

ÖNSÖZ

“Akarsu Kıyı Ekosistemlerinin İklim Değişikliği ile Mücadele ve Sürdürülebilir Arazi Kullanımı Kapsamında Etkin Yönetimi” başlıklı proje doğrultusunda hazırlanan bu rapor; havza yönetim planlarına entegre olacak akarsu kıyı ekosistemlerinde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu geliştirilmesi konusunda mevcut durumu ortaya koymak üzere hazırlanmıştır. Rapor kapsamında ulusal ve uluslararası kaynaklar gözden geçirilmiş ve özetlenmiştir.

Raporun proje kapsamında hazırlanması öngörülen diğer raporlara altlık oluşturması amaçlanmıştır. Raporun ve Projenin dere kıyısı ekosistemlerinin daha etkin yönetimi bakımından farkındalık yaratacağını ve iyileşme yönünde çalışmalara ilham vereceğini ümit ediyoruz.

Raporun hazırlanmasında Prof. Dr. Yusuf SERENGİL’e değerli katkılarından dolayı teşekkür ederim.

Raporu Hazırlayan: Erda ÇELER, Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	I
İÇİNDEKİLER	II
YÖNETİCİ ÖZETİ	III
EXECUTİVE SUMMARY	IV
HAVZA DEĞERLENDİRMEDE ÖNEMLİ KAVRAMLAR	V
KISALTMALAR	VI
TABLO LİSTESİ	VII
ŞEKİL LİSTESİ	VII
1. Giriş.....	1
2. Akarsu Koridoru ve Kıyı Ekosistemleri.....	2
3. Akarsu Kıyı Ekosistemleri İyi Yönetim Uygulamaları.....	5
3.1. Mevcut Yasal Düzenlemeler	5
3.2. Ulusal Araştırma Bulguları	6
3.2.1. Doğal göl havzaları önerilen yönetim stratejisi	8
3.2.2 Baraj havzaları önerilen yönetim stratejisi	8
3.2.3. Akarsu kıyı zone önerilen yönetim stratejisi	8
3.2.4. Sel ve taşkın havzası önerilen yönetim stratejisi	9
3.3. Akarsu Koridoru Yönetim Planı (AKYP).....	11
3.4. Ormanların Toprak Koruma Fonksiyon ve Hizmetleri	13
3.5. Uluslararası Araştırma Bulguları	14
3.5.1. Havza Durum Sınıflandırma Kriterleri	15
3.5.2. Havza Durum Modeli	23
3.5.2.1. Havza Yönetim Planı ve Genişlik.....	24
3.5.2.2. Gölgeleme Yapısı ve Tür Seçimi	24
3.5.2.3. Kuruluş Yöntemi.....	24
3.5.2.4. Kimyasalların Kullanımı, Aralama ve Kesim Bakımı	25
3.5.2.5. Ölü Odun, Anıt Ağaçlar ve Yapısal Mühendislik.....	25
3.6. Havza Durumu ve Ekolojik Restorasyon.....	25
4. Sonuç.....	26
Kaynaklar	27

YÖNETİCİ ÖZETİ

Akarsu kıyı ekosistemleri iklim değişikliği ile mücadelede hem uyum hem de azaltım bakımından önemli role sahiptir. Akarsu koridorları etrafında genellikle bir kıyı ekosistemi yer almakla beraber genellikle bu ekosistemlerin kapasitesinden yeterince yararlanılamadığı gözlenmektedir. Birçok akarsu kıyı ekosistemi doğal ve sağlıklı bir yapıdan uzaklaşmıştır. Akarsu kıyı ekosistemlerinin ve genel anlamda da ormanların iklim değişikliği azaltım ve uyum kapasitelerinin daha etkin kullanılması iklim değişikliği ile mücadelede gereklidir. Türkiye’de ormanlar yıllık yüz milyon ton civarında bir azaltım potansiyeline sahiptir. Bu azaltım gücü; ormanların sürdürülebilir yönetimi sayesinde mümkün olmaktadır. Orman arazileri uyum yönünden de kritik öneme sahiptir. Ülkenin %30’a yakın bir kısmını kaplıyor olması ile hem kendi uyum kapasiteleri hem de sunduğu ekosistem hizmetleri bakımından ormanların etkin planlanması gerekmektedir.

