojik kontrol, sportif avcılık veya akvaryum ticareti amaçlarıyla salınmaktadır. İstilacılar, açık sistemlerde su yoluyla bağlantılı pek çok diğer doğal ekosisteme yayılır. İstilacı yabancı türler, işgal ettikleri sulak alanlarda besin ağını etkilemekte, doğal türler üzerinde yırtıcı baskısı kurmakta, hastalık bulaştırmakta, doğal türlerle melezleşmekte, rekabete girmekte ve suyun fizikokimyasal ve biyokimyasal koşullarını değiştirmektedir (Moberg, vd., 2024). Ramsar Sözleşmesi'nin raporlarına göre sulak alanlara yönelik tehditler Tablo 1.2'de verilmiştir.

Tablo 1.2 Dünya genelinde sulak alanları tehdit eden unsurlar (Xu, vd., 2019'den uyarlanmıştır.)

Sınıf	Alt sınıf	Ana tehdit
İnsan kaynaklı etmenler	Arazi etkisi	Tarım ve su ürünleri yetiştiriciliği
		Doğal sistemlerin değişimleri
		Yerleşimler
		Ulaşım ve hizmet koridorları
	Çevresel etki	İnsan müdahaleleri ve baskısı
		Enerji üretimi ve madencilik
		Kirlilik
	Biyoçeşitlilik etkisi	Biyolojik kaynakların kullanımı
		Yabancı istilacı türler, diğer sorunlu türler ve genler
	Su kaynaklarının etkisi	Su rejiminin düzenlenmesi
Doğal etmenler	-	İklim değişikliği ve şiddetli hava olayları
	-	Jeolojik olaylar

[2] Yazar sıralaması, alfabetik sıraya göre verilmiştir.

1.3 Sulak Alan Onarımına Neden İhtiyaç Duyulur?

Ömral Ünsal Özkoç

Küresel ölçekte sulak alanlar, biyolojik açıdan en verimli ekosistemlerden olmalarına rağmen diğer ekosistem tiplerine kıyasla çok daha hızlı yok olmaktadır. Tarihsel perspektifte bu tablo oldukça çarpıcıdır: 1700'lü yıllardan bu yana dünya genelindeki sulak alanların yaklaşık %87'si, 1900'lerin başından itibaren ise yarısından fazlası kaybedilmiştir (Davidson, 2014; Strzęciwilk ve Grygoruk, 2025). Yakın tarihe odaklandığımızda ise 1970-2015 yılları arasındaki kısa süreçte ekosistemlerin %35'inin yok olduğu görülmektedir (Darrah vd., 2019).

Sulak alanların yok oluşunun doğa korumacılar tarafından yalnızca biyoçeşitlilik ekseninde ele alındığı yönünde bir algı yaygın olarak bulunsa da aslında bu kayıp çok daha geniş kapsamlı bir yıkımı beraberinde getirmektedir. Bu süreç; geçim kaynaklarını ve refahı baltalamakta, iklim dengesini bozmakta, su güvenliğini tehdit etmekte ve toplulukların doğal afetler karşısındaki kırılganlığını artırmaktadır (Convention on Wetlands, 2025a). Öyleki güncel değerlendirmeler, dünyada kalan sulak alanların küresel ekonomiye uluslararası dolar birimi üzerinden yıllık 7,98 trilyon ile 39,01 trilyon dolar arasında değişen bir ekosistem hizmeti sunduğunu ortaya koymaktadır. Son yarım asırda yok olan sulak alanlarla birlikte yitirilen ekosistem hizmetlerinin maliyeti ise 5,1 trilyon doları aşmış durumdadır (Convention on Wetlands, 2025a).

Sulak alanlardaki bu kayıp ve bozulmaların niteliksel boyutu olumsuz bir tablo çizse de bu alanların onarımı için harcanan yoğun çaba karşılığını vermektedir. 70 deneysel çalışmayı kapsayan kapsamlı bir meta-analiz; bozulmuş sulak alanların onarımının biyoçeşitliliği yaklaşık %19 oranında artırdığını, ekosistem hizmetlerinin genel arzında ise %43'lük bir yükseliş sağladığını ispatlamaktadır (Meli vd., 2014). Elde edilen bu somut kanıtlar, sulak alan onarım çalışmalarının başarıya ulaşabileceğini göstermekte; böylece karar vericiler ve tüm kilit paydaşlar için teşvik edici bir zemin oluşturmaktadır.

Tüm bu etmenler ışığında, Antroposen[3] döneminde sulak alanları onarmak bir tercihin ötesine geçmiştir. Nitekim Kunming-Montreal Küresel Biyoçeşitlilik Çerçevesi, 2030 yılına kadar bozulmuş karasal ve iç su ekosistemlerinin en az %30'unun etkin bir şekilde onarılmasını hedefleyen Hedef 2 ile bu gerekliliği küresel bir taahhüt haline getirmiştir (Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity [CBD COP], 2022). Dolayısıyla sulak alan onarımı; ekonomik istikrar, su güvenliği ve iklim direnci gibi küresel dengelerin korunması için artık uluslararası bir yükümlülüktür.

[3] Antroposen: insanın yerküre üzerindeki etkilerinin baskın hâle geldiği, insan faaliyetlerinin iklim, biyoçeşitlilik ve jeolojik katmanlar üzerinde kalıcı ve belirleyici değişimlere yol açtığı güncel jeolojik dönemdir.

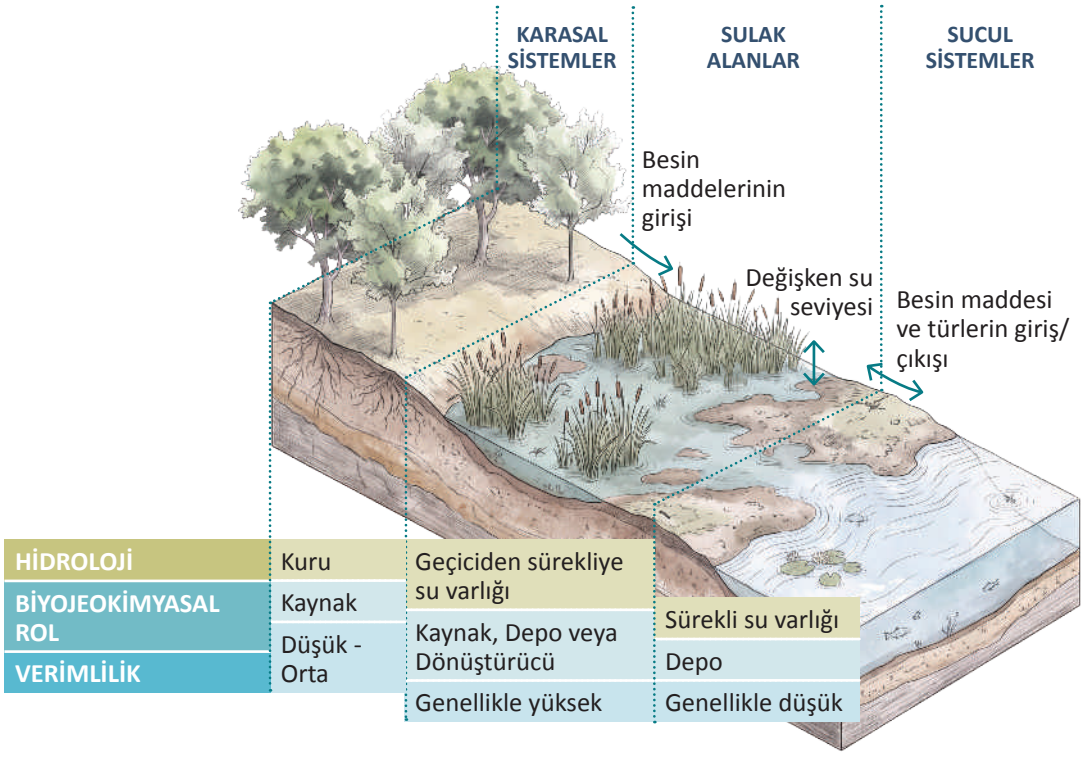


Balıkdamı Sulak Alanı, 2023, © Güler Bozok

1.4 Onarım

Nilgül Karadeniz

Sulak alanlar, karasal ve sucul sistemler arasında bağlantıyı sağlayıcı konumda bulunduklarından, değişen miktardaki karasal akışları toplamakta ve bu durum onların birincil üretim miktarlarıyla besin maddelerini sınırlamalarını ya da dönüştürmelerini etkilemektedir. Böylece sulak alanlar, iki farklı ekosistemi biyojeokimyasal açıdan bağlayan eşsiz nitelikteki işlevlere sahip ekosistemlere dönüşmektedir (Şekil 1.7).



Şekil 1.7 Sulak alanların biyojeokimyasal rolleri. Mitsch ve Gosselink (1993) ile Karadeniz (1995) temel alınarak uyarlanmıştır.

Sulak alanların değeri küresel ölçekte anlaşılmış olmasına karşın bu alanlar hâlâ hızlı bir biçimde yok olmaktadır. Sulak alan kayıpları; karasal su depolama sürecini, su kalitesini ve su tedarik sürecini, buharlaşma-terlemeyi, karalardan okyanuslara karbon aktarımını, karbon dengesini, karbondioksit ve metan emisyonlarını, taşkın rejimini, yeraltı sularının beslenmesini ve biyoçeşitliliği etkilemektedir. Bu nedenle sulak alan kaybının kapsamı, dağılımı ve zamanlamasının doğru bir şekilde tahmin edilmesi, sulak alanların küresel süreçler üzerindeki etkilerini anlamak için önemlidir (Fluet-Chouinard vd., 2023).

Sulak alanlarda değişime, dönüşüme ve en nihayetinde yok olmaya neden olan temel antropojenik itici güçler dört grupta toplanmaktadır (van Dam vd., 2023):

- Fiziksel rejimle ilgili itici güçler: sulak alanlara gelen akıştaki değişiklikler ile sediment, tuzluluk veya sıcaklıktaki değişiklikler
- Malzeme çıkartılmasıyla ilgili itici güçler: sulak alanlardan su, biyota veya toprak çıkarılması ya da farklı ürünlerin hasat edilmesi
- Girdilerle ilgili itici güçler: sulak alan sistemine giren besin maddesi, kimyasallar, canlılar veya atıklar
- Yapısal değişikliklerle ilgili itici güçler: drenaj ve diğer kullanımlara dönüştürme

Özkan (2024) ise sulak alan kaybının temel sebeplerinden biri olarak sulak alanların korunması konusunda bütünleşik politikaların geliştirilmesinde ve bunların uygulanmasındaki siyasi irade eksikliğini göstermektedir.

Endişe verici bir şekilde, Sanayi Devrimi'nden bu yana, sulak alanların yarısından fazlası drenaj, ormansızlaşma, ağaçlandırma, tarımsal genişleme ve kentleşme gibi insan faaliyetleri ve iklim değişikliği nedeniyle bozulmuştur (Zou vd., 2022). WWF (2024) tarafından hazırlanan Yaşayan Gezegen Raporu, 1970–2020 yılları arasında 50 yıllık dönemde izlenen yaban hayatı popülasyonlarının ortalama büyüklüklerinde %73 oranında azalma görüldüğünü; tatlı su popülasyonlarının ise %85 azalma oranıyla en şiddetli düşüşe sahip olduğunu belirtmektedir.

Fluet-Chouinard vd., (2023), küresel ölçekte doğal sulak alanların 1700 yılından bu yana 3,4 milyon km^2 azaldığını tahmin etmektedir. Bu tahmin, 1700 yılında var olduğu tahmin edilen 15,8 milyon km^2'lik sulak alanın %21'inin yok olduğunu ifade etmektedir.

İnsan müdahaleleri sonucunda sulak alan ekosistemlerinin tüm bileşen ve süreçleri değişmekte, dönüşmekte ve bozulmaktadır. Örneğin habitat kaybı ve bunun sonucu oluşan peyzaj parçalanması bir "*bozulma*"dır. Bu bozulma kısmen hayvan hareketini engellediği ve türlerin habitat ve işlevsel bağlantılılığını azalttığı için yaban hayatı popülasyonlarının devamlılığını tehdit edebilir (Fort Collins Science Center, 2019).

Ekosistemlerin bozulması, önemli biyoçeşitlilik ve ekonomik kayıplara neden olan ve gezegenimizdeki en az 3,2 milyar insanı etkileyen küresel bir krizdir. Ekosistem Restorasyonunun On Yılı *(Decade on Ecosystem Restoration 2021–2030)* belgesinde ekosistemlerin alan, bütünlük ve bağlantı kaybını tersine çevirmeyi, biyoçeşitliliğe ve ekosistem hizmetlerine katkıyı en üst düzeye çıkarmayı amaçlayan hedefler bulunmaktadır. Belge, ekosistemlerin bozulmasını önlemek, durdurmak ve tersine çevirmek için yaşamsal öneme sahip bir araç olarak ekosistem onarımını acil kolektif küresel eylem olarak önermektedir (International Union for Conservation of Nature [IUCN], 2022).

Ramsar Sözleşmesi'nin 2022 yılındaki Taraflar Konferansı'nda ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir kullanımıyla ilgili olarak *doğa temelli çözümler, iklim değişikliğine uyum ve azaltma için temel stratejiler* XIV.17 sayılı karar kapsamında kabul edilmiştir. Öte yandan, AB Kuş ve Habitat Direktifleri *(EU Birds and Habitats Directives*) gibi politika ve yasal araçlar, biyoçeşitliliğin ve habitatların korunması bağlamında sulak alan ekosistemlerini ele almaktadır. Su Çerçeve Direktifi (*The Water Framework Directive*), sulak alan onarımı da dâhil olmak üzere entegre su yönetimi ihtiyacını daha da güçlendirmiştir. AB Doğa Restorasyonu Tüzüğü'nün (*Regulation (EU) 2024/1991)* yakın zamanda yürürlüğe girmesi, Avrupa topraklarında bozulmuş ekosistemleri onarmayı amaçlayan ilerici bir adımı ifade etmektedir (Kampa vd., 2025).

2012 yılında Romanya'nın Bükreş kentinde düzenlenen 11. Taraflar Konferansı'nda kabul edilen Ramsar İlke Kararı XI.9 (*Ramsar Resolution XI.9),* taraf devletlerin Ramsar alanlarında veya diğer sulak alanlarda bu alanların ekolojik karakterini olumsuz etkileyecek faaliyetlerden kaçınma taahhüdünü, sulak alan kaybını durdurmaya yönelik stratejilerin birincil adımı olarak yeniden gündeme getirmektedir. Karar, bu tür bir kaçınmanın mümkün olmaması durumunda, uygun hafifletme ve/veya telafi eylemlerinin uygulanması gerektiğini de belirtmektedir (Ramsar Convention, 2012, para. 14).

Kaçınma-azaltma-telafi etme ardışıklığı (*the avoid-mitigate-compensate sequence*), sulak alanların ekolojik karakterini korumak için önemli bir araçtır ve Ramsar Taraflar Konferansı tarafından, bu üç aşamalı yaklaşımı tanıyan bir dizi karar ve tavsiye kabul edilmiştir. Bu resmi belgeler, sulak alan kayıplarını önlemenin bir zorunluluk olduğunu vurgulamaktadır (Ramsar Convention, 2012).

23–31 Temmuz 2025 tarihlerinde Zimbabve'de düzenlenen Sulak Alanlar Sözleşmesi 15. Taraflar Konferansı'nda (COP15) kabul edilen XV.10 sayılı kararla Bilimsel ve Teknik İnceleme Panelinin (STRP) Tematik Çalışma Alanları (TWA) kapsamında 2025-2028 dönemi için belirlediği öncelikli görevler arasında (*TWA 4: Wise use, sustainable management and restoration of wetlands in the wider landscape/seascape)* sulak alanların onarımı da önemli bir başlık olarak yer almıştır. Böylece sulak alanların ekolojik karakterini koruyabilmek ve akılcı kullanımını sağlamak için dönüştürücü araçların kullanılması amaçlanmaktadır (Convention on Wetlands, 2025b, Ek 2, TWA 4).

"Onarım", zarar görmüş bir peyzajın, ekosistemin ya da habitatın zarar görmeden önceki durumuna getirilebilmesi için gereken çalışmaları tarif eder. Bu kapsamda çok farklı biyolojik, ekolojik ve teknik müdahaleler ve süreçler izlenebilmektedir. Öte yandan Türkçede onarım, iyileştirme ve yenileme sözcükleriyle bu tür süreçleri ifade edenler olsa da bu süreçlerin aralarındaki farklara dikkat edilmeden "onarım" kelimesinin tercih edildiği görülmektedir. Bu süreçlerin İngilizce karşılıkları olan "restoration", "rehabilitation" ve "reclamation" kavramlarının birbirinden farklı süreçleri anlattığı göz önünde bulundurmalıdır. Gerwing vd. (2023) ve Poulton ve Maron (2025), bu kavramlar arasındaki farklılıkları belirtmişlerdir (Tablo 1.3).

Tablo 1.3 "Restoration", "Rehabilitation" ve "Reclamation" kavramlarının arasındaki farklar (Gerwing vd. (2023) ve Poulton ve Maron'dan (2025) esinlenerek hazırlanmıştır.)

Restoration (restorasyon/ onarım)	*Amaç:* Bir ekosistemi yapısı, işlevi ve tür bileşimi de dâhil olmak üzere orijinal, doğal haline geri döndürmek. *Yer/Zaman:* Yerinde veya yer dışında olabilir ve iyileştirme veya telafi çalışmalarının bir parçası olabilir. *Örnek:* Bozulmuş bir sulak alanın orijinal biyoçeşitliliğini ve işlevlerini geri kazandırmak için doğal bitki örtüsü türlerinin yeniden dikilmesi ve yerli türlerin yeniden gelişiminin sağlanması. *Temel Özellikler:* Orijinal ekosistemin tam olarak iyileşmesini hedefler.
Rehabilitation (rehabilitasyon/ iyileştirme)	*Amaç:* Bozulmuş bir alanın ekolojik işlevini iyileştirmektir. Ancak mutlaka orijinal haline geri döndürme amaçlanmamaktadır. *Yer/Zaman:* Sahada, genellikle bir projenin sonunda (uzun vadeli). *Örnek:* Madencilik sonrası faaliyetler, toprağı stabilize etmek ve belirli ölçülerde yaşam alanı sağlamak için bitkilendirme yapmak. *Temel Özellikler:* Kısmi iyileşmeye ve alanı daha istikrarlı veya işlevsel hâle getirmeye odaklanır. Ancak orijinal ekosistemin tamamen onarılamayacağını kabul eder.
Reclamation (reklamasyon/ ıslah)	*Amaç:* Ciddi şekilde bozulmuş arazileri (eski maden sahaları gibi) farklı arazi kullanımlarına (ör. tarım, rekreasyonel kullanım) uygun hâle getirmek. *Yer/Zaman:* Yerinde, genellikle bir projenin sonunda (uzun vadeli). *Örnek:* Madencilikten sonra arazi stabilize edilir ve tarım veya diğer kullanımlar için güvenli hâle getirilir, ancak başlangıçta bulunan doğal türleri destekleyebilecek koşullar oluşmayabilir. *Temel Özellikler:* Ekolojik olarak tam bir iyileşmeye değil, arazinin insanlar için kullanılabilir hâle getirilmesine odaklanır.

Bu Rehber'de kavram birliği sağlayabilmek amacıyla Tablo 1.3'teki açıklamalara dayanarak

"restoration" anlamına gelen müdahaleler için **ONARIM,**

"rehabilitation" anlamına gelen müdahaleler için **İYİLEŞTİRME,**

"reclamation" anlamına gelen müdahaleler için **ISLAH**

sözcükleri kullanılmıştır. Böylece daha sonra yapılacak Türkçe benzer çalışmalar için de dil birliği katkısı sağlanmış olacaktır.

1.4.1 Ekolojik Onarım Kavramı

Ekolojik onarım, biyolojik toplulukların ve ekosistemlerin zarar gördüğü veya yok edildiği doğal alanlarda yapılan onarım sürecini ifade etmektedir. Böylesi bir zarar, bitki ve hayvan popülasyonlarındaki değişimi, istilacı türlerin varlığını ya da toprak ve su kaynaklarının bozulmasını içerebilir. Ekolojik onarım sürecinde ekolojik sıralı değişim (süksesyon/ekolojik ardıllık/ekolojik ardışıklık), bozulma modelleri gibi kavramlar önem kazanmaktadır. Ekolojik onarım, doğal iyileşmeye izin veren pasif bir süreç olabileceği gibi toprak kalitesinin iyileştirilmesi, arazinin morfolojik yapısının stabilizasyonu ve bitki topluluklarının onarımı gibi aktif müdahaleleri de içerebilir. İzleme ve belgeleme, yönetimi yönlendirmek ve hedef başarısını değerlendirmek için çok önemlidir (Veblen vd., 2026).

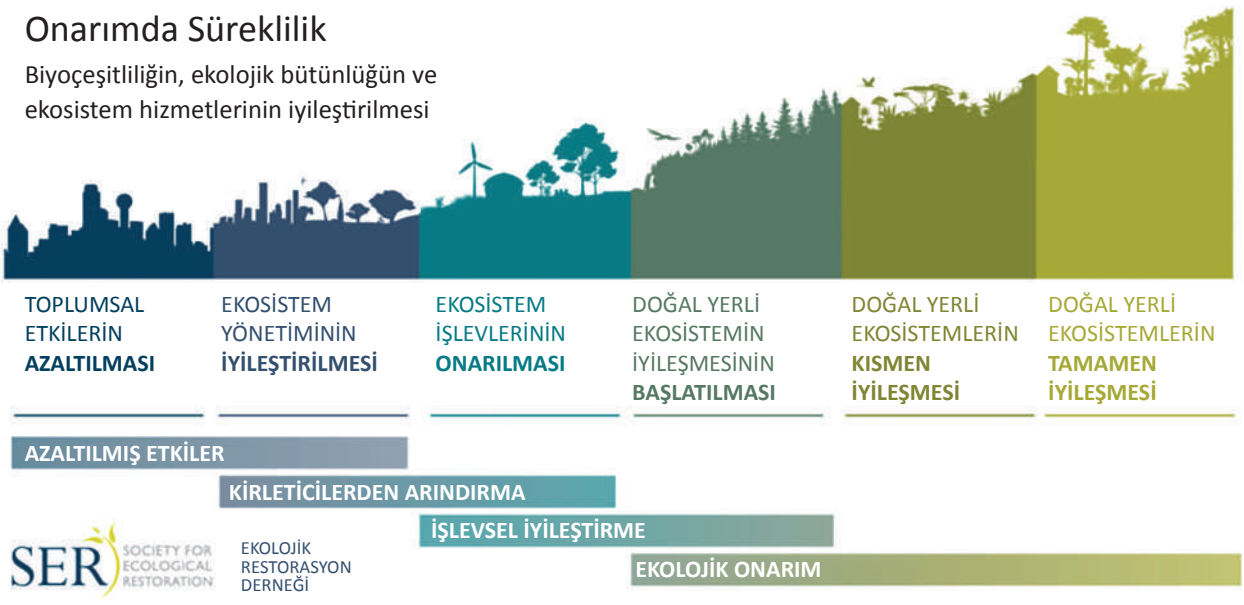
Etkin bir şekilde uygulandığında ekolojik onarım; biyoçeşitliliğin korunmasına, insan sağlığı ve refahının iyileştirilmesine, gıda ve su güvenliğinin artırılmasına, iklim değişikliğinin azaltılmasına ve mal, hizmet ve ekonomik refahın sağlanmasına katkıda bulunabilmektedir. Bu, ekolojik hasarı onarmak ve insanlar ile doğanın geri kalanı arasında daha sağlıklı bir ilişki kurmak için alanda yaşayan insanları, bilim insanlarını, politika yapıcıları ve yöneticileri bir araya getiren çözüm odaklı bir yaklaşımdır. Böylece ekolojik onarım, yerel, bölgesel ve küresel çevre koşullarını sürekli bozulma durumundan net pozitif iyileşme durumuna taşımak için önemli bir mekanizma olarak ön plana çıkmaktadır (Gann vd., 2019).

Tablo 1.4 Ekolojik onarımı destekleyen sekiz ilke. Gann vd. (2019) temel alınarak hazırlanmıştır.

İlke 1.	Ekolojik onarım ilgili tüm paydaşları dâhil eder.
İlke 2	Ekolojik onarım çok farklı bilgi türlerinden yararlanır. (bilimsel, geleneksel, yerel...)
İlke 3.	Ekolojik onarım uygulaması, çevresel değişimi dikkate alarak yerli referans ekosistemleri hedef alarak şekillenir.
İlke 4.	Ekolojik onarım, ekosistemlerin iyileşme süreçlerini destekler.
İlke 5.	Ekosistemlerin iyileşme düzeyi, ölçülebilir göstergeler kullanılarak açık hedef ve amaçlara göre değerlendirilir.
İlke 6.	Ekolojik onarım, ulaşılabilecek en yüksek iyileşme düzeyini hedefler.
İlke 7.	Ekolojik onarım büyük ölçekte uygulandığında sağladığı toplam fayda artar.
İlke 8.	Ekolojik onarım, birbirini tamamlayan onarıcı faaliyetler bütününün (onarımda süreklilik) bir parçasıdır.

Gann vd. (2019) sekizinci ilkede belirtilen onarımda süreklilik, dört ana onarıcı uygulama kategorisini içerdiğini belirtmiştir:

1. **Toplumsal etkilerin azaltılması:** ekosistem hizmetlerini daha az zarar verici yollarla tüketme veya kullanma yoluyla sektörlerin etkilerini azaltan eylemler
2. **Kirleticilerden arındırma (*remediation*):** kirlenmiş ve bulaşma olmuş alanların iyileştirilmesi
3. **İyileştirme (*rehabilitation*):** üretim veya insan yerleşimi için kullanılan alanlar dâhil olmak üzere alanların iyileştirilmesi
4. **Ekolojik onarım (*restoration*)** (Şekil 1.8).



Şekil 1.8 Ekolojik onarım standartlarında tanımlanan onarımda süreklilik aşamaları. Gann vd. (2019)'dan Türkçeleştirilerek uyarlanmıştır. CC BY-NC 4.0.

Onarımda süreklilik faaliyetleri ve müdahaleleri, çevresel koşulları iyileştirebilecek ve ekosistem bozulmasını ve peyzaj parçalanmasını tersine çevirebilecek niteliklere sahiptir. Süreklilik sayesinde faaliyetler arasında bağlantılar kurulur, onarımın planlandığı yerin belirgin özellikleri ve farklı peyzaj birimlerine uygun faaliyetler belirlenir. Şekil 1.8'de gösterildiği gibi ilerleyen aşamalarda soldan sağa doğru, hem ekolojik sağlığın ve biyoçeşitliliğin hem de ekosistem hizmetlerinin kalitesi ve miktarının arttığı görülmektedir (Gann vd., 2019).

1.4.2 Onarım Yöntemleri

Geleneksel onarım yöntemleri genellikle yerli bitki türlerinin dikilmesi veya tohumlarının ekilmesinin yanı sıra, yabancı türlerin fiziksel veya kimyasal olarak uzaklaştırılmasını da içermektedir. Onarılacak alanın bitkilendirilmesi için amaçlanan yapıyı ve işlevleri taklit eden yakındaki bir referans ekosistemi kullanmak en iyi seçenektir. Bu referans alandan toplanan tohumlar, ya doğrudan onarım alanına saçılabilir ya da alanın yeniden bitkilendirmesinde daha sonra kullanılmak üzere tarla veya fidanlıkta yetiştirilebilir (Schmidt vd., 2020). Öte yandan bitki türlerinin kullanılmasının dışında da farklı müdahale araçlarıyla ekolojik onarım uygulamaları gerçekleştirilebilmektedir (Tablo 1.5).

Tablo 1.5 Ekolojik onarım yöntemleri

1. Aktif Onarım Teknikleri Aktif müdahaleler, bir ekosistem kendi kendine iyileşemeyecek kadar ciddi şekilde hasar gördüğünde uygulanır.	***Yeniden bitkilendirme ve ağaçlandırma*** Doğal olarak ışığı, nemi ve sıcaklığı düzenleyen yapısal karmaşıklığı ve kapalılığı sağlamak için yerli odunsu ve otsu türlerin dikilmesi ***Toprak iyileştirme*** Tükenmiş veya toksik ortamlarda toprak mikrobiyomunu, verimliliğini ve yapısını geri kazandırmak için organik madde, biyokömür veya mikoriza mantarlarının uygulanması ***Hidrolojik mühendislik*** Su rejimini ve besin maddesi tutulumunu düzeltmek için yapay barajların kaldırılması veya doğal su akışlarının yeniden oluşturulması.
2. Pasif Onarım Teknikleri Pasif yöntemler, hasara neden olan stres faktörlerini ortadan kaldırarak ekosistemin doğal direncinden ve yenilenme kapasitesinden yararlanmaktadır.	***Baskı unsurunu ortadan kaldırma*** Aşırı otlatmayı, aşırı balık avcılığını veya yıkıcı tarım uygulamalarını durdurarak habitatın doğal olarak toparlanmasını sağlamak. ***Kirlilik kontrolü ve iyileştirme*** Pestisitlerin aşamalı olarak kaldırılması, sera gazı salımının azaltılması veya ağır metallerin uzaklaştırılması. ***Yasal altlığın güçlendirilmesi*** Peyzaj parçalanmasını önlemek için sulak alanların koruma bölgeleri olarak belirlenmesine yönelik yasal altlıkların güçlendirilmesi.
3. Biyolojik Mekanizmalar Bu yöntemler, doğal iyileşme süreçlerini tetiklemek için türler arası etkileşimleri manipüle etmektedir.	***Destekli doğal yenilenme (Assisted Natural Regeneration)*** Doğal olarak yayılan yerli tohumların çimlenip kök salabilmesi için rakip istilacı yabani otların ortadan kaldırılması. ***Biyoremediasyon*** Toprak ve sudaki kirleticileri parçalamak veya emmek için belirli bitkilerin (fitoremediasyon) veya mikroorganizmaların kullanılması. ***Trofik yeniden yabanlaştırma*** Besin ağlarını onarmak ve kontrolsüz bitki popülasyonlarını kontrol altına almak için kilit taşı türlerin alana yeniden kazandırılması.



Kızılırmal Deltası, 2022, © Ömral Ünsal Özkoç

Sulak alan onarımı, ekolojik işlev ve süreçleri bozulmuş bir ekosistemin yeniden sağlıklı bir şekilde işler hâle dönüştürülmesini amaçladığı için herhangi onarım sürecinin alan bazında yürütülmesinin beklenen etkiyi oluşturmayacağı göz önünde tutulmalıdır. Amerika Birleşik Devletleri Çevre Koruma Ajansına (U.S. Environmental Protection Agency, USEPA) göre alan bazlı (*insan müdahalesinden en çok zarar gören alanda yürütülen*) onarım sürecinden ziyade havza bazlı bir onarım süreci tasarımı -*tüm havzada olup biteni değiştiremese de*- havzada oluşacak etkileri daha akılcı yönetebilecek bir yaklaşımdır (USEPA, 2000). Bu bağlamda sulak alan onarım sürecinin tasarlanması, biyoloji, ekoloji, hidroloji/hidrolik, klimatoloji, toprak bilimi, jeomorfoloji, peyzaj mimarlığı, şehir ve bölge planlama, mühendislik, hukuk, iletişim, ekonomi gibi çok katmanlı ve disiplinlerarası bir yapıya ihtiyaç duyar (USEPA, 2000).

Böylece, sulak alan onarım sürecinde hangi yöntemlerin kullanılacağına karar verilirken bozulmanın derecesi, alanın kendi kendine iyileşme kapasitesi, çevresel riskler, maliyet ve zaman kısıtı gibi faktörlerin etkili bir şekilde değerlendirmesi ve uygun yöntem veya yöntemlerin seçilmesi mümkün olabilir.

Birinci Bölüm Kaynakçası

Baigún, C., Minotti, P., & Lamizana, B. (Eds.). (2022). *Wetlands and people at risk*. IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2022.09.en

Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity. (2022, December 19). *Decision 15/4: Kunming-Montreal global biodiversity framework (CBD/COP/DEC/15/4).* https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-15/cop-15-dec-04-en.pdf

Convention on Wetlands. (2025a). *Global wetland outlook 2025: Valuing, conserving, restoring and financing wetlands*. Secretariat of the Convention on Wetlands. https://doi.org/10.69556/GWO-2025-eng

Convention on Wetlands. (2025b). *Resolution XV.10: Implementation of scientific and technical aspects of the Convention for 2025–2028*. https://www.ramsar.org/sites/default/files/2025-09/XV.10_scientific_technical_2025_28_e.pdf

Darrah, S. E., Shennan-Farpón, Y., Loh, J., Davidson, N. C., Finlayson, C. M., Gardner, R. C., & Walpole, M. J. (2019). Improvements to the Wetland Extent Trends (WET) index as a tool for monitoring natural and human-made wetlands. *Ecological Indicators, 99*, 294–298. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.12.032

Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research, 65*(10), 934–941. https://doi.org/10.1071/MF14173

Desta, H., Lemma, B., & Fetene, A. (2012). Aspects of climate change and its associated impacts on wetland ecosystem functions: A review. *Journal of American Science, 8*(10), 582–596. https://doi.org/10.7537/marsjas081012.81

Fluet-Chouinard, E., Stocker, B. D., Zhang, Z., Malhotra, A., Melton, J. R., Poulter, B., Kaplan, J. O., Klein Goldewijk, K., Siebert, S., Minayeva, T., Hugelius, G., Joosten, H., Barthelmes, A., Prigent, C., Aires, F., Hoyt, A. M., Davidson, N., Finlayson, C. M., Lehner, B., … McIntyre, P. B. (2023). Extensive global wetland loss over the past three centuries. *Nature, 614*(7947), 281–286. https://doi.org/10.1038/s41586-022-05572-6

Fort Collins Science Center. (2019, August 20). *Defining multi-scaled functional landscape connectivity for the sagebrush biome to support management and conservation planning of multiple species*. U.S. Geological Survey. https://www.usgs.gov/centers/fort-collins-science-center/science/defining-multi-scaled-functional-landscape-connectivity

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration: Second edition. *Restoration Ecology, 27*(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Gerwing, T. G., Hawkes, V. C., & Murphy, S. D. (2023). Speaking the same language: Aligning project designations to clarify communication in restoration ecology. *Environmental Reviews, 31*(3), 498–508. https://doi.org/10.1139/er-2022-0091

International Union for Conservation of Nature. (2022, March). *Decade on ecosystem restoration 2021–2030* [Policy brief]. https://iucn.org/sites/default/files/2022-06/policy_brief-decade_on_ecosystem_restoration_2021-2030_mar22.pdf

Kampa, E., Elkina, E., Bueb, B., & Otero Villanueva, M. d. M. (2025). Restoring European coastal wetlands for climate and biodiversity: Do EU policies and international agreements support restoration? *Sustainability, 17*(21), 9469. https://doi.org/10.3390/su17219469

Karadeniz, N. (1995). *Sultansazlığı örneğinde ıslak alanların çevre koruma açısından önemi üzerinde bir araştırma* [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. AÜ Akademik Arşiv Sistemi. https://dspace.ankara.edu.tr/items/2a94847e-a9f8-41d4-96af-00a0082d339e

Mediterranean Wetlands Observatory. (2025). *Mediterranean wetlands: Responses to ongoing crises*. Tour du Valat. https://medwet.org/wp-content/uploads/2026/07/Mediterranean-Wetlands-Outlook-3-2025-EN.pdf

Meli, P., Rey Benayas, J. M., Balvanera, P., & Martínez Ramos, M. (2014). Restoration enhances wetland biodiversity and ecosystem service supply, but results are context-dependent: A meta-analysis. *PLOS ONE, 9*(4), e93507. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0093507

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (1993). *Wetlands* (2nd ed.). Van Nostrand Reinhold.

Moberg, T., Abell, R., Dudley, N., Harrison, I., Kang, S., Rocha Loures, F., Shahbol, N., Thieme, M. L., & Timmins, H. L. (2024). *Designing and managing protected and conserved areas to support inland water ecosystems and biodiversity* (IUCN WCPA Technical Report Series No. 8). IUCN. https://doi.org/10.2305/ZOKC6253

Poulton, D. W., & Maron, M. (2025). Distinguishing among remediation, reclamation, and offsetting in the pursuit of no net loss. *Journal of Environmental Management, 391*, 126569. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.126569

Ramsar Convention. (2012). *Resolution XI.9: An integrated framework and guidelines for avoiding, mitigating and compensating for wetland losses*. https://www.ramsar.org/document/resolution-xi9-integrated-framework-guidelines-avoiding-mitigating-compensating-wetland

Özellikle Su Kuşları Yaşama Ortamı Olarak Uluslararası Öneme Sahip Sulak Alanlar Hakkında Sözleşme (Ramsar Sözleşmesi). (1994). *T.C. Resmî Gazete* (Sayı 21937, 17 Mayıs 1994).

Özkan, O. (2024). *Sulak alanların politik-ekolojisi bağlamında Marmara Gölü'nün kurutulması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi.

Schmidt, K. T., Maltz, M., Ta, P., Khalili, B., Weihe, C., Phillips, M., Aronson, E., Lulow, M., Long, J., & Kimball, S. (2020). Identifying mechanisms for successful ecological restoration with salvaged topsoil in coastal sage scrub communities. *Diversity, 12*(4), 150. https://doi.org/10.3390/d12040150

Strzęciwilk, K., & Grygoruk, M. (2025). Restoration is an investment: Comparing restoration costs and ecosystem services in selected European wetlands. *Journal of Water and Land Development, 64*, 221–229. https://doi.org/10.24425/jwld.2025.153534

U.S. Environmental Protection Agency. (2000). *Principles for the ecological restoration of aquatic resources* (EPA841-F-00-003). Office of Water. https://www.epa.gov/wetlands/principles-wetland-restoration

van Dam, A. A., Fennessy, M. S., & Finlayson, C. M. (2023). What's driving wetland loss and degradation? In P. A. Gell, N. C. Davidson, & C. M. Finlayson (Eds.), *Ramsar wetlands: Values, assessment, management* (pp. 259–306). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817803-4.00012-7

Veblen, K. E., Porensky, L., & Young, T. (2024, August 16). Ecological restoration. In *Encyclopaedia Britannica*. https://www.britannica.com/science/ecological-restoration

WWF. (2024). *Living planet report 2024: A system in peril*. https://www.wwf.org.uk/sites/default/files/2024-10/living-planet-report-2024.pdf

Xu, T., Weng, B., Yan, D., Wang, K., Li, X., Bi, W., Li, M., Cheng, X., & Liu, Y. (2019). Wetlands of international importance: Status, threats, and future protection. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 16*(10), 1818. https://doi.org/10.3390/ijerph16101818

Yıldıran, R. ve Aydın, Y. (2025). Türkiye'nin tarımsal su ayak izi durumu. *Agro Science Journal of Igdir University, 3*(1), 41–51. https://izlik.org/JA74KF94AJ

Zou, J., Ziegler, A. D., Chen, D., McNicol, G., Ciais, P., Jiang, X., Zheng, C., Wu, J., Wu, J., Lin, Z., He, X., Brown, L. E., Holden, J., Zhang, Z., Ramchunder, S. J., Chen, A., & Zeng, Z. (2022). Rewetting global wetlands effectively reduces major greenhouse gas emissions. *Nature Geoscience, 15*, 627–632. https://doi.org/10.1038/s41561-022-00989-0

İKİNCİ BÖLÜM

ONARIM İLKELERİ

Bölüm Yazarları

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan, Güler Bozok[1]

Sulak alan onarımı sürecinin her aşamasında ortak ilkeler belirlemek önemlidir. Bu ilkeler, örneğin planlama ve uygulama sürecinin nasıl yönetileceğine dair olabileceği gibi ekolojik bütünlüğün geri kazanılmasında temel alınacak bilimsel ve teknik ilkeler de olabilir. Ekolojik onarım ilkeleri sulak alanın ekosistem bileşenleri, bütünlüğü, işlevleri, sürekliliği ve sürece dâhil edilecek teknik katkılarla ilişkilidir. Bu ilkeler, onarımın planlamasından uygulama ve izlemeye kadar devam eden süreçte farklı adımlarda geçerlidir (USEPA, 2000). Benzer şekilde Ramsar Sözleşmesi'nin VIII.16 nolu karar ve eki, 13 onarım ilkesi tanımlamış ve taraf devletlerden bu ilke ve rehberleri ulusal sulak alan politikalarına ve planlarına bütünüyle dâhil etmeleri istemiştir (Ramsar Convention, 2002). Ekolojik Restorasyon Derneği (*Society for Ecological Restoration*, SER) ise ekolojik onarımda sekiz temel uluslararası ilke belirlemiştir. Bu sekiz ilkenin odağında; katılımcılık, bilgi, yerli referans ekosistemler, ekosistem iyileşme süreçleri, belirgin amaç ve hedeflere dayalı ölçülebilir izleme göstergeleri, mümkün olan en yüksek düzeyde iyileşme, büyük ölçekte artan toplam fayda ve onarıcı faaliyetlerin sürekliliği bulunur (Gann vd., 2019).

[1] Yazar sıralaması, alfabetik sıraya göre verilmiştir.

Aşağıda tanımlanan ilkeler, bu rehberin hazırlık aşamasında gerçekleştirilen toplantılarda katılımcılar tarafından Türkiye'de sulak alan onarımında temel alınması gereken ilkeler olarak belirlenmiştir:

İlke 1: Bilimsellik

Onarım yapılacak alanın, bozulmadan önceki ve mevcut durumu hakkında detaylı bilimsel veriler toplanmalı ve sözel kaynaklardan (yöre halkı ve karar vericiler gibi) kapsamlı bilgiler derlenmelidir. Sözel kaynaklardan elde edilecek bilgiler, bilimsel bulgularla çelişmemelidir.

İlke 2: Havza ölçeğinde bütünsellik

Sulak alan ekosistem işlevlerinin sürdürülmesi, sulak alanların diğer ekosistemlerle etkileşimi ve sulak alanın sahip olduğu türlerin yaşam döngülerinin korunması açısından onarım planlaması havza ölçeğinde yapılmalıdır. Ramsar Sözleşmesi'nin sulak alan onarımı ilkelerinde de havza ölçeğinin önemine değinilmekte ve alan ölçeğinde yapılacak uygulamaların havza dinamikleri içinde planlamasını benimsenmektedir. Onarım uygulamaları, doğal döngüleri ve ekolojik işleyişi destekleyecek biçimde tasarlanmalı; ekosistemin varlık değeri ve işlevleri göz ardı edilmemelidir. Yapılan müdahaleler ekosistemin kendini iyileştirme kapasitesini desteklemeli, işlevlerinin geri kazandırılması hedeflenmelidir. Müdahale ölçeği doğru belirlenmeli, küçük alanlara büyük ölçekli projeler uygulanmamalıdır. Havza ölçeğinde onarım yapılacak alanları etkileyen sektörel kullanımların (tarım, yerleşim, yeraltı ve yerüstü su kullanımı vb.) tamamı dikkate alınmalıdır.

İlke 3: Yerli türlerin korunması

Sulak alanlarda doğal olarak bulunan türler geri kazanılmalı ve habitat onarımında yerli türler kullanılmalıdır. Endemik ve nesli tehlike altında olan türler önceliklendirilerek korunmalı, dışarıdan tür getirilmemelidir. Onarım uygulamasının öncesi ve sonrası için kilit taşı ve şemsiye türler belirlenerek tür temelli modelleme ve izleme yapılmalıdır.

İlke 4: İzlemeye dayalı esneklik ve uyum

Her onarım süreci dinamik bir yapıya sahiptir ve izleme çalışmalarıyla desteklenmelidir. Belirlenecek göstergelere göre uygulamalardan elde edilen verilere dayanarak plan ve müdahale eylemleri güncellenmelidir.

İlke 5: Sosyal adalet ve katılımcılık

Katılımcılık, onarımın başarılı olması için sürecin tüm aşamalarının olmazsa olmazıdır. Sulak alanların korunması ve onarımı süreçlerinde, alandan doğrudan veya dolaylı olarak etkilenen tüm paydaşlar karar alma, planlama, uygulama ve izleme aşamalarına aktif biçimde dâhil edilmeli; dengeli ve adil bir katılım sağlanmalıdır. Bu yaklaşım yalnızca görüş bildirmeyi değil; bilgi paylaşımını, ortak sorumluluk üstlenmeyi ve alınan kararların sahiplenilmesini de içermeli; katılımcılara yönlendirici baskı yapılmamalıdır. Halkın katılımında, bölgedeki toplumsal hiyerarşiye saygı gösterilmelidir. Katılımcılık yoluyla yerel halkın deneyimi ve ihtiyaçları hakkında elde edinilen bilgiler ile bilimsel ve teknik veriler birleştirilerek daha gerçekçi, uygulanabilir ve sürdürülebilir çözümler geliştirilebilir. Bu sayede yerel kurumlar da sürece daha aktif katılım sağlayabilir.

İlke 6: Şeffaflık ve erişilebilirlik

Onarım sürecinin planlanmasında herkesin soru sorma ve bilgiye erişim hakkı güvence altına alınmalı; açık veri paylaşımı, düzenli raporlama ve kamuya açık değerlendirme toplantıları yapılmalıdır. Onarım süreçleri politik ya da ekonomik çıkarlara göre yönlendirilmemeli; etik değerlere dayanmalıdır.

Sulak alan onarımı, çalışmanın başında Ramsar Sözleşmesi'nin belirlediği temel ilkeler dikkate alınarak tüm tarafların katılımıyla belirlenen ilkelere göre ilerleyen bir süreç olmalıdır. Bu ilkeler her alanın kendi dinamiklerine, sosyoekonomik ve ekolojik özelliklerine göre değişiklik gösterebilir. Onarım sürecinin tüm aşamalarında bu ilkelere sadık kalınmalıdır.

İkinci Bölüm Kaynakçası

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration: Second edition. *Restoration Ecology, 27*(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Ramsar Convention. (2002). *Resolution VIII.16: Principles and guidelines for wetland restoration*. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/res/key_res_viii_16_e.pdf

U.S. Environmental Protection Agency. (2000). *Principles for the ecological restoration of aquatic resources* (EPA841-F-00-003). Office of Water. https://www.epa.gov/wetlands/principles-wetland-restoration

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ONARILACAK SULAK ALANIN DURUMUNUN BELİRLENMESİ

Bölüm Yazarları

Güler Bozok, Günce Demir[1]

Bir sulak alanın onarım planlamasında atılacak ilk ve en önemli adım, alanın zarar görmeden önceki ekolojik ve kültürel durumunun mümkün olduğunca doğru bir biçimde belirlenmesidir. Bu kapsamlı süreç; literatür taramaları, tarihsel kaynaklar, eski haritalar, yerel halkın yaşlı kuşaklarından derlenen sözlü bilgiler ve varsa geçmişe ait fotoğrafların bir araya getirilmesini gerektirir. Arşiv belgeleri, eski fotoğraflar ve geçmiş bilimsel yayınlar ışığında alanın doğal hidrolojik döngülerinin, yerli bitki örtüsünün ve fauna çeşitliliğinin bozulmadan önce nasıl işlediği detaylıca belgelenmelidir. Ekolojik verilerin yanı sıra sosyokültürel açıdan tarım, balıkçılık ve hayvancılık gibi geleneksel alan kullanım biçimleri de değerlendirmeye alınmalıdır. Elde edilen tüm bu veriler, onarım çalışmasının "hedef durumunu" belirlemek için sağlam bir referans noktası oluşturur. Alanın bozulmadan önceki işleyiş mekanizmalarını bilmek, zaman içerisinde hangi ekosistem işlev ve hizmetlerinin kaybolduğunu ve hangilerinin geri kazanılabileceğini net bir şekilde ortaya koymaktadır.

[1] Yazar sıralaması, sorumlu oldukları alt bölümlerin bölüm içindeki sırasına göre belirlenmiştir.

3.1 Sulak Alanın Durumunun Belirlenmesinde Doğal Süreçler: Geçmiş ve Güncel Durum

Güler Bozok

3.1.1 Sulak Alanın Geçmiş (Zarar Görmeden Önceki) Durumu

Sulak alanların zarar görmeden önceki durumunun tam olarak anlaşılabilmesi için ekolojik bütünlüğü şekillendiren doğal süreçlerin incelenmesi büyük önem taşır. Ekosistemin kendi dinamikleriyle işleyen bu süreçler, alanın uzun vadeli işlevselliğini belirleyen temel unsurlardır. Sulak alanlardaki süreçlerin temel belirleyicisi olan hidrolojik döngü; alanın su kaynağını, giriş-çıkış dengesini, taşkın dönemlerini ve kuraklık döngülerini kapsayarak doğal yapıyı biçimlendirir. Yeraltı su seviyesindeki mevsimsel değişimler, göl ve bataklıkların yayılım alanını belirlerken flora ve faunanın çeşitliliğini de doğrudan etkiler (Ramsar Convention Secretariat, 2010d ve 2010f).

Hidrolojik faktörlerin yanı sıra alüvyal birikim, menderes oluşumu, delta ve kıyı şekillenmesi gibi jeomorfolojik süreçler doğal topografyayı biçimlendirir. Bu sayede habitat çeşitliliği ile suyun depolanma kapasitesi artar. Toprak oluşumu ve jeolojik dinamikler ise sulak alanın verimliliğinde kilit noktadır. Sulak alanlar, özellikle turbalıklar, suya doygun ve indirgen koşullarda organik madde dönüşümünü sınırlandırıp karbon depolayarak karbon yutağı işlevi görebilir (Reddy, vd., 2023; Schuster, vd., 2024). Bitkisel süreçler, mevsimsel olarak gelişen doğal bitki topluluklarının döngüsünü kapsar. Yerli makrofitler ve sazlıklar su kalitesini düzenlerken, doğal seleksiyon türler arası dengeyi korur. Yaban hayatı süreçleri ise kuşların göç ve üreme dönemleri, balıkların üreme dönemleri ve ikiyaşayışlıların (amfibiler) habitat kullanımları ile alanın doğal döngüleriyle uyumlu bir şekilde işler. Sonuç olarak; hidrolojik, jeomorfolojik, faunistik ve floristik süreçlerinin bütünlüğü, sulak alanın "zarar görmeden önceki durumunun" temel göstergeleridir ve bu işleyişin belgelenmesi onarım hedefleri için zemin hazırlar (Ramsar Convention Secretariat, 2010a, 2010b ve 2010d).

Doğal Süreçlere Örnek: Balıkdamı Sulak Alanı

Doğal süreçlerin somutlaştırılması açısından Balıkdamı Sulak Alanı incelendiğinde, alanın ekolojik bütünlüğünün nehir dinamikleriyle şekillendiği görülmektedir. Balıkdamı'nın en temel doğal süreci olan hidrolojik döngü, Sakarya Nehri'nin taşkın rejimine sıkı sıkıya bağlıdır. Alan, ilkbahar ve sonbahar taşkınları sırasında oluşan geniş yüzeyli göllenmelerle beslenirken, yaz aylarında yaşanan çekilme döngüleri mevsimsel habitat çeşitliliğini artırmıştır. Ayrıca Göksu ve Düden kaynakları gibi su girişleri, su sürekliliğini destekleyen önemli doğal unsurlar olarak işlev görmüştür.

Jeomorfolojik açıdan saha, Sakarya Nehri'nin menderes yapısı ve alüvyal taşkın ovası dinamikleriyle şekillenmiştir. Taşkınların taşıdığı ince alüvyon tabakaları verimli toprak oluşumunu sağlamış, bu durum hem tarımsal üretimi hem de sulak alan bitki örtüsünü desteklemiştir. Toprak yapısı bakımından organik maddece zengin, çamurlu ve siltli toprak yapısı, karbon depolama kapasitesi yüksek sulak çayırların ve sazlıkların devamlılığını sağlamıştır. Floristik süreçlerde sazlıkların (*Phragmites* sp.) ve mevsimsel sucul bitkilerin döngüsel gelişimi ön plana çıkarken, su seviyesindeki değişimler bitki çeşitliliğini zenginleştirmiştir. Faunistik süreçler açısından ise Balıkdamı, tarihsel olarak su kuşları için hayati bir üreme ve konaklama alanı olmuştur. Sakarya Nehri ile olan doğal bağlantı, balıkların göç ve üreme döngülerini desteklemiş; ikiyaşayışlılar ve sürüngenler taşkın rejimine uyumlu bir yaşam sürmüştür. Özetle Balıkdamı örneği, nehir rejimi, toprak oluşumu ve biyolojik döngülerin bir bütün halinde sulak alanın doğal karakterini nasıl oluşturduğunu göstermektedir.

Bu doğal sürece sonradan yapılan müdahaleler ise alan için onarım ihtiyacını doğurmuştur. 70'li yıllarda eski bir köprünün yıkılarak bent oluşturması ve mevsimsel taşkın alanının daimi sulak alan haline gelmesi, mendereslerin düz bir kanal haline getirilerek su akışının hızlandırılması, sediment birikiminin artması ve açılan su kanallarıyla su yönünün değişmesi gibi pek çok unsur alanın biyoçeşitliliğine ve su döngüsüne zarar vermiştir.

3.1.2 Sulak Alanın Güncel Durumu

Güncel durum analizi, onarım planlamasında alanın bugünkü durumunu sistemli biçimde ortaya koyan temel aşamalardan biridir. Bu aşamada amaç, yalnızca alanın güncel özelliklerini tanımlamak değil, bu özellikleri zarar görmeden önceki durumla karşılaştırmaktır. Ekolojik karakterin korunması için "büyüklük, biyoçeşitlilik, doğallık, nadirlik, kırılganlık, tipiklik ve onarım potansiyeli" gibi ölçütler göz önünde bulundurulmalıdır. Bir sulak alanın güncel durumunu tam anlamıyla anlayabilmek için jeolojik, hidrolojik ve jeomorfolojik süreçlerin ve toprak, flora ve fauna bileşenlerinin ayrı ayrı ve birbirleriyle ilişkili olarak değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu analiz, alanın bugünkü ekolojik işleyiş mekanizmalarını ortaya koyarken hangi işlevlerin zayıfladığını ya da bozulduğunu belirlemede yol gösterir. Bu nedenle güncel gözlemler, arazi verileri, haritalar, izleme kayıtları ve önceki çalışmalar birlikte ele alınarak onarım önceliklerinin belirlenmesine kullanılmalıdır.

Jeolojik süreçler, sulak alanın temelindeki jeolojik yapı, kayaç özellikleri ve bölgenin jeodinamik geçmişi ile ilgilidir. Jeolojik temel; suyun yeraltındaki hareketini, zeminin gözenekliliğini ve geçirgenliğini belirleyerek su depolama kapasitesi ve taşkın etkileri üzerinde önemli bir rol oynar. Mevcut durumda, yeraltı suyu rezervlerinin korunması ve suyun hareket yönleri doğrudan bu jeolojik özelliklerle ilişkilidir. Hidrolojik ve hidrojeolojik süreçler ise alanın güncel su rejimini tanımlar. Bu kapsamda mevsimsel taşkınlar, su bütçesi, kurak dönemler ve su tutma kapasitesi incelenir. Hidrojeolojik açıdan, yeraltı su seviyelerindeki zamansal değişimler ile kuyular ve drenaj kanalları gibi insan müdahalelerinin mevcut durum üzerindeki doğrudan baskısı değerlendirilir (Ramsar Convention Secretariat, 2010c ve 2010f).

Jeomorfolojik süreçler; alanın yüzey şekillerini, akarsu yataklarının dinamiklerini, erozyon ve tortullaşma hareketlerini kapsar. Günümüzde pek çok sulak alan; doğal akışın değiştirilmesi, setler ve kanallar gibi yapay müdahalelerle parçalanmış bir peyzaj yapısına dönüşmüştür. Bu durum, habitat sürekliliğini bozarak canlıların yaşam alanlarını daraltmaktadır. Toprak süreçleri; organik madde içeriği, tuzluluk, pestisitler, ağır metal kirliliği, erozyon ve toprak sıkışması gibi parametreler üzerinden değerlendirilir. Doğal koşullarda karbon depolayan ve besin döngüsünü düzenleyen sulak alan toprakları, günümüzde tarımsal faaliyetler, kimyasal girdiler ve su rejimindeki değişimler nedeniyle özelliklerini kaybetmekte bu da ekosistem verimliliğini ve biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkilemektedir.

Biyolojik bileşenlerden floraya ilişkin süreçler, alanın mevcut bitki örtüsü kompozisyonunu tanımlar. Doğal yapısında sazlıklar ve sucul bitkilerle zengin olan alanlar, günümüzde istilacı türlerin yayılımı, aşırı otlatma ve habitat parçalanması gibi tehditlerle karşı karşıyadır. Bu bozulmalar suyun filtrasyonu ve karbonun depolanması gibi hayati ekosistem hizmetlerini zayıflatır. Faunaya ilişkin süreçler ise mevcut hayvan topluluklarını, göçmen kuşların alanı kullanımını ve balıkların üreme döngülerini içerir. Habitat kaybı ve kirlilik gibi faktörler fauna çeşitliliğini azaltırken, istilacı türler yerli popülasyonlar üzerinde baskı oluşturur. Özellikle göç yolları üzerindeki alanlarda bütünlüğün bozulması, göçmen türlerin popülasyonlarını doğrudan etkilemektedir (Ramsar Convention Secretariat, 2010b ve 2010f). Sonuç olarak, doğal süreçlerin her biri detaylıca analiz edilerek ekosistem işlevlerindeki zayıflamalar tespit edilmeli ve onarım öncelikleri bu veriler ışığında belirlenmelidir.

Balıkdamı Sulak Alanı, sulak alanlarda saz yangınları pek çok canlının ölmesine neden olmakta, üreme ve beslenme alanlarını tahrip etmekte, depolanan karbonun salınımına neden olmaktadır. 2024, © Güler Bozok



3.2 Sulak Alanda Alan Kullanım Durumunun Belirlenmesi: Geçmiş ve Güncel Durum

Günce Demir

Bir sulak alanın zarar görmeden önceki durumunun anlaşılabilmesi için yalnızca fiziksel özellikleri değil, insan ile alan arasındaki tarihsel ilişkiyi ortaya koyan sosyal süreçler ve alan kullanım biçimleri de değerlendirilmelidir. Bu kapsamda yerel halkın geleneksel bilgi birikimi, alanla kurduğu kültürel ve sosyal bağlar, geçim faaliyetleri ve sulak alan çevresinde gelişen yapısal kullanımlar birlikte ele alınmalıdır.

Kültürel kullanım, toplumların tarih boyunca sulak alanlarla kurduğu manevi, sosyal ve geleneksel bağları ifade eder. Yerel halkın geleneksel bilgi birikimi; avcılık, balıkçılık, saz kesimi gibi kullanım biçimleri ile dinî ve geleneksel törenler sulak alanın yerel kimlik ve kültürle ne ölçüde bütünleştiğini gösterir. Ekonomik kullanım ise alanın doğrudan ya da dolaylı olarak geçim kaynağına yönelik faaliyetleri kapsar. Balıkçılık, otlatma, saz ve kamış biçme, tarımsal sulama, arıcılık ve kontrollü rekreasyonel faaliyetler, sulak alan ekosisteminden sağlanan faydaların somut örnekleri arasında yer alır (Ramsar Convention Secretariat, 2010d ve 2010e).

Yapısal kullanım, sulak alanın içinde veya çevresinde insan eliyle inşa edilen fiziksel unsurları içerir. Yerleşim alanları, sulama kanalları, tarla setleri, yollar ve köprüler bu kategoriye girer. Bu yapılar insan yaşamını kolaylaştırsa da ekosistem işleyişi üzerinde olumlu ya da olumsuz etkiler bırakabilir. Alan kullanımının kültürel, ekonomik ve yapısal olmak üzere üç boyutta değerlendirilmesi, geçmişteki insan-doğa ilişkisini anlamlandırmak için elzemdir. Bu bilgiler, onarım hedeflerinin belirlenmesinde, ekolojik işlevlerin geri kazanılmasında ve yerel halkın alanla sürdürülebilir bir ilişki kurmasında yol göstericidir (Ramsar Convention Secretariat, 2010d; Gann vd, 2019).

3.2.1 Alan Kullanımının Sosyal Etkileri: Onarım Öncesi Dönem

Biyoçeşitlilik açısından önemli ve korumada öncelikli sulak alanların çoğu aynı zamanda kültürel belleğin taşıyıcısı olarak öne çıkar. Ancak son otuz yılda iklim değişikliği, tarımsal su kullanımı, drenaj sistemleri ve yerel ekonomik dönüşümler nedeniyle pek çoğunun ekolojik dengesi bozulmuştur. Bu bozulma yalnızca doğal sistemlerde değil, aynı zamanda yerel toplulukların yaşam biçimlerinde, üretim pratiklerinde ve mekân algılarında da derin etkiler yaratmaktadır.

Bu nedenle, Sulak Alan Onarım Rehberi'nin temel hedeflerinden biri, yalnızca ekolojik yenilenmeyi değil, aynı zamanda sosyokültürel onarımı da içermektedir. "Sosyal Etki Analizi" bu hedef doğrultusunda, alanın onarım öncesi toplumsal yapısını, kültürel dinamiklerini ve mekânsal pratiklerini anlamayı amaçlar.

Sulak alanların onarım öncesi dönemindeki alan kullanım pratikleri ve bu pratiklerin yerel topluluk üzerindeki sosyal etkileri sosyolojik bir perspektifle değerlendirilmelidir. Sulak alanların yalnızca ekolojik sistemler değil, aynı zamanda toplumsal ilişkilerin, kültürel pratiklerin ve ekonomik faaliyetlerin iç içe geçtiği sosyoekolojik mekânlar olduğu varsayımından hareket edilmelidir. Pierre Bourdieu'nün "alan", "habitus" ve "sermaye" kavramları (Bourdieu, 1979/2021); Henri Lefebvre'in "mekânın toplumsal üretimi" yaklaşımı (Lefebvre, 1974/2014); Ulrich Beck'in "risk toplumu" tezi (Beck, 1986/2025); Bruno Latour'un "doğa-kültür ağları" kavramı Latour (2005/2021) ve Arturo Escobar'ın "yerel bilgi" ile "ontolojik dönüşüm" yaklaşımları (Escobar, 2018) çevresel bozulma süreçlerinin toplumsal etkilerini çok boyutlu biçimde çözümlemektedir. Bu bağlamda ekolojik onarım süreçlerinin, toplumsal onarımı da içeren bütüncül bir yaklaşımla ele alınması gerektiği vurgulanmaktadır.

Sulak alanlar, biyoçeşitliliğin korunmasının yanı sıra yerel geçim pratikleri açısından da tarihsel öneme sahiptir. Pek çoğu uzun yıllar boyunca balıkçılık, saz kesimi ve mera kullanımıyla geçinen köy topluluklarının yaşam alanı olmuştur. Sulak alanlarda meydana gelen bozulmalar ekonomik yapının kırılmasına, yerel dayanışma biçimlerinin zayıflamasına ve mekânsal aidiyetin çözülmesine neden olmaktadır. Sulak alanın kuruması, yalnızca ekosistemi değil, toplumsal ilişkiler ağını da dönüştürmektedir. Sulak alan çevresindeki köylerde yaşayanlar, artık suyun değil toprağın belirlediği bir yaşam biçimine yönelmiştir. Bu durum, Escobar'ın (2018) bahsettiği "ontolojik kırılma"yı somutlaştırmaktadır.

Geçim Biçimlerinin Dönüşümü: Sulak alanlarda suyun çekilmesiyle birlikte balıkçılık faaliyetleri büyük ölçüde sona ermekte, saz kesimi ekonomik anlamını yitirmektedir. Hayvancılık, otlak alanlarının daralmasıyla kısıtlanmakta, tarıma yönelimi arttırmaktadır. Bu değişim, *habitusun* dönüşümü anlamına gelir. Sulak alan halkının ekolojik deneyimi, artık doğrudan doğaya bağlı olmaktan çıkıp, piyasa koşullarıyla şekillenmeye başlamaktadır. Yöre halkı piyasanın ön gördüğü şekilde ürün seçmekte, çevre koşulları ve alan kullanımı göz önünde bulundurulmamaktadır. Daha çok gelir getireceği düşünülen ürünler ekilmekte ve pazara sunulmaktadır.

Toplumsal Dayanışma ve Bellek: Eskiden imece usulüyle yürütülen saz biçme, balık avlama ya da mera temizliği gibi ortak işler, topluluk kimliğini güçlendiren pratiklerdir. Onarım öncesi dönemde bu pratiklerin kaybolması, toplumsal bağların gevşemesine neden olmaktadır. "Kuruyan göl" yerel bellekte yalnızca ekolojik bir kaybı değil, aynı zamanda dayanışmanın çözülmesini simgelemektedir. Yöre halkının birlikte veya paylaşarak yaptığı işlerin azalması dayanışma bilincini de etkilemektedir. Yöre halkının birlikte yaptığı ve kendi içinde bir iş bölümü kurguladığı imece usulü işler dayanışmanın yanı sıra toplumsal belleği de güçlendirmektedir.

Mekânsal Aidiyetin Zayıflaması: Lefebvre'nin (1974/2014) belirttiği gibi mekân, toplumsal ilişkilerin somutlaştığı bir düzlemdir. Sulak alanların bozulması, mekânın anlamını da dönüştürmektedir. Artık çocuklar göl kıyısında oynayamamakta, kadınlar saz kesmeye gidememekte, erkekler dışarıda mevsimlik işçilik yapmaktadır. Bu dönüşüm, sosyo-mekânsal aidiyetin kaybı olarak okunmaktadır.

Sosyo-Ekolojik Onarımın Toplumsal Derinliği: Sulak alan onarımı yalnızca teknik bir mühendislik faaliyeti değil, toplumsal bir yeniden inşa sürecidir. Alanın bozulmasıyla birlikte biyoçeşitliliğin yanı sıra toplumsal aidiyet, kolektif bellek ve yerel bilgi sistemleri de zarar görmektedir. Bu nedenle ekolojik onarım; sosyal sermayenin, mekânsal kimliğin ve kültürel sürekliliğin yeniden kurulmasıyla birlikte düşünülmelidir.

Beş kuramsal yaklaşım, bu bütüncül anlayışın farklı boyutlarını aydınlatır:

- Bourdieu, toplumsal mücadeleleri ve sermaye biçimlerini (Bourdieu, 1979/2021),
- Lefebvre, mekânın toplumsal üretimini (Lefebvre, 1974/2014),
- Beck, modern risklerin toplumsal etkilerini (Beck, 1986/2025),
- Latour, insan-dışı aktörlerin politikleşmesini (Latour, 2005/2021) ve
- Escobar ise yerel bilgilerin ve ontolojilerin önemini (Escobar, 2018) vurgular.

Sulak alan onarım süreci, bu kuramsal yaklaşımların birlikte okunmasıyla, yalnızca doğayı değil, aynı zamanda toplumsal dokuyu da onaran bir sürece dönüşebilmelidir.

Sulak Alan Geçmiş Durum Analizine Dair Yönerge Şeması ve Kısa Analizi: Sulak alan onarımı kapsamında geçmiş durum analizi ekosistemin geçmişten bugüne nasıl değiştiğini, bu değişimin hangi toplumsal, ekolojik ve kurumsal dinamiklerle ilişkili olduğunu ve gelecekte nasıl yönlendirilebileceğini anlamak için önemli bir araçtır. Onarım sadece "eski hâle döndürme" değildir; bozulmanın hangi aşamalarda, hangi baskılar nedeniyle gerçekleştiğini anlamadan doğru müdahalelerin yapılması çok mümkün değildir. Geçmiş durum analiziyle, su rejimindeki değişim, habitat kaybı, drenaj, tarımsal genişleme veya kirlilik gibi süreçlerin zamansal evriminin görünür kılınması bu bağlamda elzemdir. Sulak alanlarda toplulukların geçim kaynakları, kullanım pratikleri ve kültürel ilişkileri değişim gösterebilir. Bu değişimlerin alan incelenerek ele alınması onarımın toplumsal kabul sürecini de kolaylaştırmaktadır. Bu sebeple belirtilen aşamalar doğrultusunda durum analizlerinin yapılması önemlidir:

- **Veri derleme aşaması:** Arşiv kayıtları, eski uydu görüntüleri, akademik çalışmalar, kurum raporları ve saha notları toplanır. Bu aşama, tüm geçmiş durum analizinin veri tabanını oluşturur.
- **Tarihsel çevresel kayıtların incelenmesi:** Su seviyesi değişimleri, kuruma dönemleri, habitat tipleri, biyoçeşitlilik kayıtları gibi çevresel geçmiş değerlendirilir. Zamansal eğilimler belirlenir.
- **Sosyokültürel ve ekonomik geçmişin analizi:** Topluluğun sulak alanla ilişkisi, geçim pratikleri, kültürel ritüeller, kullanım hakları ve ekonomik bağımlılık düzeyi tarihsel bağlamda incelenir.

- **Alan kullanım değişiminin (*Land Use and Land Cover, LULC*) haritalandırılması:** Tarım, hayvancılık, sanayi, yerleşim, turizm ve drenaj faaliyetlerinin zamansal değişimi haritalar üzerinden analiz edilir. Onarımın yönlendirilmesi için gerekli bir adımdır.
- **Ekolojik bozulma dinamiklerinin belirlenmesi:** Bozulmaya yol açan süreçler (aşırı su çekimi, kanal açma, kirlilik, tarımsal genişleme, iklim değişikliği vb.) tarihsel bir hat üzerinden modellenir.
- **Yerel bilgiyi ve belleği toplama:** Yaşlılarla görüşmeler, yerel uzmanlarla söyleşiler, geleneksel kullanım pratikleri ve geçmişteki ekosistem durumu hakkında dönüştürücü nitelikte bilgi sağlar.
- **Kurumsal ve politik geçmişin değerlendirilmesi:** Geçmiş yönetim hataları, sorumluluk çatışmaları, politika değişiklikleri ve alınan kararların etkileri analiz edilir. Onarım planındaki boşluklar burada görünür hâle gelir.
- **Geçmiş riskler ve müdahalelerin analizi:** Daha önce uygulanmış müdahalelerin (drenaj, baraj, kanal, ıslah projesi vb.) sonuçları, yan etkileri ve risk üretme biçimleri değerlendirilir.
- **Bütüncül geçmiş durum raporunun oluşturulması:** Ekolojik, kültürel, ekonomik ve politik geçmiş bir araya getirilerek onarım planının temeli olan bütüncül analiz hazırlanır. Bu rapor, sonraki adımlara yön veren referans dokümandır.



Şekil 3.1 Sulak alan onarımı geçmiş durum analizine dair yönerge şeması

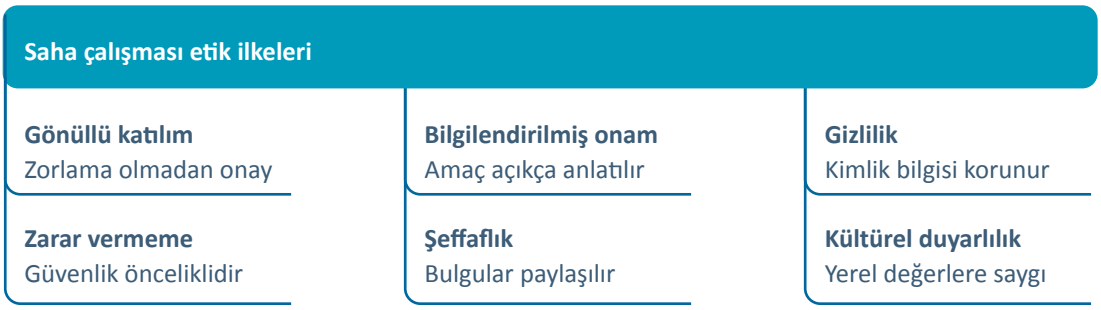
3.2.2 Alan Kullanımının Sosyal Etkileri: Mevcut Durum

Sulak alanlar yalnızca ekolojik bir habitat değil, aynı zamanda çevresindeki köylerin ekonomik yaşamı, toplumsal ilişkileri ve kültürel kimliğiyle sıkı biçimde iç içe geçmiş bir sosyoekolojik sistemdir. Bu nedenle onarım planının ilk aşaması, alanın kültürel ve sosyoekonomik açıdan mevcut durumunun kapsamlı biçimde değerlendirilmesidir. Bu değerlendirme, hem alanın geçmişten bugüne geçirdiği dönüşümü anlamak hem de gelecekte uygulanacak yönetim ve koruma stratejilerinin toplumsal temellerini sağlamlaştırmak açısından önem taşır. Amaç, yerel halkın yaşam biçimlerini, geçim kaynaklarını, geleneksel bilgi birikimini, su ve toprakla ilişkisini ve bu ilişkilerin değişim dinamiklerini bütüncül bir bakışla ortaya koymaktır. Hazırlık ve paydaşların belirlenmesi alanın nasıl ve kimler tarafından kullanıldığının anlaşılması açısından önemlidir. Bu kapsamda öncelikle çalışma alanının sosyal coğrafyası net biçimde tanımlanmalıdır. Çevredeki köyler, mahalleler ve ekonomik olarak alana bağlı nüfus grupları (çiftçiler, balıkçılar, saz toplayıcılar, çobanlar, mevsimlik işçiler vb.) belirlenerek bir *paydaş haritası* çıkarılmalıdır. Bu harita,

yerel yönetimler, kamu kurumları, sivil toplum kuruluşları (STK'lar) ve üniversitelerle birlikte hazırlanarak her paydaşın alandaki rolü, karar alma gücü ve çıkarları değerlendirilmelidir. Böylelikle kültürel ve sosyoekonomik analiz, yalnızca bireylerin deneyimlerine değil, aynı zamanda kurumsal yapılara ve yönetişim ağlarına dayanır şekilde oluşturulacaktır.

Değerlendirme, nitel ve nicel yöntemlerin birlikte kullanıldığı katılımcı bir araştırma tasarımı ile yürütülmelidir. Nitel boyutta; yerel halkla yapılacak odak grup görüşmeleri, derinlemesine mülakatlar ve yaşam öyküsü anlatımları aracılığıyla alanın toplumsal bellekteki yeri, geleneksel ekolojik bilgi biçimleri, suyla ve doğayla kurulan anlam ilişkileri ortaya konur. Katılımcı haritalama ve zaman çizelgesi çalışmaları alanın mevsimsel kullanımlarını, ritüellerini ve geçim döngülerini görselleştirmeye olanak sağlar.

Nicel boyutta ise hane halkı anketleriyle gelir dağılımı, geçim kaynakları, eğitim düzeyi, istihdam ve suya erişim gibi sayısal göstergeler ölçülür. Bu veriler, bölgedeki ekonomik bağımlılık düzeyini ve kırılgan grupları tespit etmek açısından önemlidir. Ayrıca pazarlama zincirleri, ürün satış kanalları ve turizm gelirleri gibi ekonomik göstergelerin de analiz edilmesi gerekir. Bu sayede alanın gelişimi hakkında daha geçerli ve uygulanabilir öneriler oluşturulması sağlanacaktır. Veri toplama süreci boyunca etik ilkelerin gözetilmesi, katılımcıların araştırma hakkında bilgilendirilmiş onamlarının alınması ve yerel halkın katkısına dayalı şeffaf bir iletişim sürdürülmesi elzemdir.



Şekil 3.2 Bir saha çalışmasında izlenmesi gereken etik ilkeleri

Şekil 3.2'de belirtilen bu altı ilke, sulak alan gibi hassas alanlarda paydaşlarla (balıkçılar, çiftçiler, yerel halk vb.) yapılan görüşme ve gözlemlerde temel çerçeveyi oluşturmaktadır:

- **Gönüllü katılım** ve **bilgilendirilmiş onam**, görüşmeye başlamadan önce sağlanmalıdır. Katılımcılar çalışma başlamadan önce çalışma hakkında bilgilendirilerek izinleri alınmalıdır. Ayrıca çalışmaya katılımın tamamen rıza esaslı olduğu belirtilmelidir.
- **Gizlilik** ve **zarar vermeme**, veri toplama sürecinin tamamında gözetilir. Hem doğal ortamın hem de bireylerin bu çalışmadan zarar görmeyeceği koşullar sağlanmalıdır.
- **Şeffaflık**, bulguların sonradan paylaşılmasını kapsar. Bulguların paylaşılması aşamasında tüm veriler şeffaf şekilde sunulmalıdır. Herhangi bir tarafa hizmet etme amacı güdülmemelidir.
- **Kültürel duyarlılık**, özellikle yerel bilgi ve pratiklerin (saz kesimi, balıkçılık gibi) kayıt altına alınmasında önem taşır. Bu sayede kuşaklar arası aktarımın sağlanması için zemin hazırlanır.

Kültürel değerlendirme açısından bakıldığında, sulak alanın topluluk kimliğindeki yerini anlamak önemlidir. Sulak alanlar çevresinde kuş gözlemi, balıkçılık ve saz kesme dönemleri, dini törenler ya da geleneksel bayram etkinlikleri gibi pratikler yalnızca ekonomik değil, aynı zamanda *kültürel ritüeller* olarak ele alınmalıdır. Bu ritüeller, bölge halkının doğayla kurduğu tarihsel ilişkinin bir yansımasıdır. Ayrıca, kuş göçleri, suyun rengi veya sazların uzunluğu gibi doğa işaretlerine dayalı *geleneksel ekolojik bilgi* biçimleri kayıt altına alınmalı; bu bilgilerin yeni

kuşaklara aktarım düzeyi değerlendirilmelidir. Böylelikle kültürel boyut, yönetim planına yalnızca geçmişin bir kalıntısı olarak değil, geleceğe yön verebilecek bir bilgi ve değer kaynağı olarak dâhil edilmelidir.

Sosyoekonomik değerlendirme ise hane gelir yapılarının, geçim stratejilerinin ve sulak alana olan ekonomik bağımlılığın ölçülmesini içermektedir. Tarım, hayvancılık, saz ve balık ürünlerinin ticareti ile gelişmekte olan ekoturizm faaliyetleri temel geçim alanlarını oluşturur. Bu ekonomik ilişkiler mevsimsellik, kuraklık, piyasa dalgalanmaları ve yönetim kısıtlamaları gibi faktörlerle kırılgan hâle gelebilir. Ayrıca mülkiyet ve kullanım haklarının biçimi, yani kimin hangi alanı hangi kurallara göre kullanabildiği, sosyoekonomik ilişkilerin yönünü belirler. Sulak alanın resmi koruma statüsü ile yerel halkın geleneksel kullanım hakları arasındaki dengenin sağlanması, yönetim planı açısından gereklidir. Bu nedenle hem hukuki belgeler hem de yerel pratikler üzerinden erişim ve mülkiyet analizi yapılması elzemdir.

Bu bulgular, ekonomik göstergelere (gelir düzeyi, üretim miktarları, işsizlik oranları, turizm gelirleri vb.) dönüştürülmeli ve zaman içinde izlenebilir hâle getirilmelidir. Bu göstergeler, planın uygulama sürecindeki başarı ve riskleri izlemede kullanılabilir olmalıdır.

Sulak alan onarımı, ekolojik bozulmanın geri döndürülmesini amaçlayan teknik süreçlerin ötesinde, çok paydaşlı ve çok katmanlı bir toplumsal çerçevede şekillenmektedir. Onarım çalışmaları; belediyeler, Devlet Su İşleri (DSİ), il tarım ve orman müdürlükleri ve Doğa Koruma ve Milli Parklar İl Müdürlükleri arasında kesişen yetki alanlarında yürütülmektedir. Uygulama sürecinde kurumlar arası koordinasyonun sağlanmasında bazen çeşitli aksaklıklar yaşanabilmektedir. Bu nedenle onarım planı hazırlanırken öncelikle kapsamlı bir kurumsal kapasite ve yönetişim analizi yapılması oldukça önemlidir. Kurumlar arası iletişim hatları, karar alma süreçleri, finansman kaynakları ve yerel paydaşların müdahale kapasitesi değerlendirilerek hem potansiyel işbirliği kanalları hem de olası çatışma alanları belirlenmelidir. Bu analiz, onarım sürecinin saha gerçekliğiyle uyumlu ve uygulanabilir olmasının temel koşuludur.

Sulak alan onarım sürecinde elde edilen kültürel ve sosyoekonomik veriler, planlamaya yalnızca arka plan bilgisi olarak değil, süreci yönlendiren ve izlenebilirliği sağlayan göstergeler olarak entegre edilmelidir. Örneğin, onarım öncesinde ve sonrasında hane geçim kaynaklarının çeşitlenmesi, suya erişim pratiklerindeki değişim, kadınların çevresel karar alma süreçlerine katılım oranı, geleneksel sulak alan kullanım bilgisine sahip hane sayısı ya da alanın ekoturizm potansiyeline bağlı gelir hareketleri gibi göstergeler hem toplumsal dönüşümü hem de onarımın sosyal kabulünü izlemek açısından önemlidir. Bu göstergelerin periyodik olarak ölçülmesi, onarımın toplumsal etkilerini değerlendirmeyi mümkün kılar ve gerektiğinde planın uyarlanmasına olanak sağlar.

Sulak alan onarımının başarısı, yalnızca ekosistemin yeniden işlev kazanmasına değil, bu ekosistemin etrafında yaşayan toplulukların sosyal sürekliliğine de bağlıdır. Bu nedenle onarım planı, teknik iyileştirme adımlarının yanında yerel halkın bilgisini, kullanım pratiklerini ve beklentilerini dikkate alan kapsamlı bir sosyal değerlendirmeye dayanmalıdır. Onarımın arazi kullanımı, geçim stratejileri, yerel ekonomi ve kültürel bellek üzerinde yaratacağı etkiler öngörülmeli; bu etkiler hem olumlu hem de risk taşıyan yönleriyle analiz edilmelidir. Yerel bilgiye saygı duyan, katılımı teşvik eden ve farklı uzmanlık alanlarını bir araya getiren bir yaklaşım, onarımın hem ekolojik hem de toplumsal açıdan sürdürülebilir olmasını sağlamaktadır.

Sulak alan onarımı su rejimini iyileştiren bir ekolojik müdahale olmasının yanı sıra, aynı zamanda toplumsal ilişkileri, kültürel pratikleri ve yerel yaşam biçimlerini dönüştüren bir süreçtir. Bu nedenle onarımın geleceği, suyun ve habitatın iyileştirilmesi kadar, o suyla yaşamı kuran toplulukların bilgi birikiminin, deneyimlerinin ve sosyal dokusunun korunmasına bağlıdır. Onarım ancak bu bütüncül çerçevede ele alındığında hem doğayı hem de toplumu güçlendiren bir iyileşme sürecine dönüşebilmektedir.

Üçüncü Bölüm Kaynakçası

Beck, U. (2025). *Risk toplumu: Başka bir modernliğe doğru* (K. Özdoğan ve B. O. Doğan, Çev.). Minotor Kitap. (Orijinal eser 1986'da yayımlanmıştır).

Bourdieu, P. (2021). *Ayrım: Beğeni yargısının toplumsal eleştirisi* (D. Fırat ve G. Berkkurt, Çev.). Nika Yayınevi. (Orijinal eser 1979'da yayımlanmıştır).

Escobar, A. (2018). *Designs for the pluriverse: Radical interdependence, autonomy, and the making of worlds*. Duke University Press. https://doi.org/10.1215/9780822371816

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K. , & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration: Second edition. *Restoration Ecology, 27*(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Latour, B. (2021). *Toplumsalı yeniden toplama: Aktör-ağ teorisine bir giriş* (N. Bingöl, Çev.). Tellekt. (Orijinal eser 2005'te yayımlanmıştır).

Lefebvre, H. (2014). *Mekânın üretimi* (I. Ergüden, Çev.). Sel Yayıncılık. (Orijinal eser 1974'te yayımlanmıştır).

Ramsar Convention Secretariat. (2010a). *Addressing change in wetland ecological character: Addressing change in the ecological character of Ramsar Sites and other wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 19). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-19.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010b). *Designating Ramsar Sites: Strategic framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 17). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-17.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010c). *Managing groundwater: Guidelines for the management of groundwater to maintain wetland ecological character* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 11). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-11.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010d). *Managing wetlands: Frameworks for managing Wetlands of International Importance and other wetland sites* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 18). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-18.pdf

Ramsar Convention Secretariat.(2010e). *Participatory skills: Establishing and strengthening local communities' and indigenous people's participation in the management of wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 7). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-07.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010f). *Water allocation and management: Guidelines for the allocation and management of water for maintaining the ecological functions of wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 10). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-10.pdf

Reddy, K. R., DeLaune, R. D., & Inglett, P. W. (2023). *Biogeochemistry of wetlands: Science and applications* (2nd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780429155833

Schuster, L., Taillardat, P., Macreadie, P. I., & Malerba, M. E. (2024). Freshwater wetland restoration and conservation are long-term natural climate solutions. *Science of the Total Environment, 922*, 171218. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171218

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

EKOLOJİK, SOSYOKÜLTÜREL VE MEKÂNSAL ANALİZLER

Bölüm Yazarları

Burcu Kahraman, Ülkü Nihan Yazgan Tavşanoğlu, Esra Çetin, Başak Avcıoğlu Çokçalışkan, Tuğrul Körüklü, Ömral Ünsal Özkoç, Güler Bozok, Günce Demir[1]

4.1 Hidrolojik ve Hidrojeolojik Analizler

Burcu Kahraman

Sulak alan onarımının planlaması, bütünleşik şekilde ele alınacak çok disiplinli bir çalışma gerektirir. Sulak alan onarımında havza ölçeğinde çalışmak, bozulmanın nedenlerini gidermek ve izlemeyle devam eden bir yöntem uygulamak gerekmektedir (USEPA, 2000). Bu süreçlerin merkezinde hidrolojik ve hidrojeolojik analizler bulunmakta olup sulak alanı tanımlayan su, ekosistemde yaşanan değişimlerin hem nedeni hem de göstergesidir (Mitsch ve Gosselink, 2015; Schuster vd., 2024).

Birçok sulak alan için suyun kayaçlar, topraklar ve organizmalarla nasıl etkileşim kurduğuna dair bir anlayış eksikliği vardır. Bu gibi durumlarda, herhangi bir etkinin sulak alanın hidrolojisini ve ekolojisini nasıl değiştireceğini değerlendirmek zordur. Ayrıca, bu değerlendirmeleri yapmak için yaygın olarak kabul görmüş bir yöntem de yoktur. Bu nedenle, bu alanlara ilişkin kavramsal anlayış geliştirmek için neyin gerekli olduğunu belirlemenin yanı sıra değerlendirmelerin yapılması için kılavuzlara ihtiyaç vardır (Acreman ve Millller, 2004).

Çoğu sulak alanın ekolojik karakterini belirleyen şey, hidrolojik rejim ve su kalitesinin birleşimidir. Pek çok sulak alanda hidroloji, hidrojeoloji, drenaj ve su kalitesinin yeterince anlaşılamaması onarım çözümlerinin geliştirilmesini ciddi biçimde güçleştirmiştir. Bu süreçlerin bütüncül kavranması sulak alan etki değerlendirmesinin vazgeçilmez ön koşulu hâline gelmiştir (Acreman ve Miller, 2004).

Bir sulak alan ekosisteminin hidrolojik yapısı; sazlık, bataklık, sığ göl, taşkın ovası ve lagün gibi sulak alan tipine göre belirgin farklılıklar göstermektedir ve bu nedenle her sulak alanın hidrolojik yapısı o sulak alan özelinde ortaya konulmalıdır (Aydın vd., 2013).

[1] Yazar sıralaması, sorumlu oldukları alt bölümlerin bölüm içindeki sırasına göre belirlenmiştir.

4.1.1 Havza Ölçeğinde Hidrolojik Değerlendirme

Herhangi bir sulak alanın onarımına, sulak alanın suyunu aldığı havza ya da drenaj alanının kapsamlı biçimde anlaşılmasıyla başlanmalıdır. Havza ölçeğinde çalışmak temel onarım ilkelerinden biridir ve havza genelindeki faaliyetler onarılan sulak alan üzerinde olumsuz etkiler yaratabilmektedir. Bu nedenle onarım tasarımının yalnızca en bozulmuş saha parçasını değil, havzanın tamamını kapsaması gerekmektedir (USEPA, 2000).

Onarım süreçlerindeki yetersizlik, büyük ölçüde bozulmanın devam eden nedenlerinin giderilememesinden ve sulak alanın suyunu aldığı havzadaki tehditlerin zamanında ve sistematik biçimde tespit edilememesinden kaynaklanmaktadır (Zedler, 2000).

Havza ölçeğinde şu konular ele alınmalıdır:

- **Havza sınırlarının belirlenmesi ve arazi kullanımının haritalanması:** Sayısal yükseklik modelleri ve uzaktan algılama verileri kullanılarak drenaj havzasının sınırları belirlenmeli; tarımsal, kentsel, ormanlık ve bozulmuş alanlar dâhil olmak üzere havzadaki arazi kullanımı envanteri çıkarılmalıdır. Bu çalışma coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımlarıyla yapılabilir. DEM (*Digital Elevation Model, Sayısal Yükseklik Modeli)* verileri için açık veri kaynaklarından yararlanılabilir. Arazi kullanımının güncel durumunun doğrulanması için uydu görüntüleri arazi çalışmasıyla kontrol edilmelidir.

- **Yağış analizi:** Uzun dönemli yağış kayıtları; yıllık ortalama yağış, mevsimsel dağılım ve yıllar arası değişkenlik açısından incelenmelidir. Su bütçesi bileşenlerinin sağlıklı biçimde hesaplanabilmesi için gözlenmiş veri serisi geriye doğru en az 30 yılı kapsamalıdır. Veriler arasındaki hata payının kabul edilebilir sınırı en fazla ±%10'dur (Aydın vd., 2013). Türkiye'de meteorolojik gözlem ve iklim verilerinin temel kaynağı Meteoroloji Genel Müdürlüğüdür (MGM). MGM'nin resmi iklim istatistikleri ve meteorolojik gözlem sistemleri üzerinden istasyonların konumu, gözlem dönemi ve ölçülen parametreler incelenebilir; ihtiyaç duyulan tarihsel veriler MGM'nin meteorolojik veri hizmetlerinden temin edilebilir. Sulak alana en yakın istasyonun temsil gücü düşükse birden fazla istasyonun verisi birlikte değerlendirilmelidir. Yağışın havza içerisinde mekânsal dağılımının belirlenmesi gerektiğinde istasyon verileri kullanılarak CBS ortamında mekânsal içkestirim (*enterpolasyon*) yapılabilir. Çok küçük veya topografyası karmaşık havzalarda mevcut istasyonların yetersiz kalması durumunda otomatik yağışölçer kurulması düşünülebilir.

- **Yüzey akışı ve akım rejimleri:** Havzadaki yağış-yüzey akışı ilişkisi; sızma oranları, geçirimsiz yüzeyler ve bitki örtüsü dikkate alınarak modellenmelidir. Varsa akım gözlem istasyonu verileri kullanılarak mevsimsel ve yıllar arası akım örüntüleri belirlenmelidir (Carter, 1996). DSİ uzun dönemli akım gözlem yıllıklarını yayımlamakta ve Türkiye hidrometrik gözlem ağını işletmektedir. Sulak alana doğrudan giren veya çıkan akımı ölçmek için uygun kesitlerde debi ölçümü ve seviye-akım ilişkisi (*rating curve*) oluşturulmalıdır. Bu çalışma hidrometri konusunda uzman bir ekip veya DSİ'nin ilgili bölge teşkilatıyla koordinasyon içinde yürütülebilir. Ölçüm bulunmayan küçük havzalarda yağış-akış modeli (ör. HEC-HMS veya SWAT) kullanılabilir.

- **Yukarı havzadaki su kullanımları ve yapısal müdahaleler:** Suyu sulak alana ulaşmadan önce kesen barajlar, derivasyonlar (su yönlendirme yapıları), sulama kanalları ve diğer altyapı unsurlarının envanteri çıkarılmalıdır. Ülkemizdeki pek çok sulak alanın hidrolojik yapısına 1950'lerden itibaren yapılan yapay müdahaleler (drenaj kanalları, barajlar, taşkın koruma yapıları) su seviyelerini olumsuz etkilemiş ve çeşitli sulak alanların kurumasına ya da kuruma noktasına gelmesine neden olmuştur (Aydın vd., 2013). Her yapı için konumu, yapım amacı, işletme durumu, kapasitesi, suyun hangi yöne aktarıldığı ve sulak alanın su bütçesine olası etkisi kaydedilmelidir. Bu bilgiler için öncelikle DSİ, ilgili belediyeler, sulama birlikleri/kooperatifleri ve diğer yerel su yönetimi birimlerinin kayıtları incelenmeli; mevcut bilgiler arazi çalışmasıyla doğrulanmalıdır. Su tahsisleri ve havza ölçeğindeki su verileri için Ulusal Su Bilgi Sistemi (USBS) de kullanılabilir. USBS, suya ilişkin verilerin CBS altyapısı üzerinden yönetilmesini amaçlayan ulusal sistemdir.

4.1.2 Sulak Alan Ölçeğinde Yüzey Suyu Hidrolojisi

Sulak alan ölçeğinde, mevcut durumu anlamak ve onarım hedeflerini belirlemek amacıyla yüzey suyu dinamiklerinin ayrıntılı biçimde karakterize edilmesi gerekmektedir.

- **Su düzeyinin izlenmesi ve hidroperiyot analizi:** Su düzeyi verisi, otomatik seviye kayıt cihazları ve manuel gözlemlerle sürekli olarak toplanmalıdır. Ölçüm noktalarının koordinatları ve kotları hassas GPS (*Global Positioning System,* küresel konumlama sistemi) veya GNSS *(Global Navigation Satellite System,* küresel seyrüsefer uydu sistemi) ile belirlenmeli; böylece farklı noktalardaki su seviyeleri aynı düşey referans sistemine göre karşılaştırılabilmelidir. Bu verilerden sulak alanın hidroperiyodu (taşkın derinliği, süresi, sıklığı ve mevsimsel örüntüsü) belirlenebilir. Hidroperiyot, sulak alan bitki topluluklarının yapısını ve habitat uygunluğunu belirleyen en önemli hidrolojik değişkenlerden biridir (Mitsch ve Gosselink, 2015).

- **Taşkın alanlarının haritalanması:** Çok bantlı uydu görüntüleri, LiDAR (*Light Detection and Ranging)* tabanlı sayısal yükseklik modelleri, İHA (insansız hava aracı) ölçümleri, tarihsel uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları karşılaştırılarak farklı koşullar altındaki taşkın alanı sınırları haritalanmalıdır.

- **Yüzey suyu bağlantısallığı:** Sulak alanın komşu akarsu, göl veya diğer su kütleleriyle hidrolojik bağlantı derecesi değerlendirilmelidir. Kesintiye uğratılan bağlantısallık sediment (tortul, çökel) taşınımını, besin döngüsünü ve canlı türlerinin hareketini kökten etkilemektedir. USEPA (2000), doğal yapının yeniden oluşturulmasının işlevsel onarım için önem taşıdığını belirtmektedir. Hidrolojik bağlantının nicel olarak belirlenmesi için giriş ve çıkış noktalarında debi ölçümleri, su seviyesi kayıtları ve gerektiğinde akım-hız ölçümleri yapılabilir. Mevcut akım verileri için DSİ Akım Gözlem İstasyonları ve ilgili hidrolojik kayıtlar incelenmelidir. DSİ uzun dönemli akım gözlem yıllıklarını yayımlamaktadır. Bağlantının geçmişte nasıl değiştiğinin belirlenmesi için tarihsel hava fotoğrafları, topografik haritalar ve uydu görüntüleri karşılaştırılabilir. Bağlantısallığa örnek olarak Akyatan Lagünü ve Işıklı Göl-Gökgöl sistemi verilebilir: Aydın vd. (2013), Akyatan Lagünü'nün Ceyhan Nehri ile bağlantısını kesen taşkın koruma setlerinin lagündeki tuz dengesini ve balık üretimini olumsuz etkilediğini; Işıklı Göl-Gökgöl sisteminde ise uygun yüzeysel akış bağlantısallığının korunmasının lagündeki su yenilenmesini ve taze besin girdisini güvence altına aldığını ortaya koymuştur. (Bağlantısallıkla ilgili ayrıca Bölüm 6.2'ye bakınız.)

- **Evapotranspirasyon (ET):** ET, özellikle kurak ve yarı kurak iklimlerde su kaybını belirleyen bir bileşendir. Sistem serbest su yüzeyinden oluştuğunda sadece buharlaşma, sazlık-bataklık alan varlığında ise hem buharlaşma hem terleme dikkate alınmalıdır (Aydın vd., 2013). Açık su yüzeyi buharlaşması için en yakın ve temsil gücü yüksek meteoroloji istasyonlarının verileri kullanılabilir. ET hesabı için gerekli meteorolojik veriler MGM'den temin edilebilir.

4.1.3 Yeraltı Suyu ve Hidrojeolojik Analiz

Yeraltı suyu etkileşimleri, sulak alan onarım planlamasında sıklıkla göz ardı edilmekle birlikte, onarılan sulak alanın yeterli su düzeyini sürdürüp sürdüremeyeceğini belirlemede önemli bir rol üstlenebilmektedir. Carter (1996), birçok sulak alanın yalnızca yerinde kötü drenaj koşulları nedeniyle değil, aynı zamanda yeraltı suyunun yüzeye boşaldığı alanlar olmaları nedeniyle varlığını sürdürdüğünü vurgulamaktadır. Kapsamlı bir hidrojeolojik değerlendirme şu unsurları içermelidir:

- **Jeolojik ve stratigrafik haritalama:** Acreman ve Miller (2004), sulak alan hidrolojisinin sistemin nasıl işlediğine dair kavramsal anlayışın geliştirilmesiyle birlikte daha iyi anlaşılacağını ve jeolojik bilginin bu kavramsal çerçevenin temel bileşenlerinden birini oluşturduğunu belirtmektedir.

- **Yeraltı su düzeyi izleme:** Sulak alanın içinde ve çevresinde kurulan piyezometre[2] ağlarıyla mümkünse sürekli veri kaydedecek biçimde yeraltı suyu düzeyi izlenmelidir. Bu ölçümler sulak alanın kazanan mı (yeraltı suyu beslemeli), kaybeden mi yoksa dinamik denge hâlinde mi olduğunu ortaya koymaktadır (Winter vd., 1998).

[2] Piyezometre: Zemin ve kaya kütleleri içerisindeki yeraltı su seviyesini ve boşluk suyu basıncını ölçmeye yarayan cihaz.

- **Yeraltı suyu–yüzey suyu alışverişi:** Sızma ölçüm cihazları, sıcaklık profili ve izleyici deneyleri kullanılarak yeraltı suyunun sulak alana boşaltım ya da sulak alandan beslenme büyüklüğü sayısal olarak belirlenebilir. Ludwig ve Hession (2015), Virginia'da oluşturulmuş küçük bir taşkın ovası sulak alanında yüzey suyu depolanmasındaki dalgalanmalarının yalnızca yağış ve ET ile açıklanamadığını; depolamanın büyük ölçüde yeraltı suyu girdileriyle koşullandığını göstermiştir.
- **Bölgesel yeraltı suyu çekimlerinin etkileri:** Sulak alanın çevresinde tarımsal veya kentsel amaçlarla yürütülen yoğun yeraltı suyu pompalama, bölgesel su tablasını düşürerek sulak alana gelen yeraltı suyu katkısını azaltabilir (Aydın vd., 2013). Ülkemizde Orta Anadolu'daki sulak alanlarda aşırı yeraltı suyu çekimi yeraltı su seviyesinde 20 metreyi aşan düşüşlere yol açmıştır (Erdem, 2013).

4.1.4 Su Bütçesi Analizi

Su bütçesi, genellikle aylık veya mevsimsel olmak üzere belirlenen bir zaman diliminde sulak alan sistemindeki tüm su giriş ve çıkışlarını sayısal olarak ortaya koyar. Bir sulak alana ait genelleştirilmiş su bütçesi denklemi; sistem üzerinde meydana gelen alansal toplam yağış (P), sisteme yüzeysel akımla giren toplam su (RI), serbest su yüzeyinden buharlaşma (E), sazlık-bataklık alanlardan buharlaşma-terleme (ET), yüzeysel akımla sistemden çıkan toplam su (RO) ve yeraltı suyu girdisi veya çıktısı (±QG) bileşenlerini kapsamaktadır (Aydın vd., 2013). Ayrıca ülkemizde sıkça karşılaşılan sulak alanlara yapay su verme veya alma faaliyetlerinin de (QI) bütçe denklemine dâhil edilmesi gerekmektedir. Sulak alanın genelleştirilmiş su bütçesi aşağıdaki eşitlikle ifade edilebilir:

$$\pm\Delta S = (P + RI) - (E + ET + RO) \pm QG \pm QI$$

Burada;

ΔS : su depolama değişimi (sulak alandaki toplam su miktarındaki artış veya azalış),
P : yağış,
RI : yüzeysel akımla su girişi,
E : açık su yüzeyinden buharlaşma,
ET: evapotranspirasyon (bitkilerde terleme ve buharlaşma)
RO: yüzeysel akımla su çıkışı,
QG: net yeraltı suyu girişi veya çıkışı,
QI : net yapay su giriş veya çıkışıdır.

Bütçe dengesi sıfır ise toplam girdi ile toplam çıktı birbirine eşittir. Pozitif ise sistemin denklemde dikkate alınmayan ek beslenim kaynaklarından beslendiği, negatif ise dikkate alınmayan boşalım noktaları ya da havza dışına katkı olduğu anlamına gelmektedir (Aydın vd., 2013).

Sisteme giren ve çıkan su hacimlerinin net olarak ortaya konamadığı senaryolarda, yapılacak fiziksel müdahaleler alanı tamamen kurutabilir ya da aşırı su altında bırakarak ekolojik çöküşe neden olabilir (Zedler, 2000). Bu nedenle su bütçesi oluşturulurken şu hususlara özellikle dikkat edilmelidir:

- Her giriş ve çıkış bileşeninin gerçekçi belirsizlik aralıklarıyla sayısal olarak belirlenmesi.
- Mevcut koşullar ve onarım senaryoları altında bütçeyi hangi bileşenlerin baskıladığının tespit edilmesi.
- Yeniden sulama, set kaldırma veya su giriş noktası onarımı gibi müdahalelerin su bütçesini nasıl değiştireceğinin modellenmesi.
- Yağışın mevsimsel dağılımındaki değişiklikler ve artan ET talebi gibi iklim değişikliği projeksiyonlarına karşı onarılan sulak alanın duyarlılığının değerlendirilmesi (Twomey vd., 2024).

Cherry (2011), sulak alanın tüm giriş-çıkış bileşenleri arasındaki dengenin ve jeomorfolojinin, sulak alandaki taşkın zamanlamasını, süresini ve örüntüsünü belirlediğini vurgulamaktadır. Carter (1996), iklimin yıldan yıla değişmesiyle birlikte su dengesinin de dalgalandığını ve her bileşenin doğruluğunun, o bileşenin ölçülebilirliğine ve ölçüme ilişkin hata payına bağlı olduğunu belirtmektedir. Bununla birlikte su bütçesi, yerel jeoloji bilgisiyle

birleştirildiğinde; sulak alanın hidrolojik süreçlerini ve su kimyasını anlamak, ekosistem işlevlerini kavramak ve doğal ya da insan kaynaklı hidrolojik değişimlerin etkilerini öngörmek için sağlam bir temel sunmaktadır.

4.1.5 Su Kalitesinin Hidrolojik Analizle İlişkisi

Hidrolojik analiz, sulak alan ekosisteminin işleyişi ve onarım çıktıları üzerinde belirleyici etkiye sahip su kalitesinin değerlendirilmesiyle tamamlanmalıdır. Carter (1996), sulak alan su kimyasının büyük ölçüde jeolojik yapı, su dengesi, gelen suyun kalitesi, toprak ve bitki örtüsü ile sulak alan içinde ya da yakınında gerçekleştirilen insan faaliyetleri tarafından belirlendiğini ortaya koymaktadır. Öncelikli izleme parametreleri şunlardır:

- **Besin yükleri (azot ve fosfor):** Tarımsal yüzey akışı veya atıksulardan kaynaklanan aşırı besin maddesi girdileri ötrofikasyonu tetikleyerek bitki ve omurgasız topluluklarını köklü biçimde değiştirebilmektedir.
- **Sediment (tortul, çökel) yükü ve bulanıklık:** Yüksek askıda sediment girdileri bentik habitatları örtebilir ve sucul bitki örtüsünü baskı altına alabilir. Carter (1996), taşkın sularının sulak alan üzerinde yavaşlamasıyla sedimentin çökeldiğini; bu tutucunun gelecekteki taşkın olaylarında kısmen yeniden harekete geçebileceğini belirtmektedir.
- **Tuzluluk ve elektriksel iletkenlik (EC):** Kıyı ve kurak bölge sulak alanlarında tuzluluk dinamikleri ekolojik bölgelerin sınırlarını belirler.
- **Kirleticiler ve ağır metaller:** Havzadaki endüstriyel ve tarımsal faaliyetler sulak alana kalıcı kirleticiler taşıyabilir. Carter (1996), sulak alanların bu tür malzemeler için bir tutulma ve dönüşüm mekânı işlevi gördüğünü; ancak su kimyası veya hidrolojideki herhangi bir bozulmanın birikimli materyallerin yeniden ortama salınabileceğini vurgulamaktadır.

4.1.6 Hidrolojik Modelleme ve Onarım Senaryo Analizi

Temel hidrolojik ve hidrojeolojik koşullar karakterize edildikten sonra, onarım seçeneklerini değerlendirmek amacıyla sayısal modelleme yöntemlerine başvurulmalıdır. Twomey vd. (2024), kıyı sulak alanlarının hidrolojik onarımı için kapsamlı bir modelleme çerçevesi sunmakta; modelleme yaklaşımının seçiminin proje maliyetleri, riskler ve belirsizlikler ile genel proje hedefleri doğrultusunda belirlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Yazarlar ayrıca karar ağacı gibi yapılandırılmış çerçeveler aracılığıyla proje yöneticilerinin modelleme yöntemlerini proje çıktıları ile en uygun biçimde eşleştirebileceğini göstermiştir.

Uygun modelleme araçları şunları içerebilir:

- **Havza hidrolojisi ve su kaynakları yönetimi modelleri:** Yukarı havzadaki arazi kullanımı değişiklikleri, yağış-akış ilişkileri, su tahsisi, su çekimleri ve farklı akım koşullarının sulak alana su girişi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılabilir. SWAT[3] ve HEC-HMS[4] daha çok havza hidrolojisi ve akım üretiminin modellenmesinde kullanılırken, WEAP[5] farklı su kullanım talepleri, su tahsisleri, çevresel akımlar ve iklim değişikliği koşulları altında alternatif su yönetimi senaryolarının karşılaştırılmasına olanak sağlar.
- **Hidrodinamik modeller:** Onarılan koşullar altında taşkın alanı uzamsal kapsamını ve su derinliğini simüle etmek için kullanılır. Bu modellere örnek olarak MIKE FLOOD ve HEC-RAS 2D[6] verilebilir.
- **Yeraltı suyu modelleri:** Değiştirilen drenaj veya yeraltı suyu yönetiminin sulak alan su tablosu üzerindeki etkilerini değerlendirmek için kullanılır. MODFLOW[7] ve FEFLOW[8] bu modellere örnek gösterilebilir.

[3] SWAT: *Soil and Water Assessment Tool* / Toprak ve Su Değerlendirme Aracı

[4] HEC-HMS: *Hydrologic Engineering Center - Hydrologic Modeling System* / Hidrolojik Mühendislik Merkezi -Hidrolojik Modelleme Sistemi

[5] WEAP: *Water Evaluation and Planning System* / Su Değerlendirme ve Planlama Sistemi

[6] HEC-RAS 2D: *Hydrologic Engineering Center – River Analysis System, 2-Dimensional* / Hidrolojik Mühendislik Merkezi – Nehir Analiz Sistemi, İki Boyutlu

[7] MODFLOW: Modular *Finite-Difference Ground-Water Flow Model* / Modüler Sonlu Farklar Yeraltı Suyu Akım Modeli

[8] FEFLOW: *Finite Element Subsurface FLOW System* / Sonlu Elemanlar Yeraltı Akış Sistemi

Modelleme çalışması mevcut durumun simülasyonuyla sınırlı tutulmamalı; farklı onarım ve su yönetimi seçeneklerinin sulak alanın hidrolojik rejimi üzerindeki etkileri senaryo analiziyle karşılaştırılmalıdır. Öncelikle mevcut durum (referans) senaryosu oluşturularak mevcut su girdileri, su kayıpları, su çekimleri, drenaj sistemleri ve hidrolojik bağlantılar modellenmelidir. Ardından onarım hedeflerine yönelik alternatif senaryolar geliştirilmelidir.

Senaryo analizinde; sulak alana su girişinin artırılması, çevresel akım sağlanması, yüzey ve yeraltı suyu çekimlerinin veya su tahsislerinin değiştirilmesi, drenaj ve hidrolojik bağlantıların yeniden düzenlenmesi ve yeraltı suyu rejiminin iyileştirilmesi gibi müdahaleler değerlendirilebilir. Martinez-Martinez vd. (2014), farklı sulak alan yüzey alanı ve su derinliği koşullarını içeren 16 onarım senaryosunu SWAT kullanarak karşılaştırmış ve onarım seçeneklerinin havza hidrolojisi üzerindeki etkilerinin senaryoya bağlı olarak değiştiğini göstermiştir. Marmara Gölü için yapılan yakın tarihli bir çalışmada ise farklı su tahsisi ve onarım senaryoları, iklim değişikliği koşulları da dikkate alınarak WEAP modeliyle değerlendirilmiştir (Günaçtı ve Çetinkaya, 2025).

Senaryoların ıslak, normal ve kurak hidrolojik koşullar altında değerlendirilmesi önerilir. Mümkün olduğunda gelecekteki iklim koşulları da modele dâhil edilerek onarım seçeneklerinin hidroklimatik değişkenlik karşısındaki dayanıklılığı test edilmelidir. Sulak alanların hidrolojik rejiminin iklim değişikliğine duyarlı olması nedeniyle, özellikle yağış ve buharlaşmadaki değişimlerin su seviyesi ve hidroperiyot üzerindeki etkileri dikkate alınmalıdır (Acreman vd., 2009; Twomey vd., 2024).

Senaryo sonuçları; sulak alana ulaşan su miktarı, yüzey ve yeraltı suyu katkıları, su seviyesi, inundasyon (su baskını) alanı, hidroperiyot, kuruma süresi ve suyun sulak alanda kalış süresi gibi göstergeler üzerinden karşılaştırılmalıdır. Böylece yalnızca sulak alana en fazla suyu sağlayan seçenek değil, ekolojik gereksinimleri karşılayan, su kaynakları açısından uygulanabilir ve farklı hidrolojik koşullarda dayanıklı onarım seçeneği belirlenebilir.

Onarım başarısının değerlendirilebilmesi için modelleme sonuçlarından hareketle ölçülebilir ve izlenebilir hedefler tanımlanmalıdır. Gann vd. (2019) ve McDonald vd. (2016), ekolojik onarım projelerinde açık ve ölçülebilir hedeflerin belirlenmesini ve onarım sürecinin izleme yoluyla değerlendirilmesini önermektedir. Bu nedenle hidrolojik model çıktıları, yalnızca onarım seçeneklerinin belirlenmesinde değil, onarım sonrasında izlenecek hidrolojik göstergelerin ve başarı ölçütlerinin belirlenmesinde de kullanılmalıdır.

Schuster vd. (2024), tatlı su sulak alanlarının bozulmuş hâlden karbon yutağına dönüşebilmesi için onarım öncesi yeterli hidrolojik bilgi birikimine sahip olunmasının ve uzun vadeli izlemenin zorunlu olduğuna dikkat çekmektedir. Özetle, sulak alan onarım planlamasındaki hidrolojik ve hidrojeolojik analizler; yağışı, yüzey akışını, yukarı havza müdahalelerini ve bölgesel yeraltı suyu dinamiklerini kapsayan havza ölçeğinden, su giriş, depolama ve çıkışlarının bütünleşik bir su bütçesiyle sayısal olarak ortaya konduğu sulak alan ölçeğine uzanan geniş bir alanı kapsayan çok boyutlu bir süreçtir. Schuster vd. (2024), onarılan sulak alanların uzun vadede işlev görmesinin ancak bu bütüncül hidrolojik temel üzerine inşa edilen tasarım ve izleme çerçeveleriyle mümkün olabileceğini vurgulamaktadır. Bu bütüncül yaklaşım, onarım stratejilerinin, ekosistemin ihtiyaç duyduğu ve aldığı su rejimine ilişkin gerçekçi bir anlayışa dayandırılmasını sağlayarak hem hidrolojik hem de ekolojik başarıyı güvence altına almaktadır.

4.2 Su Kalitesi ve Kirliliği Analizleri

Nihan Yazgan Tavşanoğlu

Sulak alanların su rejimini düzenlediği ve ekosistem içerisindeki biyotik etmenler için habitat oluşturduğu dikkate alınacak olursa bu önemli ekosistemlerin kaybedilmesi çok ciddi bir risktir. Sulak alanların su temini, endüstriyel süreçler ve tarımsal faaliyetler açısından da belirleyici bir işlev üstlendiğinden; sürekli izleme, su kalitesinin değerlendirilmesi ve sürdürülebilir yönetim kaçınılmaz bir zorunluluk hâline gelmektedir (Li ve Wu, 2024; Wu vd., 2021). Etkili kaynak yönetimi açısından yüzey suyu kalitesinin izlenmesi, suyun farklı kullanım amaçlarına uygunluğunun belirlenmesi ve ekosistemlerin korunması açısından hayati öneme sahiptir (Chapman ve Sullivan, 2022). Bu kapsamda ülkemizde sulak alanların ekolojik karakterlerini ve işlevlerini olumsuz yönde etkileyecek doldurma, kurutma, su alımı, turba çıkartılması, yabancı türlerin bırakılması ve atık su deşarjı gibi her türlü faaliyet farklı kurumlar tarafından takip edilmektedir.