Havzalar iyi tanımlanmış bölgeler olmakla birlikte su kaynaklarının ve peyzajların değerlendirilmesi için ortak bir temel sağlar. Bir havzanın durumunu, sucul ekosistemleri destekleyen hidrolojik fonksiyonlar ve toprağı etkileyen havza içindeki fiziksel ve biyolojik özellikler ve işlemler kapsar. Havzalar doğal yani fonksiyonlarını yerine getiren sistemden degrade yani fonksiyonları bozulmuş yapılara doğru çeşitlilik göstermektedir. Düzgün işleyen havzalar, doğal değişkenlik aralığındaki su, sediment, odun ve besin maddelerini toplayan, depolayan ve serbest bırakan karasal, dere kıyısı ve sucul ekosistemlere sahiptir. Havzalar doğru çalıştığında, doğal sucul ve dere kıyısına bağımlı türlerin çeşitli popülasyonlarını destekleyebilen fonksiyonel karasal, dere kıyısı, sucul ve sulak alan habitatları oluşturur ve sürdürür. Genel olarak, havzaların doğal durumundan ayrılma ne kadar büyük olursa, havza durumunun o kadar kötü olması beklenir. Düzgün işleyen havzalar genellikle sağlıklı havzalar olarak bilinmektedir.

Akarsu kıyı ekosistemleri orman içi, yakını veya dışında yer alan sucul ve karasal ekosistemleri içinde barındıran sulak alanlardır. İçerdiği canlı ve cansız öğeler bakımından oldukça spesifik ekolojik ortamlardır. Akarsu kıyı ekosistemlerinin sağladığı faydalar yer aldığı arazi kullanım tipi ile yakından ilişkilidir. Örneğin tarım arazilerinin içerisinde yer aldıklarında su kalitesini iyileştirme yönünde etkin olabildikleri gibi orman içinde yer aldıklarında daha çok kanal stabilizasyonu bakımından ön plana çıkmaktadırlar. Proje orman içindeki hidrolojik fonksiyonları ve tüm arazi kullanımlarındaki akarsu kıyı ekosistemlerini kapsamaktadır.

İster orman içi ister yakınında olsun tüm akarsu kıyı ekosistemleri havza hidrolojik sisteminin önemli bir bileşenidir. Akarsu kıyı ekosistemleri, otsu veya odunsu türlerden oluşmakta ve bir havzadaki su ortamlarının iyi durumda olmasını garanti altına almaktadır.

Ormanların planlanması kapsamında akarsu kıyı ekosistemlerinin ağırlığının artması gerektiği düşüncesindeyiz. Zira Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarına ait usul ve esaslarda ve Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esaslarında yer alan su kenarı koruma alanlarındaki vejetasyonun korunması için, küçük ve dar tabanlı sulu derelerin her iki yanında 25–50 m, büyük ve geniş tabanlı sulu derelerin her iki yanında ise 50–100 m koruma kuşaklarının ayrılarak korunması ve bu alanlarda orman yapısına göre mutedil müdahalelerde bulunulması hakkında planlarda bilgi verilmektedir.

Ancak, özellikle amenajman tebliğleri başta olmak üzere tüm orman planlama dokümanlarında ormanların, özellikle akarsu kıyı ekosistemlerinin havza planlamaya entegre edilmemiş olması nedeniyle, ülkemizde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu yer almamaktadır. Bundan dolayıdır ki ormanların hidrolojik fonksiyonu akarsu kıyı ekosistemleri dâhil en iyi yönetim uygulamaları prensipleri ile orman amenajman tebliğleri başta olmak üzere tüm orman planlama dokümanlarına dâhil olmalıdır.

Akarsu kıyı ekosistemlerinin önemi ve fonksiyonları uzun zamandan beri bilinmekle birlikte arazi planlama ve kullanım yönünden bir araç olarak kullanımları yeni gündeme gelmektedir. Akarsu kıyı ekosistemleri halen hem Orman Amenajman Planlarında hem de Havza Koruma ve Yönetim Planlarında planlama aracı olarak kullanılmaya başlanmamıştır.