İzlenecek su kalitesi parametreleri Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği (30 Kasım 2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmî Gazete) çerçevesinde değerlendirilmektedir. Yönetmeliğe göre genel fiziksel ve kimyasal parametreler için belirlenen kalite sınıfları Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Onarım sürecinde su kalitesi ve kirlilik analizleri, yetkili akredite çevre laboratuvarlarında veya benzer protokolleri uygulayan üniversite araştırma laboratuvarlarında gerçekleştirilmelidir. Ekosistem dinamiklerinin doğru anlaşılabilmesi açısından, onarımın ilk yıllarında düzenli aylık izlemelerin yapılması özellikle önem taşımaktadır. Daha sonraki süreçte ise mevsimsellik göz önünde bulundurularak bütçe ve personel ihtiyaçları birlikte değerlendirilmeli; Su Çerçeve Direktifi[9] ile ilgili ulusal su kalitesi ve izleme mevzuatına[10] uyumlu olacak şekilde, uzun dönemli izleme programı kapsamında analizler düzenli aralıklarla tekrarlanmalıdır.

Balıkdamı Sulak Alanı, multiparametre cihazıyla su değerlerinin ölçülmesi, 2026, © Güler Bozok



[9] Su Politikası Alanında Topluluk Faaliyeti İçin Çerçeve Oluşturan 23 Ekim 2000 tarihli ve 2000/60/AT sayılı Avrupa Parlamentosu ve Konsey Direktifi (Su Çerçeve Direktifi)

[10] 30 Kasım 2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği; 11 Şubat 2014 tarihli ve 28910 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Yüzeysel Sular ve Yeraltı Sularının İzlenmesine Dair Yönetmelik; 7 Nisan 2012 tarihli ve 28257 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan Yeraltı Sularının Kirlenmeye ve Bozulmaya Karşı Korunması Hakkında Yönetmelik.

Tablo 4.1 Genel kimyasal ve fizikokimyasal parametreler açısından *"Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri"*

[30 Kasım 2012 tarihli ve 28483 sayılı Resmî Gazete yayımlanan Yerüstü Su Kalitesi Yönetmeliği'nin EK-5 (Değişik: RG-10/8/2016-29797) Tablo 2 (Kıtaiçi Yerüstü Su Kaynaklarının Genel Kimyasal ve Fizikokimyasal Parametreler Açısından Sınıflarına Göre Kalite Kriterleri, Değişik: RG-16/6/2021-31513) buraya aktarılmıştır.]

Su Kalite Parametreleri	Su Kalite Sınıfları [a]		
	I (çok iyi)	II (iyi)	III (orta)
Renk (m^{-1})	RES 436 nm: ≤ 1,5 RES 525 nm: ≤ 1,2 RES 620 nm: ≤ 0,8	RES 436 nm: 3 RES 525 nm: 2,4 RES 620 nm: 1,7	RES 436 nm: > 4,3 RES 525 nm: > 3,7 RES 620 nm: 2,5
pH	6-9	6-9	6-9
İletkenlik (µS/cm)	< 400	1000	> 1000
Yağ ve Gres (mg/L)	< 0,2	0,3	> 0,3
Çözünmüş oksijen (mg/L)	> 8	6	< 6
Kimyasal oksijen ihtiyacı (KOİ) (mg/L)	< 25	50	> 50
Biyokimyasal oksijen ihtiyacı ($BOİ_5$) (mg/L)	< 4	8	>8
Amonyum azotu (mg NH_4^+-N/L)	< 0,2	1	>1
Nitrat azotu (mg NO_3^--N/L)	< 3	10	> 10
Toplam Kjeldahl-azotu (mg N/L) [b]	< 0,5	1,5	> 1,5
Toplam azot (mg N/L) [c]	< 3,5	11,5	> 11,5
Orto fosfat fosforu (mg o-PO_4-P/L)	< 0,05	0,16	> 0,16
Toplam fosfor (mg P/L)	< 0,08	0,2	> 0,2
Florür (µg/L)	≤ 1000	1500	> 1500
Mangan (µg/L)	≤ 100	500	> 500
Selenyum (µg/L)	≤ 10	15	> 15
Sülfür (µg/L)	≤ 2	5	> 5

(a) Kalite sınıflarına göre suların kullanım maksatları:

I. Sınıf - Yüksek kaliteli su (I. sınıf su kalitesinde olması "Çok İyi" su durumunu ifade etmektedir.);

1) İçme suyu olma potansiyeli yüksek olan yerüstü suları,
2) Yüzme gibi vücut teması gerektirenler dâhil rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir su,
3) Alabalık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
4) Hayvan üretimi ve çiftlik ihtiyacı için kullanılabilir nitelikte su,

II. Sınıf - Az kirlenmiş su (II. sınıf su kalitesinde olması "İyi" su durumunu ifade etmektedir.);

1) İçme suyu olma potansiyeli olan yerüstü suları,
2) Rekreasyonel maksatlar için kullanılabilir nitelikte su,
3) Alabalık dışında balık üretimi için kullanılabilir nitelikte su,
4) Mer'i mevzuat ile tespit edilmiş olan sulama suyu kalite kriterlerini sağlamak şartıyla sulama suyu,

III. Sınıf - Kirlenmiş su (III. sınıf su kalitesinde olması "Orta" su durumunu ifade etmektedir.);

Gıda, tekstil gibi nitelikli su gerektiren tesisler hariç olmak üzere, uygun bir arıtmadan sonra su ürünleri yetiştiriciliği için kullanılabilir nitelikte su ve sanayi suyu,

ifade etmektedir.

(b) TKN: NH_3-N + Organik Azot

(c) TN: TKN + NO_3-N + NO_2-N

RES: Renk sayısı

4.3 Toprak Kalitesi ve Kirliliği Analizleri

Esra Çetin

Sulak alan onarımında dikkat edilmesi gereken bazı temel ilkeler vardır. Alanın doğal işleyişi içinde ekolojik işlevlerini yeniden güçlendirmek, bozulan su-habitat ilişkisini onarmak ve canlı türleri açısından taşıdığı barınma ve üreme değerini sürdürülebilir kılmak bunlar arasındadır. Bunun için toprak kalitesi ve toprak kirliliğinin doğru yöntemlerle değerlendirilmesi gerekmektedir. Toprak, sulak alan ekosistemlerinin su tutma, besin döngüsü ve karbon depolama gibi temel süreçlerini destekler (Mitsch ve Gosselink, 2015) ve habitat çeşitliliğine katkıda bulunur. Bu sebeple toprak kalitesi ve kirliliği hakkında bilgi sahibi olmak çok önemlidir.

Sulak alanlardaki toprak kalitesi ve kirliliği analizleri, ekolojik onarım ilkelerine (Gann vd., 2019) dayanarak üç temel amaç için yapılır. Bunlar:

- *Mevcut durumu anlamak:* Toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin güncel durumunu belirlemek ve bozulma düzeyini anlamak.
- *Onarım kararlarını belirlemek:* Toprağın mevcut özelliklerine göre hangi müdahalenin uygun olacağını belirlemek. Örneğin, tuzluluk varsa drenaj düzenlemesi, organik madde düşükse iyileştirici uygulamalar veya ağır metal yüksekse kullanım kısıtlamaları getirilebilir.
- *Uygulama sonrası değişimi izlemek:* Onarımın etkilerini değerlendirmek için başlangıç verisi oluşturmak.

Bu uygulamalar planlanırken mevcut sulak alanın toprak kalitesi ve kirlilik özellikleri değerlendirilmelidir. Sediment taşınması planlanıyorsa alıcı ortamın da toprak kalitesi ve kirliliği özelliklerine ayrıca bakılmalıdır.

Yapılması planlanan analizler ve çıkan sonuçlar, uzman kişilerce değerlendirilmelidir. Sulak alanlarda toprak ve kirliliği analizleri için ziraat mühendisleri (toprak ve bitki besleme uzmanları), kimya mühendisleri ve çevre mühendisleri sorumludur. Sulak alanlarda toprak kalitesi analizleri toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini içermektedir. Kirlilik açısından da bakılması gereken parametreler ağır metal özellikleri ve pestisit içeriğidir.

4.3.1 Toprak Örnekleme

Örnekleme Zamanı: Toprak kalitesi ve kirliliği analizleri planlanırken ilk etapta örneklemenin nasıl yapılacağı, örnek noktaları ve örnekleme zamanı çok etkilidir. Sulak alanlarda su rejiminin mevsimselliği, sediment akışı, toprağın suyla doygunluk durumu, bitki örtüsü ve arazinin topografyası örnekleme zamanını doğrudan etkiler.

Örnekleme Nasıl Olmalı? Normal şartlarda toprak örneklemesi, 0-30 cm derinlikte yüzey toprağı (işlenen toprak derinliği) ve 30-60 cm derinlikte taban toprağı (bitki kök gelişimi derinliği) alınacak şekilde planlanır. Ancak sulak alanlarda organik horizon, doygun zon ve redoks geçiş katmanlarının ayrıca değerlendirilmesi gerekir (Şekil 4.1). Turbalık alanlarda ise örnekleme derinliği turba profilinin kalınlığına ve çalışma amacına göre artırılabilir.

TOPRAK PROFİLİ

Ana horizonlar (özgün şematik gösterim)



Not: *Her toprak profilinde tüm horizonlar belirgin olmayabilir.*

Şekil 4.1 Toprak profilinde ana horizonların şematik gösterimi

(Açıklama: Görsel, yazarın yönlendirmesiyle OpenAI ChatGPT/DALL·E kullanılarak yapay zekâ destekli ve özgün olarak oluşturulmuştur; herhangi bir kaynaktan aynen alınmamış veya uyarlanmamıştır. Bilimsel içerik, toprak horizonlarının O, A, E, B, C ve R katmanları biçimindeki genel toprak bilimi terminolojisine dayandırılmıştır.)

Örnek Yeri Seçimi: Sulak alanlarda örnek yeri seçilirken iki temel amaç vardır: Mevcut bozulma düzeyinin belirlenmesi ve onarım sonucunda beklenen değişimin izlenebilmesi için başlangıç veri setinin oluşturulması. Örnekleme planı hazırlanırken; sulak alandaki habitat tipleri, tortullaşma, arazi kullanımı ve onarım ihtiyacı duyulan bölgeler dikkate alınmalıdır (Gann vd., 2019). Sulak alan; açık su, sazlık, geçiş zonu ve tarım sınırı gibi farklı birimlere ayrılmalıdır. Örnekleme noktaları ızgara sistemi ile belirlenmeli ve GPS koordinatları da mutlaka kaydedilmelidir.

Yukarıda bahsedilen açıklamalara göre alınan toprak örnekleri hava almayan kaplarda, mümkünse biyolojik aktivite kaybı olmadan soğuk zincirle toprak analiz laboratuvarına (Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı araştırma enstitülerinin bünyesinde bulunan toprak analiz laboratuvarları, üniversitelere bağlı toprak analiz laboratuvarları, il tarım ve orman müdürlüklerine bağlı toprak analiz laboratuvarları, il özel idareleri bünyesindeki toprak analiz laboratuvarları veya özel toprak analiz laboratuvarlarına) ulaştırılmalıdır. Laboratuvara gelen örnekler koordinat, derinlik, arazi bilgileri, bitki durumu, su derinliği, tarih bilgilerini içerecek şekilde kayıtları oluşturulur ve analizleri yapılarak uzman kişilerce değerlendirilir.

4.3.2 Toprak Kalitesinin Değerlendirilmesi

Toprak kalitesinin değerlendirilmesi üç temel özellik grubuna bakılarak yapılmaktadır: fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikler.

Toprağın Fiziksel Özellikleri: Sulak alan topraklarında fiziksel özellikler, su hareketi ve bitki gelişimi üzerinde doğrudan belirleyicidir. Sulak alanlarda yüksek taban suyu ve uzun süreli suya doygunluk hidromorfik koşulların gelişmesine neden olabilir. Birçok iç kesim sulak alanında ince tekstürlü (siltli–killi) materyaller yaygın olmakla birlikte tekstür sulak alan tipine göre değişkenlik gösterebilir. (Atalay, 2016). En önemli fiziksel özellikler şunlardır (Tablo 4.2):

- **Tekstür (bünye):** Birim toprak kütlesi içinde kil, silt ve kumun oransal miktarıdır.
- **Porozite (gözeneklilik, boşluklar hacmi):** Toplam toprak kitlesinin katı taneler tarafından işgal edilmemiş olan hacminin yüzde ifadesidir.
- **Strüktür (yapı):** Toprak parçacıklarının bir araya gelerek oluşturduğu yapıya denir.
- **Agregat stabilitesi:** Toprak taneciklerinin oluşturduğu "agregat" adı verilen yapısal kümelerin, su, rüzgar ve mekanik etkilere karşı gösterdiği dayanımı açıklar.
- **Hacim ağırlığı:** Toprak kütlesinin ağırlığının kapladığı hacme oranıdır.
- **Hidrolik iletkenlik (su geçirgenliği):** Toprağın suyun iletme becerisidir.
- **Toprak sıkışması:** toprak taneciklerinin dış kuvvetlerle sıkışarak aralarındaki su ve hava tutan boşluk hacminin azalmasıdır.

Fiziksel özellikler, tarla kapasitesi[11] ile solma noktası[12] arasında kalan toprağın su tutma kapasitesini ve bitki kök gelişiminin sınırlarını belirler. Bu özellikler sediment hareketini ve erozyon duyarlılığını etkiler. Bu nedenle, toprağın fiziksel analizleri onarım planlamasında özellikle "yeniden ıslatma", "bitkilendirme", "sediment taşıma" ve "makine kullanımı" gibi uygulama kararlarının alınmasında etkilidir.

[11] **Tarla kapasitesi:** "Serbest drenaj şartlarında bir toprağın yerçekimi kuvvetine karşı tutabildiği su miktarı" (MEB, 2015a).

[12] **Solma noktası:** "Bitkilerin kökleri aracılığıyla topraktan su alamayarak solmaya başladıkları ve toprağa su verildiğinde bitkilerin tekrar kendilerine gelemeyecek şekilde solduğu andaki toprakta bulunan nem miktarı" (MEB, 2015a).



Kocaçay Deltası Karacabey Longoz Ormanı, 2026,
© Başak Avcıoğlu Çokçalışkan

Tablo 4.2 Toprakta yapılan bazı fiziksel analizler. Öztürk (2021)'den aynen alınmıştır.

Analiz Adı	Yöntem Adı	Kullanılan Cihazlar	Kaynak*	Ölçü Birimi
Tarla kapasitesi	Basınçlı seramik levha	1 bar basınçta çalışan gözenekli seramik levhaya yerleştirilmiş basınçlı tencere	Tüzüner 1990	%
Solma noktası	Basınçlı seramik levha	15 bar basınçta çalışan gözenekli seramik levhaya yerleştirilmiş basınçlı tencere	Tüzüner 1990	%
Hacim ağırlığı	Parafin (bozulmamış örnekte), silindirik (bozulmuş ve bozulmamış örnekte)*	Sıkıştırma (tık tık alet), 100 cm^3 silindir	Richards 1954	g/cm^3
Özgül ağırlık	Piknometre	Piknometre şişeleri	Richards 1954	-
Porozite (gözeneklilik)	Hacim ağırlık ve özgül ağırlık ile hesaplama	-	Richards 1954	%
Agregasyon indeksi	Islak eleme	Islak eleme cihazı	Kemper 1965	%
Strüktür (yapı) stabilite indeksi	Hidrometre	Standart toprak hidrometresi, Elektrikli karıştırıcı	Yeşilsoy 1969, Tüzüner 1990	-
Kil tipi tayini	X-ışını kırınımı (XRD) yöntemi ile kalitatif detay kil analizi	XRD (X-Ray Diffraction)	-	-
Bozulmuş örneklerde hidrolik iletkenlik	Hidrolik iletkenlik	Hidrolik iletkenlik süzme seti	Richards 1954, Klute ve Dirksen, 1986	mm/gün veya (mm/h)

*** Bu tabloda gösterilen kaynaklar:**

Tüzüner, A. (1990). *Toprak ve su analiz laboratuvarları el kitabı*. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü.

Richards, L. A. (Ed.). (1954). *Diagnosis and improvement of saline and alkali soils* (Agriculture Handbook No. 60). U.S. Department of Agriculture.

Kemper, W. D. (1965). Aggregate stability. In C. A. Black (Ed.), *Methods of soil analysis: Part 1. Physical and mineralogical properties, including statistics of measurement and sampling* (pp. 511–519). American Society of Agronomy.

Yeşilsoy, M. Ş. (1969). *Toprak strüktür stabilitesi tayini* (Teknik Yayınlar No. 17). Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü.

Klute, A., & Dirksen, C. (1986). Hydraulic conductivity and diffusivity: Laboratory methods. In A. Klute (Ed.), *Methods of soil analysis: Part 1. Physical and mineralogical methods* (2nd ed., pp. 687–734). Soil Science Society of America.

Toprağın Kimyasal Özellikleri: Toprak kimyası, sulak alanların işlevini ve verimliliğini belirleyen temel bileşendir. pH, EC (elektriksel iletkenlik), organik madde ve besin elementleri hem ekosistem sağlığı hem de tarımsal sürdürülebilirlik açısından ayrı ayrı ele alınmalıdır. Toprak kimyası, ekosistemdeki element döngülerinin, besin varlığının ve kirleticilerin anlaşılması açısından önemlidir. En önemli kimyasal özellikler şunlardır:

- **pH (asitlik/alkalilik düzeyi):** Bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından topraktan alınabilirliğini (yarayışlılığı) doğrudan toprak pH'sı belirler. Bitkiler, topraktaki besin elementlerinin büyük bölümünü en etkin şekilde pH 6.5–7.5 aralığında alır. Çok asidik ortamlarda bazı metallerin çözünürlüğü artabilir. Yüksek pH'lı kireçli topraklarda ise fosfor bağlanarak bitkiler için yarayışlılığı azalabilir (Erdal, 2021). Topraktaki pH kısaca insandaki tansiyon gibidir; yüksekliği de düşüklüğü de besin elementlerinin dengesini etkiler.
- **Elektriksel iletkenlik (EC):** Tuzluluğun göstergesidir. 2–4 dS/m arası hafif tuzlu, 4–8 dS/m arası orta tuzlu, 8 dS/m üzeri kuvvetli ve 16 dS/m üzeri çok kuvvetli tuzlu kabul edilir. Tuzluluğun fazlası bitki büyümesini baskılar (Abrol vd., 1988).

- **Organik madde (%OM):** Organik madde; karbon depolama, mikrobiyal aktivite ve toprak yapısı açısından önemli bir bileşendir (Mitsch ve Gosselink, 2015). Türkiye'de tarım topraklarında organik madde genellikle %2'nin altındadır (Eyüpoğlu'dan (1999) aktaran Mücevher vd., 2018). Organik madde bazı sulak alanlarda yüksek olma eğilimindedir.
- **Kireç ($CaCO_3$) içeriği:** Kireç içeriği, fosfor ve mikro elementlerin bitkiler tarafından alımını etkileyen önemli bir kimyasal özelliktir. Yüksek kireç; fosfor, demir ve çinko elementlerinin alımını kısıtlayabilir. Kireç içeriği genellikle %15–50 "çok kireçli", %50+ "çok fazla kireçli" sınıfına girer (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2015b)
- **Makro ve mikro besin elementleri:** Makro elementler (N, P, K, Ca, Mg, S) ve mikro elementler (Mn, Zn, Cu, Fe) sulak alan topraklarında doğal süreçler ve sediment birikimi nedeniyle farklılaşabilir.
- **Redoks potansiyeli (Eh):** Sulak alan topraklarında suya doygunluk nedeniyle oksijen difüzyonu sınırlanır ve bu durum indirgen (anaerobik) koşulların gelişmesine yol açar. Bu nedenle redoks potansiyeli (Eh) ölçümü, toprağın oksitleyici veya indirgen karakterini belirleyen önemli bir kimyasal göstergedir ve redoks koşulları biyokimyasal süreçleri tetikleyerek besin elementlerinin yarayışlılığını ve bazı metallerin hareketliliğini etkileyebilir (Mitsch ve Gosselink, 2015).

Toprağın Biyolojik Özellikleri: Toprakta yaşayan canlıları ekolojik gruplara ayırırsak üreticiler, tüketiciler ve ayrıştırıcılar olarak sıralandığını görürüz. Ayrıştırıcılar, mikroorganizmalar ve küçük hayvanlar olup topraktaki organik kalıntıları parçalayıp, dönüştürürler. Sulak alan topraklarında bu canlıların işlevini su rejimi ve suyun içermiş olduğu çözünmüş tuzlar, partiküller, organik maddeler ve dip çökelleri (sediment) etkiler. Biyolojik özellikler toprağın fiziksel, kimyasal özellikleriyle bir bütün içindedir. Toprağın biyolojik özelliklerinde organik maddenin yönetimi ve azotun bağlanması başta gelen konularıdır. En önemli biyolojik özellikler şunlardır:

- **Organik madde:** Toprakta organik madde miktarı, organik madde girdisi ile ayrışma hızına bağlıdır. Organik maddenin ayrışmasında ve dönüşümünde başlıca iki mikroorganizma grubu etkilidir: mantarlar ve bakteriler. Sulak alanlarda bu mikroorganizmaların etkinliği, su rejimi ve oksijen koşulları gibi çevresel etmenlere bağlı olarak değişir.
- **Mikrobiyal aktivite:** Sulak alanlarda mikrobiyal aktivite son derece dinamiktir ve yüksek mikrobiyal aktiviteye sahip topraklar aynı zamanda yüksek verimliliğe sahip topraklardır. Bunun sebebi, artan aktivitenin toprak içerisindeki organik maddenin ayrışmasının arttırması ve böylelikle toprağın daha verimli hâle gelmesidir.
- **Kök biyokütlesi:** Kök biyokütlesi, bitkilerin toprak altında kalan kök sistemlerinin (kökler, yumrular, rizomlar) belirli bir alanda veya zamanda sahip oldukları toplam organik madde miktarını ifade eder. Yine kök biyokütlesi topraktaki biyolojik aktiviteye, organik madde ayrışmasına ve verimliliğin artmasına katkıda bulunur.
- **Redoks potansiyeli (Eh):** Sulak alanlarda redoks potansiyeli toprağın oksijen durumunu ve kimyasal indirgenme derecesini gösteren, suya doygunlukla birlikte düşme eğilimi gösteren önemli bir biyojeokimyasal göstergedir. Oksijenin bulunabilirliği organik maddenin ayrışma yollarını ve hızını etkiler.

4.3.3 Toprak Kirliliği

Sulak alanlar, toprak kirliliği açısından ağır metal, pestisit ve organik kirleticiler tarafından risk altında olabilir. Bu tür kirleticilerin düzenli izlenmesi hem insan sağlığı hem de ekosistem işlevleri açısından zorunludur.

Ağır Metaller ve Jeokimyasal Değerlendirme: Sulak alanlar ağır metal birikimine açık sistemlerdir. Doğal jeokimyasal süreçlerin yanı sıra tarım, sanayi ve maden faaliyetleri metal yoğunluğunu artırabilir. Ağır metaller, sulak alanlarda redoks değişimleriyle de mobil hâle gelebilmektedir (Reddy, vd., 2023). Bu maddeler bitkilere, sucul canlılara ve insan sağlığına zarar verebilir. En önemli ağır metal analizleri; kurşun (Pb), kadmiyum (Cd), nikel (Ni), krom (Cr), çinko (Zn), civa (Hg), kobalt (Co) ve arsenik (As) tespitini içerir.

Pestisit Kalıntıları: Tarımsal faaliyetlerin yoğun olduğu havzalarda pestisit kalıntıları sedimentte birikebilir. Türkiye'de güncel pestisitlerin toprakta izin verilen maksimum kalıntı düzeylerini belirleyen bağımsız bir mevzuat yoktur. Bazı eski ve yasaklı pestisitler Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği (2010) kapsamına alınmış ve Ek-1 listesinde belirtilmiştir. Pestisit kalıntılarına ilişkin yasal sınırlar Türk

Gıda Kodeksi Pestisitlerin Maksimum Kalıntı Limitleri Yönetmeliği kapsamında yalnızca gıda ve yem ürünleri için tanımlanmaktadır. Pestisit analizleri, pestisitlerin kimyasal özelliklerine bağlı olarak gaz ve sıvı kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS/MS ve LC-MS/MS) sistemleri kullanılarak, çoklu pestisit kalıntı analiz metotları çerçevesinde gerçekleştirilmektedir.

Tablo 4.3 Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmeliği Ek-1: Jenerik Kirletici Sınır Değerler Listesi'ndeki tarımsal açıdan yasaklı bazı pestisitlerin (organikler) ve ağır metallerin (inorganikler) değerleri (8 Haziran 2010 tarih ve 27605 sayılı Resmî Gazete)

Kirletici	Toprağın yutulması ve deri teması yoluyla emilim	Uçucu maddelerin dış ortamda solunması	Kaçak tozların dış ortamda solunması	Kirleticilerin yeraltı suyuna taşınması ve yeraltı suyunun içilmesi [1] (mg/kg fırın kuru toprak)	
	(mg/kg fırın kuru toprak)	(mg/kg fırın kuru toprak)	(mg/kg fırın kuru toprak)	SF = 10	SF = 1
ORGANİKLER					
Aldrin	0,03 [e]	- [i]	-	0,008 [e,g]	0,0008 [e,g]
DDT	2 [e]	- [i]	-	0,9 [e,g]	0,09 [e,g]
Endrin	18 [b]	- [f]	-	0,1 [h]	0,01 [h]
Hekzaklorobenzen	0,3 [e]	- [i]	-	0,003 [e,g]	0,0003 [e,g]
Klordan	2 [e]	- [i]	-	0,3 [e,g]	0,03 [e,g]
Metoksiklor	306 [b]	- [f]	-	156 [b,g]	16 [b,g]
Toksafen	0,4 [e]	- [i]	-	0,1 [e,g]	0,01 [e,g]
İNORGANİKLER					
Arsenik	0,4 [e]	-	471 [e]	3 [l]	0,3 [l]
Bakır	3129 [b,c]	-	- [f]	514 [b,g]	51 [b,g]
Civa	23 [b,c]	3 [d]	-	3 [d]	0,6 [b,g]
Çinko	23464 [b,c]	-	- [f]	6811 [b,g]	681 [b,g]
Kadmiyum	70 [b,m]	-	1124 [e]	27 [b,g]	3 [b,g]
Krom (toplam) [5]	235 [b,c]	-	24 [e]	900000 [l]	1 [l]
Kobalt	23 [b,c]	-	225 [e]	5 [b,g]	0,5 [b,g]
Kurşun	400 [n]	-	- [f]	135 [b,g]	14 [b,g]
Nikel	1564 [b,c]	-	- [f]	13 [l]	1 [l]

Açıklamalar:

1 Akifere olan mesafenin 3m'den az olması, akiferin çatlaklı veya karstik olması ya da kirlilik kaynağı alanının 10 hektar veya daha büyük olması koşullarından herhangi birinin geçerli olması halinde seyrelme faktörü SF "1" ; diğer durumlarda SF "10" olarak kabul edilmelidir.

b Bu değerin hesaplanmasında tehlike endeksi "1" olarak kabul edilmiştir.

c Bu kirletici için deri emilim faktörü bulunmadığından sadece toprağın yutulması maruziyet yolu dikkate alınmıştır.

d Toprak doygunluk konsantrasyonu (C_{sat}).

e Bu değerin hesaplanmasında kanser riski "10-6" olarak kabul edilmiştir.

f Bu maruziyet yolu için toksikolojik değer bulunmamaktadır.

g Bu değerin hesaplanmasında HBL değeri kullanılmıştır.

h Bu değerin hesaplanmasında Dünya Sağlık Örgütü'nün belirlediği içme suyu standardı kullanılmıştır.

ı Bu değerin hesaplanmasında TS-266 İnsani Tüketim Amaçlı Sular standardında içme ve kullanma suları için verilmiş olan sınır değer kullanılmıştır.

i Bu kirleticiye ait D_i , ve D_w değerleri bulunmadığı için bu maruziyet yolu için sınır değer hesaplanamamıştır.

m Bu sınır değerin hesaplanmasında Kadmiyum'un besin yoluyla vücuda alınması için belirlenen RfD_o değeri kullanılmıştır.

n Bu değer ABD EPA, 1994'den alınmıştır (ABD EPA, 1994. Revised Interim Soil Lead Guidance for CERCLA Sites and RCRA Corrective Action Facilities, EPA/540/F-94/043, Office of Solid Waste and Emergency Response, Washington, D.C. Directive 9355.4-12.).



Balıkdamı Sulak Alanı, 2026, © Güler Bozok

4.3.4 Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi ve Ekolojik Onarıma Katkısı

Toprak kalitesi ve kirliliği değerlendirmesi, sulak alan onarımının hem başlangıç noktası hem de yol göstericisi niteliğindedir. Toprak analizi, onarımda yapılacak uygulamalar hakkında birçok sorunun yanıtlanmasına yardımcı olmalıdır. Örneğin, yapılacak olan uygulama güvenli mi, uzun dönemde risk var mı, organik katkı veya makro-mikro element katkısı sağlar mı gibi gibi sorulara toprak analiz sonuçlarına göre yanıt verilmelidir.

Analiz sonuçlarının değerlendirilmesinde başvurulacak esaslar Yurdakul (2018) tarafından hazırlanan *Toprak, gübre, su, bitki, organik materyal ve mikrobiyoloji analiz metotları laboratuvar el kitabı* ile *Toprak Kirliliğinin Kontrolü ve Noktasal Kaynaklı Kirlenmiş Sahalara Dair Yönetmelik (Resmî Gazete, 08.06.2010, Sayı: 27605)* tarafından belirlenmiştir. Bu esaslar kapsamında yapılacak değerlendirmeler ekosistem işlevlerinin geri kazanılmasında doğru müdahalelerin yapılmasına olanak sağlayacaktır.

4.4 İklimsel Analizler

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan

Sulak alan onarımı sürecinde, saha analizlerinin önemli adımlarından bir diğeri de iklimsel analizlerdir. İklimsel analizler sulak alanı besleyen su rejiminin, mevsimsel yağış ve sıcaklık koşullarına göre değişimini analiz eder. Olası değişikliklerden etkilenebilecek habitatların, türlerin ve ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi ve ekosistem onarımının planlanmasında iklimsel analizlerin yapılması gereklidir. Sulak alan onarımı öncesindeki iklimsel analizler sayesinde;

- sulak alanın doğal hidrolojik rejimi belirlenir,
- kuraklık ve taşkın döngüleri ortaya konur,
- iklim değişikliğinin olası etkileri değerlendirilir,
- iklim değişikliğinin etkileri sonucu oluşan ve diğer alan kullanımlarından kaynaklanan baskılar birbirinden ayrıştırılır.

İklim değişikliğinin artırdığı kuraklık, aşırı yağış, don ve diğer aşırı hava olayları ve iklimsel belirsizliklerin analizi, özellikle uyarlanabilir onarım planlamasında gereklidir. İklim değişikliği ekosistemler için bir tehdit unsuru olduğu gibi değişen ekosistem dinamiklerini de etkileyen bir unsurdur (Valderrábano vd., 2021). Dolayısıyla iklim değişikliği sonucunda oluşan tehditler, etkiler ile tür dağılımlarını, birlikleri ve ekosistem hizmetleri üzerindeki olası değişiklikleri anlamak ekosistem onarımının nerede ve nasıl yapılacağını belirlemede önemlidir (Perry vd., 2015; Valderrábano vd., 2021).

Klasik su yönetimi, iklimin durağan olduğunu varsayarak yapılmaktadır. Ancak aşırı hava olaylarındaki sistematik bir değişim, ekosistemler ve toplumsal yapılar üzerinde olumsuz etkileri olabilecek afetlerde de sistematik değişime neden olabilir (Klein Tank vd., 2009). Bunun sonucunda havzadaki su akışında, evapotranspirasyonda ve sediment, nitrojen ve fosfor yükünde değişimler yaşanır; suyun depolanması azalır; yüzey akışı dolayısıyla su miktarı, kalitesi ve girdisi etkilenir (Marshall ve Randhir, 2008).

Sulak alanlarda ve havza ölçeğinde iklimsel olayların etkilerini anlamak için aşağıdaki değişkenleri ve olayları analiz etmek önemlidir (Salimi vd., 2021; ICEM, 2023):

- Yağış (azalma ve artma)
- Taşkın rejimi
- Evapotranspirasyon
- Sıcaklık (azalma ve artma) ve ısı dalgaları
- Kuraklık ve buna bağlı su tablasındaki düşüş
- Bağıl nem
- Bitki türlerinin iklim toleransı
- İklimdeki geçmiş değişimler ve aşırı hava olayları
- Kuvvetli rüzgârlar

Su kaynakları üzerindeki iklimsel modellemelerde ölçek önemlidir. Sulak alanın hidrolojik yapısını yer aldığı havzanın iklimsel koşullarının da şekillendirmesi nedeniyle analizlerin havza ölçeğinde yapılması önemlidir. Küresel iklim modelleri detaylı analizlerde yeterli değildir ve analizlerde yüksek çözünürlüklü, uzun vadeli iklim verileri kullanılır (Klein Tank vd., 2009). Ekosistem risk değerlendirmelerinde kullanılan abiyotik göstergeler arasında, içinde iklim ve atmosfere ilişkin olarak bulutlu gün sayısı, yıllık yağış, yıllık sıcaklık, iklimsel nem ve iklimsel uygunluk modellemesi gibi göstergeler sayılabilir (Valderrábano vd., 2021).

İklimsel analizlerde kısaca şu süreçler izlenir: i) veri toplama ve hazırlama, ii) iklimsel analiz aşamaları ve yöntemlerin belirlenmesi, iii) havza ölçekli modelleme. Sulak alan onarımı planlama sürecinde, onarım hedeflerinin belirlenmesinde durağan olmayan iklim koşullarının analizi önemlidir. Yalnızca, geçmiş veriler üzerinden değil, aşırı hava olayları da dikkate alınarak gelecekte beklenen iklim senaryoları mutlaka iklimsel analizlere dâhil edilmelidir.

4.5 Vejetasyona Dair Çalışmalar

Tuğrul Körüklü

Vejetasyon, bir bölgedeki bitkilerin oluşturduğu genel yapıyı, deseni ve topluluğu tanımlar. Vejetasyon, en genel tanımıyla, belirli bir coğrafi alanı kaplayan bitki topluluklarının tamamıdır. Herhangi bir coğrafi bölgenin bir kesiminde yaşama koşulları birbirine benzeyen bitkilerin bir arada toplanma şeklidir. Vejetasyon; ağaç, çalı, yosun, mantar ve likenlerden oluşan bir orman olabileceği gibi, bataklıklarda büyüyen saz, kamış ve benzeri bitkilerden veya sudaki alglerden de oluşabilir. Onarımı hedeflenen sulak alandaki floranın ve vejetasyon tiplerinin belirlenmesi; başlangıç durumunun tanımlanması, onarım sürecinde bitki örtüsündeki değişimin izlenmesi ve yürütülen çalışmaların etkisinin değerlendirilmesi açısından belirleyici bir adımdır.

Sulak alan vejetasyonu, toprağın yılın tamamında veya büyük bir bölümünde suya doymuş olduğu veya su altında kalan alanlarda (bataklıklar, sazlıklar, taşkın yatakları, göl kenarları vb.) gelişen bitki topluluklarıdır. Bu bitkiler, diğer kara bitkilerinin hayatta kalamayacağı koşullara, özellikle de oksijensiz (anoksik) topraklara, uyum sağlamıştır (Mitsch ve Gosselink, 2015).

4.5.1 Sucul Bitkilerinin Temel Özellikleri ve Adaptasyonları

Sulak alan bitkileri (hidrofit, makrofit veya su bitkileri) hayatta kalmak için özel adaptasyonlar geliştirmiştir:

- **Aerenkima (hava kanalları):** Birçok sulak alan bitkisinin köklerinde, gövdelerinde ve yapraklarında, havadan aldıkları oksijeni su altındaki köklere taşıyan özel, süngerimsi dokular (hava kanalları) bulunur. Sazların ve kamışların içinin boşluklu olmasının bir nedeni budur.
- **Oksijen azlığına dayanıklılık (anaerobik tolerans):** Sulak alan bitkisinin kökleri, oksijenin çok az olduğu çamurlu topraklarda bile bir süre enerji üretmeye devam edebilir.
- **Yüzen yapraklar veya gövdeler:** Bazı bitkiler su seviyesindeki değişikliklere uyum sağlamak için su yüzeyinde yüzer.
- **Özel kök sistemleri:** Kökler genellikle suyun hemen altındaki yüzey toprağında yayılır, çünkü en fazla oksijen ve besin orada bulunur.

Sulak alan vejetasyonu genellikle suyun derinliğine göre belirgin **kuşaklar** veya **zonlar** oluşturur. Bu kuşaklar tampon, kıyı, sığ su ve derin su kuşaklarıdır (bkz. Bölüm 6.4 Vegetasyon Onarımı). Su kuşaklarında kıyıdan açığa doğru gidildikçe bitki örtüsü aşağıdaki şekilde değişir:

Yüzen bitkiler, su yüzeyinde yaşar. İki ana gruba ayrılırlar:

- ***Emergent* (yüzeye çıkan/su kenarı bitkileri):** Bu bitkiler, kökleri suyun altındaki çamurda olan, ancak gövdeleri, yaprakları ve çiçekleri suyun üzerine çıkan bitkilerdir. Sulak alanların en tipik bitkileridir. Sazlar (*Phragmites* spp.), kamış/hasır otu (*Typha* spp.), çuval otu (*Juncus* spp.) ve kofal (*Scirpus* spp.) bu gruba örnektir (Mitsch ve Gosselink, 2015).
- **Yüzen bitkiler:** Bu bitkiler su yüzeyinde yaşar. İki ana gruba ayrılırlar. **Kökleri dipte, yaprakları yüzen bitkiler**; kökleri dipteki toprağa bağlıdır ancak uzun sapları sayesinde yaprakları su yüzeyinde yüzer. Nilüfer (*Nymphaea* spp.) ve sarı nilüfer (*Nuphar* spp.) gibi türler bu gruba örnektir. **Serbest yüzen bitkiler;** Kökleri dipteki toprağa bağlı değildir. Su yüzeyinde serbestçe dolaşan su mercimeği (*Lemna* spp.) ve su sümbülü (*Eichhornia* spp.) bu bitkilere örnek gösterilebilir (Mitsch ve Gosselink, 2015).

Balıkdamı Sulak Alanı, 2026, © Güler Bozok



Batık bitkiler/sualtı bitkileri (submerged) ise tamamen suyun altında yaşar. Kökleri dipte olabilir veya olmayabilir, ancak bitkinin tamamı su sütununun içinde yaşayan türlerdir. Su otu (*Ceratophyllum* spp.), su teli (*Myriophyllum* spp.), su çayırı (*Potamogeton* spp.) gibi türler bu gruptadır.

Sulak alan vejetasyonu; ekosistemler için habitat, su kalitesi, kıyı koruma ve taşkın etkilerinin azaltılması gibi (Mitsch ve Gosselink, 2015) bazı yaşamsal destekler sağlamaktadır:

- **Su kalitesi (filtreleme):** Sucul bitkiler, sudaki fazla besin maddelerini (azot, fosfor vb.) ve kirleticileri (ağır metaller vb.) emerek suyun temizlenmesine yardımcı olur. Kökleri adeta bir "doğal arıtma tesisi" gibi çalışır.
- **Habitat:** Fauna için yaşam alanı sağlar.
- **Erozyon kontrolü:** Kök sistemleri, kıyı şeridindeki toprağı bir arada tutarak dalgaların ve akıntıların neden olduğu erozyonu engeller.
- **Taşkın kontrolü:** Sazlıklar ve diğer yoğun örtü oluşturan bitkiler, taşkın sularının hızını keserek ve suyu sünger gibi emerek taşkınların etkisini azaltır.

4.5.2 Sulak Alan Vejetasyon Onarımı Öncesi Teşhis ve Planlama

Sulak alan ekosistemlerindeki yerel bitki türleri aralıklı su baskınları, oksijensizlik ve potansiyel olarak zorlayıcı toprak kimyası gibi suya doymuş toprak koşullarında yaşamaya uyum sağlamıştır. Bozulmuş toprağın onarımı, akarsu ve sulak alan onarım projelerinin kaçınılmaz bir parçasıdır; ancak toprak özelliklerinde, toprak organik madde kaybı ve toprak özelliklerinin mekânsal yapısının kaybı da dâhil olmak üzere önemli değişikliklere neden olabilir (toprak analizleri ve onarımıyla ilgili detaylı bilgilere Bölüm 4.3 ve Bölüm 6.3'te ulaşabilirsiniz).

Bu nedenle, sulak alanların başarılı bir şekilde onarılması, yalnızca su eklemekten daha karmaşık bir yaklaşım gerektirir. Onarımın özellikle önemli ve genellikle göz ardı edilen bir yönü, onarımın toprak ve sistemin diğer ekolojik özellikleri üzerindeki etkisidir. Toprağın doğal ortamında incelenmesi; bitki topluluklarının yapısı ve dağılımı ile besin döngüsü üzerindeki genel etkisi nedeniyle özel bir öneme sahiptir. Topraktaki değişimler ekosistem gelişiminin gidişatını etkileyebilir. Çünkü sulak alandaki toprak, sulak alan bitki topluluklarının çeşitliliğini ve dağılımını etkiler. Bitkilendirme yapmadan önce sorunun kaynağını anlamak gerekir. Sulak alan onarım çalışmaları uzun vadeli hidrolojik ve floristik veri toplamayı da içerir.

Bir sulak alanda vejetasyonun onarımı için yapılacak ön çalışmalar aşağıdaki unsurları içermelidir:

- Alanın mevcut durumunun, odak türlerin ihtiyaç duyduğu habitat özellikleriyle ne ölçüde örtüştüğünün değerlendirilmesi ve habitatın iyileştirilmesi için gerekli müdahalelerin belirlenmesi (Gann vd., 2019).
- Onarım öncesinde, onarım hedeflerini açık biçimde tanımlayan bir dizi nicel göstergenin geliştirilmesi (Gann vd., 2019).
- Onarım alanının uygun referans alanlarla karşılaştırılması veya kontrol alanları belirleyerek müdahale alanlarıyla onarım öncesinde ve sonrasında karşılaştırılması; onarım hedeflerine ulaşılıp ulaşılmadığını değerlendirmek üzere kapsamlı bir izleme planının oluşturulması (Gann, vd., 2019).

Sulak alanın vejetasyon onarımında yapılacak çalışmalar üç başlıkta toplanabilir:

1. ***Tarihsel araştırma (referans ekosistem):*** Onarım planlamasının öncesinde alanın bozulmadan önceki durumunu bilmek, onarım hedefimizi belirler. Bunun için topografya haritaları, hava fotoğrafları ve uydu görüntüleri (ör., Sentinel ve Landsat) incelenerek çalışma alanının sınırları çizilir ve potansiyel bitki örtüsü tipleri önceden ayırt edilir. Buna ek olarak, yerel bilgiler için bölgede yaşayan insanlarla görüşmek, alanın eski su seviyeleri ve bitki örtüsü hakkında bilgi sağlayabilir.
2. ***Havza bazında değerlendirme (üst ölçek):*** Sorun sadece onarım alanında olmayabilir. Sulak alanlar ve akarsular, izole sistemler olmaktan ziyade geniş bir su toplama havzasının organik parçalarıdır. Vejetasyon onarımında yalnızca dar bir proje alanına odaklanmak yerine üst ölçekli bütüncül bir havza yaklaşımı benimsemek, ekolojik bütünlüğü sağlamak için gereklidir (Roni ve Beechie, 2013). Akış yukarı bölgelerdeki arazi kullanımı, hidrolojik kesintiler ve kirlilik yükü, doğrudan akış aşağı onarım alanlarını etkileyeceği için bozulmanın kaynağı havza gibi en üst ölçekte teşhis edilmelidir (Gann, vd., 2019).

3. ***Saha analizi ve durum tespiti:*** Vejetasyon onarımından önce yapılması gerekenler aşağıdaki gibi özetlenmiştir (Gann, vd., 2019; Mitsch ve Gosselink, 2015):

   - **Mevcut flora:** Alanda bir bitki envanteri çıkarılmalıdır. Bitkiler üç gruba ayrılmalıdır: yerli sulak alan türleri, yerli karasal türler ve istilacı yabancı türler.
   - **Literatür taraması:** Bölge hakkında daha önce yapılmış jeolojik, iklimsel (klimatik), topraksal (edafik) ve floristik çalışmalar incelenir.
   - **Bozulmanın (degredasyon) nedeni:** Alandaki vejetasyon; su rejiminden mi, fiziksel bir bozulmadan mı, tarımsal ilaçlardan mı, endüstriyel atıklar veya evsel atık sularla kirlenmeden mi bozulmuştur?
   - **Yerli tohum bankası analizi:** En önemli adımlardan biridir. Toprağın üst katmanlarından ve varsa sedimentten örnekler alınıp teşhis edilerek toprakta ve su içinde hâlâ canlı yerli sulak alan bitkisi veya tohumu olup olmadığına bakılır.

Vejetasyon onarımının hedefi net olmalıdır. "Alanı yeşillendirmek" bir hedef değildir.

4.5.3 Flora ve Vejetasyon için Arazi Çalışmaları

Sulak alan vejetasyon çalışmaları, genel metodolojiyi "su derinliği" değişimine uyarlar ve bitki kuşaklarını tanımlamak için ağırlıklı olarak transekt (örnekleme hattı) yöntemini kullanır. Arazi çalışmalarında ve örneklerin toplanmasında dikkat edilmesi gereken noktalar şunlardır:

- **Yöntem seçimi:** Sulak alanlarda en sık kullanılan yöntem transekt yöntemidir. Bu yöntemde kıyıdaki kuru topraktan başlayıp suyun en derin olduğu yere doğru dik bir şerit çekilir. Bu transekt boyunca belirgin vejetasyon değişim noktalarına (kuşaklara/zonlara) örnekleme alanı yerleştirilir. Örneğin:

  Bölge 1: Kıyıdaki nemli toprak (ör. *Juncus*/çuval otu kuşağı).

  Bölge 2: Sığ su/yüzeye çıkan bitkiler (ör. *Phragmites*/saz veya *Typha*/kamış kuşağı).

  Bölge 3: Kökleri dipte yaprakları yüzen bitkiler (ör. *Nymphaea*/nilüfer kuşağı).

  Bölge 4: Tamamen su altındaki bitkiler (ör. *Ceratophyllum*/su otu kuşağı).

- **Kritik ekolojik ölçümler:** Bitki örtüsünün ekolojik yapısının belirlenmesinde sahada belirli bilgilerin toplanması önemlidir. Bu bilgiler şu konuları içermelidir:

  - *Su derinliği:* Her örnekleme alanında bitki verisine ek olarak su derinliği ölçülmeli ve toprak yapısı (çamur, torf, kum) mutlaka belirlenmelidir. Vejetasyon kuşaklarının ana belirleyicisi bu ölçümlerdir. Örnek bitkilerden herbaryum materyali alınır.
  - *Ekolojik veriler:* Örnekleme alanının rakımı, bakısı, eğimi, toprak yapısı ve varsa alandaki insan etkisi (otlatma, kesim vb.) not edilir.
  - *Kuşaklar:* Sulak alanlardaki bitki örtüsü, suyun derinliğine ve toprağın ne kadar süre su altında kaldığına (hidroperiyot) bağlı olarak çok keskin ve dar kuşaklar oluşturur. Çalışmanın temeli bu kuşakları (zonları) ortaya çıkarmaktır.

- **Ekipman ihtiyacı:** Çalışma; çizme, tulum (kasık çizmesi) veya bazen sandal veya bot gerektirebilir.
- **Batık (*submerged*) türlerin örneklenmesi:** Su altındaki bitkileri tespit etmek zordur. Özel sualtı tırmıkları, "akroskop" (sualtını gösteren basit bir boru) kullanılabilir veya gerekirse şnorkel ile dalış yapılarak örnekler toplanır.
- **Mevsimsellik:** Sulak alanlar mevsimsel olarak büyük değişim gösterir. Su seviyesi ilkbaharda yüksekken yaz sonunda çok düşük olabilir. Bu nedenle, çalışma genellikle bitkilerin tam çiçeklendiği ve su seviyesinin nispeten durağan olduğu dönemde (örneğin yaz başı) yapılır. İdeal bir çalışmada, farklı mevsimlerde (örneğin ilkbahar ve yaz sonu) birden fazla ziyaret yapılarak su seviyesi değişiminin vejetasyon üzerindeki etkisi de incelenir.

4.6 Faunaya İlişkin Analizler

Ömral Ünsal Özkoç

Onarımı hedeflenen sulak alandaki faunanın belirlenmesi; başlangıç durumunun tanımlanması, onarım sürecinin izlenmesi ve çalışmaların etkisinin ölçülmesi açısından en önemli adımlardan biridir. Çünkü fauna, habitat koşulları ve ekosistem işlevlerindeki değişimlere doğrudan ve ölçülebilir tepkiler vererek onarımın ekolojik sonuçlarını bütüncül biçimde yansıtır. Faunaya dair analizler, aşağıda sunulan alt başlıklar doğrultusunda ve belirtilen amaçlar çerçevesinde ele alınmalıdır.

4.6.1 Fauna Envanteri ve Ön Değerlendirme

Onarım, ekosistemle birlikte alanın fauna bileşimini de doğal durumuna yakın hâle getirmeyi amaçlar. Onarılacak alanın mevcut faunasının, özellikle korunan, endemik, göçmen, gösterge, bayrak, şemsiye, kilit taşı veya tehdit altındaki türler açısından tespit edilmesi ekosistemin fauna bileşenleri bakımından kırılgan unsurların belirlenmesine olanak sağlar. Onarım, bu unsurların iyileştirilmesine yönelik başlangıç noktaları ile yöntemleri ortaya koyar. Türlerin varlığı, dağılımı ve yoğunluğu hakkında elde edilen veriler, onarım ihtiyaçlarının belirlenmesi ve planlamanın doğru yapılması ile habitat yönetimi, koridorların oluşturulması ve koruma önlemlerinin geliştirilmesi için temel bir referans niteliğindedir.

Gösterge tür (*indicator species*)
Ekosistem sağlığını, habitat kalitesini veya belirli çevresel koşulları yansıtan ve izlenmesi yoluyla ekosistemdeki değişimleri düzenli olarak gözlemlemeye yardımcı olan türdür. Bu türler, onarım veya yönetim uygulamalarının etkilerini ölçmek, öncelikli alanları belirlemek ve bu alanları izlemek için kullanılır.



Bayrak tür (*flagship species*)
Koruma çabalarını ve farkındalığı artırmak amacıyla ön plana çıkarılan, genellikle topluluk tarafından tanınan veya "karizmatik" tür.

Şemsiye tür (*umbrella species*)
Geniş yaşam alanı ve ekolojik gereksinimleri nedeniyle korunması, aynı habitatı paylaşan diğer türlerin de dolaylı olarak korunmasını sağlayan tür.

Kilit taşı tür (*keystone species*)
Ekosistemde yapısal veya işlevsel açıdan merkezi bir rol oynayan, varlığı diğer türlerin ve ekosistem süreçlerinin sağlığını doğrudan etkileyen türdür. Onarım ve yönetim uygulamalarında bu türler öncelikli olarak korunmalı ve izlenmelidir.

Fauna envanteri oluşturulurken, sulak alanın yalnızca mevcut durumu değil, aynı zamanda geçmişteki faunası da dikkate alınmalıdır. Ancak başlangıçtaki durum çoğu zaman bilinmediği için mevcut veriler ve tarihî kayıtlar referans olarak kullanılmalıdır (Perennou, 2002). Bu kapsamda fauna verileri bilimsel literatür, izleme raporları ve yerel bilgi kaynakları (örneğin, balıkçılar, avcılar, çiftçiler, çobanlar, ormancılar gibi yerel alan kullanıcıları ve gözlemciler) üzerinden derlenerek değerlendirilir. Geçmiş ve güncel verilerin birlikte ele alınması, sulak alanın ekolojik değişim sürecinin anlaşılmasını sağlayarak onarım hedeflerinin daha gerçekçi ve ekolojik açıdan anlamlı biçimde tanımlanmasına katkı sunar. Ayrıca, türlerin üreme, beslenme ve göç davranışları ile yaşam döngülerine ilişkin takvimlerinin bilinmesi ve ekolojik koridorların tanımlanması; habitat parçalanması ile insan faaliyetlerinin etkilerinin azaltılması, biyoçeşitliliğin sürdürülebilirliği ve ekosistem sağlığının korunması açısından kilit öneme sahiptir (Natural Resources Conservation Service [NRCS], 2020). Bu bilgiler, türlerin hareketliliğinin anlaşılmasına katkı sağlayarak onarım planlaması için temel bir çerçeve oluşturur.

Faunanın güncel durumu belirlenirken geçmiş durum bilgisi de dikkate alınarak tür bileşimi, bolluk ve dağılım ortaya konmalı; böylece onarım öncesi ekolojik referans durum tanımlanmalıdır. Bu doğrultuda, farklı fauna gruplarına özgü örnekleme ve değerlendirme yöntemlerinin kullanılması gereklidir. Bu değerlendirme yapılırken gösterge ve hedef türlerin tanımlanması, onarım sürecinin ekolojik çerçevesinin oluşturulmasında temel bir adımdır. Gösterge türler, habitat kalitesi ve ekosistem işlevlerindeki değişimleri yansıtma kapasiteleri sayesinde onarım müdahalelerinin etkilerinin değerlendirilmesine olanak tanır; hedef türler ise onarım çalışmalarıyla korunması, desteklenmesi veya yeniden alana kazandırılması amaçlanan fauna elemanlarını ifade eder. Bu türlerin ekolojik gereksinimleri, dağılımları ve yaşam döngüleri dikkate alınarak belirlenmesi, onarım hedeflerinin netleştirilmesini ve müdahalelerin ekolojik öncelikler doğrultusunda planlanmasını sağlar.

4.6.2 Onarım Faaliyetlerinin Fauna Üzerindeki Olası Etkileri

Onarım müdahaleleri farklı fauna grupları üzerindeki olası etkileri, türlerin yaşam döngüleri ve ekolojik gereksinimleri temel alınarak planlanır. Örneğin su rejimindeki değişimler üreyen su kuşlarının üreme başarısını, balıkların üreme ve göç davranışlarını; kıyı vejetasyonuna yapılacak müdahaleler ise ikiyaşayışlılar ve omurgasızların barınma alanlarını doğrudan etkileyebilir. Bu nedenle, habitat değişiklikleri ile faunanın verdiği tepkiler arasındaki ilişkilerin kısa, orta ve uzun vadeli ölçekte öngörülmesi onarım planlamasının temel bileşenlerinden biridir.

Hem onarım öncesinde hem de onarım müdahalelerinin fauna üzerindeki olası etkilerinin değerlendirilmesinde tür zenginliği, bolluk ve yoğunluk analizleri, mekânsal dağılım ve alan kullanımı analizleri, üreme başarısı analizleri, davranışsal tepki gözlemleri ve zamansal değişim analizleri kullanılmalıdır. Bu analizler yalnızca bu aşamalarda değil aynı zamanda izleme ve uyarlanabilir yönetim aşamalarında da kullanılmalıdır.

4.6.3 Faunanın İzleme ve Değerlendirmeye Dayalı Yönetimi

İzleme ve değerlendirmeye dayalı yönetim yaklaşımı, onarım sürecinde fauna temelli analizlerin düzenli ve karşılaştırılabilir biçimde yürütülmesine dayanır. Tür zenginliği, bolluk ve yoğunluk analizleri ile mekânsal dağılım ve alan kullanımı değerlendirmeleri, faunanın onarım müdahalelerine verdiği tepkilerin izlenmesini sağlarken üreme başarısı, davranışsal tepki ve zamansal değişim analizleri popülasyonların kısa, orta ve uzun vadeli yanıtlarını ortaya koyar.

Bu analizler temelinde tanımlanan fauna temelli izleme göstergeleri ve eşik değerleri (popülasyonda artış eğilim oranı, çift sayısı, üreme başarısı vb.), onarım sürecinin etkilerinin değerlendirilmesine olanak tanır. Elde edilen sonuçlar, onarım uygulamalarının zamanlamasının, yönteminin ve mekânsal düzeninin uyarlanmasını sağlayan geri besleme mekanizmalarına temel oluşturur. Böylelikle izleme, süreci yönlendiren aktif bir yönetim aracı hâline gelir. Göstergeler ve eşik değerler belirlenirken onarım gerçekleştirilen alanın ihtiyaçları, onarımın hedefleri ve planlaması ile popülasyonlarında iyileşme ya da yeniden oluşum beklenen türlerin ekolojileri dikkate alınmalıdır. Seçilen göstergeler, onarım müdahalelerine duyarlı ve ölçülebilir olmanın yanı sıra uzun dönemli ekolojik değişimleri yansıtarak onarım başarısının nesnel biçimde değerlendirilmesine olanak tanımalıdır.



Balıkdamı Sulak Alanı, istilacı ve yerli balık türlerinin izlenmesi, 2026, © Güler Bozok

Fauna İzleme ve Değerlendirmeye Örnek: Kuşlar*

Kuşlar, yüksek hareket kabiliyetleri sayesinde çevresel koşullardaki ve habitat kalitesindeki olumsuz değişimlere hızlı yanıt verebildiklerinden, sulak alanların ekolojik durumunun ve onarım çalışmalarının başarısının değerlendirilmesinde gösterge olarak kullanılabilir. Bunun için aşağıdaki adımların takip edilmesi önerilmiştir (USEPA, 2002a ve 2002b; Noble vd., 2008):

1. Sulak alan içerisinde onarımı hedeflenen habitat tipleri belirlenir; önceliklendirilir ve benzer özellikteki habitatlar aynı sınıf altında toplanır.

2. Öncül değerlendirme için literatür ve mevcut durum verileri kullanılarak onarımı planlanan habitatlar için gösterge niteliği taşıyan kuş türleri belirlenir. Belirleme yapılırken türlerin göçmen olma durumları da dikkate alınır.

3. Her habitat tipi için farklı düzeylerde bozulmuş olan (en az düzeyde, orta düzeyde ve yüksek düzeyde) alanlar seçilerek kuş türlerinin ve komünitelerin bozulmaya verdiği tepki değerlendirilir. Bu değerlendirme için en az düzeyde bozulmuş olan alanlar referans alınır.

5. Kuş envanteri tüm alanlarda standart yöntemlerle gerçekleştirilir. Habitat özelliklerine göre alan sayımı, nokta sayımı ve hat boyunca sayım yöntemlerinden biri veya birkaçı birlikte uygulanır. Tür adı, birey sayısı, davranış ve gözlem zamanı kaydedilir. Bu kayıtlar komünite bazlı olarak da değerlendirilebilir.

6. Kuş verileriyle birlikte habitatın özellikleri (açık su aynasının genişliği, hidrolojik rejim, suyun fizikokimyasal özellikleri, bitki örtüsü ve/veya vejetasyon tipi vb.) ile çevresel ve/veya antropojenik etmenler de belirlenir ve ölçülür.

7. Sulak alanlardaki çevresel değişimlerin kuş toplulukları üzerindeki etkileri; tür çeşitliliği, bolluk, üreme durumu ve toplulukların ekolojik özelliklerini yansıtan gösterge metrikleri kullanılarak değerlendirilir.

8. Elde edilen gösterge metrikleri bir araya getirilerek sulak alanın biyolojik bütünlüğünü veya kuş topluluklarının durumunu özetleyen bileşik göstergeler oluşturulabilir. Bu kapsamda, farklı ekolojik özellikleri ve topluluk tepkilerini temsil eden metriklerin puanlanarak birleştirilmesine dayanan *Kuş Biyolojik Bütünlük İndeksi (Kuş IBI)* kullanılabilir. Benzer şekilde, sulak alanlarla ilişkili kuş türlerinin popülasyon eğilimlerini bir araya getiren bileşik kuş göstergeleri de geliştirilebilir.

9. Kullanılan IBI'lerin çevresel bozulmayı yansıtma gücü test edilir. Daha sonra aynı örnekleme noktalarında sistematik (aynı yöntemlerle düzenli ve tekrarlı) sayımları yapılır. İzleme en azından bir mevsimde iki kere, mümkünse aylık olarak sürdürülür.

10. Onarımın başarısı; Kuş IBI değerlerindeki değişimler, gösterge ve habitat uzmanı türlerin durumu ve kuş topluluğunun referans koşullara yaklaşma düzeyi üzerinden değerlendirilebilir.

*Konuyla ilgili kaynak bilgilerinin derlenmesi aşamasında OpenAI ChatGPT'den yararlanılmıştır.

KAYNAKLAR:

Noble, D. G., Everard, M., & Joys, A. C. (2008). *Development of wild bird indicators for freshwater wetlands and waterways: Provisional indicators* (BTO Research Report No. 498). British Trust for Ornithology. https://www.bto.org/sites/default/files/shared_documents/publications/research-reports/2008/rr498.pdf

U.S. Environmental Protection Agency. (2002a). Methods for evaluating wetland condition: Biological assessment methods for birds (EPA-822-R-02-023). Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/wetlands_13birds.pdf

U.S. Environmental Protection Agency. (2002b). Methods for evaluating wetland condition: Developing metrics and indexes of biological integrity (EPA-822-R-02-016). Office of Water, U.S. Environmental Protection Agency. https://www.epa.gov/sites/default/files/documents/wetlands_6metrics.pdf

© DAD Arşivi

4.7 Mekânsal Analiz

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan

Sözlük'te "yer, ev, yurt, uzayın sınırlanmış parçası" olarak tanımlanan (Püsküllüoğlu, 2006, s. 1242) mekân (*space*), coğrafi bilimlerin temel alanını oluşturur. Üzerinde farklı kullanımların bulunması ve karmaşık tarihi nedeniyle mekânı tanımlaması zordur (Elden, 2009). Mekân tanımı, felsefi bir tanım olarak ortaya çıkmış, zamanla tanımın içine boyutun girmesiyle koordinatları olan daha anlaşılabilir ve kontrol edilebilir bir kavram haline gelmiştir (Elden, 2009).

Mekânsal çalışmalarda karşımıza çıkan diğer bir kavram da yerdir (*place*). Türkçede İngilizcede olduğu gibi mekân ve yer arasında kavramsal fark olmadığı belirtilmiştir (Usta, 2019). Ancak, mekânsal analiz açısından baktığımızda mekân ve yer arasındaki fark, yerin bireyin çevreyi deneyimlemesiyle ve hareketiyle etkileşime girdiği alan, mekânın ise yerin daha matematiksel ve soyut hâli olmasıdır. Yer kişi için ölçülebilir (boyutları olan) ve konumlandırılabilir bir tanımken, mekân daha geniştir ve kişisel değildir (Elden, 2009). Mekânın boyutu, bireylerin mülkiyeti olan küçük alanlardan devlet sınırları ve ötesine de geçen büyüklükte olabilir. Modern bilimde mekân, koordinatlı bir coğrafi haritada iki veya üç boyutlu ızgaralar (*grid*) halinde gösterilebilir (Elden, 2009).

Doğal alanların yönetimi, korunması ve onarımı açısından mekânın tanımlanması, üzerinde bulunan canlı ve cansız doğal çevreye, bunlar arasındaki ekolojik ilişkilere ve insanın sosyal ve ekonomik faaliyetlerinin etkisiyle zamanla oluşan değişime bağlı olarak, sınırların ve ölçeğin hedeflere göre belirlenmesiyle yapılabilir. Mekânı tanımladıktan sonra belirli bir konumda bulunan objeler belirli bir zamanda veya zaman aralığında analiz edilir (Goodchild ve Janelle, 2004). Mekânsal analizde kullanılacak veriler, sosyal bilimlere veya doğa bilimlerine ilişkin olabilir ve enine kesit veri[13] niteliği taşıyabilir (Goodchild ve Janelle, 2004).

Mekânsal planlama; sosyal, ekonomik ve fiziksel koşullar ile bu koşullar arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesiyle mekânın geleceğine dair kararların verilmesi sürecidir. Bu kararlar, mekânda hangi faaliyetlerin yapılabileceği veya doğa korumada öncelikli alanların belirlenmesi olabileceği gibi, onarımı yapılacak alanda nerede hangi işlemlerin yapılacağına ilişkin de olabilir.

Mekânsal planlama, büyük ölçüde araziyle ilişkilidir. Planlama, arazinin topografik yapısını, üzerindeki cansız doğal öğeleri (su, mineral yapı, iklim gibi), ilişkili doğal çevre ve arazi kullanımlarını birlikte değerlendirir. Bu değerlendirmede arazi üzerindeki bileşenlerin (tarım alanları, yerleşimler, orman alanları, su yüzeyi, altyapılar vb.) güncel mevzuata göre nasıl yönetildiği ve arazi üzerinde hangi mülkiyet haklarının bulunduğu planlama sürecinde dikkate alınır.

Onarım planlaması aşamasında yapılacak mekânsal analizler, uygulama yapılacak alanların önceliklendirilmesini sağlar ve böylelikle onarımın uygun maliyetlerle yapılmasını mümkün kılar (Adame vd., 2015). Farklı amaçlarla yapılan onarım çalışmaları bulunur: belirli bir tür veya tür grubuna odaklanan habitat onarımı, ekosistemin tamamını kapsayan onarım, madencilik, ulaştırma, enerji altyapıları gibi belirli bir faaliyet sonucu bozulan alanların onarımı, sürekli bir etkene (erozyon, kirlilik gibi) maruz kalan alanların onarımı (Gilby, vd. 2018), bozulmuş ekolojik işlevlerin ve bağlantılılığın geri kazanılmasını hedefleyen onarım, bozulan ekosistem hizmetlerinin iyileştirilmesini amaçlayan onarım. Alanda farklı idari sınırların bulunması ve arazi kullanımlarının ekolojik süreçleri ve biyoçeşitliliği olumsuz etkilemesi, farklı karar vericiler ile arazi kullanıcılarının birlikte çalışmasını gerektirir (Knight ve Landres, 2002).

Onarımın odağı ve ölçeğine göre mekânsal analizlerin detayı değişebilir. Ancak mekânın ve mekânsal ilişkilerin tanımlanmasına yönelik analizler onarım öncesi yapılması gereken temel değerlendirmeler olmalıdır.

Onarım çalışmasında mekânla ilişkili analizler belirli başlıklarda yapılır: i) onarım alanlarının ve öncelikli müdahale alanlarının belirlenmesi, ii) mekânı oluşturan bileşenlerin tanımlanması ve analizi ve iii) mekânsal ilişkilerin analizi.

[13] Enine kesit veri: Enine kesit veri, boylamsal analizin veya zaman serisi analizlerinin aksine, verileri belirli bir zaman diliminde dondurulmuş bir anlık görüntü olarak inceleyen veri türüdür.

4.7.1 Onarım Alanlarının ve Öncelikli Müdahale Alanlarının Belirlenmesi

Doğal alanların onarımı, sonuçları uzun sürede görülebilen maliyetli ve kapsamlı çalışmalardır. Bu alanların ekolojik işlevleri, ekosistem bütünlüğü ve tür bileşenleri bozulduğunda bunları geri getirmek her yerde ve her zaman mümkün olmayabilir. Kısıtlı kaynak ve zaman unsuru da eklendiğinde, onarımın nerede, hangi kapsamda ve ölçekte, hangi müdahalelerin öncelikle nerelerde yapılması gerektiğinin belirlenmesi önem kazanır.

Onarım Alanının Büyüklüğü ve Ölçeği: Ölçek; varlıkların, desenlerin (*pattern*) ve süreçlerin gerçekleştiği mekânsal boyutu anlatır. Harita üzerinde ölçeğin mekânsal olarak tanımlaması daha kolayken (mutlak tanımlama) yapılara, taneciklere, süreçlere ve işlevlere göre tanımlanması (göreceli tanımlama) zordur. Ekolojide ölçeğin iki bileşeni vardır; tanecik[14] (*grain*) ve kapsam (*extent*) (Marceau 1999). Marceau (1999), araştırma ölçeğinin hangi örüntü ve süreçlerin saptanabileceğini belirlediğini ve ölçek değiştikçe analiz sonuçlarının da değişebildiğini belirtir. Bu nedenle onarım alanı seçilirken tanecik, alan içindeki ayrıntıları gösterecek; kapsam ise alanı etkileyen daha geniş süreçleri içerecek biçimde belirlenmelidir.

Onarım çalışmalarında zaman ve mekân ölçeğini belirlemek en zorlayıcı konulardan biridir. Onarım yapılacak mekânın boyutu, küçük alanlardan peyzaj ölçeğindeki geniş alanlara kadar değişiklik gösterebilir. Doğa bilimleriyle ilişkili pek çok çalışmada - ister koruma ister onarım olsun - müdahale yapılacak alan çevresiyle birlikte farklı ölçeklerden oluşan hiyerarşik bir yapı gösterir (Lewis vd. 1996; Marceau, 1999). Örneğin, ekolojik süreç ve yapılar çoklu ölçeklere sahiptir, doğal alanlardaki sorunların çözümü için farklı ölçeklerde çalışmak gerekir (Lewis vd., 1996; Marceau, 1999). Dolayısıyla müdahale yapılacak alanı ve temel sorun belirlendikten sonra ölçek ve hiyerarşik yapının tanımlanması gerekir (Lewis vd., 1996). Böylelikle yapılacak analizler, modelleme ve istatistik sonuçları bu ölçeğe göre şekillenir (Marceau, 1999).

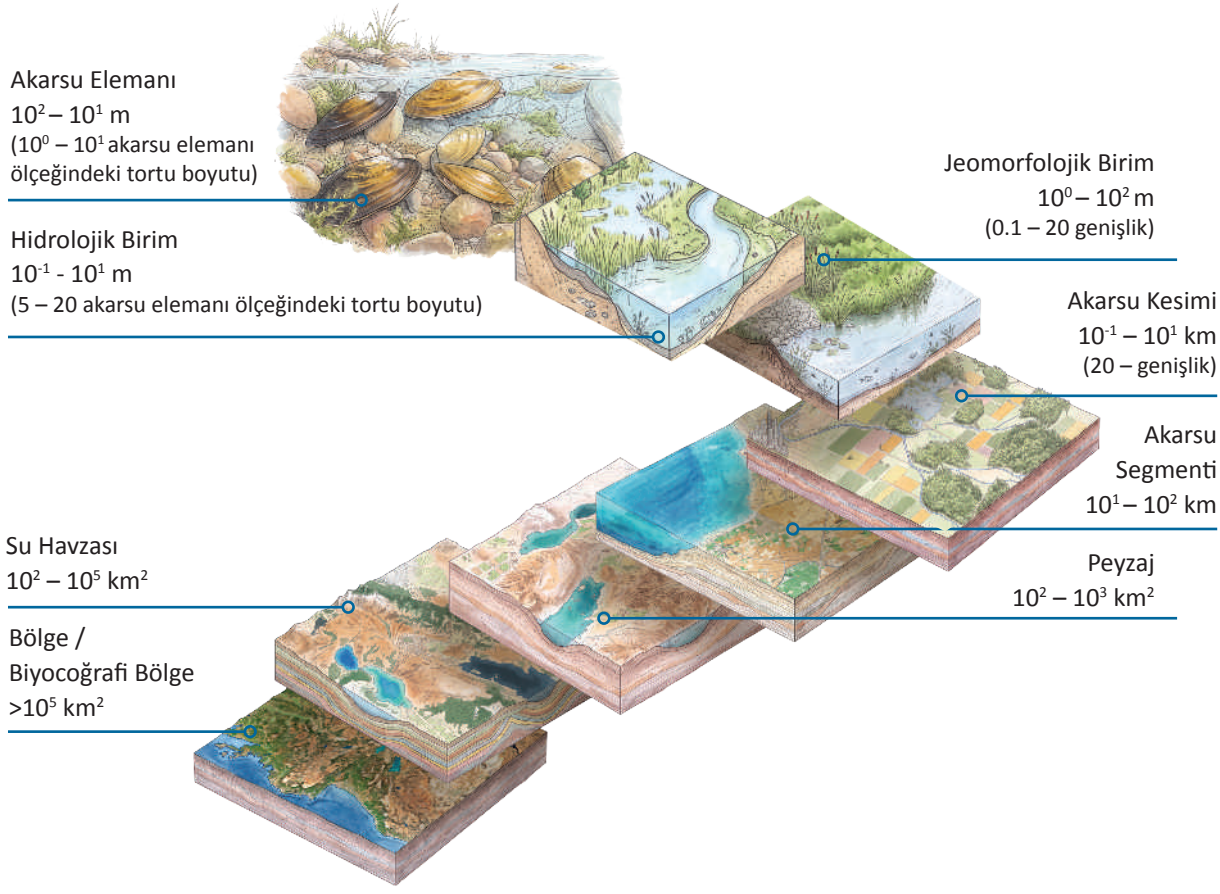
Mekânsal çalışmalarda ölçek değiştikçe sosyolojik ve ekolojik nitelikler de değişir. Bu nedenle çalışmanın başında sorulacak en önemli soru mekânsal ölçeğinin ne olacağıdır (Marceau, 1999). Uygulamanın gereksimine göre havza, peyzaj veya alan ölçeği kullanılır. Örneğin; onarım uygulamalarının çoğu belirli bir dere veya alan ölçeğinde olup (Lewis vd., 1996; Gilby vd., 2018) peyzaj ölçeğindeki uygulamalar daha azdır (Gilby vd., 2018).

Onarım yapılacak alanın ölçeği değiştikçe ve alan genişledikçe bu ölçekteki hedefler, hedeflere ulaşmak için gereken eylemlerin önceliği, eylemleri tanımlamak için gereken bilgi, yapılacak analizler ve sürece dâhil olan taraflar farklılaşır (Knight ve Landres 2002; Gilby vd., 2021). Onarımın mekânsal alanı genişledikçe uygulayıcıların, mevcut kısıtlı kaynakları (insan gücü ve para gibi) onarımda kullanabilmek için daha kapsamlı, nicel ve sağlam gerekçeleri olan bir çerçeveye ihtiyaçları vardır (Gilby vd., 2021).

Koruma ve onarım çalışmalarında peyzaj ölçeği; izole olmuş tür popülasyonları için alan, habitat çeşitliliği ve habitat bağlantısı sağlaması ve farklı bozulma ve habitat sıralı değişim süreçlerini barındırması nedeniyle gereklidir (Knight ve Landres, 2002). Bu geniş ölçekteki alanlar stres etmenlerine açıktır; bu nedenle peyzaj ölçeğinde yapılacak onarım ve koruma çalışmalarında alanların barındırdığı parçalı habitatlar arasındaki etkileşimleri anlamak önemlidir (Lewis vd., 1996). Peyzaj ölçeğindeki koruma veya onarım çalışmalarında, seçilen alanın niteliklerini oluşturan farklı ekosistem tipleri ve habitat yapıları ile bunlar arasındaki ilişkileri anlamak için canlı (biyotik) ve cansız (abiyotik) çevre ile ekolojik süreçler de (popülasyon dinamikleri, tür hareketleri, üretkenlik vb.) dikkate alınmalıdır. Ekosistem bileşenleri arasındaki etkileşim farklı zaman ve mekânsal ölçeklerde gerçekleşebilir (Lewis vd., 1996). Örneğin yalnızca türlerin kullandığı farklı habitatlar değil akarsular gibi hareket ettiği koridorlar (Gilby vd., 2018) ve hareket zamanı da önemlidir. Sonuç olarak peyzaj ölçeğindeki değişim ve alanın geçmişi anlaşılmalı ve bu bilginin onarımda nasıl kullanılacağı tanımlanmalıdır (Knight ve Landres, 2002).

Mekânsal ölçek ve ilişkiler gözetilmeden noktasal ölçekte yapılan onarımlar başarısızlıkla sonuçlanabilir. Bunun nedeni, onarım alanındaki bozulmaya yol açan etkenlerin havza ölçeğinde (Lewis vd., 1996) veya bağlantılı geniş peyzajlarda ortaya çıkmasıdır. Ölçeğin alan boyutundan peyzaj boyutuna çıkarılması, tür ve habitat çeşitliliği ile ekolojik süreçler açısından daha olumlu etki yaratarak onarımın ekolojik etkinliğini ve başarısını artırır (Knight ve Landres, 2002; Gilby vd., 2018).

[14] Tanecik: En küçük ölçüm birimi, çözünürlük, hücre; örneklem alanı.



Şekil 4.2 REFORM (Avrupa Nehir Restorasyonu) çerçevesinde tanımlanan 8 kademeli mekânsal hiyerarşi ve ölçeklendirme. Hiyerarşi; üst ölçekteki bölge ve havzalardan alt ölçekteki nehir kesimi, jeomorfolojik birim ve nehir elemanlarına kadar uzanan süreç odaklı ilişkileri ifade eder. Bu görsel, Avrupa Komisyonu REFORM Projesi kapsamında Gurnell vd. (2014) tarafından hazırlanan mekânsal ölçek hiyerarşisi görselinden Türkçe olarak yeniden tasarlanmıştır.

Onarımda Öncelikli Müdahale Alanların Belirlenmesi: Ramsar Sözleşmesi'nin 2002 tarihli VIII.16 sayılı Kararı ile kabul edilen Sulak Alan Restorasyonu İçin İlkeler ve Rehber'e göre sulak alanların onarımında mekânsal analizlerle öncelikli alanların belirlenmesine vurgu yapılmaktadır (Ramsar Convention, 2002). Peyzaj veya havza ölçeği gibi geniş alanlardaki onarım önceliklendirmesinde CBS ve uzaktan algılama araçları kullanılarak yapılan analizler, sulak alanı tek başına değil, çevresi ile ilişkili olarak değerlendirir ve hangi sulak alan işlevlerinin nerede onarılması gerektiğinin belirlenmesine yardımcı olur. Geniş alanlarda yapılan onarım önceliklendirmesinde havza analizi en sık kullanılan yöntemlerden biri olmasına karşın birçok çalışma kapsamlı bir havza analizi yerine statik CBS katmanları kullanmaktadır. Belirli bir havza planının olmadığı alanlarda, karar verme süreçlerinde detaylı bilgiye ihtiyaç vardır (Widis vd., 2015). Gerekli teknik bilgi ve veri olduğu sürece CBS tabanlı sulak alan önceliklendirmesi çeşitli fırsatlar sunar (Widis 2015).

Mekânsal karar destek sistemleri ve sistematik koruma planlaması yaklaşımı sulak alanın ve sulak alanla ilişkili ekosistemlerde öncelikli alanların belirlenmesinde kullanılan diğer yöntemlerdir (Crossman ve Bryan 2006, Lin ve Kleiss 2007, Schleupner ve Schneider 2013, Widis vd. 2015, Maleki vd. 2018). Kısıtlı kaynaklarla yapılacak bir onarımda, sistematik koruma planlaması yönteminin yeterlilik, temsiliyet, verimlilik ve esneklik gibi bazı ilkeleri hızlı önceliklendirmede kullanılabilir. Sistematik koruma planlaması yönteminde olduğu gibi onarım planlamasında da amaç, türlerin ve ekosistem işlevlerinin devamını ve habitatların bağlantılılığını sağlayan, temsiliyet özelliğine sahip alanları onararak biyoçeşitliliği geri getirmektir. (Crossman ve Bryan, 2006). Onarım yapılacak alanların belirlenmesinde, sulak alanın işlevleri, ekosistem hizmetleri, biyoçeşitlilik, türler için önemli yaşam alanlarının geri kazanılması veya bunları olumsuz olarak etkileyen tehditlere göre önceliklendirme yapılabilir.

4.7.2 Mekânı Oluşturan Bileşenlerin Tanımlanması ve Analizi

Onarımı yapılacak alanın mekânsal bileşenlerinin mevcut durumunun belirlenmesi ve baskıların tanımlanması, onarım sonucunda azaltılacak etkilerin ve bu etkilere karşı oluşacak tepkilerin belirlenmesi açısından önemlidir. Mevcut durumu ortaya koyan bu süreç; ekosistemlerin sınıflandırılması, habitat analizi, arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflarının belirlenmesi, ekolojik işlevlerin ve ekosistem hizmetlerinin saptanması ile geçmişten günümüze meydana gelen değişim ve dönüşümlerin, bozulmaların, kümülatif ve olası etkilerin değerlendirilmesi gibi analizleri içerir.

Ekosistem Sınıflandırması ve Habitat Analizleri: Ekosistem sınıflandırması**,** belirli sınırları olan ve ortak ekolojik yapılara sahip alanların belirlenmesi, tanımlanması ve haritalanması süreçlerini içerir. Ekosistemlerin sınıflandırılmasında küresel ve Avrupa ölçeğinde referans olarak kullanılabilecek pek çok yöntem ve sınıflandırma bulunmaktadır. Avrupa Çevre Ajansı *(European Environment Agency)* tarafından hazırlanan "Avrupa Ekosistem Tipleri" sınıflandırması altında *Copernicus* Arazi İzleme Hizmeti (Copernicus Land Monitoring Service, CLMS, https://land.copernicus.eu/en) verileri ile deniz derinliği ve deniz tabanına ilişkin veri tabanları bulunmaktadır. Bu veri tabanlarının bir kısmı Türkiye'nin ekosistemlerinde kullanılabilecek bilgiyi içermektedir.

Bir diğer güncel sınıflandırma IUCN tarafından geliştirilen ve deniz, tatlı su ile karasal ekosistemleri kapsayan Küresel Ekosistem Sınıflandırması'dır (*IUCN Global Ecosystem Typology,* https://global-ecosystems.org/). Klasik ekosistem sınıflandırmalarının büyük ölçüde tür bileşenleri ve arazi örtüsü nitelikleri üzerinden geliştirilmiş olması ve uluslararası sözleşmelerce tanımlanan koruma hedefleri açısından yetersiz kalması nedeniyle IUCN, tasarımında ekosistem işlevleri ve süreçleriyle birlikte biyotik ve abiyotik itici güçler ve insan etkilerini dikkate alan Küresel Ekosistem Sınıflandırması'nı geliştirmiştir (Keith vd., 2022). Bu sınıflandırmalar, geniş ölçekte (peyzaj veya havza) yapılacak bir onarım için gerekli ekosistem sınıflandırmasında kullanılabilir. Küçük bir alanın ekosistem veya habitat sınıflarının belirlenmesinde bu veri tabanlarının ölçeği ve mekânsal çözünürlüğü yetersiz kalır. Böyle bir durumda ancak yeterli mekânsal veri varsa bu sınıflandırmalardaki ekosistem tipleri referans alınarak ekosistem analizi yapılabilir.

Habitat, canlıların farklı yaşam döngülerini geçirdikleri ve yaşamları süresince ihtiyaç duydukları kaynakların bulunduğu alandır. Habitatların ayırt edici özellikleri ve mekânsal sınırları bulunur. Habitat analizleri, sahip oldukları özelliklere göre habitatların tanımlanmasını, sınıflandırılmasını ve haritalanmasını sağlar.

AB tarafından geliştirilmiş olan Habitat Direktifi *(92/43/EEC)* Türkiye dâhil AB üye ve aday ülkelerinde korunması gereken 230 farklı habitat tipini tanımlamaktadır. 2007 yılında yayımlanan direktif, yeni üye ülkelerdeki habitat tiplerine göre güncellenmektedir. Avrupa Çevre Ajansı tarafından AB Habitat Direktifi, Bern Sözleşmesi Habitat Tipleri ve Avrupa Habitat Kırmızı Listesi kullanılarak EUNIS (*European Nature Information System;* https://eunis.eea.europa.eu/) habitat sınıfları geliştirilmiştir. Doğal ve yapay habitatlar dâhil olmak üzere karasal, denizel ve tatlı su habitat tipleri belirlenmiş ve haritalanmıştır. EUNIS habitat sınıfları gerektiğinde güncellenerek yayımlanmaktadır.

Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsü Analizi: Bir mekânın özelliklerinin tanımlanmasında arazi örtüsü en genel sınıflandırmayı verir. En genel tanımıyla arazi örtüsü, dünyada karasal alanlar üzerinde bulunan orman, çayır, tarım alanı, göl ve yerleşimler gibi biyofiziksel özelliklerdir. İnsanların arazi örtüsü üzerindeki farklı kullanım biçimlerine göre yapılan sınıflandırmalar arazi kullanımı-arazi örtüsü (*Land Use and Land Cover, LULC*) olarak tanımlanır. Standartlaştırılmış bir sınıflandırma sistemine örnek Avrupa Komisyonu tarafından geliştirilen ve Türkiye dâhil Avrupa ülkelerini kapsayan kıtasal ölçekteki arazi örtüsü programı CORINE'dir (*Coordination of Information on the Environment*; https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover). CORINE'de arazi örtüsü ve arazi kullanımlarını içeren 44 tematik sınıf bulunmaktadır.

İnsan kullanımlarına ve üretim biçimlerine bağlı olarak arazide yapılan her türlü değişim ve dönüşüm, arazi örtüsü ve sınıfları üzerinde değişimlere yol açar. Arazi kullanımı-arazi örtüsü değişimi analizleri, uzaktan algılama yöntemlerini kullanarak belirli bir alan üzerinde, belirli zaman aralıkları içindeki değişimi belirlemek için yapılır. Bu analizler sayesinde onarım planlaması yapılan bir alanın geçmişi öğrenilir. Ayrıca habitatlardaki daralma, kayıplar ve ekosistem işlevleri ile hizmetlerindeki değişimler hakkında bilgi edinilmiş olur.

Sulak alanların ve su havzalarından sağlanan ekosistem hizmetleri, tarım ve otlatma nedeniyle meydana gelen bitki örtüsündeki değişimden (Rebelo vd., 2015) ve arazi kullanım biçiminin dönüşümden (yapılaşma, yol, maden gibi) etkilenir. Analizler sayesinde habitatlardaki ve ekosistem hizmetlerindeki dönüşüm ve bozulma belirlenebileceği gibi olası senaryolar üzerinden gelecekteki dönüşüm, bozulma ve kayıplara dair tahminler de üretilebilir. Böylelikle onarımla geri kazanılacak alanların belirlenmesinin yanı sıra geleceğe yönelik koruma ve alan kullanım kararları verilebilir.

4.7.3 Mekânsal İlişkilerin Analizi

Çalışma alanı ve ölçeğine (alan, havza veya peyzaj) göre sulak alanın ve bağlantılı doğal alanların ekolojik işlevleri belirlenmelidir. Bu işlevler; yüzey akışının düzenlenmesi, suyun filtre edilmesi, besin döngüsü, biyokütle üretimi, biyoçeşitlilik için habitat oluşturması ve karbon tutumu gibi çok farklı işlevler olabilir. Ekolojik işlevler belirlendikten sonra, bunları tehdit eden unsurlar tespit edilerek hangi alanlarda hangi işlevlerin onarılacağı kararlaştırılabilir. Ancak, sulak alanlar dinamik bir yapıya sahip olması, farklı ekosistem tipleri arasında geçiş oluşturması ve doğal yıkımlar ile insan faaliyetlerinden etkilenmesi nedeniyle sınıflandırılması ve işlevlerinin tanımlanması zordur (Hanson vd., 2008).

Ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi, ekolojik işlevlerin değerlendirilmesinde altlık oluşturmaya yardımcı olur (Avcıoğlu-Çokçalışkan, 2016). Böyle bir yaklaşımda, ekolojik işlevlerin ekosistem hizmetlerinden farklı olduğu unutulmamalıdır. Ekosistem hizmetleri insanların faydalanmasıyla tanımlanırken ekolojik işlevler insan unsurundan bağımsız olarak doğal alanlardaki gerçekleşen biyolojik, kimyasal ve fiziksel süreçlerdir (Hanson vd., 2008; Avcıoğlu-Çokçalışkan, 2016).

Ekosistem Hizmetlerinin Değerlendirilmesi: Doğanın insanlara sağladığı faydalar olarak tanımlanan ekosistem hizmetleri, insanların doğal ekosistemlerden elde ettiği ürün ve hizmetlerdir. Ekosistem hizmetleri, gıda veya yakıt gibi tüketim maddelerini sağlayan hizmetlerin yanı sıra suyun temizlenmesi ve erozyonun önlenmesi gibi tüketilmeyen, ancak dolaylı olarak fayda sağlayan hizmetler de olabilir. Doğal ekosistemlerin sunduğu hizmetler, tüm insanlığın ortak faydalandığı kamusal hizmetlerdir. Ekosistem hizmetleri doğal ekosistemlerin yapısı, süreçleri ve işlevleri ile bu hizmetlerden faydalanan insan topluluklarına göre farklılık gösterir (Avcıoğlu-Çokçalışkan, 2016).

Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi Raporu'na (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) göre ekosistem hizmetleri dört başlık altında sınıflandırılır: tedarik hizmetleri, düzenleyici, kültürel ve destekleyici hizmetler. Bu raporu ve uzman görüşlerini temel alan Ramsar Sözleşmesi Sekreteryası, 2018'de yayımladığı Küresel Sulak Alanlar Görünümü (*Global Wetland Outlook*) belgesinde sulak alan ekosistem hizmetlerini derlemiştir. Üç temel sulak alan tipinin (tatlı su, kıyı veya denizel, insan yapımı) altında toplamda 18 alt habitata ait ekosistem hizmetlerinin göreli önemini 5 kategoride (yüksek, orta, düşük, bilinmiyor, uygulanamaz) vermiştir (Ramsar Convention on Wetlands, 2018, Tablo 2.7, s. 39). Hükümetler Arası Biyoçeşitlilik ve Ekosistem Hizmetleri Bilim ve Politika Platformu (*Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services,* IPBES), ekosistem hizmetlerini "doğanın insanlığa katkıları" olarak tanımlamakta ve bu katkıları düzenleyici, maddi ve maddi olmayan katkılar olarak üçe ayırmaktadır (IPBES, 2017). Destekleyici hizmetler (besin döngüsü, oksijen üretimi gibi), doğal ekosistemlerin olağan süreçleri olması nedeniyle sınıflandırma dışında tutulmuştur. Güncel sürümü 2023'te yayımlanan Ekosistem Hizmetlerinin Uluslararası Ortak Sınıflandırması (*Common International Classification of Ecosystem Services*, CICES) ise benzer bir yaklaşımla ekosistem hizmetlerini yalnızca tedarik, kültürel ve düzenleyici olarak sınıflandırmıştır (Haines-Young, 2023).

Ekosistem hizmetlerinin ve faydalanan toplumlar açısından değerinin belirlenmesinde farklı yöntemler kullanılır. Anketler yoluyla yapılan sosyal değerleme yöntemleri en basit ve uygulaması hızlı yöntemlerdir. Bu yöntemde insanlara ekosistem hizmetlerini iyi anlatmak, alandaki faydalanma biçimlerinin hangi ekosistem hizmetine karşılık geldiğini belirlemek ve bu hizmetleri arazinin doğal özellikleriyle ilişkilendirmek gerekmektedir. Bunun yanı sıra, ekosistem hizmetlerine değer atama yönteminin tarafsız ve bilimsel temellere oturtulması için yalnızca faydalanıcı değil, uzman bilgisine de başvurmak gerekir.

Ekosistem hizmetlerinin haritalanması çalışmaları arazi kullanımı-arazi örtüsü veya habitat haritaları üzerinden yapılmaktadır (Maes vd., 2012). Ekosistem hizmetlerini analiz etmek, haritalamak ve modellemek için çeşitli yazılımlar vardır (InVEST, SolVES, ARIES gibi). Ancak, doğal ve fiziki verilerin kısıtlılığından ötürü bütün ekosistem hizmetlerini modelleyip haritalandırmak mümkün olmayabilir. Alan küçüldükçe veri kalitesi düştüğünden modelleme sonuç üretemeyebilir. Bu durumda katılımcı teknikler (katılımcı haritalama – *participatory mapping, participatory GIS*) kullanılabilir. Bu teknikler özellikle tedarik ve kültürel ekosistem hizmetleri için tercih edilir

Balıkdamı Sulak Alanı, geleneksel yapıların çatısında saz kullanımı, 2024, © Başak Avcıoğlu Çokçalışkan



(Brown ve Fagerholm, 2015). Farklı bilgi ve deneyime sahip grupların katılımını sağlamak, katılımcıları doğru şekilde yönlendirmek ve elde edilen yanıtları ekosistem tipleri ve süreçleriyle ilişkilendirerek haritalara aktarmak bu yöntemin başlıca gerekliliklerdir.

Tablo 4.4 Sulak alan ekosistem hizmet sınıfları ve örnekler. Ramsar Convention on Wetlands (2018) yayınında yer alan Tablo 2.7 (s. 39) Türkçeye çevrilerek uyarlanmıştır. © Ramsar Convention Secretariat 2018. CC BY-NC 4.0.

Sulak alan tipleri / Hizmetler	İç sulak alanlar					Kıyısal / denizel sulak alanlar							İnsan yapımı sulak alanlar					
	Akarsu (ırmak/dere)	Göl	Turbalık	Sazlık bataklık / Ağaçlık bataklık	Yeraltı sulak alanları	Tuzlu bataklık	Mangrov	Deniz çayırı	Mercan resifi	Kabuklu deniz canlıları resifi	Lagün	Kelp ormanı	Rezervuar	Çeltik tarlası	Islak çayır	Atık su havuzları	Tuzlalar	Su ürünleri yetiştiriciliği havuzları
Tedarik hizmetleri																		
Gıda	Y	Y	Y	Y	ud	Y	Y	O	O	O	O	D	O	Y	Y	D	Y	Y
Tatlı su	Y	Y	D	O	Y	D	ud	ud	ud	ud	D	ud	O	ud	ud	D	ud	ud
Lif ve yakıt	O	O	Y	Y	ud	D	Y	ud	ud	ud	O	ud	D	ud	ud	D	ud	D
Biyokimyasal ürünler	D	?	?	D	?	D	D	?	D	?	?	D	?	ud	?	?	D	?
Genetik materyaller	D	D	?	?	?	D	D	?	D	?	?	?	D	D	?	?	D	D
Düzenleyici hizmetler																		
İklim düzenleme	D	Y	Y	Y	D	Y	Y	Y	O	D	D	ud	O	D	D	ud	D	ud
Hidrolojik düzenleme	Y	Y	O	O	D	O	Y	ud	ud	ud	O	ud	Y	O	D	ud	ud	ud
Kirlilik kontrolü	Y	O	O	Y	O	Y	Y	D	D	ud	O	?	D	D	D	Y	ud	ud
Erozyondan koruma	O	O	O	O	Y	O	Y	D	O	O	D	D	D	O	O	D	O	ud
Doğal tehlikelerden korunma	O	Y	O	Y	ud	Y	Y	O	Y	O	O	D	D	D	D	ud	O	ud
Kültürel hizmetler																		
Manevi ve ilham verici değerler	O	Y	O	O	D	?	D	?	Y	ud	O	ud	O	D	D	ud	O	ud
Rekreasyon	Y	Y	D	O	D	?	?	?	Y	ud	O	D	Y	D	D	ud	D	ud
Estetik	O	O	D	O	D	O	O	ud	Y	ud	O	ud	Y	O	O	ud	O	ud
Eğitim	Y	Y	O	O	D	D	D	D	D	D	D	D	Y	D	D	D	O	Y
Destekleyici hizmetler																		
Biyoçeşitlilik	Y	Y	Y	Y	Y	O	O	D	Y	O	O	D	O	O	O	D	O	D
Toprak oluşumu	Y	D	Y	Y	ud	O	O	ud	ud	ud	ud	ud	D	O	D	D	D	ud
Besin maddesi döngüsü	Y	D	Y	Y	D	O	O	D	O	ud	O	D	D	O	D	Y	D	D
Tozlaşma	D	D	D	D	ud	D	O	O	ud	ud	?	?	D	D	O	D	D	ud

Y	Yüksek
O	Orta
D	Düşük
?	Bilinmiyor
ud	Uygulanamaz

Sulak alan ekosistem hizmetlerinin derlenmiş listesi
Farklı sulak alan ekosistemi tiplerinden sağlanan ekosistem hizmetlerinin göreli önemi, uzman görüşlerine ve 2005 Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi'ne dayanılarak belirlenmiştir. Veriler küresel ortalamayı temsil etmektedir; hizmetlerin önem düzeyi yerel ve bölgesel koşullara göre farklılık gösterebilir. Ayrıca, önemli görülen ve hakkında yeterli bilgi bulunan başka hizmetler de listeye eklenebilir.

***Ekolojik İşlev ve İşlevleri Etkileyen Stres Unsurlarının Değerlendirilmesi*:** Sulak alanların işlevleri, sulak alan sisteminin bütünlüğünün sürdürülmesi açısından yaşamsal önem taşıyan ve yalnızca sulak alanın kendisi için değil, çevresindeki diğer ekosistemler ve insanlar için de önemli olan fiziksel, kimyasal ve biyolojik süreçlerdir (Adamus vd., 1991; Van Meter vd., 2026). Sulak alanların işlevleri bulunduğu yere ve büyüklüğüne göre farklılık gösterir (Novitzki vd., 1996). Ayrıca, alandaki iklim koşulları, alana giren ve çıkan su miktarı, doğal bozulmalar ile insan kaynaklı bozulma ve arazi dönüşümleri sulak alanların işlevlerini etkiler (Novitzki, 1996; Hanson vd., 2008).

Sulak alanların mekânsal analizinde, çevredeki diğer ekosistemler ve peyzaj içindeki ilişkilerin değerlendirilmesi önemlidir. Sulak alanın çevresindeki diğer ekosistemler, habitatlar, sulak alana bağımlı yaban hayatının çevredeki diğer habitatlarla olan bağlantısı, bu ilişkilerin peyzaj içindeki mekânsal analizi gibi konular onarım öncesi ilişkileri anlamak ve sonrasında da izlemek açısından değerlendirilmelidir.

Sulak alan işlevlerini değerlendirme yöntemleri çalışmanın amacına, detayına, süresine, çalışma alanının büyüklüğüne ve mevcut verilere göre değişir. Değerlendirme yöntemi çalışmanın ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir. Bu yöntemler;

- peyzaj ölçeğinde yapılan değerlendirmeler,
- hızlı değerlendirmeler ve
- biyolojik ve fiziko-kimyasal çalışmalarla yapılan değerlendirmeler olmak üzere üç düzeyde ele alınır (Hanson vd., 2008).

Peyzaj ölçeğinde yapılan değerlendirme, sulak alan işlevlerinin peyzaj içindeki önemini ve ekolojik ilişkileri anlamak açısından önemlidir (Hanson vd., 2008). Peyzaj ölçeğinde değerlendirmede iki yaklaşım vardır; i) sulak alan sınıflandırması üzerinden uzman bilgisine başvurularak her bir sınıfa işlevsel değerlerin atanması, ii) uzaktan algılama ve diğer coğrafi mekânsal veriler kullanılarak oluşturulan göstergeler üzerinden modellemelerin yapılması (Van Meter vd., 2026). Hızlı değerlendirmeler ise kısıtlı zaman ve bütçe koşullarında tercih edilmektedir. Ancak, bazı hızlı değerlendirmelerde yapılan basitleştirme ve varsayımlar yanlış sonuçlar doğurabilir. Biyolojik, fiziksel ve kimyasal çalışmalarla yapılan değerlendirmeler genellikle hızlı uygulanan yöntemlerin doğrulanmasına yöneliktir (Hanson vd., 2008).

Ekosistemler üzerinde görülen değişimler ekosistem işlevlerini ve ekolojik ilişkileri etkileyen stres unsuru oluşturur. Onarım çalışmalarının başarısı, odaklanılan habitat üzerindeki stres unsurunun etki alanını ve ölçeğini belirlemekten geçer. Sucul ekosistemlerde zaman ve mekâna bağlı olarak görülen değişimler, küçük ölçekten büyük ölçeğe kadar farklılık gösterir. Habitat tipine göre farklılık gösteren bu değişimlerin etkileri küçük olabileceği gibi yıkıcı da olabilir (Lewis vd., 1996; Crowder vd., 1996). Ekosistemlerin sahip olduğu bileşenlerdeki (fiziksel, kimyasal ve biyolojik) herhangi bir değişim, değişimin oranı ve şiddetine bağlı olarak ekosistem üzerinde stres oluşturur (Crowder vd., 1996). Bunun sonucunda ekosistem farklı tepkiler verir (Crowder vd., 1996):

1. Aksaklıklara rağmen ekosistem işlevleri devam eder.
2. Ekosistem işlevleri düşük düzeyde sürer.
3. İstilacı türler gibi yeni bileşenler ortaya çıkar.
4. Ekosistem işlevleri farklılaşır.
5. İşlevlerde yenilenme olmaz ve ekosistem çöker.

Habitat ve türleri etkileyen birden fazla stres unsuru olabilir ve bu unsurlar farklı mekânsal ve zamansal ölçekte etkili olabilir (Lewis vd., 1996). Örneğin kıyı habitatları, hem gölün bütününden hem de çevredeki karasal alanlardan kaynaklanan streslerden etkilenir. Gölün bütünüyle ilişkili stresler daha geniş ölçekli müdahaleler gerektirir. Karasal kökenli stresler yerel ölçekte daha kolay yönetilebildiğinden, kıyı alanlarının karasal etkilenme düzeyine göre alt bölümlere ayrılması, streslerin mekânsal dağılımının ve müdahale önceliklerinin belirlenmesini kolaylaştırabilir (Crowder vd., 1996). Ekosistem bileşenlerinin herhangi biri üzerindeki birincil stresler, zaman içinde diğer bileşenlerde ikincil değişimleri tetikleyebilir (Crowder vd., 1996). Ekosistemler üzerinde bileşik etkiler oluşturma olasılığı yüksek stresler, izole streslere göre daha acil eylem gerektirir (Crowder vd., 1996).

Stres unsurlarının etkileşimine açıklayıcı bir örnek verilebilir: *Artemia* sp. (tuz karidesi), kilit taşı bir tür olan flamingonun önemli bir besin maddesidir (Özkoç vd., 2026). Su kuşlarının ayak ve tüylerine yapışan ve sindirim sisteminde birkaç gün boyunca bozulmadan kalan yumurtalar (Persoone ve Sorgeloos 1980; Van Stappen vd., 2024), flamingo gibi tuz karidesiyle beslenen su kuşlarının göç yolu boyunca uygun sulak alanlara taşınarak yayılır (Persoone ve Sorgeloos 1980; Green vd., 2005, Van Stappen vd., 2024) ve besin zincirine katkı sağlar (Özkoç vd., 2026). Flamingo türünün popülasyonundaki bir düşüş (birincil stres), göç yolu üzerindeki sulak alanlarda tuz karidesinin ve bu türle beslenen diğer türlerin popülasyonunu olumsuz etkileyebilir (ikincil değişim). Başka bir durum ise flamingonun beslendiği sulak alanlara müdahale sonucunda oluşan tuzluluk ve sıcaklıktaki değişiklik (birincil stres) tuz karidesinin üreme döngüsünü olumsuz şekilde etkileyerek flamingo popülasyonunun düşüşüne neden olabilir (ikincil değişim).

Habitatların hiyerarşik yapısı ve mekânsal olarak birbiriyle olan ilişkisinden ötürü stres unsurunu azaltma ve onarım çalışmaları küçük ölçeklerden ziyade stresin etkilediği geniş ölçeklerde uygulanmalıdır (Lewis vd., 1996).

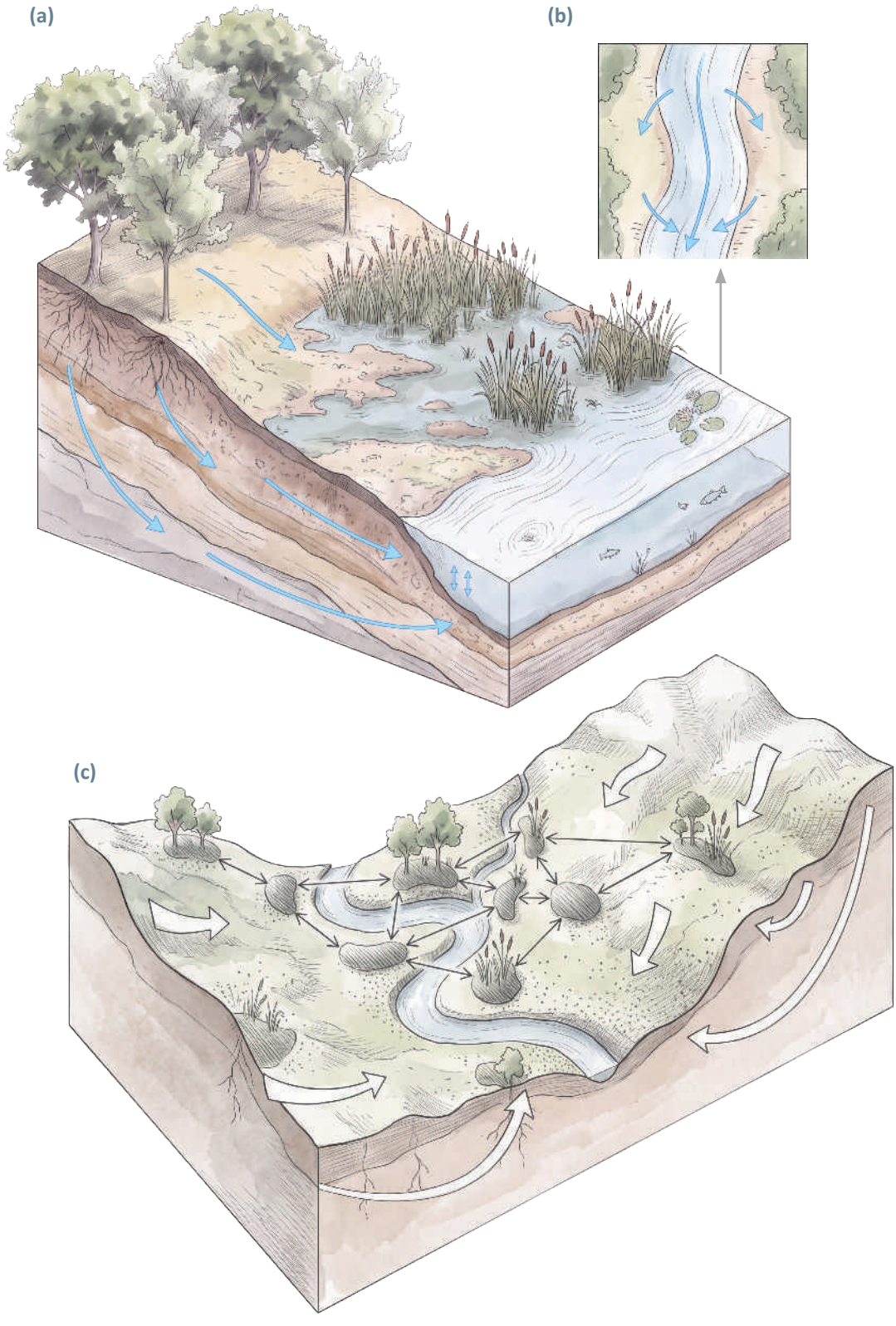
Peyzaj Ölçeğinde Parçalanmış Habitatların ve Mekânlar Arası Bağlantılılığın Geri Kazanılması: Onarım çalışmalarında mekânlar arasındaki bağlantılar önemli bir diğer konudur. Peyzaj içindeki farklı ekosistem ve habitatlar arasında tür hareketliliği ile enerji ve madde akışı gibi süreçler ekolojik işlevlerin devamlılığını sağlar (Gilby vd., 2018; Verhoeven vd., 2008). Ayrıca akarsular ile havza ölçeğinde sulak alanlar arasında hidrolojik bağlantılar bulunur (Kondof vd., 2006; Verhoeven vd., 2008). Peyzaj ölçeğinde yapılan analizler sonucunda, özellikle tür dinamikleri, hidrolojik akışlar ve ekolojik işlevler açısından aralarındaki bağlantının koptuğu habitatlar olabilir. Bu habitatları yeniden birbirine bağlayacak bir onarım çalışması, türlerin metapopülasyon dinamiklerinin (Gilby vd., 2018) ve ekosistem süreçlerinin sürdürülmesini sağlayacaktır.

Örneğin, akarsu sistemlerinde mekânsal bağlantılılık dikey, yatay ve boylamasına görülür ve zamana bağlıdır. Peyzaj ve havza ölçeğindeki bir akarsu sistemindeki ekosistem işlevlerinin ve bağlantılılığın kaybı pek çok nedenden ötürü olabilir; yapılaşma, tarımsal uygulamalar, baraj veya gölet inşası, yapay kanallar boyunca su rejiminin ve su yatağının değiştirilmesi, doğal su taşkınlarının yapay olarak önlenmesi gibi (Kondof vd., 2006; Verhoeven, 2008). Akarsu bağlantılılığı dönemsel olarak değişiklik gösterdiğinden onarımdan sonra da bu dinamizm devam eder. Akarsu sistemlerinde bozulan bağlantılılığın yeniden kurulması, bazı dar yayılışlı yerli türleri olumsuz etkileyebileceğinden ve tarımsal kirliliğin yayılmasına yol açabileceğinden uygulama sonuçları iyi değerlendirilmelidir (Kondof vd., 2006). Özellikle istilacı türler varsa türün yayılmasının engellenmesi için bağlantılılığın kesilmesi de istenebilir (Kondof vd., 2006).

Peyzaj ölçeğindeki bir onarım çalışması sırasında bağlantılılığın yeniden sağlanmasında Gilby vd.nin (2018) peyzaj ilkelerinin onarım ekolojisine entegrasyonuna yönelik öncelikli araştırma sorularından bazıları dikkate alınabilir:

1. Hangi habitatlar için peyzaj ortamı önem taşır?
2. Hangi parametreler ve bağlantılar hangi habitatlar için önceliklendirilmelidir?
3. Diğer habitatlarla olan bağlantılar onarım sonuçlarını nasıl etkiler?
4. Metapopülasyon dinamikleri ile habitat bağlantılılığının onarım planlamasına dâhil edilmesi hayvan popülasyonlarının sağlığını, sürekliliğini ve direncini ne ölçüde artırabilir?
5. Onarım yapılacak alanların mekânsal dağılımını optimize etmek için kullanılabilecek başka kapsamlı parametre var mı?

Onarımın planlandığı alanlarda yapılacak mekânsal analizlerin alanın ekolojik, sosyal, ekonomik niteliklerinin ortaya konması, alanlar arasındaki ilişkilerin belirlenmesi, müdahale edilecek yerlerin önceliklendirilmesi, alanın daha üst ölçek olan peyzaj içindeki bağlantılarının nerede ve nasıl yeniden kurulması gerektiğinin saptanması gibi pek çok aşamada kullanılması gerekmektedir.



Şekil 4.3 Akarsu havzası ölçeğinde bağlantılılık, Verhoeven vd. (2008)'ne göre Türkçe olarak yeniden tasarlanmıştır. (a) karasal ve sucul sistemlerdeki hidrolojik akış yolları; (b) akarsu yüzeyindeki ve kıyı kuşağı ile arasındaki akış; (c) doğal veya yarı doğal peyzajlarda organizmaların dağılımı.

4.8 Paydaş Analizi ve Paydaşların Alana Dair Bilgilerinin Derlenmesi

Güler Bozok

Sulak alan onarımının her aşamasında alanı kullanan, yöneten, araştıran ve ilgili diğer tüm paydaşların katılımı önemlidir. Böylece yerel ve bilimsel bilgi buluşturularak daha uygulanabilir ve sürdürülebilir çözümler geliştirilebilir (Thomas ve Middleton, 2003). Ramsar Rehberi (2010), yönetim planlarının da "katılımcı süreçler" üzerine inşa edilmesi gerektiğini vurgular. Yerel halkın, kadınların, gençlerin ve geleneksel bilgiye sahip grupların katkıları alınmalı; ayrıca kamu kurumları, yerel yönetimler ve STK'larla işbirliği mekanizmaları kurulmalıdır. Bu sayede alınan kararlar, yalnızca teknik açıdan değil, sosyal açıdan da daha uygulanabilir ve sahiplenilebilir hâle gelir (Ramsar Convention Secretariat, 2010).

Katılımcı onarım planlamasında odak grup toplantıları, geniş katılımlı halk toplantıları, köy veya mahalle görüşmeleri, bire bir görüşmeler, çalıştaylar, ortak planlama oturumları, danışma komiteleri, eğitim programları, katılımcı haritalama çalışmaları, sorun ağı analizi, **DPSIR** yaklaşımı (*Driving Forces–Pressures–State–Impacts–Responses /* İtici Güçler–Baskılar–Durum–Etkiler–Yanıtlar) ve **SWOT** analizi *(Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats /* Güçlü Yönler-Zayıf Yönler-Fırsatlar-Tehditler) gibi etkileşimli yöntemlerden yararlanılabilir. Bu yöntemler paydaşların yalnızca bilgilendirilmesini değil, sorunların tanımlanmasına, önceliklerin belirlenmesine, onarım hedefleri ile yöntemlerinin tartışılmasına ve izleme süreçlerinin oluşturulmasına etkin biçimde katılmasını sağlar. Ortak planlama oturumları onarım hedefleri ve yöntemlerinin paydaşlarla birlikte tartışılmasına olanak tanır. Bu süreçte, katılımcı haritalama ve sulak alanın görsel temsilleri kullanılarak sorunlar ve potansiyeller herkesin anlayabileceği bir biçimde ortaya konur. Odak grup toplantıları ise belirli bir konuyu ele almak üzere az sayıda katılımcı ile derinlemesine tartışma yapılan oturumlardır. Sulak alan onarımı bağlamında su kullanımı, ekosistem hizmetleri, tarımsal faaliyetler, biyoçeşitlilik, kültürel değerler, geçim kaynakları, alan kullanımı ve onarım öncelikleri gibi konular ayrıntılı biçimde değerlendirilebilir. Bu toplantılar özellikle benzer deneyime veya ortak ilgi alanına sahip paydaş gruplarının görüşlerini daha ayrıntılı biçimde anlamak için yararlıdır. Bunların yanı sıra köy/mahalle halkı ile yapılan geniş katılımlı ve bire bir görüşmeler ve çalıştaylar aracılığıyla hem yerel bilgi hem de bilimsel veriler sürece dâhil edilir.