Akarsu kıyı ekosistemlerinin sağlığı insan etkileriyle yakından ilişkilidir. Çarpık kentleşme doğal peyzajın önemli bir öğesi olan akarsu sistemlerine ciddi zararlar vermektedir. Yine çarpık kentleşmenin bir sonucu olan taşkın ve su baskınlarının önlenmesi için dereler kanallaştırılmaktadır. Akarsu sistemlerinin ortaya çıkarabileceği sayısız faydanın gözler önüne serilebilmesi için ekolojik akarsu kıyı restorasyonu yöntemlerine geçilmesi gerekmektedir.

Bu çalışmada akarsu ve akarsu ekosistemleri ile ilgili kaynaklar gözden geçirilmiş ve özetlenmiştir.

EXECUTIVE SUMMARY

Riparian ecosystems play an essential role in both adaptation and mitigation towards combating climate change. It is observed that the capacity of these ecosystems is not sufficiently utilized, although there is generally a coastal ecosystem around river corridors. Many riparian ecosystems have moved away from a natural and healthy structure. More effective use of coastal river ecosystems and forests in general in terms of mitigation and adaptation capacities is essential in combating climate change. Forests have the potential of a reduction of around one million tonnes per year in Turkey. This reduction is possible through the increase of biomass and efficient management of wood products. Forestlands have critical importance in terms of adaptation. In the sense that they cover 30% of the country, adaptation capacity, and the provided ecosystem services, forests have to be managed effectively.

Watersheds are universal, well-defined areas that provide a common basis for discussion of waterrelated resources and landscapes. Watershed condition is the state of the physical and biological characteristics and processes within a watershed that affect the soil and hydrologic functions supporting aquatic ecosystems. Watershed condition reflects a range of variability from natural pristine (functioning properly) to degraded (severely altered state or impaired). Watersheds that are functioning properly have terrestrial, riparian, and aquatic ecosystems that capture, store, and release water, sediment, wood, and nutrients within their range of natural variability for these processes. When watersheds are functioning properly, they create and sustain functional terrestrial, riparian, aquatic, and wetland habitats that are capable of supporting diverse populations of native aquatic- and riparian-dependent species. In general, the greater the departure from the natural pristine state, the more impaired the watershed condition is likely to be. Watersheds that are functioning properly are commonly referred to as healthy watersheds.

River coastal ecosystems are wetlands that include terrestrial and aquatic ecosystems in or outside the forest. With regard to the biotic and abiotic elements they include, these ecosystems are very specifically ecological environments. The benefits provided by river coastal ecosystems are closely related to the land use type in which they take place. For example, if river coastal ecosystems are in agricultural lands they can be useful in terms of improving water quality. However, river coastal ecosystems observed in forests, become more prominent in terms of channel stabilization. The project covers hydrological functions in forests and river coastal ecosystems in all land use types.

River coastal ecosystems, whether in or near the forest, are an essential component of the hydrological basin system. A healthy river coastal ecosystem consists of herbaceous or woody species or the both of them and ensures that the aquatic environment in a basin is in a good condition.

We think that the river coastal ecosystems should be highlighted in the frame of forest planning. Because, the plan concludes the information on the protection of watercourses by separating 25-50 m belts on the both sides of small and narrow based and 50-100 m belts on the both sides of large and wide based watercourses and making moderate interventions according to the forest structure in these areas for the protection of vegetation in the Waterside protection areas included in the procedures and principles of Ecosystem-Based Functional Forest Management Plans and in Technical Principles of Silvicultural Practices. Because of the fact that, forests, especially river coastal ecosystems are not integrated into the watershed planning in the all forest planning documents and management notices in particular, the best management practices guide does not exist in our country. Therefore hydrological functions of forests including river coastal ecosystems with the principles of the best management practices should be included in the all forest planning documents and forest management notices in particular.

The importance and functions of coastal river ecosystems have been known for a long time, and their use as a tool for land planning and practice is on the plan. It has not yet started to be used as a planning tool in both Forest Management Plans and Watershed Protection and Management Plans.

The health of streams and stream ecosystems has been closely related to human influences. Distorted urbanization causes severe damages to river systems, which are an essential element of the natural landscape. The streams are channeled to prevent floods and overflows, which is also a result of crooked urbanization. Ecological stream restoration methods should be adopted to reveal the numerous benefits that stream systems can reveal.

The condition of streams and stream ecosystems have been revealed and discussed in this study.