Paydaş belirleme, katılımcı onarım planlamasının ilk ve en belirleyici aşamasıdır. Sulak alan onarımında paydaş; alanla doğrudan veya dolaylı ilişkisi bulunan, alanın ekosistem hizmetlerinden yararlanan, alan üzerinde etkisi olan, karar süreçlerinde rol üstlenen ya da onarım uygulamalarından etkilenen kişi, grup veya kurumdur. Öncelikle sulak alanla doğrudan ilişkisi olan gruplar ile dolaylı etkisi bulunan kurumlar listelenir. Çiftçiler, balıkçılar, hayvan sahipleri, arıcılar, saz ve kamış biçenler, köy veya mahalle halkı, yerel dernekler ve farklı üretici grupları sulak alanla doğrudan ilişkisi olan paydaşlar arasında yer alır. Yerel yönetimler, ilgili kamu kurumları, üniversiteler, araştırma enstitüleri, STK'lar ve özel sektör temsilcileri ise onarım sürecinde dolaylı ilişkisi olan ancak yetkisine göre doğrudan kurumsal düzeyde katkı sağlayan paydaşlar olarak değerlendirilir. Bu süreçte, "Kimler alanın ekosistem hizmetlerinden yararlanıyor?", "Kimlerin faaliyetleri alanı etkiliyor?", "Kimler karar verici konumda?" ve "Kimler onarım uygulamalarından doğrudan veya dolaylı biçimde etkilenecek?" gibi sorulara yanıt aranmalıdır. Paydaşların belirlenmesinde literatür taraması, kurum yazışmaları, arazi gözlemleri, yerel halkla yapılan ön görüşmeler ve mevcut yönetim planlarından yararlanılabilir.

Bir sonraki adımda paydaş analizi yapılarak doğrudan etkilenen gruplar (çiftçiler, balıkçılar, köy/mahalle halkı vb.) ile dolaylı etkilenen ve doğrudan etkisi olan kurumlar (yerel yönetimler, devlet kurumları, STK'lar, üniversiteler vb.) belirlenir. Her grubun alanla ilişkisi, onarım sürecindeki rolü, sorumluluğu, beklentisi, olası katkısı, süreçten etkilenme ve süreci etkileme düzeyi ortaya konur.

Köy halkıyla yapılan görüşmeler, yerel bilgi ve deneyimlerin onarım sürecine dâhil edilmesinde büyük önem taşır. Bu toplantılar, köy meydanı, kahvehane veya muhtarlık gibi halkın kolay ulaşabileceği mekânlarda düzenlenmelidir. Dil sade ve anlaşılır olmalı; teknik terimler görsel materyaller veya örnekler kullanılarak açıklanmalıdır. Katılımcıların geçmişteki alan kullanımlarına dair hafızaları, doğal süreçlerin anlaşılması için değerli bir kaynaktır. Görüşmeler sırasında kadınların, gençlerin ve farklı üretici gruplarının da sürece katılması teşvik edilmelidir.





© DAD arşivi

Kamu kurumları, belediyeler, araştırma enstitüleri, üniversiteler ve STK'larla yapılan görüşmeler, onarım sürecinde kurumsal kapasite, teknik uzmanlık ve yasal çerçevenin netleştirilmesini sağlar. Bu görüşmelerde kurumların planları, projeleri, uygulama takvimleri, bütçeleri ve yetki alanları ile onarım hedeflerinin nasıl örtüştüğü değerlendirilmelidir. Görüşmeler resmî yazışmalarla desteklenmeli, toplantı sonuçları tutanak veya rapor hâline getirilmelidir. Böylece görev paylaşımı, sorumluluk alanları ve işbirliği olanakları daha açık biçimde ortaya konur.

Her türden paydaş toplantısının verimli geçmesi için öncelikle katılımcılara açık ve anlaşılır davet metinleri gönderilmeli, toplantının amacı net bir biçimde ifade edilmelidir. Toplantı öncesinde çerçevesi belirlenmiş bir gündem hazırlanmalı, toplantılar tarafsız bir uzmanın kolaylaştırıcılığında yürütülmelidir. Özellikle çatışmalı konular yapıcı bir tartışma ortamında ele alınmalıdır. Her katılımcının görüşünü çekinmeden ifade edebilmesi için açık, saygılı ve kapsayıcı bir ortam sağlanmalıdır. Toplantılarda kullanılacak haritalar, fotoğraflar, krokiler ve diğer görsel materyaller tartışmaları somutlaştırır. Katılımcı haritalama ve sulak alanın görsel temsilleri kullanılarak alanın sorunları ve potansiyelleri herkesin anlayabileceği bir biçimde ortaya konur. Sonuçlar mutlaka kayıt altına alınmalı, toplantı özetleri tüm katılımcılar ile paylaşılmalıdır. Katılımcılığın etkinliği için toplantılarda alınan kararların ve önerilerin şeffaf biçimde paylaşılması, herkesin erişebileceği raporlama mekanizmalarının oluşturulması ve geri bildirimlerin onarım planına entegre edilmesi önem taşır. Alınan kararların şeffaf biçimde duyurulması ve düzenli raporlama paydaşların sürece duyduğu güveni artırır. Geri bildirimlerin dikkate alınması ise katılımcıların sürece katkı sunduğunu hissetmelerini sağlar.

Katılımcılık bir defalık bir etkinlik değil, planlama, uygulama ve izleme aşamalarına yayılan süreklilik gerektiren bir süreçtir. Bu nedenle paydaş toplantıları düzenli aralıklarla tekrarlanmalı ve katılımcılığın döngüsel bir şekilde yürütülmesine özen gösterilmelidir. Her saha ziyaretinde özellikle köy muhtarları ve yerel temsilcilerle iletişim hâlinde olunmalı; gerekli durumlarda bu kişiler ön değerlendirme, uygulama ve izleme çalışmalarına davet edilerek iletişim sürdürülmelidir. Katılımcı izleme yöntemleriyle yerel halkın gözlem ve veri toplama süreçlerine katılması onarımın sahiplenilmesini güçlendirir.

Onarım sürecinin kamuoyuna duyurulması sırasında paydaş katılımı görünür kılınmalıdır. Haber içeriklerinde, bilgilendirme notlarında ve raporlarda bölge insanının katkılarına, görüşlerine ve deneyimlerine yer verilmesi sürecin toplumsal boyutunu güçlendirerek sahiplenmeyi artırır. Böylece onarım yalnızca dışarıdan yürütülen bir müdahale olarak değil, yerel halkın bilgi, deneyim ve katkısıyla şekillenen ortak bir süreç olarak algılanır. Bu da onarım uygulamalarının daha kalıcı sonuçlar üretmesine katkı sağlar. Sulak alan onarımının başarısı, yalnızca bilimsel ve teknik müdahalelere değil, aynı zamanda yerel halk, çiftçiler, balıkçılar, kurum temsilcileri, STK'lar ve akademisyenler arasında kurulan sürekli iletişim ve işbirliğine bağlıdır. Böylece onarım sosyal bir süreç haline gelir ve yerel sahiplenmeyle daha kalıcı sonuçlar elde edilir.

4.9 Sulak Alanlar, Sosyal Ekoloji ve Onarımın Toplumsal Boyutu: Paydaşların Alana Yükledikleri Anlam

Günce Demir

Sulak alanlar, zengin canlı çeşitliliğiyle öne çıkan doğal ortamlardır. Bu alanlar sadece doğa için değil, çevresinde yaşayan insanlar için de büyük önem taşır. Sulak alanlar; geçmişten bugüne süren yaşam biçimlerinin, geçim kaynaklarının ve ortak hafızanın bir parçasıdır. Son yıllarda Anadolu'da yaşanan kuraklık, su kaynaklarının azalması, tarımda aşırı sulama ve iklim değişikliği gibi etkenler hem sulak alanların doğal yapısını hem de bu alanlarla iç içe yaşayan toplulukların hayatını olumsuz etkilemiştir.

Sulak alanları onarma çalışmaları genellikle sadece doğa bilimleri açısından ele alınır ve toprak, su, bitki örtüsü gibi konulara odaklanılır. Oysa bu alanlarda yaşayan ya da bu alanları kullanan insanların hayatı da en az doğa kadar bu durumdan etkilenmektedir. Bir sulak alanı onarmak, sadece suyu, toprağı ve canlıları eski haline getirmek değildir; aynı zamanda o alanla kurulan ilişkiyi, günlük yaşam pratiklerini, geçim biçimlerini ve ortak hafızayı da onarmayı gerektirir.

Bir sulak alan; balıkçılar, çiftçiler, hayvancılıkla uğraşanlar, saz ve kamış kesenler, kadınlar, gençler, kamu kurumları, uzmanlar, akademisyenler ve STK'lar için farklı anlamlar taşır. Her biri aynı alana kendi ihtiyaçları, deneyimleri ve beklentileri üzerinden bakar. Bu nedenle sulak alan onarımını sadece doğayı iyileştirme işi olarak değil, insanlarla alan arasındaki bağın da yeniden kurulduğu bir süreç olarak görmek gerekir. Bu açıdan paydaşların alana yüklediği anlama bakmak oldukça önemlidir.

4.9.1 Paydaşların Sulak Alana Yüklediği Anlam

Sulak alanların çevresinde yaşayan farklı gruplar, bu alanlara çok çeşitli anlamlar yükler. Bu anlamları birkaç başlık altında toplamak mümkündür.

***Geçim kaynağı olarak sulak alan*:** Balıkçılık, tarım, hayvancılık ve saz-kamış kesimiyle uğraşan aileler için sulak alan, doğrudan ekmek kapısıdır. Kuşaklar boyunca aktarılan bu uğraşlar, zamanla belirli bir bilgi birikimine ve alışkanlığa dönüşmüştür: suyun ne zaman yükseldiği, balığın ne zaman bol olduğu, sazın ne zaman kesileceği gibi bilgiler kuşaktan kuşağa geçer. Sulak alan bozulduğunda bu bilgi birikimi de işlevini yitirir; insanlar mevsimlik işçilik ya da göç gibi yeni ve genellikle daha zor yollara yönelmek zorunda kalır.

***Yaşanan ve hatırlanan bir yer olarak sulak alan*:** Devlet kurumları bir sulak alana bazen "kurutulacak alan", bazen "ıslah edilecek alan", bazen de "koruma alanı" gözüyle bakabilir. Ama o alanın çevresinde büyüyen, orada oynayan, orada çalışan yerel halk için aynı yer bambaşka bir şey ifade eder: yaşanmış bir hayatın, ailenin ve geçmişin izlerini taşıyan bir bellek mekânı. Onarım çalışmaları planlanırken bu iki bakış açısı arasındaki fark göz ardı edilirse, teknik olarak başarılı görünen bir proje bile yerel halk nezdinde karşılık bulmayabilir.

***Güvensizlik ve kırılganlık kaynağı olarak sulak alan*:** İklim değişikliği, kuraklık ve su yönetimindeki sorunlar, sadece ekolojik değil, aynı zamanda toplumsal bir belirsizlik de yaratır. Suyun çekilmesi, ürünün azalması, geçim kaynağının kaybolması, insanların geleceğe dair güvenini sarsar. Bu yüzden onarım çalışmaları yürütülürken sadece teknik uzmanlığa değil, yerel halkın deneyimine de yer verilmesi, kararlara paydaşların katılımının sağlanması büyük önem taşımaktadır.

***Birbirine bağlı bir bütün olarak sulak alan*:** Bir sulak alandaki su, sazlık, kuşlar, balıkçılar ve çiftçiler birbirinden bağımsız değildir; hepsi birbirini etkileyen bir bütünün parçasıdır. Örneğin sazlık sadece ekolojik açıdan değil hem geçim kaynağı hem de yerel kimliğin bir parçası olarak da önemlidir. Onarım çalışması, aslında bu bütünün yeniden bir araya gelmesidir. Yeni işbirlikleri kurulur ya da yeni bilgiler ortaya çıkar, alanla ilgili değerler yeniden şekillenir.

***Yerel bilgiyle yaşayan bir varlık olarak sulak alan*:** Yerel halkın "su zamanı", "saz zamanı" ya da "gölün nefes alması" gibi kullandığı ifadeler, sulak alanı sadece teknik bir kaynak olarak değil, canlı ve yaşayan bir varlık olarak gördüklerini ortaya koymaktadır. Onarım planlarının başarılı olması için bu yerel bilginin göz ardı edilmemesi, aksine sürece dâhil edilmesi oldukça önemlidir.

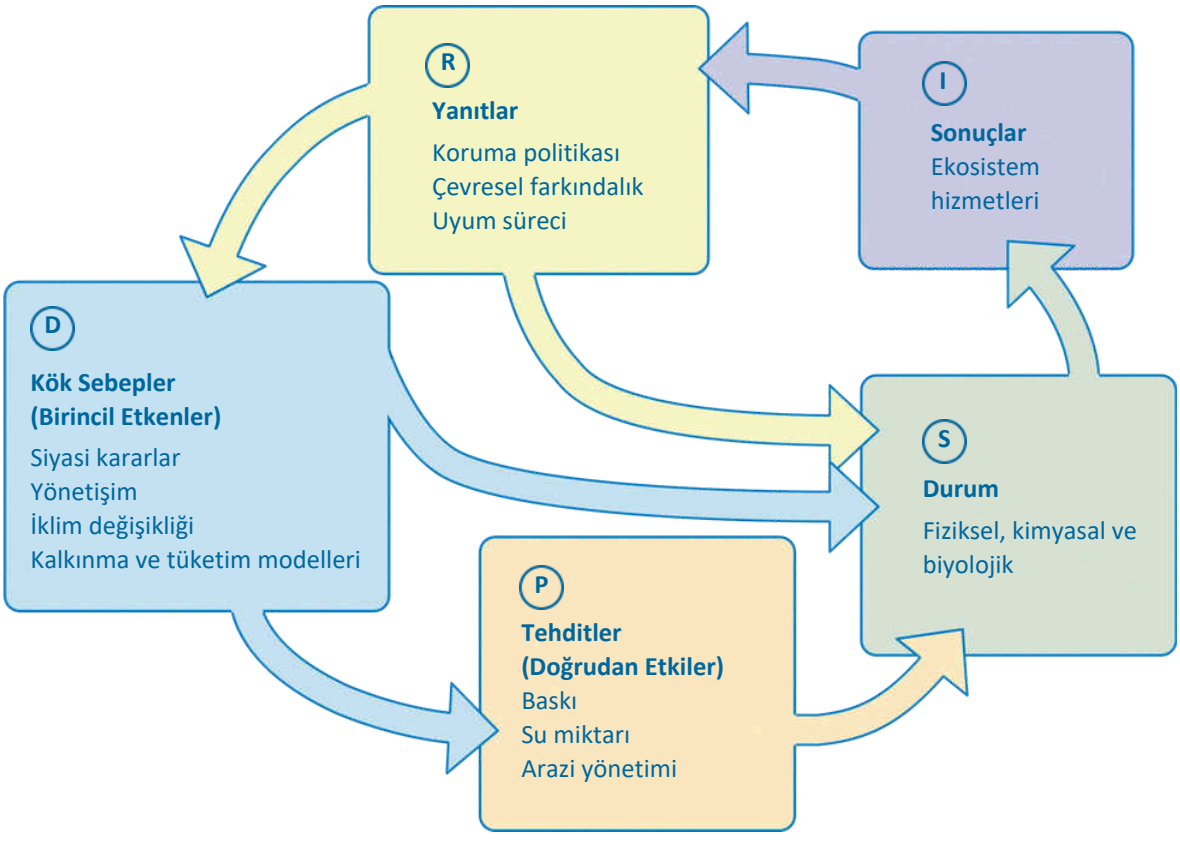
Paydaşların sulak alana yüklediği bu farklı anlamlar, onarım sürecinin en temel yapı taşlarından biridir. Bir sulak alanı gerçek anlamda onarmak; sadece suyu, toprağı ve canlı çeşitliliğini eski haline getirmek değil, o alanla yıllardır süregelen insan ilişkisini de anlamak ve bu ilişkiyi güçlendirerek yeniden kurmaktır.

4.10 Sorun Analizi Yöntemleri: DPSIR Yaklaşımı

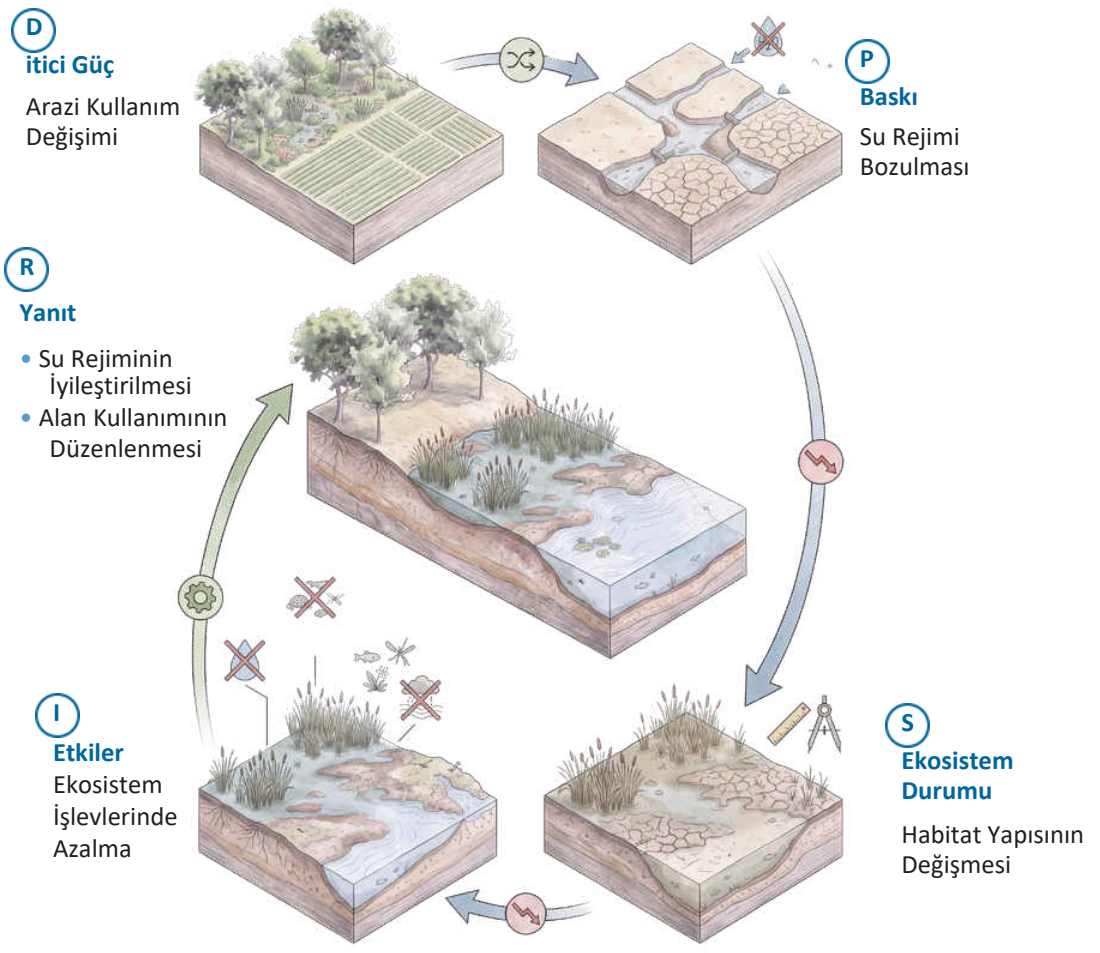
Ömral Ünsal Özkoç

Sulak alanları etkileyen süreçlerin, etki-tepki döngüsünü anlamak ve bu döngüyü yönetmek üzere gereken müdahalelerin alınmasını sağlayan bütüncül bir değerlendirme aracı olarak, başka bir deyişle DPSIR (*Driving Forces– Pressures–State–Impacts–Responses* / İtici Güçler–Baskılar–Durum–Etkiler–Yanıtlar) yaklaşımı kullanılabilir. Bu yaklaşımdan, sulak alanlarda gözlenen yapısal ve işlevsel değişimlerin yalnızca sonuçlarını değil, bu değişimlere neden olan insan faaliyetlerini ve çevresel süreçleri birlikte değerlendirme amacıyla yararlanılabilir. Böylece onarım gereksinimi doğuran temel sorunlar ve bu sorunların mekânsal dağılımı sistematik biçimde ortaya konur. Ek olarak, müdahale noktalarının gerçekçi bir biçimde belirlenmesine de katkı sağlar (Maxim vd., 2009).

DPSIR yaklaşımında arazi kullanım değişimleri, su yönetimi uygulamaları, altyapı gelişimi veya bazı doğal süreçler itici güçler (***D**rivers*–kök sebepler veya birincil etkenler) olarak ele alınırken hidrolojik rejimin değişmesi, habitat kaybı ve kirlilik gibi süreçler baskıları (***P**ressures*–tehditler veya doğrudan etkiler) oluşturur. Bu baskılar, sulak alanın hidrolojik, fiziksel ve biyolojik özelliklerinde olumsuz değişime (***S**tate*–durum) yol açar. Bunun sonucunda biyoçeşitlilik kaybı, ekosistem işlevlerinde zayıflama veya ekosistem hizmetlerinin azalması gibi etkiler (***I**mpacts*–sonuçlar) ortaya çıkar. Tanımlanan sorunlara yönelik geliştirilen yönetim ve onarım önlemleri ise yanıt (***R**esponses*–yanıtlar) bileşeni kapsamında değerlendirilir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 Sulak alan izleme çerçevesi DPSIR modeli Benzina vd. (2024)'den uyarlanarak yeniden çizilmiştir.



Şekil 4.5 Sulak alan onarımı için oluşturulmuş bir DPSIR şeması

DPSIR çerçevesi, hangi baskıların öncelikle ele alınması gerektiğini, onarım müdahalelerinin hangi aşamada ve hangi ölçekte uygulanacağını belirlemede ve alınacak önlemlerin etkinliğini değerlendirmede uygulayıcılara yol gösterir. Bununla birlikte DPSIR, onarım uygulamalarının ardından ortaya çıkan ekolojik tepkilerin ve yönetim önlemlerinin sonuçlarının izlenmesinde de kullanılabilir bir çerçeve sunar. Onarım sonrası dönemde, baskıların azalması, ekosistem durumundaki değişimler ve verilen yönetim tepkilerinin etkileri sistematik biçimde izlenerek müdahalelerin başarısı değerlendirilebilir. Bu yaklaşım, analizden karar alma sürecine kadar olan aşamalarda şeffaflığı artırır, katılımcı süreçleri destekler ve tekrarlanabilir bir planlama zemini sağlar.

DPSIR analizini basit bir örnekle anlatmak için Türkiye'de birçok sulak alanın yaşadığı bir sorunu ele alabiliriz: Tarım arazisi kazanmak üzere geçmişte birçok sulak alanda drenaj kanalları açılarak suyun sulak alandan tahliyesi yapılmıştır. Bunun sonucunda su seviyesi düşmüş, sazlık örtüsü parçalanmış, gübre ve tarım ilaçlarının taşınmasıyla su kalitesi bozulmuş ve bunların sonucunda tür zenginliği ve çeşitliliği azalmıştır. Balıkçılık, saz biçme ve hayvan otlatma gibi geleneksel geçim faaliyetleri de olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu örnekte tarımsal üretimin genişlemesi ve sulama suyu gereksiniminin artması **itici güçleri (D)**, aşırı su çekimi, drenaj kanalları ve tarımsal kirlilik ise **baskıları (P)** oluşturur. Su seviyesinin düşmesi, su kalitesinin bozulması ve habitatların parçalanması sulak alanın **durumundaki değişimi (S)**, canlı çeşitliliğinin azalması, ekosistem işlevlerinin zayıflaması ve yerel geçim kaynaklarının kaybı ise **etkileri (I)** gösterir. Buna karşılık su çekiminin sınırlandırılması, drenaj kanallarının kapatılması, sazlıkların yeniden geliştirilmesi ve su seviyesi ile canlı topluluklarının düzenli izlenmesi **yanıtlar (R)** kapsamında uygulanabilecek onarım önlemleridir.

Dördüncü Bölüm Kaynakçası

Abrol, I. P., Yadav, J. S. P., & Massoud, F. I. (1988). *Salt-affected soils and their management* (FAO Soils Bulletin No. 39). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/4/x5871e/x5871e00.htm

Acreman, M. C. and Miller, F. M. (2004). *Impact assessment on wetlands: Focus on hydrological and hydrogeological issues: Phase 1 report* (R&D Technical Report W6-091/TR1). Environment Agency. https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c601940f0b62aff6c13b4/sw6-091-tr-e-e.pdf

Acreman, M. C., Blake, J. R., Booker, D. J., Harding, R. J., Reynard, N., Mountford, J. O., & Stratford, C. J. (2009). A simple framework for evaluating regional wetland ecohydrological response to climate change with case studies from Great Britain. *Ecohydrology, 2*(1), 1–17. https://doi.org/10.1002/eco.37

Adame, M. F., Hermoso, V., Perhans, K., Lovelock, C. E., & Herrera-Silveira, J. A. (2015). Selecting cost-effective areas for restoration of ecosystem services. *Conservation Biology, 29*(2), 493–502. https://doi.org/10.1111/cobi.12391

Adamus, P. R., Stockwell, L. T., Clairain, E. J., Jr., Morrow, M. E., Rozas, L. P., & Smith, R. D. (1991). *Wetland evaluation technique (WET), Volume I: Literature review and evaluation rationale* (Technical Report WRP-DE-2). U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station. https://www.researchgate.net/publication/235122847_Wetland_Evaluation_Technique_WET_Volume_1_Literature_Review_and_Evaluation_Rationale

Atalay, İ. (2016). *Toprak oluşumu, sınıflandırılması ve coğrafyası* (5. bs.). Yazarın kendisi.

Avcıoğlu Çokçalışkan, B. (2016). *Korunan alan planlamasında ekosistem hizmetleri* [Doktora tezi, Ankara Üniversitesi]. AÜ Akademik Arşiv Sistemi. https://dspace.ankara.edu.tr/items/f1e1d8ab-1e8c-4686-ab33-c8d2b79ffd0d

Aydın, H., Karakuş, H. ve Meriç, B. T. (2013). Sulak alan hidrolojisi. B. T. Meriç ve S. Çağırankaya (Ed.), *Sulak alanlar* içinde (ss. 39–66). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Peyzaj%20E-Kitap/sulak%20alanlar%20kitab%C4%B1%2000.pdf

Benzina, I., Si Bachir, A., Arar, A., Perennou, C., & Guelmami, A. (2024). Using DPSIR framework for the implementation of wetlands observatory: Case study Sebkhates of Aures wetlands complex (Northerneast, Algeria). *Present Environment and Sustainable Development*, 18, 293–309. https://doi.org/10.47743/pesd2024181021

Brown, G., & Fagerholm, N. (2015). Empirical PPGIS/PGIS mapping of ecosystem services: A review and evaluation. *Ecosystem Services, 13*, 119–133. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2014.10.007

Carter, V. (1996). Wetland hydrology, water quality, and associated functions. J. D. Fretwell, J. S. Williams, and P. J. Redman (Comps.), *National water summary on wetland resources* içinde (U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2425, ss. 35–48). U.S. Geological Survey. https://water.usgs.gov/nwsum/WSP2425/hydrology.html

Chapman, D. V., & Sullivan, T. (2022). The role of water quality monitoring in the sustainable use of ambient waters. *One Earth, 5*(2), 132–137. https://doi.org/10.1016/j.oneear.2022.01.008

Cherry, J. A. (2011). Ecology of wetland ecosystems: Water, substrate, and life. *Nature Education Knowledge, 3*(10), 16. https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/ecology-of-wetland-ecosystems-water-substrate-and-17059765/

Crossman, N. D., & Bryan, B. A. (2006). Systematic landscape restoration using integer programming. *Biological Conservation, 128*(3), 369–383. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.004

Crowder, A. A., Smol, J. P., Dalrymple, R., Gilbert, R., Mathers, A., & Price, J. (1996). Rates of natural and anthropogenic change in shoreline habitats in the Kingston Basin,Lake Ontario. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53*(S1), 121–135. https://doi.org/10.1139/f96-014

Elden, S. (2009). Space I. In R. Kitchin & N. Thrift (Eds.), *International encyclopedia of human geography* (Vol. 10, pp. 262–267). Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-008044910-4.00320-5

Erdal, İ. (2021). Bitkilerin mineral beslenmesini etkileyen bazı faktörler. A. Atılgan, K. Büyüktaş ve B. Saltuk (Ed.), *Biyosistem mühendisliği I* içinde (ss. 151–166). Akademisyen Kitabevi A.Ş.

Erdem (2013). Sulak Alanların Önemi, İşlev ve Değerleri. B. T. Meriç ve S. Çağırankaya (Ed.), *Sulak alanlar* içinde (ss. 69–81). Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü. https://www.tarimorman.gov.tr/DKMP/Belgeler/Peyzaj%20E-Kitap/sulak%20alanlar%20kitab%C4%B1%2000.pdf

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration: Second edition. *Restoration Ecology, 27*(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Gilby, B. L., Olds, A. D., Brown, C. J., Connolly, R. M., Henderson, C. J., Maxwell, P. S., & Schlacher, T. A. (2021). Applying systematic conservation planning to improve the allocation of restoration actions at multiple spatial scales. *Restoration Ecology, 29*(5), e13403. https://doi.org/10.1111/rec.13403

Gilby, B. L., Olds, A. D., Connolly, R. M., Henderson, C. J., & Schlacher, T. A. (2018). Spatial restoration ecology: Placing restoration in a landscape context. *BioScience, 68*(12), 1007–1019. https://doi.org/10.1093/biosci/biy126

Goodchild, M. F., & Janelle, D. G. (2004). Thinking spatially in the social sciences. In M. F. Goodchild & D. G. Janelle (Eds.), *Spatially integrated social science* (pp. 3–20). Oxford University Press. https://doi.org/10.1093/oso/9780195152708.003.0001

Green, A. J., Sánchez, M. I., Amat, F., Figuerola, J., Hontoria, F., Ruiz, O., & Hortas, F. (2005). Dispersal of invasive and native brine shrimps *Artemia* (Anostraca) via waterbirds. *Limnology and Oceanography, 50*(2), 737–742. https://doi.org/10.4319/lo.2005.50.2.0737

Gunacti, M. C., & Cetinkaya, C. P. (2025). Integrated adaptive water allocation scenarios for wetland restoration: A case study of Lake Marmara under climate change. *Water, 17*(13), 1930. https://doi.org/10.3390/w17131930

Gurnell, A.M., Bussettini, M., Camenen, B., González Del Tánago, M., Grabowski, R.C., Hendriks, D., Henshaw, A., Latapie, A., Rinaldi, M., & Surian, N. (2014). *A hierarchical multi-scale framework and indicators of hydromorphological processes and forms.* Deliverable 2.1, Part 1, of REFORM (REstoring rivers FOR effective catchment Management), a Collaborative project (large-scale integrating project) funded by the European Commission within the 7th Framework Programme under Grant Agreement 282656.

Haines-Young, R. (2023). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.2: Guidance on the application of the revised structure*. CICES. https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2023/08/CICES_V5.2_Guidance_24072023.pdf

Hanson, A., Swanson, L., Ewing, D., Grabas, G., Meyer, S., Ross, L., Watmough, M., & Kirkby, J. (2008). *Wetland ecological functions assessment: An overview of approaches* (Canadian Wildlife Service Technical Report Series No. 497). Environment Canada, Canadian Wildlife Service, Atlantic Region. https://publications.gc.ca/collections/collection_2010/ec/CW69-5-497-eng.pdf

ICEM. (2023). *Managing climate risks in wetlands: A practitioner's guide*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://www.indo-germanbiodiversity.com/pdf/publication/publication03-02-2023-1675419707.pdf

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2017, February 7). *Update on the classification of nature's contributions to people by the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES/5/INF/24). https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/downloads/pdf/ipbes-5-inf-24.pdf

Keith, D. A., Ferrer-Paris, J. R., Nicholson, E., Bishop, M. J., Polidoro, B. A., Ramirez-Llodra, E., Tozer, M. G., Nel, J. L., Mac Nally, R., Gregr, E. J., Watermeyer, K. E., Essl, F., Faber-Langendoen, D., Franklin, J., Lehmann, C. E. R., Etter, A., Roux, D. J., Stark, J. S., Rowland, J. A., … Kingsford, R. T. (2022). A function-based typology for Earth's ecosystems. *Nature, 610*(7932), 513–518. https://doi.org/10.1038/s41586-022-05318-4

Klein Tank, A. M. G., Zwiers, F. W., & Zhang, X. (2009). *Guidelines on analysis of extremes in a changing climate in support of informed decisions for adaptation* (WCDMP-No. 72; WMO-TD No. 1500). World Meteorological Organization. https://library.wmo.int/viewer/48826/download?file=wmo-td_1500_en.pdf&type=pdf&navigator=1

Knight, R. L., & Landres, P. B. (2002). Central concepts and issues of biological conservation. In K. J. Gutzwiller (Ed.), *Applying landscape ecology in biological conservation* (pp. 22–33). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4613-0059-5_2

Kondolf, G. M., Boulton, A. J., O'Daniel, S., Poole, G. C., Rahel, F. J., Stanley, E. H., Wohl, E., Bång, A., Carlstrom, J., Cristoni, C., Huber, H., Koljonen, S., Louhi, P., & Nakamura, K. (2006). Process-based ecological river restoration: Visualizing three-dimensional connectivity and dynamic vectors to recover lost linkages. *Ecology and Society, 11*(2), Article 5. https://doi.org/10.5751/ES-01747-110205

Lewis, C. A., Lester, N. P., Bradshaw, A. D., Fitzgibbon, J. E., Fuller, K., Hakanson, L., & Richards, C. (1996). Considerations of scale in habitat conservation and restoration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53*(S1), 440–445. https://doi.org/10.1139/f96-021

Li, P., & Wu, J. (2024). Water resources and sustainable development. *Water, 16*(1), 134. https://doi.org/10.3390/w16010134

Lin, J. P., & Kleiss, B. A. (2007). *A wetland restoration spatial decision support system for the Mississippi Gulf Coast* (ERDC/EL TR-07-12). U.S. Army Engineer Research and Development Center. https://apps.dtic.mil/sti/pdfs/ADA471738.pdf

Ludwig, A. L., & Hession, W. C. (2015). Groundwater influence on water budget of a small constructed floodplain wetland in the Ridge and Valley of Virginia, USA. *Journal of Hydrology: Regional Studies, 4*, 699–712. https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2015.10.003

Maes, J., Egoh, B., Willemen, L., Liquete, C., Vihervaara, P., Schägner, J. P., Grizzetti, B., Drakou, E. G., La Notte, A., Zulian, G., Bouraoui, F., Paracchini, M. L., Braat, L., & Bidoglio, G. (2012). Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union. *Ecosystem Services, 1*(1), 31–39. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2012.06.004

Maleki, S., Soffianian, A. R., Soltani Koupaei, S., Pourmanafi, S., & Saatchi, S. (2018). Wetland restoration prioritizing, a tool to reduce negative effects of drought; An application of multicriteria-spatial decision support system (MC-SDSS). *Ecological Engineering, 112*, 132–139. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2017.12.031

Marceau, D. J. (1999). The scale issue in the social and natural sciences. *Canadian Journal of Remote Sensing, 25*(4), 347–356. https://doi.org/10.1080/07038992.1999.10874734

Marshall, E., & Randhir, T. (2008). Effect of climate change on watershed system: A regional analysis. *Climatic Change, 89*(3–4), 263–280. DOI: 10.1007/s10584-007-9389-2

Martinez-Martinez, E., Nejadhashemi, A. P., Woznicki, S. A., & Love, B. J. (2014). Modeling the hydrological significance of wetland restoration scenarios. *Journal of Environmental Management, 133*, 121–134. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.046

Maxim, L., Spangenberg, J. H., & O'Connor, M. (2009). An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. *Ecological Economics, 69*(1), 12–23. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.03.017

McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J., & Dixon, K. W. (2016). *International standards for the practice of ecological restoration: Including principles and key concepts*. Society for Ecological Restoration. https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/12735314/SER_International_Standards_1_.pdf

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press. https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.aspx

Millî Eğitim Bakanlığı. (2015a). *Toprakta fiziksel analizler* [Ders modülü]. https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Toprakta%20Fiziksel%20Analizler.pdf

Millî Eğitim Bakanlığı. (2015b). *Toprakta verimlilik analizleri* [Ders modülü]. https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Toprakta%20Verimlilik%20Analizleri.pdf

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (1993). *Wetlands* (2nd ed.). Van Nostrand Reinhold.

Mücevher, O., Akbaş, F., Bağcı, M., & Şeker, C. (2018). Erozyona uğramış alanların ıslahı için iğde budama artıklarının kompostlaştırılması ve biyokömür üretimi—Karapınar örneği. M. Şeker, M. E. Aydın, H. Oğuz, H. A. Akyürek, & E. N. Cici Karaboğa (Ed.), *VI. KOP Bölgesel Kalkınma Sempozyumu bildiriler kitabı* (ss. 1177–1188). Necmettin Erbakan Üniversitesi Yayınları. https://www.researchgate.net/publication/359648538_EROZYONA_UGRAMIS_ALANLARIN_ISLAHI_ICIN_IGDE_BUDAMA_ARTIKLARININ_KOMPOSTLASTIRILMASI_VE_BIYOKOMUR_URETIMI_-KARAPINAR_ORNEGI

Natural Resources Conservation Service. (2020). *Wetland restoration criteria and guidelines (WRCG): California NRCS*. U.S. Department of Agriculture. https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2023-12/WetlandRestorationCriteriaGuidelines_CA%20NRCS_05.18.20_0.pdf

Novitzki, R. P., Smith, R. D., & Fretwell, J. D. (1996). Wetland functions, values, and assessment. In J. D. Fretwell, J. S. Williams, & P. J. Redman (Comps.), *National water summary on wetland resources* (pp. 79–86; U.S. Geological Survey Water-Supply Paper 2425). U.S. Geological Survey. https://doi.org/10.3133/wsp2425

Özkoç, Ö. Ü., Onmuş, O., & Şentürk-Marget, B. (2026). *Ulusal Flamingo Tür Eylem Planı 2026–2035*. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü Türkiye Ofisi; Türkiye Cumhuriyeti Tarım ve Orman Bakanlığı. https://www.researchgate.net/publication/411012655_Ulusal_Flamingo_Eylem_Plani

Öztürk, E. (2021, 22 Kasım). *Toprak analizleri ve yorumlanması* [Sunum]. Scribd. https://www.scribd.com/document/840756882/Toprak-Analizleri-Ve-Yorumlanmasi

Perennou, C. (2002). Restoration of wetland fauna. In G. C. Zalidis, T. L. Crisman, & P. A. Gerakis (Eds.), *Restoration of Mediterranean wetlands* (pp. 47–69). Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY). http://www.ekby.gr/ekby/en/news_en/MedWet_main_en.html

Perry, L. G., Reynolds, L. V., Beechie, T. J., Collins, M. J., & Shafroth, P. B. (2015). Incorporating climate change projections into riparian restoration planning and design. *Ecohydrology, 8*(5), 863–879. DOI: 10.1002/eco.1645

Persoone, G., & Sorgeloos, P. (1980). General aspects of the ecology and biogeography of *Artemia*. In G. Persoone, P. Sorgeloos, O. A. Roels, & E. Jaspers (Eds.), *The brine shrimp Artemia: Proceedings of the International Symposium on the brine shrimp Artemia salina, Corpus Christi, Texas, USA, August 20–23, 1979: Vol. 3. Ecology, culturing, use in aquaculture* (pp. 3–24). Universa Press. https://vliz.be/en/imis?module=ref&refid=3693

Püsküllüoğlu, A. (2006). Mekân. *Türkçe sözlük: Türkiye Türkçesinin en büyük sözlüğü 100.000 madde* içinde (s. 1242). Can Yayınları.

Ramsar Convention. (2002). *Principles and guidelines for wetland restoration* (Resolution VIII.16). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/res/key_res_viii_16_e.pdf

Ramsar Convention on Wetlands. (2018). *Global wetland outlook: State of the world's wetlands and their services to people*. Secretariat of the Convention on Wetlands. https://doi.org/10.69556/GWO-2018-eng

Ramsar Convention Secretariat. (2010). *Participatory skills: Establishing and strengthening local communities' and indigenous people's participation in the management of wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 7). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-07.pdf

Rebelo, A. J., Le Maitre, D. C., Esler, K. J., & Cowling, R. M. (2015). Hydrological responses of a valley-bottom wetland to land-use/land-cover change in a South African catchment: making a case for wetland restoration. *Restoration ecology*, 23(6), 829-841. https://doi.org/10.1111/rec.12251

Reddy, K. R., DeLaune, R. D., & Inglett, P. W. (2023). *Biogeochemistry of wetlands: Science and applications* (2nd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780429155833

Roni, P., & Beechie, T. (Eds.). (2013). *Stream and watershed restoration: A guide to restoring riverine processes and habitats*. Wiley-Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781118406618

Salimi, S., Almuktar, S. A. A. A. N., & Scholz, M. (2021). Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. *Journal of Environmental Management, 286*, Article 112160. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112160

Schleupner, C., & Schneider, U. A. (2013). Allocation of European wetland restoration options for systematic conservation planning. *Land Use Policy, 30*(1), 604–614. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2012.05.008

Schuster, L., Taillardat, P., Macreadie, P. I. ve Malerba, M. E. (2024). Freshwater wetland restoration and conservation are long-term natural climate solutions. *Science of the Total Environment, 922*, 171218. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171218

Thomas, L., & Middleton, J. (2003). *Guidelines for management planning of protected areas* (Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 10). IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2003.PAG.10.en

Twomey, A. J., Nunez, K., Carr, J. A., Crooks, S., Friess, D. A., Glamore, W., Orr, M., Reef, R., Rogers, K., Waltham, N. J., & Lovelock, C. E. (2024). Planning hydrological restoration of coastal wetlands: Key model considerations and solutions. *Science of the Total Environment, 915*, 169881. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.169881

U.S. Environmental Protection Agency. (2000). *Principles for the ecological restoration of aquatic resources* (EPA841-F-00-003). Office of Water. https://www.epa.gov/wetlands/principles-wetland-restoration

Usta, G. (2020). Mekân ve yer kavramlarının anlamsal açıdan irdelenmesi. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, 10*(1), 25–30. https://doi.org/10.7456/11001100/003

Valderrábano, M., Nelson, C., Nicholson, E., Etter, A., Carwardine, J., Hallett, J. G., McBreen, J., & Botts, E. (2021). *Using ecosystem risk assessment science in ecosystem restoration: A guide to applying the Red List of Ecosystems to ecosystem restoration*. IUCN. https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2021-042-En.pdf

Van Meter, K., Delesantro, J., Kolli, M. K., Basu, N., Lang, M., McCarty, G., & Owen, S. (2026). Zooming out: Methods and future directions in landscape-scale functional assessment of inland wetlands. *WIREs Water, 13*(1), e70044. https://doi.org/10.1002/wat2.70044

Van Stappen, G., Sorgeloos, P., & Rombaut, G. (Eds.). (2024). *Manual on Artemia production and use* (FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 702). Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://doi.org/10.4060/cd0313en

Verhoeven, J. T. A., Soons, M. B., Janssen, R., & Omtzigt, N. (2008). An Operational Landscape Unit approach for identifying key landscape connections in wetland restoration. *Journal of Applied Ecology, 45*(5), 1496–1503. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01534.x

Widis, D. C., BenDor, T. K., & Deegan, M. (2015). Prioritizing wetland restoration sites: A review and application to a large-scale coastal restoration program. *Ecological Restoration, 33*(4), 358–377. https://doi.org/10.3368/er.33.4.358

Winter, T. C., Harvey, J. W., Franke, O. L., & Alley, W. M. (1998). *Ground water and surface water: A single resource* (U.S. Geological Survey Circular 1139). U.S. Geological Survey. https://doi.org/10.3133/cir1139

Wu, Z., Lai, X., & Li, K. (2021). Water quality assessment of rivers in Lake Chaohu Basin (China) using water quality index. *Ecological Indicators, 121*, 107021. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107021

Yurdakul, İ. (Ed.). (2018). *Toprak, gübre, su, bitki, organik materyal ve mikrobiyoloji analiz metotları laboratuvar el kitabı* (Genişletilmiş 2. bs., Teknik Yayın No. T-72). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Toprak Gübre ve Su Kaynakları Merkez Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.

Zedler, J. B. (2000). Progress in wetland restoration ecology. *Trends in Ecology & Evolution, 15*(10), 402–407. https://doi.org/10.1016/S0169-5347(00)01959-5

BEŞİNCİ BÖLÜM

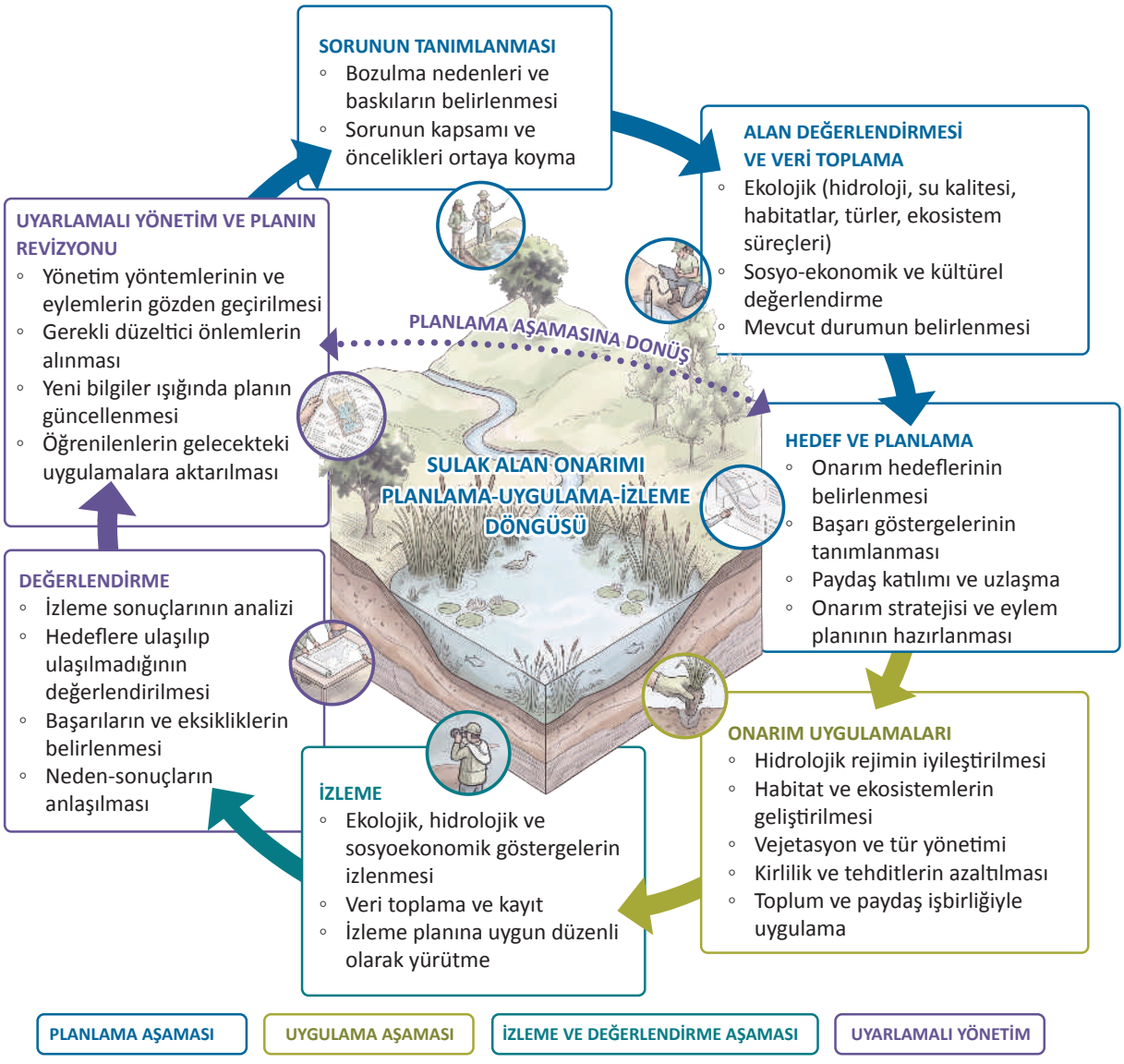
ONARIM PLANLAMASI

Bölüm Yazarları

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan, Güler Bozok, Ömral Ünsal Özkoç[1]

Ekolojik onarım projelerinin başarısı, yalnızca uygulanacak teknik müdahalelere değil, bu müdahalelerin bilimsel verilere, paydaş katılımına ve gerçekçi yönetim hedeflerine dayanan kapsamlı bir planlama süreciyle desteklenmesine bağlıdır. Onarım planlaması; önceliklerin belirlenmesi, ortak bir vizyonun oluşturulması, amaç ve ölçülebilir hedeflerin tanımlanması, bu hedeflere ulaşmayı sağlayacak alternatif senaryoların geliştirilmesi ve değerlendirilmesi, uygulanacak yaklaşımın belirlenmesi, uygulama yöntem ve sorumluluklarının tanımlanması ile beklenen ekolojik ve sosyal sonuçların izleme ölçütleriyle ilişkilendirilmesini kapsayan bütüncül bir süreçtir. Bu süreç, planla–uygula–izle–öğren–uyarla döngüsüne dayanan uyarlanabilir yönetim anlayışıyla yürütüldüğünde, uygulama sırasında ortaya çıkabilecek belirsizliklerin azaltılmasına ve onarımın uzun dönemli başarısının güvence altına alınmasına katkı sağlar (Ramsar Convention, 2002; IPBES, 2018).

[1] Yazar sıralaması, alfabetik sıraya göre verilmiştir.



Şekil 5.1 Sulak alan onarımı için uyarlamalı yönetim döngüsü için; Ramsar Convention (2002, s. 9) yaklaşımı esas alınarak ChatGPT/OpenAI kullanımıyla grafik oluşturulmuş ve yeniden çizilmiştir.

5.1 Onarım Vizyonunun, Amaç ve Hedeflerin Belirlenmesi

Planlama sürecinin ilk aşaması, onarımın ulaşmayı hedeflediği gelecekteki ekolojik durumun tanımlanmasıdır. Bu aşamada oluşturulan vizyon, onarım çalışmalarının uzun dönemli yönünü belirlerken; amaçlar ve hedefler bu vizyonun uygulanabilir ve ölçülebilir çıktılara dönüştürülmesini sağlar. Hedeflerin açık, ölçülebilir, ulaşılabilir, sonuç odaklı ve zaman sınırlı (*specific, measurable, achievable, results-oriented, time-bound* — SMART) olarak tanımlanması, uygulama ve izleme aşamalarının başarısı açısından temel bir gerekliliktir (Gann, vd., 2026). Aynı zamanda her hedef için başarı ölçütleri, başlangıç ve hedef değerler, izleme sıklığı, veri kaynakları ve başarıyı etkileyebilecek temel varsayımlar planlama aşamasında belirlenmelidir. Böylece uygulama sonrasında elde edilen sonuçların objektif olarak değerlendirilmesi mümkün olur.

Hedefler, sulak alanın ekolojik süreçleri ve peyzaj ölçeğindeki işlevleri dikkate alınarak oluşturulmalıdır. Bu kapsamda hidrolojik rejimin iyileştirilmesi, toprak özelliklerinin geliştirilmesi, doğal vejetasyonun yeniden oluşturulması, fauna topluluklarının desteklenmesi ve ekosistem hizmetlerinin güçlendirilmesi gibi temel süreçlere yönelik somut hedefler tanımlanabilir. Örneğin doğal mevsimsel su rejiminin yeniden sağlanması, istilacı türlerin kapladığı alanın belirli bir oranda azaltılması veya hedef türlerin üreme başarısının artırılması gibi ölçülebilir ifadeler kullanılmalıdır.

5.2 Onarım Senaryolarının Geliştirilmesi ve Değerlendirilmesi

Vizyon ve hedeflerin netleştirilmesinin ardından, bu hedeflere ulaşmak için izlenebilecek alternatif yolların değerlendirilmesi amacıyla senaryo hazırlanır. IPBES'e göre senaryo, bir sistemin bir veya birden fazla bileşeninin olası geleceklerinin sunulmasıdır. Senaryolar, kısa dönemde alınan kararlarla bunların uzun dönemli sonuçları arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine yardımcı olur. Senaryolar belirsizlikleri ve karmaşaları azaltır, farklı konular arasında bağlantı kurar, önlemlerin etkinliğini ve verimliliğini belirlemeye yardımcı olur, alternatif sosyoekonomik kalkınma yollarını inceler ve ekosistem onarımında yeni fırsatlar sunar (IPBES, 2018). Senaryolarla gelecekte ortaya çıkabilecek farklı çevresel, yönetsel ve sosyoekonomik koşullar dikkate alınarak yönetim seçeneklerinin olası sonuçlarını değerlendirme imkânı sağlanabilir. Böylece farklı müdahale düzeylerinin ekolojik bütünlük, biyoçeşitlilik ve insan refahı üzerindeki etkileri öngörülebilir. Özellikle sulak alanlarda uygulanacak büyük ölçekli hidrolojik veya habitat iyileştirme müdahaleleri öncesinde yapılan modelleme ve senaryo analizleri, en uygun yönetim yaklaşımının belirlenmesinde önemli bir karar destek aracı olarak kullanılır.

Bozulmuş ekosistemlerde uygulanacak onarım seçeneklerinin gelecek durumunun değerlendirilmesinde temelde iki çeşit senaryo oluşturulabilir (IPBES, 2018):

- **Keşifçi senaryolar:** Genellikle politika geliştirmenin ilk aşamalarında kullanılır. Bir sorunun kapsamını anlamak ve temel itici güçleri değiştirerek çeşitli olası gelecekleri haritalandırmak için tercih edilir. Kurak alanlarda orman onarımının ekosistem hizmetleri üzerindeki potansiyel etkilerinin değerlendirilmesi (Acosta vd., 2018) keşifçi senaryoya örnek olarak verilebilir.
- **Müdahale senaryoları:** Müdahale senaryoları hedefe yönelik senaryoları kapsar. Karar vericiler harekete geçmeye karar verdiğinde kullanılır; alternatif hedeflerin ve belirli bir hedefe ulaşmak için izlenecek alternatif yolların etkilerini araştırır. Onarım uygulamalarının tehdit altındaki tür ve habitatlar üzerindeki etkilerinin incelenmesi, önceliklendirmede maliyetin de dikkate alınması ve onarımın yapılabileceği en uygun alanların belirlenmesi hedefe yönelik senaryo örneklerinde yer almıştır (Acosta vd., 2018).

Senaryoların geliştirilmesi sürecinde uzman odaklı veya katılımcı yaklaşımlar uygulanır (IPBES, 2016):

- **Uzman odaklı yaklaşımlar:** Bilimsel teori, veri ve uzman yargısının kullanıldığı yaklaşımlardır. Ampirik verilerin mevcut olduğu, resmi modellemenin gerekli olduğu ve belirsizliğin arttığı durumlarda özellikle dolaylı etmenlerin (itici güç) senaryolarını geliştirmek için idealdir (IPBES, 2016).
- **Katılımcı yaklaşımlar:** Yerel paydaşların, uzmanların ve yerel/geleneksel bilgi sahiplerinin bir araya geldiği (çalıştaylar vb.) süreçlerdir. Diyaloğun kilit önemde olduğu yerel ölçekli değerlendirmelerde, yerel ve bilimsel bilginin birleştirilmesini sağlar (IPBES, 2016).

Sulak alanların ekolojik işlevleri ve biyoçeşitliliğinin yanı sıra toplumlara sağladığı ekosistem hizmetleri dikkate alınırsa uzman destekli modellemelerin dâhil edildiği katılımcı yaklaşımlar uygulanabilir.

Senaryoların belirleme sürecinde onarımın ölçeği (yerel, bölgesel veya küresel), hedeflenen ekolojik seviye (tür, topluluk, peyzaj veya ekosistem) ve uygulanacak müdahale türü (aktif onarım veya doğal yenilenmeye dayalı pasif onarım) gibi değişkenler etkilidir (Acosta, vd., 2018). Senaryolar zaman içinde dinamik veya statik; tek bir konuya odaklanan sektörel veya birden fazla konuyu veya alanı içeren bütünleşik bir karakterde olabilir (IPBES, 2018). Yöntemsel olarak senaryolar sayısal verilere dayalı nicel veya anlatılara dayalı nitel (öyküleştirilmiş) olabilse de literatürdeki çalışmaların büyük çoğunluğu nicel modellere dayanmaktadır (IPBES, 2018; Acosta vd., 2018). Senaryoların dışsal ve içsel itici güçleri vardır. Dışsal itici güçler, politikalarla değiştirilemeyeceği varsayılan etmenlerken içsel itici güçler uygulanan politikalara bağlı olarak değiştirilebilen etmenlerdir (IPBES, 2018). Senaryolar, onarımla ilgili senaryoları bazı ölçütlere göre sınıflandırılabilir: IPBES senaryoları, onarım ölçeği (biyolojik örgütlenme düzeyi, mekânsal ve zamansal ölçek), hedeflenen çevre (iklim kuşakları, habitatlar), onarım hedefi ve odağı, onarım planlaması (aktif veya pasif onarım), maliyet, katılımcılık ve yürütücü kurum (Acosta, vd., 2018).

Senaryoların oluşturulmasında, öncelikle referans senaryonun belirlenmesi önemlidir. Referans senaryo, mevcut durumun devamı olan ve hiçbir şey yapılmadığı zaman gerçekleşmesi beklenen senaryodur. Hedeflenen senaryoya ulaşmak için uygulanacak adımların belirlenmesi açısından referans senaryo önemlidir.

Sulak alanların onarımında senaryoların belirlenmesi ve farklı değişkenlere göre modellemenin yapılmasında, IPBES'in (2016, 2018) tanımladığı çerçeveden yararlanarak aşağıdaki adımlar takip edilebilir (Şekil 5.2).

1.Aşama – Girdilerin belirlenmesi ve hazırlık bilgilerinin derlenmesi: Süreç, mevcut en iyi bilimsel veriler ile yerel halkın geleneksel bilgisinin senteziyle başlar. Bu aşamada onarımın hedefleri netleştirilir.

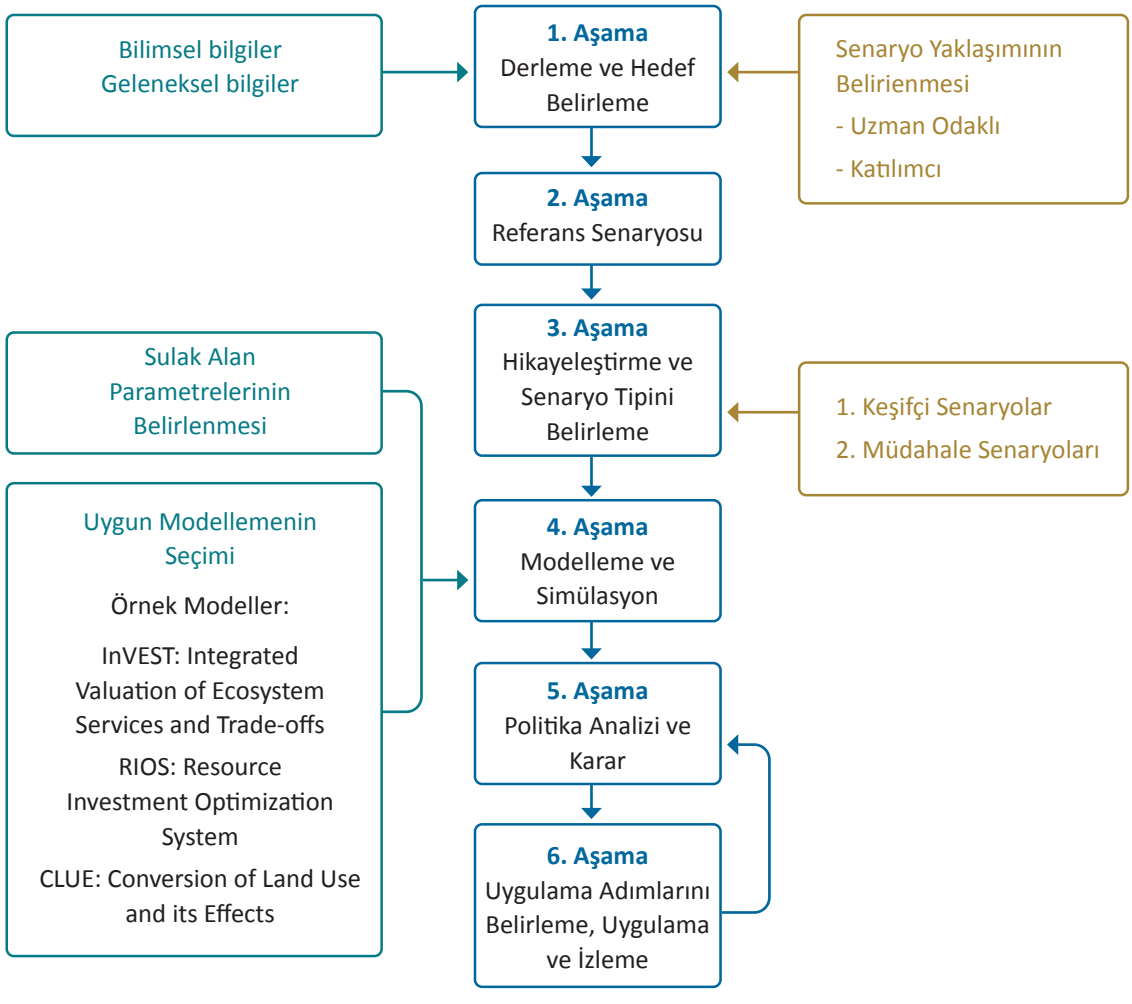
2.Aşama – Kapsam ve referans senaryonun belirlenmesi: Onarımın mekânsal ve zamansal ölçeği belirlenir. Hiçbir müdahalenin yapılmadığı "işlerin olağan seyri" (referans senaryo) ile sulak alanın bozulmamış hali referans olarak tanımlanır.

3.Aşama – Geleceğin anlatısı ve senaryo türünün seçilmesi: Katılımcı yaklaşımla tüm taraflar bir araya gelerek sulak alanın geleceğe dair bir öyküsünü tanımlar. Tanımlanan öyküye dayanarak alana müdahaleler yapılacaksa, bunlara dair müdahale senaryoları tanımlanır.

4.Aşama – Modelleme ve simülasyon: Nitel anlatılar; alan büyüklüğü, su derinliği, habitat tiplerinin mekânsal dağılımı, tür çeşitleri ve dağılımları, ekosistem hizmet alanları gibi sayısal parametrelere dönüştürülür ve uygun bilgisayar modelleri (InVEST, RIOS, CLUE-s vb.) kullanılarak bu parametrelerin sulak alan üzerindeki gelecek durumunun simülasyonu yapılır.

5.Aşama – Politika analizi ve karar: Farklı senaryoların olası sonuçları, maliyetleri, faydaları ve ödünleşimleri karşılaştırılır. En uygun seçenek uygulama adımlarının belirlenmesi için karar vericilerin onayına sunulur.

6.Aşama – Uygulama adımlarının belirlenmesi ve çıktıların izlenmesi: Bu aşama, seçilen senaryoya göre uygulama adımlarının belirlenmesi, sahada uygulanması ve etkilerinin izleme göstergeleri (ekosistem, biyoçeşitlilik, ekosistem hizmetleri, toplumsal refah vb.) üzerinden izlenmesini içerir.



Şekil 5.2 Onarım planlamasında hedef ve senaryoların belirlenmesi süreci. IPBES'den (2016) yararlanılarak hazırlanmıştır.

5.3 Önceliklerin Belirlenmesi ve Onarım Uygulama Planının Hazırlanması

Alternatif senaryoların değerlendirilmesinin ardından planlama sürecinin bir sonraki aşaması, uygulanacak onarım yaklaşımının seçilmesi ve müdahalelerin önceliklendirilmesidir. Bu aşamada amaç sınırlı insan gücü, zaman ve mali kaynakların en yüksek ekolojik ve toplumsal faydayı sağlayacak müdahalelere yönlendirilmesini sağlamaktır. Bu nedenle önceliklendirme süreci şeffaf, bilimsel ve çok ölçütlü bir karar çerçevesine dayanmalıdır. Korunan alanların yönetimi için geçerli bazı ölçütler (Thomas ve Middleton'un (2003) aciliyet, uygulanabilirlik, maliyet-etkinlik, kurumsal-yasal uyum ölçütleri gibi) onarım önceliklerine uyarlanabilir.

Önceliklendirme yapılırken aşağıdaki temel ölçütler birlikte değerlendirilmelidir:

- **Ekolojik fayda:** Örneğin kaybedilen ekosistem işlevlerinin yeniden kazanılması, ekolojik bağlantısallığın artırılması ve istilacı tür baskısının azaltılması.
- **Aciliyet:** Geri dönüşü olmayan habitat kayıplarının önlenmesi ile mevcut baskı ve tehditlerin yönetilmesi.
- **Uygulanabilirlik:** Teknik uygunluk, alana erişim olanakları ve gerekli izin süreçlerinin tamamlanabilir olması.
- **Maliyet-etkinlik:** Beklenen ekolojik ve sosyal kazanımların, yatırım ve işletme maliyetleriyle birlikte değerlendirilmesi.
- **Sosyal kabul ve eşitlik:** Örneğin, yerel geçim kaynaklarına katkı, adil fayda paylaşımı ve kırılgan gruplar üzerindeki olası etkiler.
- **Kurumsal uyum:** Onarım çalışmalarının yürürlükteki mevzuat ve mevcut yönetim planlarıyla uyumu.

Her bir müdahale seçeneği bu ölçütler doğrultusunda değerlendirilmeli; mekânsal analizler, baskı ve potansiyel haritaları gibi destekleyici verilerle güçlendirilmeli ve paydaş katılımıyla doğrulanmalıdır. Planın uygulanabilirliği, önceliklerin gerçekçi bir şekilde sıralanmasına bağlıdır (Thomas ve Middleton, 2003). Bu nedenle uygulama adımları; kısa vadeli (1–3 yıl), orta vadeli (4–7 yıl) ve uzun vadeli (8 yıl ve üzeri) hedefler doğrultusunda, bütüncül bir yaklaşımla planlanabilir.

Önceliklerin belirlenmesinin ardından onarım uygulama planı hazırlanır. Onarım uygulama planı korunan alanların yönetim planlarının (Thomas ve Middleton, 2003) yapısı örnek alınarak oluşturulabilir. Bu plan, seçilen senaryonun sahaya nasıl aktarılacağını, hangi yöntemlerin uygulanacağını, görev ve sorumlulukların nasıl paylaşılacağını ve uygulama sürecinin nasıl yönetileceğini tanımlar. Böylece planlama sürecinde alınan kararlar uygulanabilecek somut faaliyetlere dönüştürülmüş olur.

Onarım uygulama planı aşağıdaki temel bileşenleri içermelidir:

- **Teknik tasarım:** Onarım uygulamalarına ilişkin mühendislik çözümlerinin ve doğa temelli yaklaşımların belirlenmesi, kullanılacak malzeme ve işçiliğin planlanması
- **Yönetimsel planlama:** Görev ve sorumlulukların belirlenmesi, iş programlarının hazırlanması, izin ve sözleşme süreçlerinin yürütülmesi, tedarik planlaması ile iş sağlığı ve güvenliği önlemlerinin oluşturulması.
- **Katılımcı süreç:** Yerel halk ve diğer paydaşlarla bilgilendirme toplantılarının yapılması, arazi kullanımına ilişkin koşulların ilgili taraflarla birlikte belirlenmesi ve geri bildirim mekanizmalarının işletilmesi.
- **Risk yönetimi:** Hidrolojik belirsizlikler, aşırı hava olayları, türlerin beklenmeyen tepkileri veya tedarik süreçlerinde yaşanabilecek gecikmeler gibi risklerin önceden belirlenmesi ve bunlara yönelik önlemlerin planlanması.

Her müdahale için hazırlık, mobilizasyon, uygulama, geçici stabilizasyon ve devreye alma aşamaları ayrıntılı olarak planlanmalıdır. Ayrıca uygulama sırasında ortaya çıkabilecek sapmaların yönetilebilmesi amacıyla uyarlanabilir yönetim yaklaşımı doğrultusunda tetikleyici eşik değerler belirlenmeli; bu eşiklerin aşılması durumunda uygulanacak düzeltici önlemler plan kapsamında tanımlanmalıdır. Böylece onarım uygulamaları, sahada karşılaşılabilecek belirsizliklere rağmen planlı ve kontrollü biçimde yürütülebilir.

Onarımın başarısı çıktılar, sonuçlar ve etkiler olmak üzere üç düzeyde analiz edilmelidir:

- **Çıktılar:** Yapılan fiziksel işleri ifade eder (ör. kapatılan drenaj uzunluğu, onarılan alan miktarı).
- **Sonuçlar:** Ekosistem işlevlerindeki değişimi gösterir (ör. su tutma süresinin artması, su kalitesinde iyileşme, yerli türlerin geri dönüşü).
- **Etkiler:** Ekosistem ve toplum refahındaki uzun vadeli iyileşmeleri kapsar (ör. balık popülasyonlarının toparlanması, taşkın riskinin azalması, yerel ekonomide iyileşme).

Bu üç düzey, kapsamlı bir izleme planıyla birbirine bağlanmalıdır. Hidrolojik, biyolojik ve sosyal göstergeler (paydaş memnuniyeti, adil fayda paylaşımı vb.) belirlenerek taban çizgisi, hedef değer ve sorumlu kurumlar netleştirilmelidir. Elde edilen tüm veriler şeffaf bir şekilde raporlanmalı ve öğrenilen dersler gelecek dönem planlamalarına geri bildirim olarak aktarılmalıdır.

Beşinci Bölüm Kaynakçası

Acosta, A. L., d'Albertas, F., de Souza Leite, M., Saraiva, A. M., & Walter Metzger, J. P. (2018). Gaps and limitations in the use of restoration scenarios: A review. *Restoration Ecology, 26*(6), 1108–1119. https://doi.org/10.1111/rec.12882

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Hallett, J. G., Guariguata, M. R., Gonzales, E. K., Hua, F., Echeverría, C., Eisenberg, C., Liu, J., Decleer, K., Barr, Z. E., Bartholomew, D. C., Best, M., Chazdon, R., Cliquet, A., Cortina-Segarra, J., . . . Dixon, K. W. (2026). International principles and standards for the practice of ecological restoration. Third edition. *Restoration Ecology, 34*(S2), e70441. https://doi.org/10.1111/rec.70441

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2018). *The IPBES assessment report on land degradation and restoration* (L. Montanarella, R. Scholes, & A. Brainich, Eds.). IPBES Secretariat. https://doi.org/10.5281/zenodo.3237393

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2016). *The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services* (S. Ferrier, K. N. Ninan, P. Leadley, R. Alkemade, L. A. Acosta, H. R. Akçakaya, L. Brotons, W. W. L. Cheung, V. Christensen, K. A. Harhash, J. Kabubo-Mariara, C. Lundquist, M. Obersteiner, H. M. Pereira, G. Peterson, R. Pichs-Madruga, N. H. Ravindranath, C. Rondinini, & B. A. Wintle, Eds.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. https://doi.org/10.5281/zenodo.3235429

Ramsar Convention. (2002). *Principles and guidelines for wetland restoration* [Annex to Resolution VIII.16]. https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/guide/guide-restoration.pdf

Thomas, L., & Middleton, J. (2003). *Guidelines for management planning of protected areas* (Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 10). IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2003.PAG.10.en

ALTINCI BÖLÜM

ONARIM UYGULAMALARI

Bölüm Yazarları

Güler Bozok, Ülkü Nihan Yazgan Tavşanoğlu, Esra Çetin, Tuğrul Körüklü, Ömral Ünsal Özkoç[1]

Sulak alan onarımı, alanın ekolojik bütünlüğünü yeniden tesis etmek amacıyla farklı teknik müdahalelerin planlı ve uyumlu bir bütünlük içinde uygulanmasını gerektiren karmaşık bir süreçtir. Bu süreçte başvurulan teknikler; habitatın fiziksel onarımı, hidrolojik döngünün doğal rejimine kavuşturulması, toprak yapısının ve vejetasyon dokusunun iyileştirilmesi, faunaya yönelik özel koruma uygulamaları ve alanın görsel peyzaj kalitesinin artırılması gibi çok boyutlu adımları kapsar. Uygulanacak her teknik, standart bir reçete olarak değil; alanın özgün ekolojik karakteristiğine ve yerel ihtiyaçlara göre uyarlanmış, uygulanabilirlik ve sürdürülebilirlik kriterlerini merkeze alan çözüm olarak ele alınmalıdır (Gann vd, 2019; IUCN, 2020).

Teknik müdahalelerin başarısı, sosyal kabul ve katılım ile doğrudan ilişkilidir; bu nedenle katılımcılık, onarımın planlamadan uygulamaya tüm aşamalarında başarının anahtarıdır. IUCN yaklaşımına göre paydaş katılımı, ilgili başlıklarda detaylandırıldığı şekilde her aşamaya dâhil edilmelidir (IUCN, 2020).

[1] Yazar sıralaması, sorumlu oldukları alt bölümlerin bölüm içindeki sırasına göre belirlenmiştir.



Balıkdamı Sulak Alanı, Sakarya menderesleri̇nin temizlenmesi yoluyla tuzcul bataklıkların onarımı, 2026, © Güler Bozok

6.1 Habitat Onarımı

Güler Bozok

Habitat onarımı, sulak alan ekosisteminin temel yapı taşları olan özgün bitki örtüsünü, toprak yapısını ve fauna topluluklarını destekleyen doğal koşulların yeniden tesis edilmesini amaçlar. Bu süreçte öncelik; bozulmuş alanların doğal dinamiklerine kavuşturulması, işlevini yitirmiş habitatların onarımı ve biyoçeşitlilik üzerindeki baskıların azaltılmasıdır. Ancak onarım, yalnızca biyofiziksel müdahalelerle sınırlı kalmamalı; aynı zamanda insan faaliyetlerinin ekosistem üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik yönetim tedbirleriyle de desteklenmelidir (Ramsar Convention Secretariat, 2010a).

Uygulama aşamasında, bozulmuş sazlık ve bataklık alanların yeniden canlandırılması temel stratejiler arasında olmalıdır (Ramsar Convention Secretariat, 2010a). Sulak alanda doğal ekolojik sıralı değişim farklı evrelerinin sürekliliği gözetilmeli; ekolojik karakteri tarım veya diğer yönetim uygulamalarıyla sürdürülen nemli çayırlarda ise bu karakterin değişmesine yol açabilecek vejetasyon sıralı değişimini önlemek amacıyla otlatma ve biçme rejimleri düzenlenmelidir (Ramsar Convention Secretariat, 2010b). Buna ek olarak, ekosistem dengesini bozan istilacı türlerin önlenmesi, ortadan kaldırılması veya kontrol altına alınması gerekmektedir (Ramsar Convention Secretariat, 2010c). İstilacı türlerin kontrolünde mekanik veya biyolojik yöntemler kullanılabilir. Kuş üreme adaları gibi yaban hayatı açısından önemli alanların fiziksel koşulları iyileştirilmelidir. Bütüncül bir yaklaşımla ele alınan bu uygulamalar, sulak alanın hem ekolojik hem de sosyoekonomik işlevlerini güçlendirerek; suyun filtrelenmesi, karbon depolanması, taşkınların kontrolü ve yerel geçim kaynaklarının sürdürülebilirliğinin desteklenmesi gibi çok yönlü faydalar sağlar (Ramsar Convention Secretariat, 2010a, 2010c).

Tablo 6.1 Ekolojik onarım uygulamalarına bazı habitatlardan örnekler (Tablonun hazırlanması; örneklerin ve ilgili kaynak bilgilerinin derlenmesi, dilsel düzenleme, kaynak–ifade eşleşmelerinin kontrolü ve biçimlendirme aşamalarında OpenAI ChatGPT'den yararlanılmıştır.)

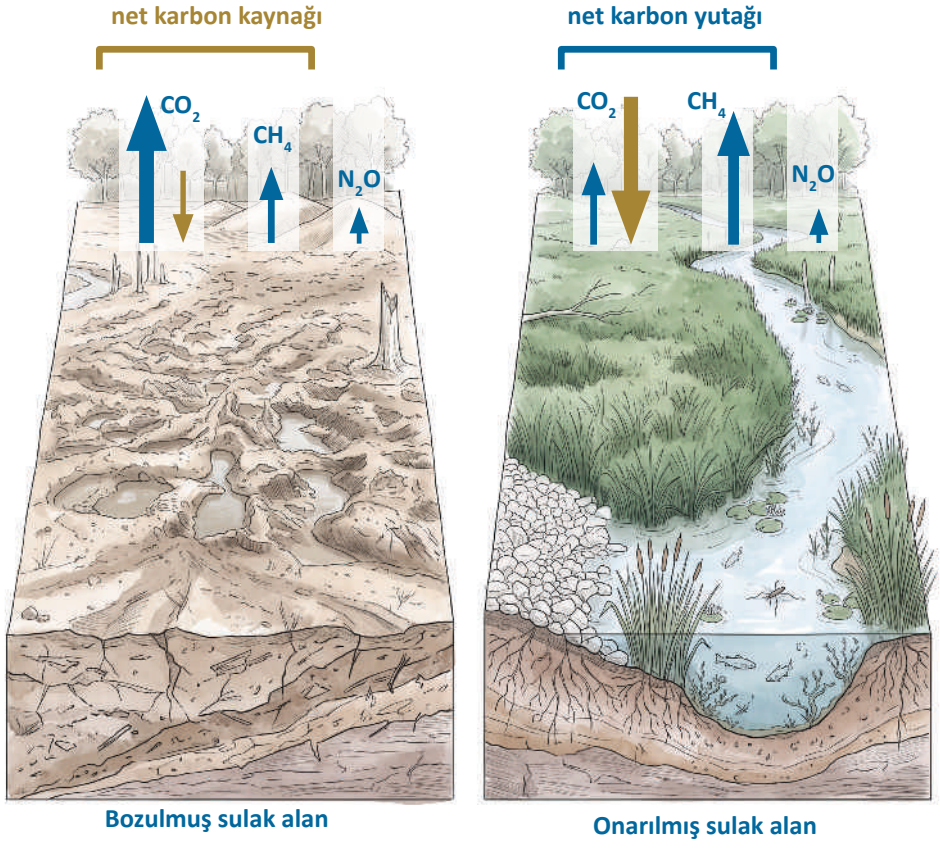
Habitat tipi	Uygulama	Kaynak
Turbalıklar	Drenaj yapılarının (hendek ve kanalların) önü kesilerek su tablası turba yüzeyine yaklaştırılmalı, yeterli su toplanamazsa yağışlı mevsimlerde suyu alanda tutacak yapılar yapılmalıdır. Suyun toplanması, turba oluşturan bitki örtüsünün geri kazanılmasıyla birlikte yürütülmelidir. Hedef türler kendiliğinden yerleşmiyorsa doğrudan ekim, ot taşınması, bitkili toprak veya turba parçalarının taşınması, fide dikimi vb. uygulanmalıdır.	Convention on Wetlands (2021)
Nemli çayırlar ve taşkın çayırları	Dönemsel taşkın veya suya doygunluk koşullarıyla sürdürülen hidrolojik bütünlüğe sahip nemli çayırlar korunmalıdır. Ekolojik karakteri tarımsal veya özellikle geleneksel yönetim uygulamalarıyla sürdürülen nemli çayırlarda, bu karakterin değişmesine yol açabilecek vejetasyon sıralı değişimi engellemelidir. Uzun sazlık, turbalık veya orman içeren sulak alanlara doğru sıralı değişimin önlenmesi için geleneksel otlatma veya biçme gibi uygulamalar sürdürülmelidir.	Ramsar Convention Secretariat (2010b)
Sazlıklar ve yüzeye çıkan bitkilerin egemen olduğu tatlı su bataklıkları	Öncelikle hedef habitatın hidrolojik rejimi ve hidroperiyodu yeniden kurulmalıdır. Aktif bitkilendirme gerekiyorsa aynı bölgedeki doğal sulak alanlara ve benzer hidroperiyoda uygun, yerel kaynaklı ve tür çeşitliliği yüksek bir bitki topluluğu kurulmalıdır.	Interagency Workgroup on Wetland Restoration (IWWR, 2003) USDA NRCS (2021)
Akarsu kıyısı sulak alanları ve taşkın ovaları	Akarsu ile taşkın ovası arasındaki hidrolik ve hidrolojik bağlantı yeniden kurulmalıdır. Uygun alanlarda setlerde bir veya daha fazla açıklık oluşturularak ya da setler kısmen kaldırılarak taşkın suyunun ovaya girmesi sağlanabilir. Terk edilmiş menderes kolları veya menderes gölleri, eski yan kollar, oyulma kanalları ve mikrotopografik yapılar yeniden işlevsel hâle getirilebilir.	USDA NRCS (2021)
Taşkın ovası ormanları	Ana akarsu ile yan kollar arasındaki bağlantı yeniden kurulmalı; taşkın ovasındaki su tablasını düşüren yeraltı suyu çekimleri azaltılmalıdır. Kurutulan yan kollara su verilebilir, set ve yol gibi engeller alçaltılabilir, yatak oyulmasını azaltmak için kaba taneli çakıl eklenebilir. Böylece taşkın ovası ormanlarının doğal yenilenmesi desteklenebilir.	Hughes ve Muller (2003)
Kıyısal tuzlu bataklıklar	Bu tuzcul ekosistemlerde, gelgit değişimini engelleyen set veya diğer yapılar kaldırılarak gelgit hidrolojisi yeniden kurulmalıdır. Yüzey kotu gelgit aralığına uygun olmalı ve alan yüksek dalga enerjisinden korunmalıdır. Uygun kot ve orta dalga enerjisi sağlandığında doğal tohum taşınımı yeterli olabilir.	Mitsch ve Gosselink (1993)
Gelgit düzlükleri ve yüksek gelgit kuş dinlenme alanları	Kıyı setlerinin geriye alınması veya açıklık oluşturulmasıyla suyun iç kesimlere girmesi ve yeni gelgit habitatlarının oluşması sağlanabilir. Su ürünleri yetiştiriciliği için düzenlenmiş kıyı alanları; çamur gelgit alanlarına, kumluklara ve sığ su alanlarından oluşan kuş dinlenme habitatlarına dönüştürülebilir.	IUCN (2020) Convention on Wetlands (2025)
Kentsel akarsu ve bağlantılı sulak alanlar	Yağmur suyunu, sedimenti ve kirleticileri tutacak şekilde yapay sulak alanlar oluşturulabilir; bunun ardından akarsu yatağının doğal biçimi onarılabilir; yerli ağaç türleri dikilebilir, balık ve ikiyaşayışlı gibi yerli sucul türler tekrar yerleştirilebilir.	IWWR (2003)
Bütünleşik yapay sulak alan sistemleri	Arıtma amaçlı yapay sulak alan hücreleri, uzun dönemli habitat ve diğer ekosistem hizmetlerini sağlayacak onarılmış sulak alanlarla ardışık biçimde birleştirilebilir. Bu yaklaşım, yapay ve onarılmış doğal sulak alanların işlevlerini birleştirerek ekosistem hizmetlerinin yeniden kazanılmasını sağlayabilecek bir sistem tasarımıdır.	Spieles (2022)

6.2 Hidrolojik Süreçle İlgili Onarım

Ülkü Nihan Yazgan Tavşanoğlu

Sulak alanlar, kendilerine özgü hidrolojik, biyokimyasal ve ekolojik özellikleri bulunmasıyla tanımlanır. Özellikle pek çok araştırma belirli sulak alan tiplerinin oluşumunda ve sürekliliğinde en önemli belirleyici faktörün hidroloji olduğuna işaret etmektedir (Mitsch ve Gosselink, 2015). Çünkü hidrolojik rejim; sulak alanların sediment hareketi ve birikimi ile su akışı gibi fiziksel süreçlerin yanı sıra besin elementler, tuzluluk gibi kimyasal özelliklerin biyota ile karmaşık ilişkilerini kapsamaktadır (Pérez-Ceballos vd., 2020). Örneğin hidrolojik değişimler su altında kalma derinliği ve su seviyesi değişimine bağlı tuzlanma, mekânsal heterojenlik vb. süreçlerde komünite kompozisyonundaki türlerin dağılımını ve bolluğunu etkilemektedir (Ehrenfeld, 2000). Öte yandan hidrolojik rejim, birincil üretim ve ayrışma süreçlerini etkileyerek organik maddenin sedimentte birikimini ve taşınmasını şekillendirir. Bu durum organik maddenin birikimi ve besin döngüsü üzerinde belirleyici bir rol oynar (Mitsch ve Gosselink, 2015).

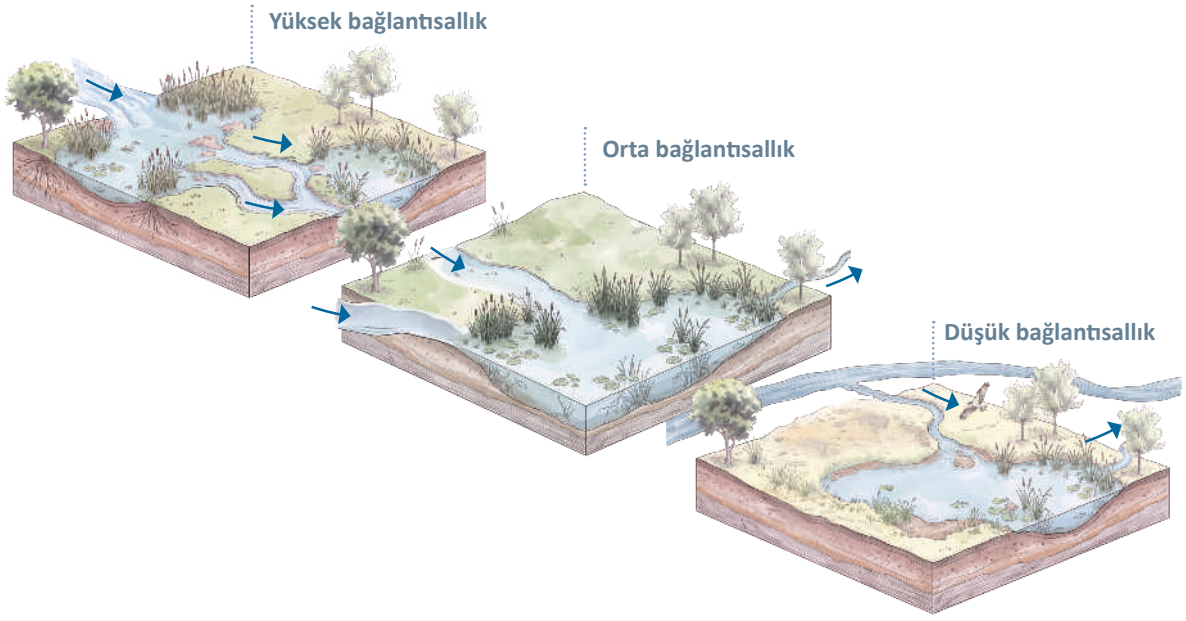
Sulak alanlar coğrafi genişlikleri ile karşılaştırıldığında sağladıkları ekosistem hizmetleri açısından etkileri çok büyük olması nedeniyle tarih boyunca kurutulma, doldurulma, taşkın ve farklı arazi kullanım biçimlerine dönüştürülmeye maruz kalmışlardır (Davidson, 2014). Son yıllarda etkisi daha fazla hissedilmeye başlayan iklim değişikliğinin bir sonucu olarak daha sık ve şiddetli aşırı iklim olayları meydana gelmekte; baraj gibi insan yapıları sonucunda da su seviyesi dalgalanmalarının büyüklüğü, sıklığı, süresi ve zamanlaması gibi hidrolojik özellikler önemli ölçüde değişmektedir (Liu, vd., 2025). Schuster vd. (2024), bozulmuş sulak alanların karbondioksit, metan ve nitröz oksit gibi sera gazlarını çok daha fazla salarak net karbon kaynağı haline geldiğini, onarılmış sulak alanların ise tam tersine bir süreçle atmosferdeki karbonu bağlayarak karbon yutağı haline geldiğini belirtmektedir.



Şekil 6.1 Sulak alan - iklim değişikliği ilişkisi. CO_2 karbondioksit; CH_4 metan; N_2O nitröz oksit. Schuster vd.den (2024) yeniden uyarlanmıştır.

6.2.1 Hidrolojik Bağlantısallığın Önemi ve Yeniden Kurulması

Hidrolojik bağlantısallık sulak alan ekosistemlerinin işlevselliğini belirleyen temel unsurların başında gelmektedir. Su, enerji ve madde akışlarını düzenleyen bu bağlantı, biyoçeşitlilik, popülasyon zenginliği ve ekosistem dinamikleri açısından önemli bir gösterge niteliği taşımaktadır (Yang vd., 2021). En yüksek bağlantısallık düzeyi, bölgedeki en uygun ve en geniş habitat parçalarını temsil ederken; düşük bağlantısallık koşullarında oluşan daha küçük ve izole parçalar bazı türler tarafından yaşam alanı olarak tercih edilememektedir (Wan vd., 2025). Hidrolik bağlantının engellenmesi, hidrolojik rejimlerin doğal seyrinden sapmasına yol açmakta ve bu durum küresel ölçekte sulak alan kaybı ve bozulmasını tetiklemektedir (Liu vd., 2025; Liua vd., 2020; Millennium Ecosystem Assessment, 2005; Murray, 2023). Sulak alan bozulması, organizmaların habitatlarını ve bu ekosistemdeki etkinliklerini doğrudan değiştirdiğinden, bağlantısallıktaki her türlü değişiklik sulak alan biyoçeşitliliğini olumsuz etkilemektedir (Rittenhouse ve Peterman, 2018). Öte yandan hidrolojik bağlantı ne kadar geniş olursa organizmaların yeni alanlara yayılması ve koloni kurması o kadar kolaylaşmaktadır; bu da dış müdahalelere karşı popülasyonun kararlılığını korumasında esnekliğini ve toparlanabilmesini güçlendirmektedir (Wan, vd., 2025).



Şekil 6.2 Sulak alan bağlantısallığı Wan vd.den (2025) yeniden düzenlenmiştir.

Hidrolojik bağlantısallık kavramı; bozulmuş sulak alanların onarımında ve bozulmanın erken uyarı sinyallerinin belirlenmesinde de belirleyici bir rol üstlenmektedir (Zhang vd., 2021). Hidrolojik rejim hem hidrolojik akışlardan hem de batimetrik[2] özellikler, tür kompozisyonu ve sediment etkileşimlerini düzenleyen çevresel faktörlerden etkilenir. Son yıllarda yapılan çalışmalar, hidrolojik bağlantısallığın sulak alanlar arasındaki hidrolik bağlantıdan ibaret olmayıp toprak profillerindeki bağlantısallığın da dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır (Rodriguez vd., 2018; Zhang vd., 2021). Toprak profillerindeki hidrolik bağlantı, su akışını ve çözünmüş madde taşınımını düzenleyen önemli bir etkendir. Ancak bu süreç, bitki kök sistemlerinden bağımsız ele alınamaz çünkü bitkiler su bütçesi üzerinde belirleyici bir etkiye sahiptir (Volpe vd., 2013). Örneğin ıslak topraklarda canlı kök yoğunluğu kuru topraklara oranla çok daha fazladır. Bu durum kök sistemlerinin ayrışmasıyla toprak gözenekliliğini arttırır ve hidrolojik bağlantı güçlenir. Kuru topraklarda ise topraktaki su azalması bağlantısallığı düşmekte ve kök-toprak arayüzündeki hidrolojik tepkileri zayıflatmaktadır (Faiz ve Weatherley, 1982). Bu nedenle onarım süreçlerinde, alanın ıslak veya kurak olma özelliğine bağlı olarak tatlı su ikmali sıklığı ve derinliğinin dikkatle ayarlanması; toprak su içeriğini ve organik madde miktarının artırılması ile köklerin hidrofobikliğinin azaltılması gerekmektedir (Zhang vd., 2021).

[2] **Batimetri:** Okyanus, okyanus, deniz ve göllerde derinlik ölçümü.

6.2.2 Hidrolojik Bağlantısallık ve Onarım Uygulamaları



Balıkdamı Sulak Alanı, 2026, © Güler Bozok

Bir sulak alanın başarıyla onarılması için uzun süre su doygunluğu sağlayacak hidrik toprakların oluşumuna ve hidrofitik (suya bağımlı) bitki örtüsünü sürdürebilmesine elverişli bir hidrolojik rejime sahip olması gerekir (Mitsch ve Gosselink, 2015). Uzun süre önce drenajı yapılmış veya doldurulmuş alanlardaki hidrik topraklar, söz konusu alanın geçmiş hidrolojik rejimini anlamak açısından önemli göstergelerdir. Bu alanlar her zaman onarım için uygun olmayabilir, ancak yine de sahip oldukları hidrik toprak varlığı, hidrolojik kaynaklarla bağlantısallık, periyodik olarak su altında kalma kapasitesi ve doğal bitki örtüsünü yeniden gelişmesini sağlayabilecek tohum bankalarının bulunması, bu alanların yeniden sulak alan işlevi kazanabileceğini gösteren güçlü ekolojik göstergelerdir (Spieles, 2022).

Bir sulak alanın başarıyla onarılması için uzun süre su doygunluğu sağlayacak hidrik toprakların oluşumuna ve hidrofitik (suya bağımlı) bitki örtüsünü sürdürebilmesine elverişli bir hidrolojik rejime sahip olması gerekir (Mitsch ve Gosselink, 2015). Uzun süre önce drenajı yapılmış veya doldurulmuş alanlardaki hidrik topraklar, söz konusu alanın geçmiş hidrolojik rejimini anlamak açısından önemli göstergelerdir (Spieles, 2022). Bu alanlar her zaman onarım için uygun olmayabilir, ancak yine de sahip oldukları hidrik toprak varlığı, hidrolojik kaynaklarla bağlantısallık, periyodik olarak su altında kalma kapasitesi ve doğal bitki örtüsünü yeniden gelişmesini sağlayabilecek tohum bankalarının bulunması, bu alanların yeniden sulak alan işlevi kazanabileceğini gösteren güçlü ekolojik göstergelerdir (Spieles, 2022).

Sulak alan onarımında hidrolojik bağlantıların yeniden kurulması amacıyla çeşitli yöntemlere başvurulmaktadır: Doğal su rejimini yeniden tesis etmek için belirli kazma işlemleri yapılmakta; drenaj kanalları doldurulmakta ya da yönü değiştirilerek alanın daha uzun süre su tutması sağlanmaktadır (Spieles, 2022). Bunların yanı sıra küçük yükselti farklılıkları gibi mikrotopografik çeşitliliklerin de dikkate alınması daha işlevsel, dayanıklı ve biyolojik açıdan zengin bir sulak alan ekosistemi oluşmasına zemin hazırlamaktadır (Middleton, 1999; IWWR, 2003). Günümüzdeki modern onarım yaklaşımları, yalnızca su kalitesinin iyileştirilmesiyle sınırlı kalmayıp taşkın önleme, alüvyon tutma, toprak koruma, biyojeokimyasal yönetim ile kültürel ve bilimsel değerleri kapsayan çok boyutlu bir çerçevede ele alınmaktadır (Spieles, 2022).

Sulak alan kayıpları ve bozulması; balıkçılık, su kalitesi ve biyoçeşitlilik üzerinde ciddi olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu tehditlerin yarattığı farkındalıkla Birleşmiş Milletler Genel Kurulu, 2021-2030 dönemini "Ekosistem Onarımı On Yılı" olarak ilan etmiştir. Bu çerçevede bozulmuş ekosistemlerin onarılması, biyoçeşitliliğin geri kazanılması, iklim değişikliğiyle mücadele ve doğal kaynakların korunması hedeflenmektedir (Craft, 2016).

Onarılmış sulak alanlar, dört temel ekosistem hizmeti kategorisinde performans artışı göstermiştir. Tedarik (*provisioning*) hizmetleri açısından, bozulmuş sulak alanlara kıyasla %36 daha fazla tedarik hizmeti sunduğu görülmüştür. Kültürel (*cultural*) hizmetler bakımından, rekreasyonel faydaların yılda hektar başına 130.000 doları aştığı belirlenmiştir. Destekleyici (*supporting*) hizmetler kapsamında, bölgesel besin maddesi ve su döngüsü ile bölgesel ekosistem bağlantısallığında iyileşmeler kaydedilmiştir. Düzenleyici (*regulating*) hizmetler açısından ise, nehir suyundan BOD, COD, TSS, TN ve TP'nin[3] %29–90 oranında tutulduğu; bitki türlerinin desteklendiği; koruma açısından önemli türler dâhil 180'den fazla kuş türü ile 30'dan fazla makroomurgasız taksonunun varlığını sürdürdüğü; yağmur suyunun (*stormwater*) tutulduğu; karbon tutulumunun 84 g C m^{-2} $yıl^{-1}$ düzeyinde gerçekleştiği ve net sera gazı (*greenhouse gases,* GHG) emisyonunun izlendiği tespit edilmiştir (Spieles, 2022).

[3] Kısaltmalar: BOD: *Biochemical Oxygen Demand* (biyokimyasal oksijen ihtiyacı), COD: *Chemical Oxygen Demand* (kimyasal oksijen ihtiyacı), TSS: *Total Suspended Solids* (toplam askıda katı madde), TP: *Total Phosphorus* (toplam fosfor), TN: *Total Nitrogen* (toplam azot).

Sonuç olarak, hidrolojik bağlantısallıktaki değişimler dikkate alındığında, türlerin habitat gereksinimlerini karşılayabilmek amacıyla düşük hidrolojik koşullara sahip parçalanmış alanların öncelikli onarım alanı olarak belirlenmesi ve düzenli biçimde izlenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda kritik mevsimlerde göçmen kuşlar ve diğer organizmalar için uygun su seviyesi ile habitat koşullarını sağlayabilecek alanların korunması öncelikli hedef olmalıdır. Balık türleri başta olmak üzere su içi yaşam için yeterli hidrolojik bağlantısallığın sağlanması, bentik ve planktonik organizmaların habitat kalitesini de doğrudan olumlu yönde etkileyecektir.

6.2.3 Hidrolojik Onarımın Performans Göstergeleri

Onarılmış bir sulak alanın ne ölçüde işlev gördüğünü anlayabilmek için hem yapısal hem de işlevsel göstergelerin bir arada değerlendirilmesi gerekmektedir. Bitki örtüsünün kaplama oranı, habitatların iç içe geçme derecesi ve makrofit biyokütlesi gibi yapısal göstergeler, arazi kullanımını ve ekosistem bağlantısallığını ölçülebilir biçimde ortaya koyar. Bunların dışında taksonomik çeşitlilik ve türlerin dengeli dağılımı gibi ölçütler kullanılarak türlerin çevresel bozulmaya karşı toleransı belirlenmelidir. Ayrıca organik madde birikimi ile birincil üretim gibi işlevsel ölçütler, ekosistemin kendini sürdürüp sürdüremediğinin anlaşılmasında belirleyici rol oynar. Ayrıca gösterge türlerin varlığı veya yokluğu da değerlendirmenin ayrılmaz bir parçasını oluşturmaktadır (Brudvig vd., 2017; Matthews vd., 2009; Taddeo vd., 2018).

Onarılmış bir sulak alanın ekolojik olgunluğu, onarım üzerinden geçen süreyle doğrudan ilişkilidir. Onarımın ilk zamanlarında ekosistem, büyük ölçüde yeni kurulmuş bir sistemin karakterini yansıtır. Hidrolojik rejim yeniden işlemeye başlamıştır; ancak ekosistem hâlâ bakım gibi dış müdahalelere yüksek oranda bağımlıdır. Bu erken dönemde sulak alanı ilk olarak ele geçiren türler genellikle hızlı büyüyen, hızla yayılan ve kısa ömürlü türlerdir. Fırsatçı da denilebilecek bu türler bozulmuş ortamlara kolayca uyum sağlar. Topluluk yapısı basit, türler arası etkileşimler ise sınırlıdır. Ekosistemin kararlılığı düşük olduğundan çevresel dalgalanmalara ve beklenmedik olaylara karşı kırılgan bir yapı sergiler. Bu nedenle erken dönemdeki onarılmış alanlar, işlevselliklerini koruyabilmek için yoğun yönetim ve düzenli bakım gerektirir. Buna karşılık, uzun süreli ekolojik süreçler ve ekolojik sıralı değişim sonucunda sulak alan, daha karmaşık ve kendi kendini düzenleyebilen bir sisteme dönüşür. Bu süreçte hızlı yayılımcı türlerin yerini yavaş büyüyen, uzun ömürlü ve rekabet gücü yüksek türler almaya başlar; böylece tür çeşitliliği ve habitat karmaşıklığı artar. Bu durum, besin tutma, biyoçeşitliliğin desteklenmesi ve su rejiminin düzenlenmesi gibi geniş kapsamlı ekosistem hizmetleri sunarken çok daha az yönetimsel müdahale gerektirir (Spieles, 2022).

Balıkdamı Sulak Alanı, menderesleri temizlenerek hidrolojik bağlantısallığın geri kazanılması, 2026, © Güler Bozok



6.3 Toprak Onarımı

Esra Çetin

Sulak alanların doğal işleyişini ve ekolojik işlevlerini yeniden güçlendirmek, bozulan su–habitat ilişkisini onarmak ve alanın farklı türler için taşıdığı barınma ve üreme değerini sürdürülebilir kılmak, sulak alan onarımının temel amaçları arasındadır. Sulak alanlarda toprağın onarımı; hidrolojik rejimin yeniden düzenlenmesi, kirlilikten arındırma, yerel bitki örtüsünün yeniden oluşturulması ve organik madde takviyesiyle toprağın fiziksel ve kimyasal yapısının iyileştirilmesini içerir. Bu süreç, erozyonun azaltılmasına, biyoçeşitliliğin artmasına ve doğal su filtreleme işlevinin geri kazanılmasına katkı sağlar.

Sulak alanlar; su kalitesini iyileştirme, taşkın kontrolü, karbon depolama, biyoçeşitlilik barındırma ve iklim direnci sağlama gibi birçok ekosistem işlevlerini yerine getirir. Ancak bu işlevlerin sürdürülebilmesi, sulak alan toprağının fiziksel, kimyasal ve biyolojik bütünlüğünün korunmasına bağlıdır (Mitsch ve Gosselink, 2015). Bozulmuş toprakların onarımı yalnızca yüzeysel müdahalelerden ibaret değildir; toprağın işlevlerini yeniden kazanmasına yönelik bütüncül bir yaklaşım gerektirir. Bu bölümde toprağın onarımı sırasında yapılabilecek değerlendirme ve uygulamalar adım adım açıklanmaktadır.

Toprak onarımı çalışmaları planlanırken ilk etapta hedefler belirlenmelidir. En önemli hedefler aşağıda sıralanmıştır. Onarım sonucunda elde edilmesi istenen hedef ekosistem (mera, sazlık, bataklık, kıyı setleri vb.) mutlaka tanımlanmalıdır.

- Toprağın temel fiziksel yapısını onarmak (su tutma kapasitesi, geçirgenlik, sıkışma, sediment dinamikleri vb.)
- Kimyasal dengesizlikleri düzeltmek (pH, EC (tuzluluk), kireç ($CaCO_3$), besin elementleri, redoks potansiyeli (EH), ağır metaller ve pestisitler)
- Biyolojik işlevleri yeniden canlandırmak (organik madde, mikrobiyal faaliyet, bitki örtüsünün geri dönüşü)
- Hidrolojik rejimin (su seviyesi, akış yolları, taşkın döngüsü) yeniden kurmak.

6.3.1 Toprak Onarımı Uygulamaları

Sulak alan topraklarının onarımı çalışması**,** toprağa doğrudan uygulanacak müdahalelerin yanı sıra toprak özelliklerini belirleyen süreçleri de kapsamalı; özellikle su yönetimine önem verilmelidir. Müdahaleler, toprak analizlerinin sonuçlarına ve iklim değişikliğinin değerlendirilmesine dayalı olarak planlanmalıdır. Gereksiz veya yanlış müdahaleler, doğal sistemlerin daha fazla bozulmasına yol açabilir. Bu tür karar süreçlerinde, çok ölçütlü değerlendirme yöntemleri kullanılabilir. Bu değerlendirmelerde yalnızca toprak özellikleri değil, sulak alanı etkileyen tüm önemli etmenler de dikkate alınmalıdır. Toprağın özellikleri dışındaki diğer etmenler arasında hidrolojik koşullar, bitki örtüsü ve habitat potansiyeli, topografik ve jeomorfolojik özellikler, peyzaj ve havza bağlantısallığı, tarihsel ekosistem koşulları ve geçmiş arazi kullanımı, ekosistem işlevleri ve bozulma derecesi ve projenin uygulanabilirliği (arazi kullanım hakları, yasal ve yönetsel gereklilikler vb.) sayılabilir (Mitsch ve Gosselink, 2015; Gann vd., 2019; Ramsar Convention Secretariat, 2010c).

Sulak alan topraklarının özellikleri büyük oranda su rejimine bağlıdır. Bu nedenle hidrolojik koşulların yeniden kurulması, toprak iyileştirme çalışmalarının temel bileşenlerinden biridir. Su tablasının yükseltilmesi, doğal akış yollarının onarılması ve taşkın rejiminin doğallaştırılması gibi uygulamalar hidrolojik temelli onarımlar arasında yer alır (Mitsch ve Gosselink, 2015; IWWR, 2003).

İklim değişikliği de sulak alan toprak süreçlerini doğrudan etkiler. Yağış rejimindeki değişiklikler, su tablası düşüşü ve artan buharlaşma, sulak alanların kurumasına ve özellikle turbalık sulak alanlarda organik madde kaybına yol açabilir (Salimi vd., 2021). Onarım öncesi toprak özelliklerini belirleme ve değerlendirme, hem bozulma tipi hem de hangi iyileştirme tekniğinin uygulanması gerektiği hakkında bilgi verir. Bu aşamada toprakta fiziksel (tekstür, sıkışma vb.), kimyasal (pH, EC, $CaCO_3$, besin elementleri, EH vb.) ve biyolojik (organik madde, mikrobiyal faaliyet vb.) analizler yapılır. Toprağın durumunun değerlendirilmesine ilişkin analizler Bölüm 4.3'te detaylı açıklanmıştır.

Fiziksel Toprak Onarımı Uygulamaları: Fiziksel onarım, sulak alanlardaki bozulmaların çoğunda ilk uygulanması gereken aşamadır. Çünkü su ve toprak ilişkisindeki fiziksel bozulma, kimyasal ve biyolojik süreçlerin tamamını etkiler. En önemli uygulamalar aşağıda verilmiştir:

- **Sediment yönetimi:** Sediment birikimi, sulak alanlarda su akışını ve taşkın rejimini değiştirebilir. Sediment birikimi, sulak alanlarda mikrotopografyanın azalmasına ve tür zenginliğinin düşmesine yol açabilir (Mitsch ve Gosselink, 2015). Sediment birikiminin sulak alan işlevleri üzerindeki etkileri değerlendirilerek gerektiğinde biriken sediment uzaklaştırılabilir; hatta fiziksel ve kimyasal özellikleri uygun olan sediment, sulak alan ve habitat onarımı gibi ekolojik amaçlarla yeniden değerlendirilebilir (Hametz vd., 2025; USDA NRCS, 2021). Bunun yanında, uygun özellikteki sedimentin tarımsal amaçlarla yeniden değerlendirilmesi de bu bölümde önerilebilir.

  Sedimentte kimyasal analizler yapılmalı ve çıkan değerlerin tarımsal üretim, hayvan ve çevre sağlığı sınır değerlerine uygunluğu kontrol edilmelidir. Sedimentin yeniden kullanımı söz konusuysa sediment, içeriği yalnızca şu koşullarda ise kullanılmalıdır:

  - Ağır metal değerleri sınır değerlerinin altında ise (Toprak Kirliliği Kontrol Yönetmeliği Ek 1-A Toprak Kirlilik Parametreleri Sınır Değerleri)
  - Pestisit riski düşük ise
  - pH (6,5-7,5) ve EC (tuzsuz) uygun ise
  - Organik madde yeterli ise (Toprakta organik madde sınır değeri %1-%5 arasındadır. Türkiye toprakları organik madde içeriği İç Anadolu koşullarında genellikle %1'in altındadır; organik madde katkısı olacak her değer düşünülebilir.)
  - Tekstür ideal ise (Kil içeriği yüksek ise uygulanmamalıdır; aksi takdirde toprakta sıkışmayı artırıp, havasız, geçirgenliği düşük bir ortam oluşturabilir.)

- **Drenaj müdahaleleri:** Drenaj kanalları sulak alanların doğal hidrolojik rejimini bozarak kurumasına neden olabilir. Bu nedenle doğal akış yollarının yeniden kurulması ve suyun alanda tutulmasını sağlayacak uygun hidrolojik düzenlemelerin yapılması önerilir (USDA NRCS, 2021; Mitsch ve Gosselink, 2015). Kuruyan sulak alanlarda doğal hidrolojik rejimin yeniden oluşturulması, toprak süreçlerinin ve bitki örtüsünün iyileşmesinde temel onarım uygulamalarından biridir.

- **Mikrotopografik düzenleme:** Doğal çukurluklar, mikro-havuzlar, su cepleri ve adacıklar gibi farklı mikrotopografik yapılar oluşturularak habitat çeşitliliği artırılabilir (USDA NRCS, 2021; Mitsch ve Gosselink, 2015).

- **Toprak sıkışmasının giderilmesi:** Ağır makinelerin ve özellikle hayvan otlatmasının yoğun olduğu alanlarda sıkışma suyun hareketini zorlaştırır ve kök gelişimini sınırlar. Bu durum özellikle hayvancılığın yoğun olduğu mera tipi sulak alanlarda görülür. Sıkışma mekanik yöntemlerle, organik madde takviyesiyle ve otlatma baskısının azaltılmasıyla giderilebilir. Toprak düzenleyiciler ve jips uygulamaları pratikte daha hızlı ve etkili çözümler sunabilmektedir. Gözenekli yapıları sayesinde hava boşluklarını artırıp, su tutma kapasitelerinin yüksekliğiyle sıkışmayı dengeleyebilirler.

Kimyasal Toprak Onarımı Uygulamaları: Kimyasal düzensizlikler, özellikle tuzluluk, alkalilik, kireç fazlalığı ve besin elementlerinin dengesizliği şeklinde ortaya çıkar. Sulak alanın doğal kimyasal dengesindeki bozulma tarım, endüstri ve su rejimi değişikliklerinden kaynaklanabilir. Bu aşamada sorun, hedef ve çözüm birlikte ele alınır.

- **pH dengesinin düzenlenmesi:** pH toprağın içerisinde bulunan bitki besin elementlerinin bitkiler tarafından alınabilirliğini belirlerler.

  - pH düşükse → kireçlemeyle uygun aralığa yükseltilerek besin elementlerinin bitkiler tarafından alınması sağlanabilir.

- pH yüksekse → organik madde, kükürt, asidifiye materyaller takviyesiyle düşürülerek optimum düzeye getirilip denge sağlanabilir.

Bu uygulamalar bir defaya mahsus yapılmayıp gerektiğinde tekrarlanır. Miktarı, uygulama şeklini ve tekrarları toprağın tekstürü ve kimyasal analiz sonucu belirlemektedir.

- **Tuzluluğun düzenlenmesi:** Toprak biyotası ve bitki gelişimi, sulak alanın doğal tuz dengesine göre şekillenir. Bazı sulak alanlar doğal olarak tuzlu veya sodik özellik gösteren tuzcul ekosistemlerdir Bu nedenle amaç, tuzluluğu her koşulda azaltmak değil, alanın ekolojik karakterine uygun tuz dengesini yeniden kurmaktır. Doğal koşulların üzerinde tuzluluk gelişmişse su girişinin kalitesi ve drenaj zamanlaması birlikte düzenlenmeli; EC, su giriş ve çıkışları ile toprak tuzluluğu düzenli olarak izlenmelidir (Cui vd., 2009; Quinn, 2014). Yıkama ve jips uygulamaları ise yalnızca ikincil tuzlanma veya sodiklik doğrulandığında değerlendirilmelidir.

- **Kireç ($CaCO_3$) değerlendirmesi ve besin elementlerinin düzenlenmesi:** Diğer ekosistemlerde olduğu gibi sulak alanlardaki biyokimyasal süreçler bitki gelişimini, besin elementi kullanılabilirliğini ve ağır metal kimyasını (Reddy vd., 2023); dolayısıyla onarımda kullanılacak bitki türlerinin seçimini ve besin elementi yönetimini etkileyebilir. Sulak alan toprağındaki kireç (kalsiyum karbonat, $CaCO_3$) içeriği, çoğu zaman alanın jeolojik yapısından kaynaklanan doğal bir özelliktir. Bu nedenle onarımda amaç, kireç düzeyinin bitki besin elementlerinin yarayışlılığı üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve buna uygun besin yönetimini planlamaktır. Yüksek kireç içeriği bazı bitki besinlerinin alımını sınırlar. Çok kireçli topraklarda (>%15) fosfor tutulur, çinko ve demir alımı zorlaşır (MEB, 2015). Bu durumda organik madde artırılmalı ve fosfor dozları optimize edilmelidir. Toprakta makro ve mikro element dengesizliği iyileştirme ister. Mikro elementlerin takibi yapılmalı ve özellikle aşırı azot girişleri durdurulmalıdır. Dikilmesi düşünülen bitkilerin ihtiyaçlarına ve toprağın tekstür, organik madde, pH düzeyi ve diğer analiz sonuçlarına göre eklenecek makro (N, P, K, Ca, Mg ve S) ve mikro (Fe, Zn, Mn, Cu vb.) element miktarları belirlenmelidir. Aşırı besin elementi girdileri ekosistem süreçlerini değiştirebileceğinden uygun zamanda yağışsız ve rüzgârsız havada dengeli takviyeler yapılmalıdır.

Biyolojik Toprak Onarımı Uygulamaları: Biyolojik iyileştirme yöntemleri, doğanın kendi döngülerini kullanarak toprağı onarmayı amaçlar. Özellikle sulak alanlarda etkili ve düşük maliyetlidir.