HAVZA DEĞERLENDİRMEDE ÖNEMLİ KAVRAMLAR

Havza planlama ile ilgili önemli kavramlar aşağıda verilmiştir (Özdemir ve ark., 2018'den değiştirilerek).

Akarsu kıyı ekosistemleri: Orman içi, yakını veya dışında yer alan sucul ve karasal ekosistemleri içinde barındıran sulak alanlardır. Akarsu kıyı ekosistemleri sulak alanların çevresinde olur. İçerdiği canlı ve cansız öğeler bakımında oldukça spesifik ekolojik ortamlardır. Akarsu kıyı ekosistemlerinin sağladığı faydalar yer aldığı arazi kullanım tipi ile yakından ilişkilidir. Örneğin tarım arazilerinin içerisinde yer aldıklarında su kalitesini iyileştirme yönünde etkin olabildikleri gibi orman içinde yer aldıklarında daha çok kanal stabilizasyonu bakımından ön plana çıkmaktadırlar.

Akarsu ile kesişen yol: Bir doğal kanaldaki yüksek akış olayı sırasında, yol ile bu kanal arasında sürekli bir yüzeysel akış hattına sahip olan herhangi bir yol parçası, hidrolojik olarak kesişmiş bir yol segmenti olarak değerlendirilebilir.

Akarsu koridoru: Akarsu kanalı, kanalın çevresindeki taşkın yatağı, taşkın yatağı ve karasal alan arasındaki geçiş zonunu kapsayan yapısal alanlardır.

Biyotik bütünlük: Bir fonksiyonun kaybına ve bir bozulmaya karşı alanın ekolojik direnme kapasitesi ve bu tür bir bozulmanın giderilmesi için alanın gösterdiği yenileme yeteneğidir.

Direnç: Konu kapsamında bir ekosistemin dış etkene karşı eski durumuna dönebilme kapasitesidir.

Hidrograf: Akış süreklilik eğrisi. Akışın zamansal değişim grafiği.

Egzotik fauna türleri: İstilacı olarak kabul edilmeyen fakat doğal olmayan fauna türleridir.

Havza yenilenme periyodu: Havzada yanmış alanların yüzeysel akış ve erozyon potansiyelini düşürecek özellikte başlangıç koşullarındaki infiltrasyon durumunu sağlayabilecek bitki örtüsünün gelişmesi için gerekli olan süre.

Hidrograf: Bir akarsu kesitinde hesaplanan debinin zamanla değişimini gösteren bir grafikdir.

İşlevsiz-bozulmuş akarsular: Yüksek akışlarla ilişkili olarak bu akış enerjisini kırabilmek için yeterli bitki örtüsü, arazi yapısı veya büyük odunsu döküntüleri sağlayamayan, bu nedenle erozyonu azaltmayan ve su kalitesini iyileştiremeyen nehir kıyısı / sulak alanlardır.

Kritik yük: Yanlış uygulamalar sonucu ekosistem dinamiklerindeki değişime bağlı olarak bir kirletic maddenin atmosferde birikmesi. Kritik yük karasal ve sucul ekosistemlerde asitlik ve azot birikimi olarak hesaplanabilmektedir. Örneğin kömür kullanımı sonucu atmosferde SO₂ gazının birikmesi sonucu H₂SO₄'ün miktarsal artışı olarak verilebilir.

Nehir kıyı bitki alanları: Akarsu ile karasal alanlar arasında etkileşim gösteren, erozyon kontrolü, su kalitesi, biyolojik çeşitlilik ve hidrolojik düzenleme gibi işlevleri bulunan belirli genişlikte monokültür ya da karışık vejetasyon çeşitliliğine sahip alanlardır.

Nehir kıyı bitki zonu: Genellikle çalı, ağaç ve yer örtücüler gibi farklı katmanlardaki vejetasyon topluluklarının işlevlerinden yararlanarak belirli genişliklerde bulunan zonlama sistemlerinde bu farklı vejetasyon topluluklarının işlevlerine uygun biçimde dizayn edilmesidir.

Ötrofikasyon: Sucul sisteme doğal seviyenin üzerinde bitki besin maddesi girişi.

Sucul habitat fragmentasyonu: Bozulmamış geniş bir habitat bölgesinin barajlar, sapmalar, yollar, menfezler ya da balıkların bir su sistemi boyunca serbestçe hareket etmesini engelleyen artan akış sıcaklıkları gibi etkilerle parçalanması ve doğal habitat alanlarından yeni yama habitat alanları oluşması durumudur.

Sucul istilacı fauna türleri: İstilacı olarak kabul edilen doğal olmayan fauna türleridir.

Sulak alan: Belirli bir frekans ya da süreçte yüzey ve yüzey altı sular tarafından doymuş hale getirilen alanlardır. Bu sahalarda genellikle doymuş toprak koşullarında yaşam için adapte olmuş vejetasyon tipleri görülmektedir.

Taşkın: Özellikle eğimin düştüğü havzaların aşağı kısımlarında daha ince sediment ile birlikte suyun akarsu yatağından dışarı yayılması durumudur.

Taşkın oluşturabilecek akış: Taşkın yatağı bağlantısı, güncel ya da eski tarihli taşkın yataklarına sahip akarsu

kanallarında, akarsu en kesitlerinde hızlandırılmasını sağlayan bir etki olmaksızın, dolu kanal yüksekliğinden daha büyük akışların yeteneğini ifade eder. Taşkın yatağı bağlantısı, yol inşası yoluyla veya uygun olmayan yol konumu ve inşaatı, aşırı otlatma, depolama barajları veya artan akış veya çökelti nedeniyle kanalların kapanması yoluyla kaybedilebilir. Düşük akış özelliğine sahip kanallar taşkın yatağı bağlantısından yoksundur.

Toprak durumu: Toprağın verimlilik, hidrolojik işlev ve koruma gibi ekosistem hizmetlerini ve bunların süreçlerini etkileyebilen fiziksel, kimyasal ve biyolojik toprak özellikleridir.

Uygun fonksiyonellik: Alan ve iklimle ilişkili normal değişkenlik aralığı göz önünde bulundurulduğunda daimi toprak stabilitesi, hidrolojik işlev ve biyolojik çeşitlilik gibi koşulların sağlanmasında referans alanı ile karşılaştırılması durumunda işlevlerin düzgün bir şekilde çalıştığı meralardır.

Yangın koşulları sınıflaması: Bir anahtar ekosistem bileşeninin değişiklik meydana getirebilecek bir referans, koşuldan ayrılma durumunun derecesini belirtmektedir. Bu anahtar ekosistem bileşenleri: vejetasyon karakteristikleri (tür bileşenleri, gelişme çağı, meşcere yaşı, kapalılık ve karışım deseni gibi); yakıt bileşimi; yangın frekansı, şiddet ve deseni ve böcek ve hastalık mortalitesi, otlatma ve kuraklık gibi diğer ilişkili bozulmalardır. Ekosistem bileşenlerinden düşük, orta ve yüksek olmak üzere 3 farklı kayıp biçimi bulunmaktadır. Birincisi yangın koşulu sınıfında vejetasyon türleri ve örtü tipi yangın rejimine iyi adapte olup toprak ve su kaynaklarının iyi bir şekilde korunması sağlanmaktadır. Diğer sınıflarda ise bu koruma azalarak devam etmektedir.

Yerli fauna: Bir havzadaki habitat özelliklerini benimseyen ve bu habitat özelliklerine özgü yaşayan fauna türleridir.

KISALTMALAR

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

AKYP: Akarsu Koridoru Yönetim Planı

CBS: Coğrafi Bilgi Sistemleri

ET: Toplam Buharlaşma

LAI: Yaprak Yüzey İndeksi

FAO: Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü

FSM: ABD Ormancılık Teşkilatı El Kitabı

HDR: Havza Ön Değerlendirme Raporu

ICP Ormanları: Orman Ekosistemlerinin İzlenmesi Programı (ICP Forests- International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests)

NHYP: Nehir Havzası Yönetim Planı

tC: Konsantrasyon Zamanı

tL: Havza Geçiş Zamanı

USDA: ABD Tarım Bakanlığı

HDÇ: Havza Durum Çerçevesi (WCF-Watershed Condition Framework)