- **Fitoremediasyon:** Bitkiler kullanılarak kirleticilerin giderilmesini sağlayan bir biyoteknolojik yöntemdir. Bu yöntemin temelde farklı amaçlarda kullanılan tipleri bulunmaktadır (Kafle vd., 2022):
  - *Fitoekstraksiyon:* Bitkilerin kirleticileri topraktan alarak bitki dokularına taşıması ve dokularında biriktirmesi
  - *Fitostabilizasyon:* Bitkilerin kök sistemi ve rizosferdeki biyokimyasal süreçler sayesinde kirleticilerin hareketliliğini azaltması
  - *Rizofiltrasyon:* Bitki köklerinin su ortamındaki kirleticileri absorbe etmesi veya çöktürmesi yoluyla kirlenmiş suyun arıtılması
  - *Fitovolatilizasyon:* Bitkilerin kirleticileri kökleri aracılığıyla alarak metabolik dönüşümler sonucunda uçucu bileşiklere dönüştürmesi ve bunları yapraklardan atmosfere salması
  - *Fitodegradasyon:* Bitkilerin kirleticileri doğrudan kendi metabolik enzimleri aracılığıyla parçalayarak daha az toksik bileşiklere dönüştürmesi
  - *Rizodegradasyon:* Bitki kök bölgesinde yaşayan mikroorganizmaların organik kirleticileri parçalayarak detoksifiye etmesi
  - *Fitodesalinasyon:* Tuz toleranslı bitkilerin (halofitler) topraktaki tuzları kökleri aracılığıyla alarak dokularında biriktirmesi.

Bitkiler, ağır metal veya besin fazlası elementlerin giderilmesinde kullanılabilir; örneğin, *Phragmites, Typha, Scirpus, Juncus ve Eleocharis* gibi bitkiler sulak alanlarda sıklıkla kullanılır (Kafle vd., 2022; Taş vd., 2025). Bitki seçimi bölgenin ekolojisine uyumlu olmalı ve yerli bitkilerden seçilmelidir.

- **Mikrobiyal uygulamalar:** Mikroorganizmalar, organik maddeyi parçalayarak sulak alanlardaki karbon döngüsüne katkıda bulunur. Sulak alan mikroorganizmaları organik maddenin ayrışması, metan üretimi ve tüketimi, azot bağlanması, nitrifikasyon ve denitrifikasyon ile kükürt ve demirin yükseltgenme–indirgenme tepkimelerinde yer alarak karbon, azot, kükürt ve demir döngülerini düzenlemektedir (Bodelier ve Dedysh, 2013).

- **Organik madde takviyesi:** Organik madde toprak mikroorganizmaları için enerji kaynağıdır. Toprağın fiziksel ve biyolojik yapısını güçlendirir. Su tutma kapasitesini ve toprakta havalanmayı artırır. Besin elementlerini içinde depolar. Organik toprak düzenleyicileri, kompost, bitkisel artık ve sediment uygulamasıyla organik madde miktarı artırılabilir.

Kirletici Kaynaklarının Kontrolüne Yönelik Uygulamalar: Kirletici kaynaklarını kontrol altına almadan yapılan onarım uygulamalarının başarılı olma olasılığı düşüktür. Başlıca kirletici kaynaklar; tarımsal faaliyetler (gübre ve pestisit uygulamaları), endüstriyel tesisler, evsel atıksu deşarjları ve yüzey akışıyla taşınan kirleticilerdir. Bu kirleticilerin kontrolünde;

- ağır metaller ve bazı organik kirleticilerin bitkiler ile kök bölgesindeki mikroorganizmalar tarafından uzaklaştırılmasına dayanan fitoremediasyon uygulamaları,
- sulak alanı çevresindeki arazilerden korumak için aralarına çalı, otsu bitki ve uygun ağaç türlerinden oluşan tampon bölge bitkilendirmesi,
- su tutma kapasitesini artırmak için organik materyalin oksijensiz ortamda piroliziyle elde edilen gözenekli organik kömür (*biochar*) uygulamaları,
- yapay sulak alanlar oluşturularak azot ve fosfor başta olmak üzere aşırı besin elementlerinin ve kirleticilerin bitkiler, mikroorganizmalar ve sediment tarafından tutulması veya dönüştürülmesi,
- tarımsal girdi azaltımı, kaynak noktasını kapama ve kontrollü drenaj

gibi yöntemler su kalitesini iyileştiren önemli doğa temelli çözümler arasında yer almaktadır.

6.3.2 Toprak Onarımı Sonrası İzleme ve Değerlendirme

Sulak alanlarda toprak iyileştirme fiziksel, kimyasal, biyolojik ve hidrolojik bileşenlerin birlikte ele alındığı çok disiplinli bir yaklaşımdır. Toprak iyileştirme uygulamalarının başarısı düzenli izlemeyle ölçülür. Sulak alan izleme çalışmalarının temel amacı; mevcut durumu belirlemek, zaman içindeki iyileşme veya bozulma eğilimlerini ortaya koymak ve mevsimsel değişimler ile ekolojik sapmaları değerlendirmektir (USEPA, 2008). Örnekleme tasarımı müdahale öncesi ve sonrası karşılaştırmaları içermelidir. Sulak alan toprak kalitesinin izlenmesinde pH, EC, hacim ağırlığı, organik madde, tane boyu dağılımı, azot ve fosfor gibi besin elementleri, diğer fiziksel ve kimyasal analizler ile hidrolojik koşulların değerlendirilmesi yapılmalıdır (USEPA, 2008). Onarım sonrası izleme programına sediment özellikleri, yükselti değişimleri, su seviyeleri, bitki örtüsü ve omurgasızların göstergeleri de eklenebilir (Hametz vd., 2025).

6.4 Vejetasyonun Onarımı

Tuğrul Körüklü

6.4.1 Topografyanın Yeniden Şekillendirilmesi ve Toprak Hazırlığı

Onarım yapılacak alanda, doğayı taklit eden bazı çalışmalar yaparak topografyayı yeniden şekillendirmek gerekebilir. Örneğin, alanı tamamen düzleştirmek yerine, doğal alanlarda olduğu gibi, farklı su derinliklerine sahip olacak şekilde çukurlar ve derin havuzcuklar yapılabilir. Bunlar nilüfer gibi yüzen bitkiler için yaşam alanı sağlar. Sığ düzlükler su yüzeyine çıkan (*emergent*) bitkilerin yaşam alanlarıdır. Küçük kuru adacıklar ve tümsekler ise su seviyesinin üzerindeki kuru alanlardır. Bu alanlar, bitki ve canlı çeşitliliğini artırır. Akarsu sistemlerde ise nehirlerin dar yataklara hapsedilmesi yerine, taşkın sularının enerjisini sönümleyebildiği ve toprağa sızabildiği doğal taşkın yataklarının yeniden sisteme bağlanması hedeflenmelidir (Naiman vd., 2005).

Vejetasyon onarımının ön aşaması toprağın hazırlanmasıdır. Özetle, toprak yüksek düzeyde kirlenmişse üst tabaka sıyrılıp alandan uzaklaştırılmalı veya yerinde iyileştirilmelidir. Örneğin, petrol sızıntısı gibi bir kirlilik durumunda toprak kazılıp alandan uzaklaştırılmalıdır (fiziksel giderim). Yerinde iyileştirmeye örnek ise fitoremediasyondur. Bazı bitkiler (kamış, hasır otu, söğüt vb.) topraktaki ağır metalleri veya kirleticileri bünyelerine alabilir. Bu bitkiler kirlenmiş alana ekilip belirli aralıklarla hasat edilerek kirleticiler alandan uzaklaştırılabilir.

Toprağı onarmak için "canlı toprak transferi" yapılabilir. Yakınlardaki sağlıklı bir sulak alanın üst toprağından alınan ve içinde yerli tohumlar, kök parçaları ve gerekli mikroorganizmaları barındıran az miktardaki "canlı toprak" onarılacak alana serpiştirilir. Bu uygulama, doğal iyileşmeyi muazzam ölçüde hızlandırır.

Onarım sırasında alanda iş makineleri çalışmış ise toprak çok sıkılaşmış olabilir. Bu sıkışıklık, tarımsal aletlerle 50-60 cm derinlikte sürülerek giderilmelidir. Bu işlem, suyun sızmasını ve köklerin ilerlemesini sağlar. Su ve toprak hazırlandıktan sonra sıra bitkilere gelir.

6.4.2 Vejetasyon Onarımı için Bitkilendirme Yaklaşımları

Sulak alanın onarımında, ekosistemin yeniden işleyişini sağlayacak ve alanı geçmişteki ekolojik durumuna olabildiğince yaklaştıracak bitki topluluklarının yeniden oluşturulması hedeflenmelidir. Bu kapsamda bitkilendirme, hidrolojik rejim, toprak özellikleri ve doğal bitki topluluklarıyla uyumlu olarak planlanmalıdır.

***İstilacı Türlerin Kontrolü*:** İstilacı türlerin baskısı, onarımın başarısız olmasının en öncelikli nedenlerinden biridir. İstilacı türler (örneğin, *Ailanthus altissima*/kokarağaç, *Phragmites australis*/kamış'ın bazı agresif genotipleri ve *Eichhornia crassipes*/su sümbülü) yerli türlerin gelişmesini engeller. Bitkilendirme yapmadan önce alanda istilacı türler varsa bunların temizlenmesi gerekir. Bu mekanik olarak (kesme, biçme, elle sökme) yapılabilir.



Balıkdamı Sulak Alanı, tuzcul bataklıklardaki endemik bitki türlerinin korunması amacıyla hidrolojik bağlantısallığın geri kazanılması için menderes temizliği, 2026, © Güler Bozok

Doğal Yenilenme: Yerli bitki toplulukları oluşturmak için toprakta mevcut tohum bankalarına veya tohum kaynaklarına dayanan bir tekniktir. Sulak alan ortamlarında hidrolojik rejimin yeniden kurulması ve tarımın durdurulması vejetatif tepkinin temel tetikleyicileridir. Doğal yenilenme için genellikle herhangi bir alan hazırlığı gerekmez, ancak bazı alanların buna uygun hâle getirilmesi gerekebilir. Doğal olarak yenilenen bitki toplulukları, genellikle tek yıllık türler olarak başlar ve zamanla çok yıllık topluluklara dönüşür. Bu süreç, bitki örtüsü oluşturmanın en yaygın yöntemidir.

- **Yöntem:** Alanın farklı noktalarından (özellikle bozulmamış küçük ceplerden) ilk 5-10 cm'lik toprak tabakası alınır. Bu topraklar kontrollü bir ortama (sera veya laboratuvar) getirilip steril koşullarda ince bir tabaka halinde yayılır ve sürekli nemli tutulur.
- **Değerlendirme:** Birkaç ay içinde bu topraktan hangi bitkilerin çimlendiği gözlemlenir. Eğer bol miktarda yerli sulak alan bitkisi (saz, kofa vb.) çimleniyorsa bu toprağın canlı bir tohum bankasına sahip olduğu anlamına gelir. Bu durumda, sadece hidrolojiyi onarmak bile alanın kendiliğinden yeşermesi için yeterli olabilir.

Bitki Seçimi: Vejetasyon onarımında kullanılacak bitkiler aşağıdaki koşullara göre seçilmelidir:

- **Sadece yerli türler:** Bölgenin doğal iklim, toprak ve su koşullarına uyum sağlamış yerli türler kullanılmalıdır.
- **Genetik uygunluk (yerel ekotip):** Aynı bitki türünün (örneğin söğüdün) farklı genetik popülasyonları vardır. Mümkünse fidanlar veya tohumlar çalışma alanına en yakın (örneğin aynı havza içindeki) sağlıklı popülasyonlardan temin edilmelidir. Başka bir bölgeden getirilen söğüt, yerel koşullara (kuraklık, don vb.) dayanamayabilir.
- **Çeşitlilik:** Tek bir türe (monokültür) odaklanılmamalıdır. Farklı işlevlere sahip (azot bağlayan, kökleriyle toprağı tutan veya yaban hayatına yem olan) türlerin karışımı kullanılmalıdır.
- **Bitki kuşakları:** Sulak alan bitkileri su derinliğine göre farklı kuşaklar (zonlar) oluşturur. Hangi bitki türünün hangi su derinliğine dikileceği planlanmalıdır.

Vejetasyon Kuşaklarına (Zon) Göre Dikim Planı: Bitki örtüsünün onarımında kullanılacak türlerin dikimi, sulak alanın doğal vejetasyon kuşakları ve su derinliği koşulları dikkate alınarak planlanmalıdır:

Zon/0. Tampon kuşak: Su altında kalmayan, sulak alanın hemen çevresindeki kuru arazidir. Yaban hayatı için geçiş alanı sağlar. Akarsu sistemlerinde bu geniş *riparian* (kıyı) tampon bölge, yüzeysel akışlarla gelen nitratı, fosforu ve sedimenti akarsuya ulaşmadan önce filtreleyerek su kalitesini korur (Naiman vd., 2005). Bölgeye özgü yerli çalılar (örneğin kuşburnu ve yemişen), otlar ve ağaçlar (meşe, karaçam vb.) kullanılır.

Zon/1. Kıyı kuşağı (*riparian*): Su seviyesinin hemen üstüdür. Bitkilerin kökleri sürekli nemlidir, ancak gövdeleri su dışında kalır. Bu kuşaktaki bitki örtüsü kıyı erozyonunu önler, suyu gölgeler (ısınmayı engeller) ve habitat sağlar. Özellikle akarsu taşkın yataklarında mekanik tahribata ve dönemsel su basmalarına toleranslı olan söğüt (*Salix* spp.), kızılağaç (*Alnus* spp.), kofa (*Juncus* spp.), ılgın (*Tamarix* spp.) ve dişbudak (*Fraxinus* spp.) gibi türler bu bölgelerde tercih edilir (Naiman vd., 2005).

Zon/2. Sığ su kuşağı (*emergent*): 0 cm – 50 cm arası su derinliği olan (sürekli ıslak veya mevsimsel su altında) kuşaktır. Onarımın en önemli bölgesidir. Suyun filtrelenmesine en fazla katkı sağlayan bölgedir. Yaban hayatı için saklanma ve yuvalama alanıdır. Hasır otu/kedi kuyruğu (*Typha* spp.), kamış (*Phragmites australis*), süsen (*Iris pseudacorus*), şemsiye otu (*Cyperus* spp.) ve beşparmak otu (*Potentilla* spp.) bu kuşakta sıklıkla bulunur.

Zon/3. Derin su kuşağı (*aquatic*): 50 cm ve daha fazla su derinliğine sahip (açık su yüzeyi) olan kuşaktır. Oksijen üretir, su kalitesini iyileştirir, balıklar ve omurgasızlar için önemli bir habitat oluşturur. Bu kuşağı oluşturan yüzen yapraklı türleri arasında beyaz nilüfer (*Nymphaea alba*), sarı nilüfer (*Nuphar lutea*) ve batık bitki türleri arasında boynuz otu (*Ceratophyllum demersum*) ve su sümbülü (*Potamogeton* spp.) yer alır.

Özel *Habitat Tiplerinde Vejetasyon Onarımı Yaklaşımları*: Standart sulak alan kuşaklarının ötesinde, kendilerine özgü dinamikleri olan bazı özel ekosistemler farklı onarım stratejileri gerektirir:

- **Turbalıklar (*peatlands*):** Turbalık ekosistemleri, binlerce yılda biriken kısmen ayrışmış organik materyalin (turba) bozulmadan korunmasına dayanır. Onarımın temel amacı, geçmişte açılmış drenaj hendeklerini kapatarak alanı yeniden suya doygun hâle getirmek ve oksijensiz ortamı sağlayarak karbon depolama işlevini yeniden kazandırmaktır. Bitkilendirme aşamasında özellikle asidik ve ıslak koşullara uyumlu *Sphagnum* (turba yosunu) ve *Carex* (tarakotu) türleri alana kazandırılır (Bonn vd., 2016).

- **Subasar ormanlar veya longozlar (*floodplain forests*):** Longozlar (denize dökülen akarsuların önünün kumullarla kapanması sonucu oluşan kıyı ardı ormanları) ve tatlı su subasar (taşkın yatağı) ormanları, mevsime bağlı su basma rejimlerine (hidroperiyot) sıkı sıkıya bağlıdır. Bu alanların onarımında nehir, taşkın yatağı ve deniz arasındaki doğal hidrolojik bağların yeniden kurulması şarttır. Doğal taşkın rejiminin geri getirilmesinin ardından, dönemsel olarak su altında kalmaya ve oksijence fakir kök koşullarına toleranslı dişbudak (*Fraxinus angustifolia*), kızılağaç (*Alnus glutinosa*) ve saplı meşe (*Quercus robur*) gibi ağaç türleri ile bitkilendirme ve doğal gençleştirme çalışmaları yürütülür (Hughes vd., 2003).

6.4.3 Vegetasyon Onarımında Uygulama Yöntemleri

Bitki örtüsünün onarımında uygulanacak yöntem, sulak alanın bozulma düzeyi, doğal yenilenme potansiyeli ve onarım hedeflerine göre belirlenmelidir. Uygulamalar genel olarak pasif ve aktif onarım olmak üzere iki temel yaklaşıma ayrılır.

- **Pasif onarım:** Onarılacak sulak alanın toprağında doğal tohum bankası varsa veya yakınlarında başka sağlıklı sulak alanlar varsa rüzgâr, su ve kuşların taşıdığı tohumlar alanı doğal olarak bitkilendirir. Bu en ucuz ve en sürdürülebilir yöntemdir.

- **Aktif onarım:** Doğal yenilenmenin yetersiz olduğu alanlarda, bitki örtüsünün yeniden oluşturulmasını hızlandırmak amacıyla doğrudan insan müdahalesine dayalı uygulamalar yapılır.

  - *Tohum serpme:* Alanın üzerine yerli türlerin tohum karışımı serpilir.
  - *Fide/rizom dikimi:* Saz, kamış ve süsen gibi bitkilerin kök parçaları (rizom) veya serada yetiştirilmiş fideleri doğrudan çamura elle dikilir.
  - *Ekolojik biyomühendislik*: Akarsu kıyılarında suyun mekanik erozyon gücü yüksek olduğu için beton veya taş tahkimatlar (gri altyapı) yerine bitkilerin yapı malzemesi olarak kullanıldığı biyomühendislik teknikleri (yeşil altyapı) uygulanmalıdır (Schiechtl ve Stern, 1997). Canlı söğüt dallarından yapılan örgüler, canlı kazıklar, kök ve gövde çelikleri kullanılarak kıyıların doğal yollarla stabilizasyonu sağlanır.

6.4.4 Onarım Sonrası İzleme ve Yönetim

Sulak alan onarımı, uygulamaların tamamlanmasıyla sona ermez; ekosistemin zaman içindeki gelişiminin düzenli olarak izlenmesini gerektirir. İzleme sonuçları, onarım hedeflerine ulaşılıp ulaşılmadığını ve ek müdahaleye gerek olup olmadığını ortaya koyar. Bu nedenle izleme sonuçlarına göre ek müdahalelerin uyarlanacağı bir yönetim şeklinin benimsenmesi gerekir.

Kısa Vadeli İzleme (İlk 1-3 Yıl): Dikilen bitkilerin tutma oranı izlenerek bitkilendirmenin başarısı değerlendirilmelidir. Bununla birlikte, kıyı kesimlerinde toprak kaybı olup olmadığı incelenerek erozyonun varlığı ve etkileri de takip edilmelidir.

Uzun Vadeli İzleme (3+ Yıl): İstilacı türlerin yeniden yayılması ekosistem onarımının başarısız olmasının en yaygın nedenlerinden biridir. İstilacı tür takibi kapsamında alanın yeniden istilacı türler tarafından ele geçirilip geçirilmediği düzenli olarak kontrol edilmelidir. Yerli bitki türlerinin doğal olarak yayılıp yayılmadığı ve bitki çeşitliliğinin zaman içinde artıp artmadığı izlenmelidir. Yaban hayatının alana dönüşü ise alanın kuş, ikiyaşayışlı, balık ve böcek türleri tarafından yeniden kullanılmaya başlamasıyla değerlendirilebilir ve bu durum onarımın başarılı olduğunun en önemli göstergelerinden biri kabul edilir.

Uyarlamalı (Adaptif) Yönetim (Müdahale): İzleme sonuçlarına göre uygulamaların ve yönetim kararlarının gerektiğinde yeniden düzenlenmesine "uyarlamalı (adaptif) yönetim" denir. Eğer istilacı bir bitki türü alanı ele geçirmeye başladıysa elle sökme veya biçme yapılır. Dikilen ağaçlarda kurumalar görülüyorsa su seviyesini kontrol etmek veya ek dikim yapmak gerekebilir.

Uzun Vadeli Koruma ve Toplumsal Katılım: Yasal koruma kapsamında alanın başarısının kalıcı olması hedeflenmeli ve onarım sonrası alanın yasal koruma statüsüne (sulak alan koruma bölgesi, milli park, tabiatı koruma alanı, tabiat parkı, tabiat anıtı vb.) kavuşturulabilmesi için ilgili bakanlıklar, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü ile ilgili ve bağlı kuruluşlarla işbirliği yapılmalıdır. Fiziksel koruma açısından alanın etrafı özellikle ilk yıllarda otlatma baskısına (keçi, koyun ve sığır) karşı çitlerle çevrilmelidir. Toplumsal koruma ise yerel halkın, okulların ve STK'ların projeye dâhil edilmesiyle sağlanmalı; alanı koruyacak en önemli gücün eğitimli, bilinçli ve alanı sahiplenen yerel toplum olduğu unutulmamalıdır.

6.5 Faunanın Onarımı

Ömral Ünsal Özkoç

Onarım süreçlerinde fauna popülasyonlarının iyileştirilmesi veya hedef türlerin onarılan sulak alanda yeniden yerleştirilmesi, sadece popülasyon büyüklüğünün artırılmasına değil, besin ağları üzerinden enerji akışının sağlanmasına, habitat kalitesinin korunmasına ve uzun vadede popülasyonların varlığını sürdürmesini sağlayacak koşulların oluşturulmasına da odaklanmalıdır. Böylece türlerin ekolojik ilişkiler içindeki rolleri ve ekosisteme katkıları yeniden kazandırılır. Bu süreç, sulak alanın bozulmasından veya dönüştürülmesinden önce var olan doğal topluluk ve süreçlerin mümkün olduğunca yeniden oluşturulması yoluyla ekosistemin onarılmasını amaçlar (Carver vd., 2025; Gawlik, 2006; Perennou, 2002).

Uygulama teknikleri planlanırken, temel ilke olarak sulak alandaki türlerin hassas dönemleri ve ekolojik gereksinimleri göz önünde bulundurulmalıdır. Müdahaleler, fauna dostu yöntemlerle ve ekolojik olarak uygun alanlarda gerçekleştirilmeli; sonuçlar izlenmeli ve gerektiğinde uygulama askıya alınmalı veya uyarlanmalıdır. Diğer bir temel ilke ise popülasyonların iyileştirilmesinde fauna elemanlarının vejetasyon ve abiyotik çevre ile bir bütün olarak ele alınmasıdır. Örneğin, sığlaşan ve sazlıklarla kaplanarak su aynasını kaybetmiş olan bir sulak alanda faunanın zenginleştirilmesi için sazlık kesimi ve sediment temizliği yapılması yaygın bir onarım uygulamasıdır (Papastergiadou vd., 2002).

Fauna için habitatların iyileştirilmesi veya yeni habitatların oluşturulması kapsamında, türlerin üreme, beslenme, tüy değiştirme, saklanma ve kış uykusu gereksinimlerini karşılayacak habitat düzenlemeleri yapılmalıdır. Üreme adaları, sığ su alanları ve kıyı vejetasyonu gibi yapılar oluşturulmalı; mevcut habitatlar ise türlerin doğal davranışlarını ve alan kullanımını destekleyecek şekilde onarılmalıdır. Ayrıca habitatlar, türlerin hareketliliği, ekolojik koridor gereksinimleri ve mevsimsel dağılımları gözetilerek tasarlanmalı; böylece onarım uygulamalarının fauna açısından etkinliği artırılmalıdır. Farklı yöntemler ve yaklaşımlar bir arada kullanılabilir. Bunlardan bazıları amaçları ve örnekleri ile Tablo 6.2'de sunulmuştur.



Tablo 6.2 Sulak alan onarımında fauna için kullanılabilecek yöntem ve yaklaşımlar

Yöntem / Yaklaşım	Amaç	Örnek	Dikkat Edilecek Hususlar
Yeniden Yerleştirme	Hedef türleri uygun habitatlara güvenli bir şekilde taşımak ve popülasyonu desteklemek	Tehlike altındaki su kuşlarının yerinde koruma (*insitu)* veya doğal ortamı dışında koruma (*exsitu*) programlarından alınarak onarılan sulak alana uyumlandırılması	Kaynak popülasyona zarar verilmemeli; habitat uygunluğu sağlanmalı
Yer Değiştirtme / Taşıma	Müdahale sırasında risk altındaki bireyleri korumak	Onarım sırasında iş makinesi çalışacaksa kaplumbağaların geçici olarak taşınması	Geçici nakil noktasında stres faktörleri kontrol altında tutulmalı ve taşıma sonrasında türler güvenli şekilde geri yerleştirilmeli
Genetik Zenginleştirme	İzole veya daralmış popülasyonlara genetik çeşitlilik kazandırmak	Küçük, genetik darboğazdan geçen popülasyonlara uyumlu bireyler eklenmesi	Sadece genetik darboğaz riski olan popülasyonlarda uygulanmalı; popülasyon genetiği ile uyumlu birey seçilmeli, zenginleştirme yapılmadan önce zoonotik hastalık taraması yapılmalı
Evcil Türlerin Yönetimi / Onarım için Kullanılması (Wetland-Based Solutions, 2022)	Yarı doğal sulak alan onarımına destek sağlamak veya evcil türlerin etkisini kontrol altında tutmak	Mandalardan faydalanılarak sığ sulak alanlarda sucul bitki örtüsünün düzenlemesi	Alanın taşıma kapasitesi ve türün davranışları göz önünde bulundurulmalı; doğal habitat ve türler zarar görmemeli, seçilen türler alanı kullanan türlerle uyumlu olmalı
Yabancı İstilacı veya Sorunlu Yerli Türlerle Mücadele (Eradikasyon / Uzaklaştırma) (Watts ve Peters, 2010)	Alanı ve doğal türleri tehdit eden yabancı istilacı veya doğal yayılım sınırlarının dışına taşan popülasyonlara sahip yerli türlerin olumsuz etkilerini azaltmak	Sulak alanların biyotik ve fizikokimyasal yapısını bozan ve doğal türler üzerinde yırtıcı baskısı oluşturan istilacı balık türlerinin mekanik veya kontrollü müdahalelerle uzaklaştırılması	Müdahale sonrası yerli türlerin geri dönüşü izlenmeli; ek önlemler planlanmalı
Habitat Onarma ve Mikrohabitat Oluşturma	Türlerin üreme, barınma ve beslenme ihtiyaçlarını desteklemek	Üreme adaları, sığ su zonları, kıyı bitkisi yamaçları	Habitatın doğal yapısı korunmalı; müdahale yoğunluğu en aza indirilmeli, yeni oluşturulan üreme alanlarına yırtıcı erişimi kısıtlanmalı
Besin Kaynağı Yönetimi (Ramseier vd., 2009)	Fauna için uygun besin koşulları sağlamak	Su seviyesinin düzenlenmesi, bitki örtüsü yönetimi	Doğal dengeyi bozmayacak şekilde uygulanmalı
Geçici Koruma Önlemleri Alma ve İnsan Baskısını Azaltma	Hassas dönemlerde türleri korumak	Üreme döneminde flamingo kolonisine insan erişiminin kısıtlanması	Hedef türün hassasiyetine göre süre, yoğunluk ve mesafe gibi kurallar belirlenmeli
Biyosenoz yaklaşımı (Ramseier vd., 2009)	Belirli bir tür kompozisyonunun onarımı	Koloniyal üreyen su kuşu toplulukları için ortak fayda sağlayacak habitat onarımı yapılması	Türler arası etkileşimler ve komünitenin habitat ihtiyaçları iyi analiz edilmeli
Bağlantılılığın sağlanması (Ramseier vd. 2009)	Hareket kapasitesi yüksek türlerin yaşam döngülerini sürdürebilmesi ve genetik çeşitliliğin korunması için bağlantı sağlamak	Göç eden balık türleri için engellerin kaldırılması; ikiyaşayışlılar ve sürüngenler için geçiş tünelleri oluşturulması	Üstyapı ve altyapı engellerinin etkisi azaltılmalı; hareket dönemleri göz önünde bulundurulmalı

Altıncı Bölüm Kaynakçası

Bodelier, P. L. E., & Dedysh, S. N. (2013). Microbiology of wetlands. *Frontiers in Microbiology, 4*, Article 79. https://doi.org/10.3389/fmicb.2013.00079

Bonn, A., Allott, T., Evans, M., Joosten, H., & Stoneman, R. (Eds.). (2016). *Peatland restoration and ecosystem services: Science, policy and practice*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781139177788

Brudvig, L. A., Barak, R. S., Bauer, J. T., Caughlin, T. T., Laughlin, D. C., Larios, L., Matthews, J. W., Stuble, K. L., Turley, N. E., & Zirbel, C. R. (2017). Interpreting variation to advance predictive restoration science. *Journal of Applied Ecology, 54*(4), 1018–1027. https://doi.org/10.1111/1365-2664.12938

Carver, S., Convery, I., Hawkins, S., Hertel, S., Fallon, J., Lyons, K., Beyers, R., Locquet, A., Derham, T., & Kun, Z. (Eds.). (2025). *Guidelines for rewilding*. IUCN. https://doi.org/10.2305/MTYK9384

Convention on Wetlands. (2021). *Global guidelines for peatland rewetting and restoration* (Ramsar Technical Report No. 11). Secretariat of the Convention on Wetlands. https://doi.org/10.69556/strp.tr11.21.eng

Convention on Wetlands. (2025). *Global Wetland Outlook 2025: Valuing, conserving, restoring and financing wetlands*. Secretariat of the Convention on Wetlands. https://doi.org/10.69556/GWO-2025-eng

Craft, C. (2016). *Creating and restoring wetlands: From theory to practice*. Elsevier. https://doi.org/10.1016/C2012-0-03647-2

Cui, B., Yang, Q., Yang, Z., & Zhang, K. (2009). Evaluating the ecological performance of wetland restoration in the Yellow River Delta, China. *Ecological Engineering, 35*(7), 1090–1103. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2009.03.022

Davidson, N. C. (2014). How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research, 65*(10), 934–941. https://doi.org/10.1071/MF14173

Ehrenfeld, J. G. (2000). Evaluating wetlands within an urban context. *Urban Ecosystems, 4*(1), 69–85. https://doi.org/10.1023/A:1009543920370

Faiz, S. M. A., & Weatherley, P. E. (1982). Root contraction in transpiring plants. *New Phytologist, 92*(3), 333–343. https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.1982.tb03391.x

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration: Second edition. *Restoration Ecology, 27*(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Gawlik, D. E. (2006). The role of wildlife science in wetland ecosystem restoration: Lessons from the Everglades. *Ecological Engineering, 26*(1), 70–83. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.09.008

Hametz, I., Bamford, A., Davis, B., Ruswick, T., Dinicola, W., & Haviland, K. (2025). *Sediment strategies: Considerations and case studies for beneficial use*. The Nature Conservancy. https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/s/e/SedimentStrategies.pdf

Hughes, F. M. R., & Muller, E. (2003). How can floodplain forests be restored? In F. M. R. Hughes (Ed.), *The flooded forest: Guidance for policy makers and river managers in Europe on the restoration of floodplain forests* (pp. 49–70). FLOBAR2 Project, Department of Geography, University of Cambridge. https://www.geog.cam.ac.uk/files/research/projects/flobar2/reports/final/flobar2.pdf

Interagency Workgroup on Wetland Restoration. (2003). *An introduction and user's guide to wetland restoration, creation, and enhancement*. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Office of Habitat Conservation. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100EUJG.TXT

IUCN. (2020). *Global standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS* (1st ed.). IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en

Kafle, A., Timilsina, A., Gautam, A., Adhikari, K., Bhattarai, A., & Aryal, N. (2022). Phytoremediation: Mechanisms,

plant selection and enhancement by natural and synthetic agents. *Environmental Advances*, 8, 100203. https://doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100203

Liu, Q., Gan, L., Wu, J., Zhou, J., Li, S., Wu, H., Wang, B., Liang, L., & Yan, D. (2025). Deviation of hydrological regimes caused by blockage of hydrological connectivity: Implications for wetland restoration and management. *Catena, 255*, Article 109025. https://doi.org/10.1016/j.catena.2025.109025

Liua, Q., Liu, J., Liu, H., Liang, L., Caia, Y., Wang, X., Li, C. (2020). Vegetation dynamics under water-level fluctuations: Implications for wetland restoration. *Journal of Hydrology, 581:124418.* https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124418

Matthews, J. W., Spyreas, G., & Endress, A. G. (2009). Trajectories of vegetation-based indicators used to assess wetland restoration progress. *Ecological Applications, 19*(8), 2093–2107. https://doi.org/10.1890/08-1371.1

Middleton, B. A. (1999). *Wetland restoration, flood pulsing, and disturbance dynamics*. Wiley.

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press. https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.aspx

Millî Eğitim Bakanlığı. (2015). *Toprakta verimlilik analizleri* [Ders modülü]. https://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller/Toprakta%20Verimlilik%20Analizleri.pdf

Mitsch, W. J., & Gosselink, J. G. (1993). *Wetlands* (2nd ed.). Van Nostrand Reinhold.

Murray, N.J., 2023. The extent and drivers of global wetland loss. *Nature 614 (7947), 234–235.* https://doi.org/10.1038/d41586-023-00268-x

Naiman, R. J., Décamps, H., & McClain, M. E. (2005). *Riparia: Ecology, conservation, and management of streamside communities*. Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-663315-3.X5000-X

Papastergiadou, E., Agami, M., & Waisel, Y. (2002). Restoration of aquatic vegetation in Mediterranean wetlands. In G. C. Zalidis, T. L. Crisman, & P. A. Gerakis (Eds.), *Restoration of Mediterranean wetlands* (pp. 47–69). Greek Biotope/Wetland Centre.

Perennou, C. (2002). Restoration of wetland fauna. In G. C. Zalidis, T. L. Crisman, & P. A. Gerakis (Eds.), *Restoration of Mediterranean wetlands* (pp. 47–69). Greek Biotope/Wetland Centre.

Pérez-Ceballos, R., Zaldívar-Jiménez, A., Canales-Delgadillo, J., López-Adame, H., López-Portillo, J., & Merino-Ibarra, M. (2020). Determining hydrological flow paths to enhance restoration in impaired mangrove wetlands. *PLOS ONE, 15*(1), e0227665. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227665

Quinn, N. W. T. (2014). Advances in wetland salinity management. In A. C. Chang & D. Brawer Silva (Eds.), *Salinity and drainage in San Joaquin Valley, California: Science, technology, and policy* (pp. 343–352). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-6851-2_13

Ramsar Convention Secretariat. (2010a). *Addressing change in wetland ecological character: Addressing change in the ecological character of Ramsar Sites and other wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 19). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-19.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010b). *Designating Ramsar Sites: Strategic framework and guidelines for the future development of the List of Wetlands of International Importance* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 17). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-17.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010c). *Managing wetlands: Frameworks for managing Wetlands of International Importance and other wetland sites* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 18). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-18.pdf

Ramseier, D., Klötzli, F., Bollens, U., & Pfadenhauer, J. (2009). Restoring wetlands for wildlife habitat. In E. Maltby & T. Barker (Eds.), *The wetlands handbook* (pp. 780–801). Wiley-Blackwell. https://doi.org/10.1002/9781444315813.ch34

Reddy, K. R., DeLaune, R. D., & Inglett, P. W. (2023). *Biogeochemistry of wetlands: Science and applications* (2nd ed.). CRC Press. https://doi.org/10.1201/9780429155833

Rittenhouse, T. A. G., & Peterman, W. E. (2018). Connectivity of wetlands. In C. M. Finlayson, M. Everard, K. Irvine, R. J. McInnes, B. A. Middleton, A. A. van Dam, & N. C. Davidson (Eds.), *The wetland book: I: Structure and function, management, and methods* (pp. 89–99). Springer. https://doi.org/10.1007/978-90-481-9659-3_54

Rodríguez, F., Mayor, Á. G., Rietkerk, M., & Bautista, S. (2018). A null model for assessing the cover-independent role of bare soil connectivity as indicator of dryland functioning and dynamics. *Ecological Indicators, 94*, 512–519. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.10.023

Salimi, S., Almuktar, S. A. A. A. N., & Scholz, M. (2021). Impact of climate change on wetland ecosystems: A critical review of experimental wetlands. *Journal of Environmental Management, 286*, Article 112160. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112160

Schiechtl, H. M., & Stern, R. (1997). *Water bioengineering techniques: For watercourse, bank and shoreline protection. Blackwell Science*

Schuster, L., Taillardat, P., Macreadie, P.I, Malerba, M.E. (2024). Freswater wetland restoration and conservation are long-term natural climate solutions. *Science of the Total Environment*, 922:171218. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171218

Spieles, D. J. (2022). Wetland construction, restoration, and integration: A comparative review. *Land, 11*(4), Article 554. https://doi.org/10.3390/land11040554

Taddeo, S., & Dronova, I. (2018). Indicators of vegetation development in restored wetlands. *Ecological Indicators, 94*, 454–467. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.07.010

Taş, B., Topaldemir, H. ve Uzuner, S. (2025). Kentiçi sucul ekosistemlerde ekolojik bir yaklaşım: Yapay yüzen adalarda Yeşilırmak Deltası makrofitlerinin kullanımının değerlendirilmesi. *JENAS Journal of Environmental and Natural Studies, 7*(3), 192–206. https://doi.org/10.53472/jenas.1819094

U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. (2021). *Wetland restoration, enhancement, or creation* (2nd ed., National Engineering Handbook, Part 650, Engineering Field Handbook, Chapter 13, 210-650-H). https://directives.nrcs.usda.gov/sites/default/files2/1720531812/Chapter%2013%20-%20Wetland%20Restoration%2C%20Enhancement%2C%20or%20Creation.pdf

U.S. Environmental Protection Agency. (2008). *Nutrient criteria technical guidance manual: Wetlands* (EPA 822-B-08-001). https://www.epa.gov/sites/default/files/2018-10/documents/nutrient-criteria-manual-wetlands.pdf

Volpe, V., Marani, M., Albertson, J. D., & Katul, G. (2013). Root controls on water redistribution and carbon uptake in the soil–plant system under current and future climate. *Advances in Water Resources, 60*, 110–120. https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2013.07.008

Wetland-Based Solutions. (2022). *Restoring Mediterranean wetlands: The new policymaker's playbook for sustainable management and ecosystem restoration by 2030*. MAVA Foundation. https://www.wetlandbasedsolutions.org/wp-content/uploads/2023/01/Restoring-Mediterranean-Wetlands_Policy-Playbook-2023.pdf

Wan, D., Yang, J., Liu, X., Liu, Q., Chen, B., Chen, Y., Zhao, D., & Liu, J. (2025). Identifying freshwater wetland suitable habitat through a hydrological-biological connectivity framework: A case study of Naoli River wetlands, China. *Ecological Indicators, 170*, Article 112993. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112993

Watts, C., & Peters, M. (2010). Pests. In M. Peters & B. Clarkson (Eds.), *Wetland restoration: A handbook for New Zealand freshwater systems* (pp. 185–212). Manaaki Whenua Press. https://www.landcareresearch.co.nz/publications/wetland-restoration

Yang, Q., Hu, P., Wang, J., Zeng, Q., Yang, Z., Liu, H., & Dong, Y. (2021). The stereoscopic spatial connectivity of wetland ecosystems: Evaluation method and regulation measures. *Hydrological Processes, 35*(5), e14074. https://doi.org/10.1002/hyp.14074

Zhang, Y., Chen, J., Zhang, J., Zhang, Z., & Zhang, M. (2021). Novel indicator for assessing wetland degradation based on the index of hydrological connectivity and its correlation with the root-soil interface. *Ecological Indicators, 133*, Article 108392. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108392

YEDİNCİ BÖLÜM

İZLEME VE DEĞERLENDİRME

Bölüm Yazarları

Güler Bozok

Onarım projelerinde sürdürülebilir başarı, yalnızca fiziksel uygulamaların hayata geçirilmesiyle değil, sürecin düzenli ve sistematik bir biçimde izlenmesiyle mümkün olabilir. Thomas ve Middleton (2003) tarafından korunan alanlar için hazırlanan IUCN rehberine göre izleme süreci, yapılan işlerin teknik kaydını tutmaktan öte belirlenen hedeflere ne ölçüde ulaşıldığının eleştirel bir değerlendirmesi olarak ele alınmalıdır (IUCN, 2020). Elde edilen veriler yalnızca raporlama amacıyla kullanılmamalı, gerektiğinde yönetim planının güncellemesine yön verecek dinamik bir geri bildirim mekânizması oluşturularak bu mekânizma içinde değerlendirilmelidir (Thomas ve Middleton, 2003).

Benzer bir bütüncül yaklaşımla Ramsar Rehberi (2010b) de izleme sürecinin kapsamını genişleterek yalnızca ekolojik parametrelerin değil, sosyoekonomik ve kültürel değerlerin de denkleme dâhil edilmesini şart koşmaktadır. İzleme kriterleri, sulak alanın "ekolojik karakterinin" korunup korunmadığını somut verilerle ölçmelidir (Ramsar Convention Secretariat, 2010b). Bu çerçevede tür çeşitliliği gibi biyolojik göstergeler ile habitat kalitesi ve su rejimi gibi çevresel göstergelere ilişkin verilerin yanı sıra yerel halkın sürece katılım düzeyi, memnuniyet oranları ve yönetim planına kurumsal bağlılık gibi sosyal göstergeler de değerlendirme kapsamına alınmalıdır. Böylece planın başarısı çok boyutlu bir bakış açısıyla takip edilebilir ve değişen koşullara veya beklenmedik sonuçlara göre gerekli güncellemeler zamanında yapılabilir.

7.1 Abiyotik Çevrenin İzlenmesi

Onarımın etkinliğini ve başarısını değerlendirmek için yalnızca biyolojik göstergelerin takibi yeterli değildir; aynı zamanda abiyotik çevre koşullarının da düzenli ve sistematik bir biçimde izlenmesi şarttır. Abiyotik göstergelerin izlenmesi; sulak alanın su, toprak, hava ve sediment dinamiklerini ortaya koyarak ekosistem işleyişinde meydana gelen değişimlerin neden-sonuç ilişkisi içinde anlaşılmasına yardımcı olur. Bu izleme çalışmaları, uygulanan onarım tekniklerinin hedeflenen sonuçlara ulaşıp ulaşmadığını doğrulamak ve uyarlanabilir yönetim stratejileri için gerekli bilimsel veri tabanını oluşturmak açısından gereklidir (Gann, vd., 2019; Ramsar Convention Secretariat, 2010b).

Hidrolojik izleme süreci, suyun alandaki mevsimsel döngüsünü, taşkın rejimini ve yeraltı su seviyelerindeki dalgalanmaları kayıt altına alır. Bu kapsamda su seviyesi ölçer, akımölçer gibi araçlar ve geniş ölçekli analizler için hava fotoğrafları ve uzaktan algılama teknikleri kullanılabilir (Convention on Wetlands, 2021; IWWR, 2003; USDA-NRCS, 2021). Elde edilen izleme verileri; taşkın alanlarının geri kazanımı, drenaj kanallarının kapatılması veya suyun alanda tutulmasına yönelik mühendislik uygulamalarının başarısını somut olarak ortaya koyar (IWWR, 2003). Ayrıca hidroperiyodun[1] ve mekânsal dağılımının belirlenmesi, flora ve faunanın yaşam döngülerinin sürdürülebilirliğinin anlaşılması ile doğrudan ilişkilidir (USDA- NRCS, 2021).

Sediment birikimi ve erozyon süreçleri, sulak alan ekosisteminin fiziksel yapısını ve işleyişini doğrudan şekillendirir. Bu nedenle dip çamuru kalınlığı, sedimentin kimyasal bileşimi ve yıllık birikim hızı gibi parametreler düzenli olarak izlenmelidir. Bu veriler; havzadan gelen tarımsal girdilerin, erozyon kaynaklı besin maddesi taşınımının ve olası kirlilik baskılarının sulak alan üzerindeki birikimli boyutunu değerlendirmeyi sağlar. Ölçümlerde sediment tuzakları, örnekleme noktaları ve sediment birikimindeki mekânsal değişimleri belirlemeye yardımcı olan uzaktan algılama yöntemleri kullanılmaktadır. Onarımın su kalitesi üzerindeki iyileştirici etkisinin anlaşılması için organik madde içeriği, nem durumu, tuzluluk düzeyi, ağır metal konsantrasyonları ve pestisit varlığı düzenli aralıklarla ölçülmelidir.

Sulak alanlarda hava kalitesi izleme çalışmaları, özellikle metan (CH_4), karbondioksit (CO_2) ve diazot monoksit (N_2O) gibi sera gazı emisyonlarının ölçülmesi ekseninde yürütülür. Onarım uygulamalarının alanın karbon depolama kapasitesine olan katkısı, bu sera gazı ölçümleriyle takip edilebilir (Schuster vd., 2024). Ayrıca, yerleşim alanlarına yakın konumdaki sulak alanlarda partikül madde ve diğer hava kirleticilerinin ölçümü, ekosistem sağlığının yanı sıra insan sağlığı açısından da gereklidir.

Abiyotik çevre izleme çalışmalarında veri güvenilirliğini sağlamak için yıllık ve mevsimsel döngüleri kapsayan düzenli bir zaman çizelgesi oluşturulmalıdır. Ölçümlerin standart hâle gelmiş yöntemlerle yapılması, farklı dönemlere ait verilerin karşılaştırılabilirliği açısından büyük önem taşır. Bu sistematik yaklaşımla elde edilen bulgular hem onarımın ekolojik etkilerini hem de insan faaliyetlerinin sulak alan üzerindeki baskılarını anlamada karar vericilere yol gösterici olur.

[1] Hidroperiyot: Bir sulak alanın suya doygunluk ve sular altında kalma durumlarının zamanlaması, süresi ve derinliği (USDA NRCS, 2021).

7.2 Biyolojik İzleme



Kış ortası su kuşu sayımı, © DAD arşivi

Sulak alan onarımının başarısını değerlendirme sürecinde biyolojik izleme çalışmaları temel bileşenlerden biridir. Biyolojik göstergeler, ekosistem işleyişinin en doğrudan yansımaları olup, uygulanan onarım tekniklerinin flora ve fauna üzerindeki somut etkilerini ortaya koyar. Bu izleme çalışmaları rastgele değil, belirli bir takvim çerçevesinde ve düzenli aralıklarla yapılmalı; elde edilen veriler, projenin başlangıcında belirlenen "referans durumu" ile karşılaştırılarak değişim eğilimleri analiz edilmelidir (Gann vd., 2019; Ramsar Convention Secretariat, 2010b). Gann vd.ye (2019) göre "referans modeli" bozulma gerçekleşmemiş olsaydı hedef ekosistemin içinde bulunacağı durum olarak tanımlanmaktadır.

Biyolojik izleme programı, farklı taksonomik grupları kapsayan çok katmanlı ve bütüncül bir yapıya sahip olmalıdır. Örneğin; kuşlar için mevsimsel sayımlar, balıklar için ağla ve elektroşokla örneklemeler, ikiyaşayışlılar için gece gözlemleri, makroomurgasızlar için standart ağ ve sürüklenme örneklemeleri gibi taksonomik gruba özgü yöntemler uygulanmalıdır. Bu çalışmaların standartlaştırılmış bilimsel protokollere göre yürütülmesi, elde edilen verilerin uzun vadeli veri tabanlarında saklanması ve düzenli raporlarla paydaşlara sunulması, izleme sürecinin sürdürülebilirliği açısından elzemdir.

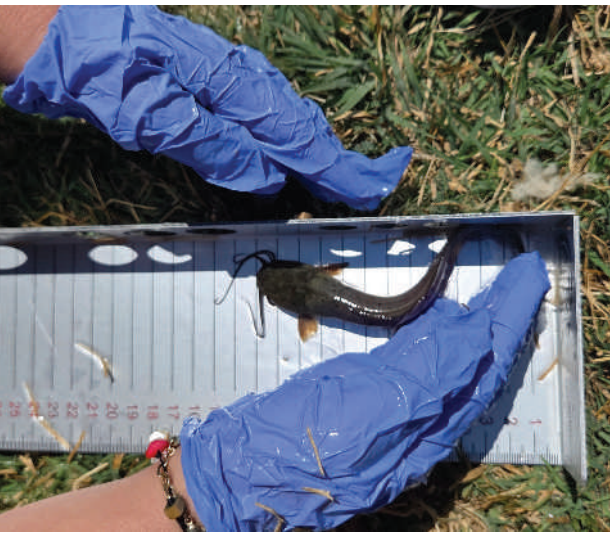
Biyolojik izleme süreci yalnızca uzmanlarla sınırlı kalmamalı, vatandaş bilimi sayesinde yerel halkın katılımıyla izleme zenginleştirilmelidir. Katılımcı kuş gözlem etkinlikleri, yerel balıkçılardan sağlanan av verileri veya köylülerin alanda gözlemlediği türlere dair bildirimler, bilimsel izleme çalışmalarını destekleyici önemli bir veri kaynağı olabilir. Bu yaklaşım, hem yerel halkın alanı sahiplenme duygusunu artırır hem de izleme kapasitesini genişleterek daha kapsamlı veriye ulaşılmasını sağlar.

Popülasyonların İzlenmesi: Sulak alan ekosistemlerinde kuş, balık, ikiyaşayışlı, sürüngen ve memeli türlerinin popülasyon eğilimleri, habitatın durumunu izlemede önemli göstergelerdir. Göçmen kuşların üreme ve konaklama başarısı, balıkların üreme döngüsü ve ikiyaşayışlıların üreme alanlarındaki yoğunluğu ekosistemin sağlığı hakkında önemli ipuçları verir. Bu verilerin toplanmasında nokta sayımları, transekt gözlemleri, yakalama–işaretleme–yeniden yakalama yöntemleri gibi bilimsel teknikler kullanılmalıdır. Düzenli popülasyon takibi, hedef türlerin onarım alanına geri dönüşünü veya mevcut popülasyonların iyileşme sürecinin belgelenmesini sağlar.



Balıkdamı Sulak Alanı, Göksu kaynağında su aynasında aşırı otlanmanın temizlenmesi sonrası omurgasızların izlenmesi, 2026, © Başak Avcıoğlu Çokçalışkan





Biyoçeşitlilik Göstergelerinin İzlenmesi: Flora ve fauna çeşitliliği, ekosistem sağlığının ve dayanıklılığının en temel göstergelerindendir. Biyoçeşitliliğin izlenmesinde tür zenginliği, türlerin göreli bollukları, yerli türlerin topluluk içindeki oranı, nadir ve koruma öncelikli türlerin durumu ile ekosistem açısından önemli türlerin temsili değerlendirilmelidir (Comer vd., 2017; Davidsson vd., 2000). Floristik izleme çalışmalarında bitki örtüsünün tür kompozisyonu, baskın türlerin zaman içindeki değişimi, nadir ve endemik türlerin varlığı kayıt altına alınır. Bunun yanında türlerin örtüş ve bolluk değerleri, yerli türlerin oranı, doğal yenilenme durumu, vejetasyon katmanlarının gelişimi ve habitat çeşitliliği izlenmelidir (Comer vd., 2017; Davidsson vd., 2000). Fauna izlemelerinde ise habitatlar arasındaki ekolojik bağlantılılık, av–avcı dengesi ve türlerin işlevsel grupları dikkate alınır. Sulak alanlarda gösterge türler genellikle kuş, balık ve makroomurgasız grupları arasından seçilir (Davidsson vd., 2000). Özellikle makroomurgasızların varlığı ve çeşitliliği, su kalitesinin biyolojik bir göstergesi olarak hayati önem taşır. Onarım alanının, çevredeki doğal habitatlarla bağlantısı biyoçeşitliliğin gelişimini etkiler. Bu nedenle habitatların mekânsal dağılımındaki değişimler ve çevredeki doğal örtü ve tamponların sürekliliği düzenli olarak izlenmelidir (Comer vd., 2017; Davidsson vd., 2000; IWWR, 2003). Özetle, biyoçeşitlilik göstergeleri, ekosistemin kendi kendini yenileme kapasitesini ve onarımın uzun vadeli başarısını değerlendirmede kullanılabilecek araçlardır.

İstilacı Türlerin İzlenmesi: Sulak alanların onarım sürecini tehdit eden başlıca unsurlardan biri istilacı türlerdir. İstilacı balıklar, bitkiler veya omurgasızların alandaki yayılımı düzenli olarak izlenmeli; kapladıkları alan, popülasyon yoğunlukları ve yerli türler üzerinde oluşturdukları baskı sistematik olarak kaydedilmelidir. İzleme çalışmaları sırasında istilacı türlerin ekolojik etkilerini tam olarak ölçebilmek için habitat seçiciliği, rekabet düzeyi ve üreme başarısı gibi parametreler de değerlendirilmelidir. Elde edilen bu veriler, istilacı türlerle mücadele planlarının güncellenmesi ve uygulanması için temel oluşturur.

Üstte: Balıkdamı Sulak Alanı, omurgasız izleme, 2026, © Güler Bozok
Altta: Balıkdamı Sulak Alanı, istilacı balık izleme, 2025, © Güler Bozok



Balıkdamı Sulak Alanı, istilacı karabalık veya diğer adıyla Afrika kedi balığı (*Clarias gariepinus*) türünün yöre halkının desteğiyle izlenmesi ve ortamdan uzaklaştırılması, 2024, © Güler Bozok

7.3 Risk İzleme

Sulak alan onarımı, dinamik ve dış etkilere açık bir süreç olduğu için olası risklerin önceden tespiti ve etkilerinin en aza indirilmesi amacıyla sistematik bir risk izleme programı uygulanmalıdır. Bu süreç, mevcut durumu kaydeden bir raporlama anlayışı yerine gerektiğinde müdahaleye izin veren "uyarlanabilir yönetim" stratejisiyle (Thom, 2000) yürütülmelidir. DPSIR çerçevesi, yeni ortaya çıkan risklere yönelik yönetim yanıtlarının belirlenmesi ve risklerle ilişkilendirilmesinde kullanılabilir (Maxim vd., 2009). DPSIR uygulamasının ayrıntıları için ayrıca Bölüm 4.10'a bakabilirsiniz.

Sulak alanlar genellikle insan kaynaklı baskılara doğrudan maruz kalmaktadır. Ramsar Sözleşmesi Sekreteryası'nın (2010b) hazırladığı kılavuzlara göre, sulak alanların akılcı kullanımı ve korunması için alanı etkileyen tüm antropojenik baskıların, yasadışı kullanımların ve arazi tahribatlarının sıkı denetime tabi tutulması gerekmektedir. Sulak alanlar üzerindeki başlıca tehditler dikkate alınarak bir izleme sistemi geliştirilmelidir.

Arazi Dönüşümü ve Habitat Kaybının İzlenmesi: Sulak alanların fiziksel yapısını bozan en büyük tehditlerden biri arazi kullanımındaki değişiklikleridir. Özellikle tarım alanlarının genişlemesi, madencilik faaliyetleri veya altyapı projeleri nedeniyle habitatların bozulması, parçalanması ve daralması riski vardır. Bu tehditler, peyzaj ölçeğinde mekânsal analizler ve uzaktan algılama yöntemleriyle düzenli olarak takip edilmelidir (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Bu yaklaşım, sulak alan kaybının mekânsal boyutunu ve ekosistem hizmetlerinde azalmayı belirlemek için gereklidir. Mekânsal analizler için Bölüm 4.7'ye bakabilirsiniz.

Su Kalitesi ve Miktarı Üzerindeki Çevresel Etkilerin İzlenmesi: Sulak alanlardaki kimyasal kirlilik ve su miktarındaki değişim eş zamanlı olarak izlenmelidir. Sulak alanlar; tarımsal, endüstriyel ve evsel atıklar nedeniyle yoğun bir kirlilik riski altındadır. Onarım sürecinde ve sonrasında su kalitesini tehdit eden kirleticilerin standart yöntemlerle düzenli olarak izlenmesi gerekmektedir (IWWR, 2003). Bunlar içinde, özellikle havzadaki tarımsal faaliyetler sonucunda su kaynaklarına taşınan pestisitler ile aşırı miktarları ötrofikasyona yol açabilen azot ve fosfor gibi besin maddelerinin sudaki konsantrasyonları düzenli olarak izlenmelidir (Davidsson vd., 2000). Aynı zamanda, sanayi faaliyetlerinden kaynaklanabilecek ağır metallerin dip çamurundaki birikimi kimyasal analizlerle yakından izlenmelidir. Bu konudaki analizlerle ilgili ayrıca Bölüm 4.3'e bakabilirsiniz. Kontrolsüz yeraltı ve yüzey suyu çekimleri sulak alanın hidrolojik rejimini değiştirebildiğinden yeraltı ve yüzey suyu düzeyleri ile alana giren ve alandan çıkan yüzey suyu akımları uygun hidrolojik ölçüm araçlarıyla uzun dönemli olarak izlenmelidir (IWWR, 2003; Ramsar Convention Secretariat, 2010a)

Sucul Ekosistemde Tür Kayıplarının İzlenmesi: Doğal ekosistemlerdeki bozulmalar, habitat kaybı ve parçalanması biyoçeşitliliği etkileyen önemli tehditlerdir. Bu tehditlere ek olarak yabancı istilacı türler, avcılık, türlerin toplanması, kaçakçılık gibi baskılar da biyoçeşitliliğe büyük zarar vermektedir. Biyoçeşitliliği ve alanın ekolojik işlevlerini bozan tehditler yakından izlenmeli ve erken uyarı sistemleri devreye sokulmalıdır. Doğal türler üzerinde yırtıcı baskısı kuran, besin ağını etkileyen ve ekosistem dengesini geri dönülemez biçimde değiştiren istilacı yabancı türlerin alana girişi ve yayılım hızları bilimsel erken uyarı mekânizmalarıyla kayıt altına alınmalıdır (Hulme, 2006).