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. Strahler dere sınıflaması ve tampon zon genişliği.	9
Tablo 2. Hidrolojik fonksiyonun orman amenajman planlarında değerlendirilmesi.	9
Tablo 3. Havza planlama çalışması (Özdemir ve ark., 2018).	10
Tablo 4. Akarsu koridoru inceleme föyü - Genel tanımlamalar (Özdemir ve ark., 2018).	11
Tablo 5. Akarsu koridoru inceleme föyü - Dere kıyısı ekosistemi inceleme kısmı (Özdemir ve ark., 2018).	12
Tablo 6. Akarsu koridoru inceleme föyü - Dere kıyısı erozyon durumu (Özdemir ve ark., 2018).	12
Tablo 7. Akarsu koridoru inceleme föyü - Dere kıyısı ekosistemi doğallık (Özdemir ve ark., 2018).	13
Tablo 8. WCF tarafından önerilen yeni paradigmanın özellikleri, su ve dere kıyısına bağlı kaynakları eski haline getirmek için kullanılan eski paradigma ile karşılaştırılması (USDA Forest Service, 2011a).	16
Tablo 9. Havza durum sınıflaması kriterleri (Özdemir ve ark., 2018'den değiştirilerek).	18

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Sağlıklı bir dere kesitinde tipik olarak bulunan öğeler (Serengil ve ark., 2011).	3
Şekil 2. Birçok sosyo-ekolojik konunun önemli bir bileşeni olan akarsu kıyı ekosistemi bitki örtüsü (Dufour S. Rodríguez-González P.M, 2019).	3
Şekil 3. Belgrad Ormanında sağlıklı bir dere kesiti.	4
Şekil 4. Akarsu kıyı ekosistemlerinin topluma sağladığı faydalar (ekosistem hizmetleri) (www.defra.gov.uk).	5
Şekil 5. Altı aşamalı havza durum çerçeve sürecinin kavramsal diyagramı (USDA Forest Service, 2011a).	16
Şekil 6. Ulusal havza durum sınıflaması kriterleri ve özellikleri (USDA Forest Service, 2011a).	17
Şekil 7. Temel havza durum modeli (USDA Forest Service, 2011b.)	23

1. Giriş

Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) 2010 yılında yayınladığı “Dünya Ormanlarının Durumu” raporuna göre 1990-2015 yılları arasında Güney Afrika büyüklüğünde, yıllık %13 net kayıp oranını temsil eden 129 milyon hektar orman alanının yok olacağını belirtmiştir. Yıllık net orman kaybı oranı 1990’larda %18’den son beş yıllık dönemde %8’e düşmüştür. 2010-2015 yılları arasında yıllık 7.6 milyon hektar kayıp ve yıllık 4.3 milyon hektar kazanç meydana gelmiş ve bu da orman alanında yıllık 3.3 milyon hektar net düşüğe neden olmuştur. Ormansızlaşmaya bağlı olarak yılda ortalama 1,6 milyar ton sera gazı atmosfere salınmaktadır. Ayrıca 1990-2015 yılları arasında orman biyokütlesindeki küresel karbon stokları yaklaşık 11 gigaton (Gt) azalmıştır. Bu azalma, esas olarak diğer arazi kullanımlarına dönüşüm ve daha az bir ölçüde ormanların bozulması nedeniyle gerçekleşmiştir. Dolayısıyla ormansızlaşma, iklim değişikliğine sebep olan en önemli unsurlardan birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (FAO, 2015).

Akarsu kıyı ekosistemi; karasal ekosistemlerle nehir veya dere ekosistemleri arasında kalan çayır, orman veya çalılık gibi çeşitli formlarda olabilen ekosistemlerdir. Bu alanlarda yer alan bitki toplulukları nehir veya dere kıyısı boyunca uzanmaktadır. Akarsu kıyı vejetasyonları su, toprak, bitki ve hayvan türleri ile bitki besin maddeleri gibi fiziksel, kimyasal ve biyolojik etmenleri bünyesinde barındıran önemli bir ekosistemdir. Kıyı vejetasyonları gerek sediment tutma ve gerekse kirlitici maddeleri tutma yeteneğinden dolayı çok iyi bir filtreleme özelliğine sahiptirler. Bu alanlar karasal alandan akışla birlikte gelen kirlitici maddeleri, sedimenti ve besin maddelerini bünyesinde tutarak bir filtre vazifesi görmek ve su kalitesi üzerinde olumlu etkilere sahip olabilmektedirler. Bunun yanı sıra akarsu kıyı vejetasyonları bu dereelerde yaşayan canlıların barınmaları ve beslenmeleri açısından birincil kaynakları oluşturmaktadır. Ancak akarsu kıyı vejetasyonunun bu olumlu etkileri bu alanlardaki vejetasyonun toprağı örtme durumu ve bitki tür çeşitliliği ile yakından ilgilidir. Aynı zamanda bitkisel kompozisyon ve çeşitlilik bu alanların hem kirlitici madde hem de sediment tutma fonksiyonu üzerinde önemli etkilere sahiptir. Bu nedenle akarsu kıyı ekosistemlerinde yapılacak çalışmalarda vejetasyon yapısının ve bitkilerin toprağı örtme derecelerinin bilinmesi bu alanların işlevlerinin ortaya konması açısından son derece önemli bir yer tutmaktadır.

Akarsu kıyı ekosistemi su kalitesinin iyileştirilmesi dâhil karbon tutma, canlılar için ortam oluşturma, vb. birçok ekosistem hizmetinin gerçekleşmesini sağlar. Ancak arazi kullanımındaki kısa süreler içinde gerçekleşen değişimler, geçirimsiz yüzey oranını artırmaktadır. Artan geçirimsiz alan oranına bağlı olarak yüzeyel akış miktarı ve hızı artar, bunun sonucunda da konsan-

trasyon (tC) ve havza geçiş zamanlarında (tL) kısımlar gerçekleşir (Zandbergen, 1998). Bu tip havzalarda geleneksel hidrolojik ve hidrokimyasal izlemeler insan etkisini ortaya koymada yetersiz kalmaktadır. Akarsu kıyı ekosistemlerinde ve derelerde ekolojik incelemelerin yapılması ile yeni veriler ortaya koyulabilmektedir. Orman, mera, sulak alan vb. gibi çok çeşitli ekosistemler içerisinde, akarsu kıyı ekosistemleri; arazi ile su ortamları arasındaki geçişi sağlamaları ve hidroekolojik yönden ortaya çıkardıkları pozitif faydalar nedeniyle havzalarda kritik öneme sahiptir. Zira akarsu kıyı ekosistemleri hâlihazırda planlama ve yönetim anlamında yeterince dikkate alındıklarını söylemek pek mümkün değildir. Bu nedenle ormanların planlanması kapsamında akarsu kıyı ekosistemlerinin ağırlığının artırılması gerektiği düşünülmektedir. Ülkemizde akarsu kıyı ekosistemleri için standart bir kılavuz mevcut değildir. Bu proje ile havza yönetim planına entegre olacak akarsu kıyı ekosistemlerinde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu geliştirilecektir.

Dünyanın iklim bölgelerinin her birinde orman içi, yakını veya dışındaki akarsular denize doğru uzanarak kıyı alanlarının bir bölümünü oluşturabilir. İklimsel faktörlerle kontrol edilen bu oluşumlara ek olarak başlıca edafik faktörler ve aşırı su rejimi ile kontrol edilen özel orman toplulukları kıyı bölgelerinde ve iç nehirler boyunca bulunur. Bu orman toplulukları arasında akarsu kıyı ormanları kıyı alanı ile sınırlanmış ve iç kısımda daha fazla bulunabilmektedir. Akarsu kıyı ormanları ayrıca nehir ve galeri ormanları olarak da adlandırılır. Bunlar nehirlerle bitişik veya yakın bulunur. Akarsu kıyı ekosistemleri her açıdan önemli bir koruma sağlamaktadır. Estetik ve rekreasyonel değerlerine ek olarak, akarsu kıyı ormanları su kalitesini korumak ve erozyonu kontrol etmekle beraber yaban hayatına bir sığınak olması ile de oldukça önemlidir. Ağaçlardan oluşan şeritlerin özellikle dere kenarlarında yüzeyel akışı ve kirliliği önlediği konusunda bulgular çok açıktır (Ellis ve ark., 2006). Öte yandan ağaçlandırma esnasında toprağı ve drenaj sistemine zarar verildiğinde veya yanlış yol inşaatı durumlarında tam tersi etkiler görülebilir (Bruijnzeel, 2004; Waterloo ve ark., 2007). Bu nedenle orman bozulmasının ve ormansızlaşmanın azaltılması ile ağaçlandırma projeleri ve iklim değişikliğinin etkilerine uyumlu orman projeleri geliştirmek ve orman alanlarının artırılması iklim değişikliği etkilerinin azaltılması konusunda büyük önem taşımaktadır.