İklim Değişikliği ve Afet Etkilerinin İzlenmesi: Dünya çapındaki afetlerin sayıca ikiye katlandığı ve bunların %90'ının suyla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Ramsar Convention Secretariat, 2016). İklim değişikliği ile birlikte bu afetlerin sulak alanlar üzerindeki baskısı daha da artacaktır. Kuraklık dönemlerinin uzaması veya aşırı yağışlara bağlı ani taşkınlar gibi iklim değişikliği kaynaklı olayların ekosistem üzerindeki etkileri uzun erimli hidrolojik modellerle sürekli izlenmelidir (Erwin, 2009). Bir afet sonrasında sulak alanın doğal taşkın yatağının işlevlerinin bozulması hızlıca değerlendirilmelidir. Aynı zamanda, Thom'un (2000) "uyarlanabilir yönetim" ilkelerine dayanarak, afet sonrası süreçte ekosistemin verdiği tepkiye göre onarım hedeflerinin güncellenmesi sağlanmalıdır.

7.4 Katılımcılık Sürecinin İzlenmesi

Onarım çalışmalarının kalıcı başarısı, yalnızca fiziksel uygulamanın tamamlanmasıyla değil, sonrasında yürütülecek kapsamlı izleme süreçleriyle güvence altına alınır. İzleme, ekosistem üzerinde yapılan müdahalelerin beklenen sonuçları verip vermediğini doğrulayan temel mekanizmadır. Bu süreçte su kalitesi, toprak yapısı ve biyoçeşitlilik gibi biyofiziksel göstergelerin yanı sıra yerel halkın memnuniyeti ve kullanım alışkanlıklarındaki değişim gibi sosyal göstergeler de eş zamanlı olarak değerlendirilmelidir. Katılımcılık sürecinin izlenmesi, en az ekolojik izleme kadar hayati bir öneme sahiptir. Bu izleme süreci, onarım çalışmalarına dâhil edilen paydaşların (yöre halkı, çiftçiler, balıkçılar, yerel yönetimler, kamu kurumları, STK'lar, üniversiteler vb.) sürece hangi düzeyde katıldığını, katkıların çeşitliliğini ve karar alma mekanizmalarındaki etkinliğini şeffaf bir şekilde ortaya koyar. Böylece katılım, sadece "davet edilen kişi sayısı" gibi niceliksel verilerle değil, sürecin niteliği ve derinliği üzerinden değerlendirilmiş olur (Conservation Measures Partnership [CMP], 2020; Ramsar Convention Secretariat, 2010c).

Yöre insanının katılımı değerlendirilirken kadın ve gençlerin toplantılara ve saha çalışmalarına katılım oranı ile yerel bilgi ve deneyimlerin karar süreçlerine yansıma düzeyi temel ölçütler olarak alınmalıdır. Katılımcıların memnuniyet düzeyleri düzenli anketler ve kısa görüşmelerle ölçülmeli; onarım sonrası alan kullanımında (balıkçılık, otlatma, ekoturizm vb.) meydana gelen değişimler, ekosistem hizmetlerindeki değişim ve halkın bu hizmetlere verdiği değerin değişimi sosyal göstergeler olarak kaydedilmelidir. Kamu kurumları ve kurumsal paydaşlar açısından ise toplantılara katılımın sürekliliği, alınan kararların kurum planlarına yansıması, işbirliği protokollerine sadakat ve sağlanan teknik veya lojistik destek miktarı başarının ölçütleridir. Süreç boyunca alınan kararların şeffaf bir biçimde raporlanması, paydaşlar arasındaki güveni pekiştiren en önemli unsurdur.

Etkin bir izleme sistemi için katılımcı listeleri ve çeşitlilik göstergeleri (kadın, genç, meslek grubu vb.), memnuniyet anketleri, düzenli paylaşılan toplantı tutanakları ve geri bildirim veya şikâyet mekanizmalarının işlerliğine ilişkin kayıtlar gibi somut araçlar kullanılmalıdır. Ayrıca, paydaş katkılarının projenin çıktılarına nasıl yansıdığının değerlendirilmesi gerekir. Katılımcılık sürecinin sistematik olarak izlenmesi, yalnızca sosyal etkiyi ölçmekle kalmaz; aynı zamanda onarım uygulamalarına yönelik yerel sahiplenmenin ne düzeyde sağlandığını gösterir. Bu süreç düzenli aralıklarla raporlanmalı ve eksik görülen noktalar için iyileştirme adımları ivedilikle hayata geçirilmelidir (Gann vd, 2019; IUCN, 2020).

Yedinci Bölüm Kaynakçası

Comer, P. J., Faber-Langendoen, D., Menard, S., O'Connor, R., Higman, P., Lee, Y. M., & Klatt, B. (2017). *User guide for wetland assessment and monitoring in Natural Resource Damage Assessment and Restoration*. NatureServe. https://www.natureserve.org/sites/default/files/user_guide_for_wetland_assessment_and_monitoring_in_nrda_applications_v3_final.pdf

Conservation Measures Partnership. (2020). *Open standards for the practice of conservation* (Version 4.0). https://www.conservationstandards.org/wp-content/uploads/sites/3/2020/10/CMP-Open-Standards-for-the-Practice-of-Conservation-v4.0.pdf

Convention on Wetlands. (2021). *Global guidelines for peatland rewetting and restoration* (Ramsar Technical Report No. 11). Secretariat of the Convention on Wetlands. https://doi.org/10.69556/strp.tr11.21.eng

Davidsson, T., Kiehl, K., & Hoffmann, C. C. (2000). Guidelines for monitoring of wetland functioning. In M. Trepel & S. Opitz (Eds.), *Guidelines for wetland monitoring, designing and modelling* (pp. 5–50). Verein zur Förderung der Ökosystemforschung zu Kiel e.V. http://www.pixelrauschen.de/wet/mon.pdf

Erwin, K. L. (2009). Wetlands and global climate change: The role of wetland restoration in a changing world. *Wetlands Ecology and Management, 17*(1), 71–84. https://doi.org/10.1007/s11273-008-9119-1

Gann, G. D., McDonald, T., Walder, B., Aronson, J., Nelson, C. R., Jonson, J., Hallett, J. G., Eisenberg, C., Guariguata, M. R., Liu, J., Hua, F., Echeverría, C., Gonzales, E., Shaw, N., Decleer, K., & Dixon, K. W. (2019). International principles and standards for the practice of ecological restoration: Second edition. *Restoration Ecology, 27*(S1), S1–S46. https://doi.org/10.1111/rec.13035

Hulme, P. E. (2006). Beyond control: Wider implications for the management of biological invasions in applied ecology. *Journal of Applied Ecology, 43*(5), 835–847. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2006.01227.x

Interagency Workgroup on Wetland Restoration. (2003). *An introduction and user's guide to wetland restoration, creation, and enhancement*. National Oceanic and Atmospheric Administration, National Marine Fisheries Service, Office of Habitat Conservation. https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPURL.cgi?Dockey=P100EUJG.TXT

IUCN. (2020). *Global standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS* (1st ed.). IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en

Maxim, L., Spangenberg, J. H., & O'Connor, M. (2009). An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. *Ecological Economics, 69*(1), 12–23. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.03.017

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). *Ecosystems and human well-being: Synthesis*. Island Press. https://www.millenniumassessment.org/en/Synthesis.aspx

Ramsar Convention Secretariat. (2010a). *Managing groundwater: Guidelines for the management of groundwater to maintain wetland ecological character* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 11). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-11.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010b). *Managing wetlands: Frameworks for managing Wetlands of International Importance and other wetland sites* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 18). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-18.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010c). *Participatory skills: Establishing and strengthening local communities' and indigenous people's participation in the management of wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 7). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-07.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2016). *Wetlands: A natural safeguard against disasters* (Fact Sheet 9). https://www.ramsar.org/sites/default/files/fs_9_drr_eng_22fev.pdf

Schuster, L., Taillardat, P., Macreadie, P. I. ve Malerba, M. E. (2024). Freshwater wetland restoration and conservation are long-term natural climate solutions. *Science of the Total Environment, 922*, 171218. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171218

Thom, R. M. (2000). Adaptive management of coastal ecosystem restoration projects. *Ecological Engineering, 15*(3–4), 365–372. https://doi.org/10.1016/S0925-8574(00)00086-0

Thomas, L., & Middleton, J. (2003). *Guidelines for management planning of protected areas* (Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 10). IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2003.PAG.10.en

U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. (2021). *Wetland restoration, enhancement, or creation* (2nd ed., National Engineering Handbook, Part 650, Engineering Field Handbook, Chapter 13, 210-650-H). https://directives.nrcs.usda.gov/sites/default/files2/1720531812/Chapter%2013%20-%20Wetland%20Restoration%2C%20Enhancement%2C%20or%20Creation.pdf

SEKİZİNCİ BÖLÜM

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİĞİN SAĞLANMASI

Bölüm Yazarları

Güler Bozok

Sulak alan onarımı, doğası gereği yalnızca kısa vadeli teknik müdahalelerle sınırlı kalmamalı; uzun vadeli sürdürülebilirlik hedefleriyle desteklenen dinamik bir süreç olarak ele alınmalıdır. Sürdürülebilirlik kavramı, ekosistemin doğal işleyişinin korunmasının ötesinde, onarımın sosyal, kurumsal ve teknik boyutlarda devamlılığını da kapsar. IUCN (2020) standartlarında vurgulandığı üzere, onarımın kalıcı etkiler yaratabilmesi için ekolojik süreçlerin iyileştirilmesi yeterli değildir. Buna kurumsal ve toplumsal sahiplenmenin de eşlik etmesi gerekir. Bu bağlamda, kapasite artırımı ve ihtiyaç analizi süreçleri, sürdürülebilirliğin sağlanmasında temel araçlar olarak öne çıkmaktadır (Ramsar, 2010).

Malzeme ve Cihaz İhtiyaçları: Onarımın uygulama ve izleme aşamalarının kesintisiz sürdürülebilmesi için gerekli teknik altyapının eksiksiz kurulması şarttır. Bu kapsamda; su seviye ölçerler, tortullaşma oranlarını belirlemek için sediment tuzakları, teleskoplar, geniş alan taramaları için uzaktan algılamalı dronlar ile numune analiz setleri gibi ekipmanlar temin edilmelidir. Ancak sadece temin etmek yeterli değildir; bu cihazların uzun vadeli bakım ve kalibrasyon planları hazırlanmalı, kurumlar arası ortak kullanımlarını düzenleyen protokoller oluşturulmalıdır.

Teknik Kapasitenin Geliştirilmesi: Onarım uygulamalarının etkin bir şekilde yürütülmesi, yerel kurumların ve saha ekiplerinin teknik bilgi ve becerilerinin sistematik olarak artırılmasına bağlıdır. Bu amaçla düzenli saha eğitimleri, uygulamalı çalıştaylar ve konu uzmanlarından sağlanacak teknik destek programları hayata geçirilmelidir. Kapasite geliştirme çalışmaları sadece uygulayıcı personelle sınırlı kalmamalı; özellikle çiftçiler ve yöre halkı da bu sürece dâhil edilmelidir. Yerel halkın doğa temelli çözümler konusunda bilinçlendirilmesi, yapılan müdahalelerin korunması ve sürdürülebilirliği için gereklidir.

Bilgi ve Veri Yönetimi: Onarım sürecinde üretilen ve toplanan tüm verilerin (ekolojik, sosyal ve ekonomik) güvenli bir şekilde saklanması ve ilgili paydaşların erişimine sunulması gereklidir. Veri yönetiminde açık veri tabanları, CBS ve dijital paylaşım platformları etkin olarak kullanılmalıdır. Bu şeffaf yaklaşım hem izleme sonuçlarının güvenilirliğini artırır hem de gelecekte yapılacak benzer onarım projeleri için kıymetli bir bilgi havuzu oluşturarak kurumsal belleği güçlendirir.

Kurumsal ve Finansal Sürdürülebilirlik: Onarım çalışmalarının uzun soluklu olabilmesi; ulusal ve yerel kurumların projeyi sahiplenmesi, bütçe planlamalarının yıllık değil çok yıllık yapılması ve finansman kaynaklarının (ulusal veya uluslararası fonlar) çeşitlendirilmesi ile mümkündür. Finansal mekanizmaların yanı sıra yerel yönetimler ve STK'lar ile kurulacak stratejik işbirlikleri, onarım çalışmalarının kurumsal sürekliliğini garanti altına alır (IUCN, 2020).

Sosyal Boyut ve Sahiplenme: Onarımın sosyal sürdürülebilirliği; yerel halkın sürece pasif bir izleyici olarak değil, etkin bir paydaş olarak dâhil edilmesiyle sağlanır. Paydaşların rol ve sorumluluklarının belirlenmesi, özellikle gençler ve kadınların onarım faaliyetlerine katılımının teşvik edilmesi temel bir gerekliliktir. Katılımcı izleme faaliyetleri, eğitim programları ve yerel sahiplenmeyi güçlendiren uygulamalar ekosistemin korunmasına doğrudan ve kalıcı katkı sağlar.

Sonuç olarak sürdürülebilirlik; yalnızca teknik uygulamaların başarısıyla değil, sosyal, kurumsal ve finansal destek mekanizmalarının birbirini tamamlayacak şekilde güçlendirilmesiyle mümkündür. Planın uygulanmasında rol alan tüm paydaşların uzun vadeli sorumluluk üstlenmesi ve yerel halkın süreçle bütünleşmesi, onarım çalışmasını kısa vadede başarılı bir projeden kalıcı bir kazanıma dönüştürecektir.

Sekizinci Bölüm Kaynakçası

IUCN. (2020). *Global standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of NbS* (1st ed.). IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en

Ramsar Convention Secretariat. (2010). *Participatory skills: Establishing and strengthening local communities' and indigenous people's participation in the management of wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 7). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-07.pdf

DOKUZUNCU BÖLÜM

BÜTÇE OLUŞTURMA VE PLANLAMA

Bölüm Yazarları

Güler Bozok

Sulak alan onarımı projelerinin başarısı, yalnızca ekolojik ve sosyal süreçlerin doğru kurgulanmasına değil; aynı zamanda mali kaynakların planlı, şeffaf ve sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesine bağlıdır. Bütçe, planlamanın ayrılmaz bir parçası olup yapılacak tüm faaliyetlerin ölçeğini ve sürekliliğini belirleyen en temel stratejik araçlardan biridir. Yönetim planlarında olduğu gibi onarım uygulamalarında da bütçe planlaması, teknik bir hesaplama işi olmanın ötesinde, katılımcı ve uzun vadeli bir bakış açısıyla ele alınması gereken yönetimsel bir süreçtir (Ramsar Convention Secretariat, 2010a, Ramsar Convention Secretariat, 2010b).

Bütçe planlaması iki temel aşamada ele alınmalıdır: plan hazırlığı ve uygulama. Hazırlık süreci (veri toplama, çalıştaylar, raporlama, danışmanlık hizmetleri vb.) belirli bir maliyet gerektirir ve bu maliyet önceden tahmin edilerek plan hazırlık fonuna dâhil edilmelidir. Ancak asıl önemli nokta, planın öngördüğü eylemlerin finansmanıdır. Habitat onarımı, izleme çalışmaları, eğitim ve koruma önlemleri gibi müdahaleler uzun vadeli ve kesintisiz mali kaynaklara ihtiyaç duyar. Bu nedenle plan içindeki her amaç ve faaliyet için öngörülen bütçe kalemleri net biçimde belirtilmeli ve harcamaların hangi kaynaktan karşılanacağı yazılı hâle getirilmelidir. Bu yaklaşım hem şeffaflığı sağlar hem de uygulama sürecinde hesap verebilirliği güçlendirir.

9.1 Bütçe Kalemleri

Onarım çalışmalarının finansal çerçevesi belirlenirken, ihtiyaç duyulan harcamalar belirli kategoriler hâlinde tanımlanmalıdır. Bu sınıflandırma, kaynakların verimli kullanımını ve takibini kolaylaştırır:

- **Altyapı:** Bentler, kanal kapatma yapıları, geçici barajlar gibi su yapıları ile izleme istasyonları, saha yolları ve koruma çitleri gibi yapılar.
- **Ekipman:** Konum belirleme-haritalama-görüntüleme-kayıt cihazları, taşınabilir kimyasal analiz kitleri, su ve toprak kalitesi analiz cihazları, hidrolojik ölçüm cihazları, canlıları araştırma ve örnekleme araçları, sediment ve toprak ölçüm araç-gereçleri, laboratuvar malzemeleri, çeşitli ulaşım-uygulama araçları, örnekleme ve iş güvenliği ekipmanları.
- **İnsan kaynağı ve ulaşım:** Proje koordinatörü, teknik uzmanlar, araştırmacılar, saha personeli, işçiler ve danışmanlık hizmetleri, insan kaynağının ve malzemelerin sahaya ulaşımı için araç ve maliyetleri.
- **Eğitim ve kapasite geliştirme:** Çalıştaylar, teknik saha eğitimleri, yerel halka yönelik bilgilendirme programları ve çiftçi eğitimleri.
- **İzleme ve değerlendirme:** Hidrolojik, biyolojik ve sosyal izleme süreçleri için gerekli periyodik ölçümler, veri analizi ve raporlama.
- **İletişim ve farkındalık:** Bilgilendirme materyalleri, sosyal medya yönetimi, seminer ve konferans organizasyonları.

9.2 Finansman Kaynakları ve Entegrasyon

Onarım projelerinin mali sürdürülebilirliğinin sağlanması için tek finansal kaynağa bağlı kalınmamalıdır. Onarım projesi; yalnızca devlet fonlarına değil, yerel yönetimler, uluslararası fonlar, bağışlar, STK projeleri ve özel sektör katkıları gibi farklı kaynaklara da dayandırılmalıdır. Ulusal bütçeler, uluslararası kaynaklar ve yerel desteklerin harmanlandığı çeşitlendirilmiş bir finansman modeli, mali riskleri azaltarak uygulamanın sürekliliğini güvence altına alır.

Türkiye'de ulusal finansman kaynakları içinde en başta sorumlu bakanlıkların (Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Tarım ve Orman Bakanlığı) ve ilgili genel müdürlüklerinin (Tabiat Varlıklarını Koruma Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü) merkezi bütçeden aktardığı mali kaynaklar gelmektedir. Uluslararası kaynakların başında Birleşmiş Milletlerin alt birimlerinin (GEF, UNDP, FAO vb.), Avrupa Komisyonunun ve özel donörlerin hibe programları yer almaktadır.

9.3 Uzun Vadeli Planlama ve Gerçekçilik

Onarım projeleri doğası gereği uzun soluklu süreçlerdir. Bu nedenle planlama, en az 10–15 yılı kapsayacak bir mali sürdürülebilirlik perspektifiyle yapılmalıdır. Çoğu zaman sınırlı bütçelerle çalışıldığı için önceliklendirme yapılmalı ve faaliyetler, sulak alanın uzun vadeli senaryosuna uygun olarak kısa ve orta vadeli çıktılara ulaşacak şekilde planlanmalıdır (Nelson vd., 2024). Eğer kaynaklar yetersizse, Thomas ve Middleton (2003) tarafından korunan alan planlaması kapsamında önerilen "kısaltılmış planlama" yöntemleri kullanılabilir. Bu durumda daha az detaylı ancak uygulanabilir bir mali çerçeve sunulması tercih edilir. Ayrıca, proje bitiminden sonraki bakım faaliyetleri için kalıcı finansman mekanizmaları kurulmalı ve olası mali riskler için mutlaka bir "yedek bütçe" tanımlanmalıdır.

Dokuzuncu Bölüm Kaynakçası

Nelson, C.R., Hallett, J.G., Romero Montoya, A.E., Andrade, A., Besacier, C., Boerger, V., Bouazza, K., Chazdon, R., Cohen-Shacham, E., Danano, D., Diederichsen, A., Fernandez, Y., Gann, G.D., Gonzales, E.K., Gruca, M., Guariguata, M.R., Gutierrez, V., Hancock, B., Innecken, P., Katz, S.M., McCormick, R., Moraes, L.F.D., Murcia, C., Nagabhatla, N., Pouaty Nzembialela, D., Rosado-May, F.J., Shaw, K., Swiderska, K., Vasseur, L., Venkataraman, R., Walder, B., Wang, Z., & Weidlich, E.W.A. 2024. *Standards of practice to guide ecosystem restoration – A contribution to the United Nations Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030.* Rome, FAO,Washington, DC, SER & Gland, Switzerland, IUCN CEM. https://doi.org/10.4060/cc9106en

Ramsar Convention Secretariat. (2010a). *Managing wetlands: Frameworks for managing Wetlands of International Importance and other wetland sites* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 18). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-18.pdf

Ramsar Convention Secretariat. (2010b). *Participatory skills: Establishing and strengthening local communities' and indigenous people's participation in the management of wetlands* (Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 4th ed., Vol. 7). https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/hbk4-07.pdf

Thomas, L., & Middleton, J. (2003). *Guidelines for management planning of protected areas* (Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 10). IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2003.PAG.10.en

ONUNCU BÖLÜM

TÜRKİYE'DEKİ İYİ UYGULAMALARDAN ÖRNEKLER

Bölüm Yazarları

Ömral Ünsal Özkoç, Güler Bozok[1]

[1] Yazar sıralaması, sorumlu oldukları alt bölümlerin bölüm içindeki sırasına göre belirlenmiştir.

10.1 Kilit Taşı Bir Tür için Onarım: Flamingolar için Yapay Kuluçka Adası

İzmir ili sınırları içinde yer alan Gediz Deltası'nın içerisinde bulunan tuz tavalarının seddeleri, flamingoların doğal olarak yuva denemeleri yaptığı alanlardı. Ancak bu hassas alanlarda kurulan yuvaların önemli bir bölümü, su baskınları ve dalgaların etkisiyle dağılmakta; ayrıca karayla olan bağlantıları nedeniyle başıboş köpeklerin saldırılarına maruz kalarak bozulmaktaydı. Aynı dönemde, Türkiye'deki diğer büyük koloni olan Tuz Gölü'ndeki flamingoların vahşi sulama ve kuraklık nedeniyle büyük ölçekli kayıplar yaşaması, Gediz Deltası'ndaki popülasyonu koruma gereğini artırdı. Bu olumsuz durumu telafi etmek ve kuşlara güvenli bir üreme alanı sunmak amacıyla, 2012 yılında mevcut koloni alanı üzerinde 6.400 m² büyüklüğünde S-şekilli yapay bir üreme adası kurumlar arası işbirliği ile inşa edildi (Döndüren, 2008).

Adanın inşa sürecinde, alanın doğal toprak yapısı detaylıca incelenerek en uygun dolgu malzemeleri seçildi. Tasarım aşamasında, adanın kıyıları dalga aşındırmasını engelleyecek şekilde taş dolgularla sağlamlaştırıldı. Adanın üst yüzeyi ise flamingoların doğal yuva yapma davranışlarına tam uyum sağlayacak şekilde planlandı; kuşların çamurdan yuva çömlekleri inşa etmesine imkân tanıyan uygun materyaller ve çamur tabakalarıyla dolgu yapılarak ideal kuluçka zemini hazırlandı (Döndüren, 2008).

Günümüzde bu ada dünyanın en büyük yapay kuluçka adaları arasında yer alır ve barındırdığı üreme kolonisinde binlerce çift flamingoya ev sahipliği yapar. Flamingoların *Artemia sp.* (tuz karidesi) yumurtalarının çatlamasını sağlayan sindirim fizyolojileri nedeniyle bu türün popülasyonunun devamını ve yayılmasını sağlamaktadır. Bu özellikleri nedeniyle Akdeniz Havzası'nda hareketli oldukları tüm tuzlu sulak alan sistemleri için kilit taşı tür konumundadır. Bu yüzden üreyen popülasyonu desteklemek için yapılmış bir onarım çalışması yalnızca o alan ölçeğinde değil, flamingoyla birlikte yayılan tuz karidesi vasıtasıyla çok daha geniş bir bölge ölçeğindeki sulak alanların onarılmasını sağlamaktadır (Özkoç vd., 2026).

İzmir Kuş Cenneti olarak geçen alanda 2012'de oluşturulan bu ada, flamingoların yavrulama başarısını garantilemek amacıyla her yıl özel olarak temizlenir ve yapılandırılır.

Gediz Deltası, 2012, © Ömer Döndüren





Balıkdamı Sulak Alanı, mendereslerin temizlenerek tuzcul bataklıklara hidrolojik bağlantının sağlanması (solda öncesi, sağda sonrası), 2026, © Güler Bozok

10.2 Balıkdamı Sulak Alanı'nda Doğa Temelli Çözümler

Eskişehir'in Sivrihisar ilçesi sınırlarındaki Balıkdamı Sulak Alanı'nın su seviyesi ve kalitesi tarımsal amaçlı aşırı su kullanımı ve tarımda kullanılan kimyasal girdiler nedeniyle ciddi baskı altındadır. 1970'li yıllarda alanda bulunan Karabent Köprüsü'nün altına çekilen set nedeniyle mevsimsel taşkın alanı, daimi bir sulak alana dönüşmüştür (DAD, 2018). Sakarya Nehri'nin taşkın yatağında yer alan Balıkdamı; ulusal öneme haiz sulak alan, yaban hayatı geliştirme sahası ve nitelikli doğal koruma alanı statülerine sahip bir ekosistemdir. Alan, özellikle su kuşlarının üremesi ve konaklaması ile balıkların ve ikiyaşayışlıların yaşam döngülerini sürdürmesi açısından önemli bir habitattır.

Mendereslere alternatif olarak açılan veya düzleştirilmesiyle oluşturulan kanallar nedeniyle su akışının hızlandırılması, yasal ve kaçak kanallarla su yönünün değiştirilmesi, yukarı havzalardan gelen sedimentin alanda aşırı birikmesi, yeraltı ve yerüstü suyunun tarımda aşırı kullanılması Balıkdamı Sulak Alanı'nın doğal hidrolojik döngüsünü bozmuş ve biyoçeşitliliği olumsuz etkilemiştir.

DIMFE desteğiyle ve DAD yürütücülüğünde ve Doğa Koruma ve Milli Parklar 5. Bölge Müdürlüğü ortaklığında 2023-2026 yılları arasında "Balıkdamı Sulak Alanı'nda Doğa Temelli Çözümlerle Herkes İçin Sürdürülebilir Su" adıyla bir proje yürütülmüştür. Projede, Balıkdamı Sulak Alanı'nın ekosistem bütünlüğünü sürdürmek ve sulak alan onarımıyla yaban hayatı ile insanlar için tatlı su mevcudiyetini ve kalitesini güvence altına almak hedefiyle onarım uygulamaları yapılmıştır. Bu kapsamda, alanda biriken sedimentin ve bunun sonucu artan sazlık alanın temizlenerek yaban hayatı için su aynasının ve derinliğinin geri kazanılması, yerli türleri baskılayan istilacı balık türleriyle mücadele edilmesi, yapay sulama kanalları nedeniyle işlevini yitiren eski mendereslerin sisteme geri kazandırılması gibi onarım uygulamaları ile kuşlar, memeliler, makroomurgasızlar, balıklar ve suyla ilgili izlemeler yapılmıştır. Havza ölçeğinde, özellikle tarımdan kaynaklanan olumsuz etkilerin azaltılması için çalışmalar yapılmış, havzadaki ekosistem hizmetleri değerlendirilmiş ve bu hizmetlerin devamlılığı için tarımda doğa temelli çözümler (nature-based solutions, NBS) belirlenmiştir. Geliştirilen bu çözümler eğitimlerle çiftçilere anlatılmış ve bölgede bazı NBS tarım uygulamaları denenmiştir.

Bu örnek çalışma, tarıma yönelik doğa temelli çözümler ile sulak alan onarımını birleştiren ve hem yaban hayatı hem de yöre halkı için temiz tatlı su mevcudiyetini güvence altına almayı hedefleyen Türkiye'deki nadir onarım projelerinden biridir.

Onarım başarısının değerlendirilmesinde alandaki hidrolojik, biyolojik ve sosyolojik dinamiklerin düzenli olarak izlenmesi elzemdir. Yapılan faaliyetlerden sonra su seviyesi, akış hızı, akış yönlerindeki hidrolojik değişimler ile suyun kalitesini doğrudan etkileyecek olan kirlilik parametreleri ve ekosistemin en önemli bileşenleri olan türlere dair göstergeler kayıt altına alınmalıdır. Özellikle onarım faaliyetleri sayesinde toparlanan habitatlarda su kuşlarının kuluçka başarıları, göçmen kuşların alanı kullanım oranları, doğal balık ve omurgasız türlerinin popülasyonlarının durumu düzenli olarak izlenmelidir. Tüm bu izleme faaliyetlerinin katılımcı bir yaklaşımla yapılması NBS süreçlerinin vazgeçilmez bileşenlerinden biridir.

10.3 Gölbaşı ve Eymir Göllerinde Biyomanipülasyon Temelli Onarım

Ankara'da ODTÜ sınırları içerisinde yer alan Eymir Gölü, 1990'lı yıllarda yoğunlaşan kentsel baskılar ve kontrolsüz atıksu deşarjları nedeniyle ciddi bir ötrofikasyon sürecine girmiştir. Bu durum, göl suyundaki azot ve fosfor konsantrasyonlarının yükselmesine, sualtı bitkilerinin (makrofitler) yok olmasına, fitoplankton biyokütlesinin artmasına ve su kalitesinin belirgin biçimde bozulmasına yol açmış; bu durum gölün ekosistem süreçlerini büyük ölçüde tahrip etmiştir (Beklioğlu, 2000; Beklioğlu vd., 2003). Buna ek olarak, havzada süregelen düzensiz kentleşme, imar değişiklikleri ve insan faaliyetleri, bu hassas göl sistemi üzerindeki baskıyı daha da derinleştirmiştir (Dolcerocca vd., 2024; Uğurlu ve Somuncu, 2019).

Atıksu deşarjlarının göl dışına yönlendirilmesine rağmen sedimentten salınan iç fosfor yükü ve balık topluluğunun yapısı, gölün bulanık su durumunun devam etmesine katkıda bulunmuştur (Beklioğlu vd., 2003). Söz konusu sorunun giderilmesi amacıyla, kuzey Avrupa göllerinde uzun yıllardır başarıyla uygulanan biyomanipülasyon yöntemi devreye sokulmuştur. Bu yöntem, fitoplankton tüketicisi zooplankton üzerinde baskı oluşturan planktonla beslenen (planktivor) balıkların ve dip çamurunu karıştırarak suyun bulanıklığını artıran sazan (*Cyprinus carpio*) ile kadife balığı (*Tinca tinca*) gibi türlerin kontrollü bir şekilde gölden uzaklaştırılmasına dayanmaktadır. 1998-1999 yıllarındaki ilk uygulamada Eymir Gölü'ndeki kadife ve sazan balığı stoklarının yaklaşık yarısı gölden uzaklaştırılmıştır (Beklioğlu vd., 2003; Beklioğlu ve Tan, 2008).

Biyomanipülasyon uygulaması sayesinde Eymir Gölü'nün ışık geçirgenliği hızla artarak 3 metrenin üzerine çıkmış, askıda katı madde ve klorofil-a konsantrasyonları azalmıştır (Beklioğlu, 2000; Beklioğlu vd., 2003). Su kalitesindeki bu iyileşmeyle birlikte dalıcı ve balıkçıl su kuşlarının (bahri, balaban vb.) sayı ve çeşitliliğinde artış gözlenmiştir (Beklioğlu, 2000). Böylece gölün Ankara'ya sunduğu ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesi açısından önemli bir iyileşme sağlanmıştır (Uğurlu ve Somuncu, 2019). Bu sürecin ardından özellikle 2001 yılında yaşanan su seviyesi düşüşü, tuzluluk ve besin maddesi konsantrasyonlarının artmasına ve çözünmüş oksijen düzeyinin azalmasına neden olmuş; 2003 yılında da siyanobakteri artışı gözlenmiştir (Beklioğlu ve Tan, 2008). Zamanla balık stoklarının artması ve bulanık su koşullarının yeniden belirginleşmesi üzerine, 2005 yılının sonundan 2013 yılının sonuna kadar ikinci bir biyomanipülasyon uygulaması yürütülmüştür. Bu uygulama su berraklığında artış sağlamış, ancak özellikle 2009'dan sonra berraklık değerleri dalgalanmış ve sualtı bitkilerinin yayılımında belirgin bir artış görülmemiştir (Beklioğlu vd., 2017). 2019 yılında da Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından yürütülen balıklandırma çalışması kapsamında Eymir Gölü'ne pullu sazan yavruları bırakılmıştır (Karaaslan ve Özalp, 2019).

1997 yılından beri ODTÜ Limnoloji Laboratuvarı tarafından yürütülen bu çalışmalar ve Mart 2019'dan itibaren ODTÜ Ekosistem Uygulama ve Araştırma Merkezi (EKOSAM) bünyesinde devam ettirilmektedir. Son olarak, sürdürülen uzun dönemli izleme çalışmalarına dayanılarak EKOSAM, Ankara İl Tarım ve Orman Müdürlüğü ve Balıkçılık ve Su Ürünleri Genel Müdürlüğü işbirliğiyle biyomanipülasyon temelli onarım yaklaşımlarının geliştirilmesini kapsayan Eymir-EKOREST Projesi başlatılmıştır (ODTÜ EKOSAM, 2025, 2026).

Bu uygulama, biyomanipülasyonun yarı kurak Akdeniz iklimindeki sığ göllerde de su berraklığını ve ekolojik kaliteyi iyileştirmek amacıyla kullanılabileceğini gösteren Türkiye'deki ilk ve bildiğimiz kadarıyla tek onarım çalışmasıdır. Ayrıca bu çalışma, herhangi bir kimyasal müdahaleye başvurmaksızın yalnızca biyolojik bileşenlerin yönetimi aracılığıyla bir sulak alanın "bulanık su" durumundan "berrak su" durumuna geçirilebileceğini kanıtlayan ve uluslararası literatürde de yer alan bir onarım örneğidir (Beklioğlu vd., 2003; Beklioğlu ve Tan, 2008). Eymir Gölü örneği, bir sulak alanın ekolojik durumunun zaman içinde nasıl değişebildiğini ve bu değişimlere hızlı biçimde yanıt verilebilmesinde uzun vadeli, düzenli izleme verilerinin ne denli önemli olduğunu gösteren ülkemizdeki en kapsamlı ve başarılı örnek olma özelliğini korumaktadır.

Onuncu Bölüm Kaynakçası

Beklioğlu, M. (2000). Eymir ve Mogan gölleri. *Türkiye Mühendislik Haberleri*, (409), 22–23. https://hdl.handle.net/11511/116871

Beklioğlu, M., Bucak, T., Coppens, J., Bezirci, G., Tavşanoğlu, Ü. N., Çakıroğlu, A. İ., Levi, E. E., Erdoğan, Ş., Filiz, N., Özkan, K., & Özen, A. (2017). Restoration of eutrophic lakes with fluctuating water levels: A 20-year monitoring study of two inter-connected lakes. *Water, 9*(2), Article 127. https://doi.org/10.3390/w9020127

Beklioğlu, M., İnce, O., & Tüzün, I. (2003). Restoration of the eutrophic Lake Eymir, Turkey, by biomanipulation after a major external nutrient control I. *Hydrobiologia, 490*(1–3), 93–105. https://doi.org/10.1023/A:1023466629489

Beklioğlu, M., & Tan, C. O. (2008). Restoration of a shallow Mediterranean lake by biomanipulation complicated by drought. *Fundamental and Applied Limnology, 171*(2), 105–118. https://doi.org/10.1127/1863-9135/2008/0171-0105

Doğa Araştırmaları Derneği İktisadi İşletmesi. (2018). *Balıkdamı Sulak Alanı Yönetim Planı nihai rapor* [Yayımlanmamış rapor]. T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, 5. Bölge Müdürlüğü, Eskişehir Şube Müdürlüğü.

Dolcerocca, A., Başoğlu Acet, D., Beklioğlu, M., & Perrin, J.-A. (2024). Restoration project for a degraded urban ecosystem in Gölbaşı Flats, Ankara: A precarious equilibrium. *Ri-Vista. Research for Landscape Architecture, 22*(1), 70–83. https://doi.org/10.36253/rv-15622

Döndüren, Ö. (2008). *Gediz Deltası'nda flamingo üreme adalarının güncel durumu ve adaların restorasyonu* [Rapor]. İzmir Kuş Cennetini Koruma ve Geliştirme Birliği.

Karaaslan, H., & Özalp, H. (2019, 9 Temmuz). Göl, gölet ve barajlara 278 bin sazan yavrusu bırakıldı. *Gün Haber*. https://www.gunhaber.com.tr/haber/Gol-golet-ve-barajlara-278-bin-sazan-yavrusu-birakildi/425823

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Ekosistem Uygulama ve Araştırma Merkezi. (2025, 4 Aralık). *Eymir ve Mogan Gölleri uzun dönemli ekolojik izleme programı*. https://ekosam.metu.edu.tr/tr/eymir-ve-mogan-golleri-uzun-donemli-ekolojik-izleme-programi

Orta Doğu Teknik Üniversitesi Ekosistem Uygulama ve Araştırma Merkezi. (2026, 22 Mayıs). *Eymir-EKOREST Projesi'nin açılışını gerçekleştirdik*. https://ekosam.metu.edu.tr/tr/duyurular/eymir-ekorest-projesinin-acilisini-gerceklestirdik

Özkoç, Ö. Ü., Onmuş, O., & Şentürk-Marget, B. (2026). *Ulusal Flamingo Tür Eylem Planı 2026–2035*. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü; T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı.

Uğurlu, Ö., & Somuncu, M. (2019). Mogan ve Eymir Gölleri ekosistem hizmetlerinin Ankara kenti için öneminin değerlendirilmesi. In B. Gönençgil, T. A. Ertek, I. Akova, & E. Elbaşı (Eds.), *1st Istanbul International Geography Congress proceedings book* (pp. 989–1001). İstanbul University Press. https://doi.org/10.26650/PB/PS12.2019.002.092

ONBİRİNCİ BÖLÜM

TERİMLER

Bölüm Yazarları

Başak Avcıoğlu Çokçalışkan, Hatice Sevde Temiz, Nilgül Karadeniz[1]

akarsu ekosistemi *(lotic ecosystem)*

Sürekli su akışına bağlı fiziksel ortamla şekillenen nehir, dere, çay gibi tatlı su ekosistemlerdir. Çalkalanma nedeniyle oksijen düzeyi yüksek, ancak derinlik ve sıcaklık katmanları belirsizdir. Kaynak noktasından başlayıp göle ya da denize ulaşan sistemleri kapsar. Kıyı ve kara ekosistemleriyle etkileşimli çalışır, su kalitesini düzenleme, habitat sağlama, sediment (tortul) biriktirme gibi işlevlere sahiptir.

bataklık ekosistemi *(marsh ecosystem)*

Karasal ve sucul sistemler arasındaki geçiş zonunda yer alan, toprak yüzeyinin sürekli veya tekrarlı olarak suyla kaplandığı ya da doygun olduğu; hidrolojik baskın, hidrik topraklar ve suya uyum sağlamış bitki toplulukları (hidrofitler) ile karakterize edilen özgün bir ekosistemdir. Yılın belirli dönemlerinde veya sürekli olarak su baskını veya doygunluk oluşur.

biyoçeşitlilik onarımı *(biodiversity restoration)*

Biyoçeşitlilik onarımı, bozulmuş ekosistemlerdeki tür, habitat ve gen çeşitliliğinin artırılması, tehdit altındaki türlerin yaşam alanlarının iyileştirilmesi, bozulmuş olan ekolojik süreçler ve türler arası ilişkilerin geri kazanılması amacıyla yürütülen çalışmaları ifade eder.

biyoremediasyon *(bioremediation)*

Toprak ve sudaki kirleticileri parçalamak veya emmek için belirli bitkilerin (fitoremediasyon) veya mikroorganizmaların kullanılmasıdır.

[1] Yazar sıralaması, alfabetik sıraya göre verilmiştir.

deniz ekosistemleri *(marine ecosystems)*

Deniz ekosistemleri, tuzlu su ortamlarında (okyanuslar, denizler, lagünler, mangrovlar, mercan resifleri gibi) yaşayan canlı toplulukları ve bunların fiziksel- kimyasal çevreleriyle oluşturduğu sistemlerdir.

doğa temelli çözümler *(nature based solutions, NBS)*

Doğa temelli çözümler; "doğal veya insan eliyle değiştirilmiş ekosistemleri korumaya, sürdürülebilir bir şekilde yönetmeye ve eski haline getirmeye yönelik eylemlerdir; bu eylemler, toplumsal sorunları etkili ve uyumlu bir şekilde ele alırken, aynı zamanda insan refahına ve biyolojik çeşitliliğe fayda sağlar" (Cohen-Shacham vd., 2016, s. 4).

EC *(electrical conductivity)*

Elektriksel iletkenlik; tuzluluk göstergesi. Sudaki tuz iyonları arttıkça elektriksel iletkenlik artar.

ekolojik ardışıklık *(ecological succession)*
(ekolojik süksesyon, ***sıralı değişim****, ekolojik ardıllık)*

Bir biyolojik toplulukta, üye türlerin çevre ve rekabet koşullarına uyum sağlama tepkisinden kaynaklanan, onlarca veya milyonlarca yıl süren bir zaman diliminde aşamalı ve ardışık olarak değişimini yansıtan, belli bir başlangıç noktasına göre birincil veya ikincil olarak adlandırılan dizilim (Bilim Terimleri Sözlüğü, t.y.).

ekolojik onarım *(ecological restoration)*

Bozulmuş, hasar görmüş veya yok edilmiş bir ekosistemin iyileşmesine yardımcı olma sürecidir (McDonald vd., 2016).

ekosistem *(ecosystem)*

Canlı ve cansız varlıklardan ve bunların karşılıklı etkileşiminden ve ilişkilerinden oluşan, yapısal ve işlevsel özelliklere sahip, enerji alışverişi yapan, gelişip çeşitlenebilen sistemlerdir.

ekosistem hizmetleri *(ecosystem services)*

İnsanların ekosistemin işlevlerinden doğrudan veya dolaylı olarak faydalandıkları ürün ve hizmetlerin tamamıdır. IPBES, ekosistem hizmetlerini "doğanın insanlara katkıları" olarak tanımlamakta (IPBES, 2017) ve bir kısım kaynakta bu terimle de kullanılmaktadır.

ekosistem yönetimi *(ecosystem management)*

Ekosistem yönetimi, yalnızca biyolojik kaynakları değil aynı zamanda bu kaynakların sunduğu hizmetleri korumayı, ekolojik sistemin bütünlüğünü sürdürmeyi ve insanlarla doğa arasında sürdürülebilir bir denge kurmayı hedefleyen bütüncül bir yaklaşım biçimidir.

enterpolasyon *(interpolation)*

Mekandaki bilinen ölçüm noktalarının değerlerine dayanarak, örneklenmemiş noktalarını değerlerini hesaplama yöntemidir.

evapotranspirasyon *(evapotranspiration)*

Su döngüsünün bir kısmı olarak su ve toprak yüzeyinden buharlaşma ile birlikte bitki yapraklarından terleme ile yeryüzünden atmosfere su geçmesidir.

fitoremediasyon *(phytoremediation)*

Bünyelerine ağır metalleri ve diğer kirleticileri alarak, mikroorganizmalarla birlikte suyu temizleyen bitkilerin kullanılması yoluyla kirleticilerin kontrol edilmesi yöntemi.

geleneksel ekolojik bilgi *(traditional ecological knowledge)*

"Geleneksel ekolojik bilgi; belirli bir yerli veya yerel topluluk içinde kuşaklar boyunca doğrudan deneyim yoluyla gelişen ve kültürel aktarım yoluyla kuşaktan kuşağa aktarılan, canlıların (insanlar dâhil) birbirleriyle ve çevreleriyle ilişkisine ilişkin birikimli bir bilgi, uygulama ve inançlar bütünüdür." (CASRAI Editorial Board, 2026)

göl ekosistemi *(lake ecosystem)*

Göl ekosistemleri, bir tatlı su kütlesi içinde yaşayan organizmaların ve bunların çevresel faktörlerle etkileşim içinde bulunduğu sistemlerdir. Bu sistemler; pelajik (su sütunu), bentik (dip), litorin (kıyı) bölgelerden oluşur ve biyoçeşitlilik açısından zengindir (Jones ve Smol, 2023).

habitat *(habitat)*

Bir canlı türünü ya da canlı birliklerini barındıran ve kendine özgü özellikler gösteren yaşama ortamı (Türk Dil Kurumu, 2000, s. 264).

habitat onarımı *(habitat restoration)*

Bozulmuş doğal habitatların fiziksel ya da biyolojik özelliklerinin, türlerin yaşam döngüsü ve ekolojik süreçler dikkate alınarak iyileştirilip yeniden işlevsel hâle getirildiği planlı müdahaledir. Amaç, hedeflenen tür veya topluluklar için uygun yaşama ortamı sağlamaktır.

havza *(basin)*

Etrafı dağlarla ya da yüksek tepelerle çevrili, ortası çukur ve nispeten geniş olan yerler olarak tanımlanmaktadır. Yeryüzünün geniş alanlı çukurlukları olarak tanımlanmaktadır (Garipağaoğlu, 2012). **açık havza** sularını akarsular aracığıyla deniz ve okyanus gibi açık sulara ulaştıran havzalardır; önünde yüksek dağlar olmayan, aşırı kurak olmayan ve karstik olmayan alanlar genellikle açık sulara ulaşabilirler. **kapalı havza** sularını denizlere kadar ulaştıramayıp kuruyan, yeraltına sızdıran veya göle dökülüp kalan havzalardır; kapalı havzaların oluşmasında yer şekillerinin oluşumu ve iklim etkilidir.

hidrolik iletkenlik *(hydraulic conductivity)*

Gözenekli veya çatlaklı bir ortamın akışkanı geçirme yeteneğini belirten, ortamın geçirimliliği ve doygunluk durumu, akışkan yoğunluğu ve ağdalılığı hidrolik gradyana bağlı olarak değişen, birimi m/s olan değer (Bilim Terimleri Sözlüğü, t.y.).

hidrolojik rejim *(hydrological regime)*

Hidrolojik rejim ya da akış rejimi; suyun miktar, zamanlama, sıklık, süre ve değişim hızı gibi bileşenlerini kapsayan uzun vadeli akış düzenidir.

istilacı tür *(invasive species)*

Bir alanda doğal olarak bulunmayıp ancak geldiği veya getirildiği ekosistemde aşırı çoğalarak ekolojik, ekonomik veya insan sağlığı açısından zararlı olan türdür.

inundasyon *(inundation)*

Suyun daha önce kuru olan bir kara parçası üzerine akması ve yayılması, su baskını, taşkın.

koruma *(protection)*

Ekosistemlerin ve doğal kaynakların uzun vadeli sağlığını ve erişilebilirliğini güvence altına almak için aktif, bilim-temelli yönetimdir.

kıyı ekosistemi *(coastal ecosystem)*

Kıyı ekosistemi, kara ile su arasındaki ara yüzeyi kapsayan, hem karasal hem sucul süreçleri barındıran çevresel geçiş sistemidir. Bu sistem, erozyon kontrolü, habitat çeşitliliği, su kalitesi düzenleme ve iklimin mikro düzeyde düzenlenmesi işlevleriyle ekosistem işlev ve hizmetleri üretir.

mera *(pasture)*

Hayvanların otlatılması ve otundan yararlanılması için tahsis edilen veya kadimden beri bu amaçla kullanılan yer (Mera Kanunu, 1998, md.3).

mili park *(national park)*

Bilimsel ve estetik bakımından, milli ve milletlerarası ender bulunan tabii ve kültürel kaynak değerleri ile koruma, dinlenme ve turizm alanlarına sahip tabiat parçalarıdır (Milli Parklar Kanunu, 1983; md. 2).

onarım *(restoration)*

Bir ekosistemin bozulmuş, zarar görmüş veya yok edilmiş durumda iken iyileşmesine yardımcı olarak zarar görmeden önceki durumuna getirilmesi sürecidir.

organik madde *(organic material)*

Organizmaların canlı halinden kaynaklanan (ör. atıkları) veya ölü kalıntılarından oluşan karbon temelli her çeşit madde.

orman ekosistemi *(forest ecosystem)*

Belirli bir büyüklüğün üzerindeki alanda, kendine özgü bir iklim yaratabilen, belirli bir yükseklik, yapı ve sıklıktaki ağaçlar, ağaççık, çalı ve otsu bitkiler, yosun eğrelti ve mantarlar, toprak altında ve üstünde yaşayan mikroorganizmalar, çeşitli böcek, hayvan ve kuşlarla toprağın birlikte oluşturduğu ve önemli bir karbon depolama potansiyeli olan doğal ya da yapay yolla tesis edilen karasal ekosistem (Bilim Terimleri Sözlüğü, t.y.)

peyzaj *(landscape)*

Avrupa Peyzaj Sözleşmesi'ne göre peyzaj; insanlar tarafından algılandığı şekliyle, karakteri doğal veya insani faktörlerin eylem ve etkileşiminin sonucu olan bir alandır. Peyzaj, bu karakteristiklere ve insanın onun üzerindeki tarihi etkilerine bağlı olarak değişen dinamik, doğal ve sosyal sistemlerin yansımasıdır (Ayan, 2011).

pH *(pH)*

Bir çözeltinin asitlik veya bazlık derecesini ölçmede kullanılan, çözeltideki hidrojen iyonu derişiminin eksi logaritması olarak tanımlanan ve değeri sulu çözeltilerde 0-14 aralığında değişen ölçü birimi (Bilim Terimleri Sözlüğü, t.y.). Toprak pH'sı, kuru toprağın sulu asıltısı (süspansiyon) hazırlanarak pH metre ile ölçülür.

referans model *(reference model):*

Bozulma gerçekleşmemiş olsaydı hedef ekosistemin içinde bulunacağı durum (Gann vd., 2019).

rehabilitasyon *(rehabilitation)*

Ekolojik onarımın hedeflenmediği, ancak ekosistem işlevselliğinin belirli bir düzeyde yeniden tesis edildiği ve ekosistem mal ve hizmetlerinin sürekli olarak sağlanmasının amaçlandığı doğrudan veya dolaylı eylemler (McDonald vd., 2016).

reklamasyon *(reclamation)*

Reklamasyon, özellikle insan faaliyetleri sonucunda bozulan doğal çevre veya ekosistem parçalarının, farklı bir amaç ya da kullanım hedefi doğrultusunda yeniden yapılandırılması sürecidir. Bu süreçte, alan sadece onarılmaz; aynı zamanda yeniden düzenlenerek başka işlevler kazandırılır (Kalaycı vd., 2017).

sediment *(sediment)*

Su ortamlarında çökelmiş katı materyal, çökel, tortul.

sıralı değişim bkz. ekolojik ardışıklık

su basma rejimi *(hidroperiyot)*

Bir sulak alanın suya doygunluk ve sular altında kalma durumlarının zamanlaması, süresi ve derinliği (USDA NRCS, 2021).

sulak alan *(wetland)*

Doğal ya da yapay, sürekli ya da geçici, durgun ya da akan, tatlı, acı ya da tuzlu sularla dolu; deniz sularında ise gelgitte derinliği altı metreyi geçmeyen, bataklık, sazlık, turbalık ya da su alanları sulak alan sayılır.

sulak alan onarımı *(wetland restoration)*

Sulak alan onarımı zarar görmüş ya da tahrip edilmiş sulak alan ekosistemlerinin bozulmadan önceki koşullara uygun olarak kısmen veya tamamen iyileştirilmesi, kaybolan koşulların geçmiştekinin aynısı olmasa da benzer şekilde yeniden yaratılması sayesinde kaybolan sulak alan değerlerinin yeniden kazanılması olarak tanımlanmaktadır (Karaarslan, 2015).

tabiat anıtı *(natural monument)*

Tabiat ve tabiat olaylarının meydana getirdiği özelliklere ve bilimsel değere sahip ve milli park esasları dâhilinde korunan tabiat parçalarıdır (Milli Parklar Kanunu, 1983, md. 2).

tabiat parkı *(nature park)*

Bitki örtüsü ve yaban hayatı özelliğine sahip, manzara bütünlüğü içinde halkın dinlenme ve eğlenmesine uygun tabiat parçalarıdır (Milli Parklar Kanunu, 1983, md. 2).

tabiatı koruma alanı *(nature protection area)*

Bilim ve eğitim bakımından önem taşıyan nadir, tehlikeye maruz veya kaybolmaya yüz tutmuş ekosistemler, türler ve tabii olayların meydana getirdiği seçkin örnekleri ihtiva eden ve mutlak korunması gerekli olup sadece bilim ve eğitim amaçlarıyla kullanılmak üzere ayrılmış tabiat parçaları (Milli Parklar Kanunu, 1983, md. 2).

tuzcul ekosistemler *(saltwater ecosystems)*

Tuzcul ekosistemler, özellikle deniz kıyısı veya iç göllerde gelen tuzlu suyun etkilediği, yüksek tuzluluk toleransına sahip bitki ve faunanın hâkim olduğu geçiş zonu sistemleridir. Karbon tutumu, filtrasyon, biyoçeşitlilik barındırma işlevlerine sahiptir.

Onbirinci Bölüm Kaynakçası

Ayan, B. (2011). *Denizel kültürel peyzaj kavramı: İstanbul Heybeliada örneğinde bir değerlendirme* [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. AÜ Akademik Arşiv Sistemi. https://dspace.ankara.edu.tr/items/e1aba8a5-583e-4cec-84ef-41a4edd479b4

Bilim Terimleri Sözlüğü. (t.y.). Hydraulic conductivity. İçinde *Bilim Terimleri Sözlüğü*. 7 Eylül 2026 https://terimler.org/term/hydraulic-conductivity/ adresinden erişildi.

Bilim Terimleri Sözlüğü. (t.y.). Ekolojik ardışıklık. İçinde *Bilim Terimleri Sözlüğü*. 7 Eylül 2026 https://terimler.org/terim/ekolojik-ardisiklik adresinden erişildi.

CASRAI Editorial Board. (2026, August 15). *Traditional ecological knowledge (TEK)*. CASRAI. https://casrai.org/dictionary/term/traditional-ecological-knowledge-tek

Cohen-Shacham, E., Walters, G., Janzen, C., & Maginnis, S. (Eds.). (2016). *Nature-based solutions to address global societal challenges*. IUCN. https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en

Garipağaoğlu, N. (2012). Havza planlamalarında coğrafyanın rolü ve Türkiye'de havza planlamacılığı. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 16*(2), 303–336. https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/32333

Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. (2017). *Update on the classification of nature's contributions to people by the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services* (IPBES/5/INF/24). https://files.ipbes.net/ipbes-web-prod-public-files/downloads/pdf/ipbes-5-inf-24.pd

Jones, I. D., & Smol, J. P. (Eds.). (2023). *Wetzel's limnology: Lake and river ecosystems* (4th ed.). Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2019-0-04412-3

Kalaycı, M., & Uzun, O. (2017). Madencilik sonrası maden alanlarının rekreasyonel amaçlı değerlendirilmesi. *Uluslararası Bilimsel Araştırmalar Dergisi (IBAD), 2*(2), 232–244. https://doi.org/10.21733/ibad.2131

Karaarslan, Z. (2015). *Sultan Sazlığının sulak alan restorasyonu uygulamaları açısından değerlendirilmesi* [Yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi]. AÜ Akademik Arşiv Sistemi. https://dspace.ankara.edu.tr/items/5f5971e5-2971-4769-bdf3-7df5fad40cf9

McDonald, T., Gann, G. D., Jonson, J., & Dixon, K. W. (2016). *International standards for the practice of ecological restoration: Including principles and key concepts*. Society for Ecological Restoration. https://purews.inbo.be/ws/portalfiles/portal/12735314/SER_International_Standards_1_.pdf

Mera Kanunu*, Kanun No. 4342, T.C. Resmî Gazete, 23272 (28 Şubat 1998).*

Millî Parklar Kanunu, Kanun No. 2873, T.C. Resmî Gazete, 18132 (11 Ağustos 1983).

Türk Dil Kurumu. (2000). Biyoloji terimleri sözlüğü (2. bs.).

U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service. (2021). *Wetland restoration, enhancement, or creation* (2nd ed., National Engineering Handbook, Part 650, Engineering Field Handbook, Chapter 13, 210-650-H). https://directives.nrcs.usda.gov/sites/default/files2/1720531812/Chapter%2013%20-%20Wetland%20Restoration%2C%20Enhancement%2C%20or%20Creation.pdf

U.S. Environmental Protection Agency. (2026, April 15). *Wetlands restoration definitions and distinctions*. 29 Temmuz 2025 tarihinde https://www.epa.gov/wetlands/wetlands-restoration-definitions-and-distinctions

SULAK ALAN ONARIM REHBERİ

İlkeler, Planlama, Uygulama ve İzleme