Akarsu kıyı ekosistemleri orman ekosistemlerinin hiç şüphesiz en önemli ve tartışılan bileşenlerinden biridir. Akarsu ekosisteminin sağlığı genellikle su kalitesi, biyolojik entegre ve fiziksel habitat kalitesi ile ifade edilmektedir (Maddock, 1999; Bunn ve ark., 1999; Allan, 2004).

Akarsu kıyı ekosistemlerinin korunmasına ilişkin yapılan çalışmaların sonuçları aşağıda verilmiştir:

- Dere kenarına kadar tıraşlama kesim uygulanmamalıdır
- Bu bölümde yeterince örtü bırakılarak sediment tutulması teşvik edilmelidir
- Traktör veya iş makinası gibi toprağı sıkıştırıcı araçların bu bölüme sokulmaması gerekir
- Kesim yapıldığında gövdelerin suya düşmemesine dikkat edilmelidir.

Akarsu kıyı ekosistemleri alansal kirliliğı azaltmak konusunda da oldukça etkin işlevlere sahiptir. Birçok araştırma sonucuna göre bir havzada yayılı kirlilik yükünün büyük oranda akarsu kıyı ekosistemlerince tutulması ve su ortamlarına ulaşmadan bertaraf edilmesi mümkündür. Örneğin, birçok araştırma sonuçlarına göre sağlıklı ve fonksiyonel bir akarsu kıyı ekosistemi yayılı kaynaklardan gelen kirleticileri %90'ın üzerinde bir oranda azaltma potansiyeline sahiptir. Akarsu kıyı ekosistemleri yayılı kirliliğı havza bazında önlemede kullanılabilecek önemli bir araçtır (Wang ve ark., 2011).

Ormanların hidrolojik fonksiyonu, iklim değişikliğı ile doğrudan ilişkilidir. Ormanların yeni iklim koşullarından etkilenmesi muhtemeldir; ağaçlar iklimdeki hızlı değişimlerle uyumsuz hale gelecektir. Su üretimi ve toprak koruma gibi hizmetler yeterli, düzenli ve temiz su üretimi ve toprak koruma yanında sel ve taşkın gibi aşırı hidrolojik oluşumların etkilerini azaltmakla da doğrudan ilişkilidir. İklim değişikliğı ayrıca artan karbondioksit nedeniyle ormanların gelişimini, büyümesini ve verimliliğini etkileyecektir (Dale ve ark., 2000). Akarsu kıyı ekosistemlerinin iklim değişikliğı ile mücadele bakımından da pozitif etkileri söz konusudur (Serengil ve ark., 2011). Bilindiğı gibi sulak alanlar dünyada karbondioksiti (CO₂) tutan fakat metan (CH₄) ve diazot oksit (N₂O)'i salan önemli kaynaklardır. Akarsu kıyı ekosistemleri sulak alanlardan daha fazla CO₂ tutulmasına, bunun yanında CH₄ ve N₂O salımının azaltılmasına katkıda bulunmaktadır. Audet ve ark. (2014)'na göre dere kıyısı ekosistemi bir sulak alandaki N₂O salımını negatife yani tutuma çevirme kapasitesine sahiptir.

Ormanlarda, özellikle akarsu kıyı ekosistemleri havza planlarına dahil edilmeli; bunun için de amenajman tebliğleri başta olmak üzere tüm orman planlama dokümanlarında yer almalıdır. Zira ülkemizde akarsu kıyı ekosistemlerine ilişkin en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu geliştirilmemiş olması nedeniyle, bu husus orman amenajman planlarında ve uygulamalarda yeterli düzeyde yer almamaktadır. Ayrıca kamu kurum ve kuruluşlarında konu ile ilgili teknik kapasite de yetersiz düzeydedir. Önerilen bu proje ile kapasite geliştirme ve orman idaresine entegre olacak akarsu kıyı ekosistemlerinde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu hazırlanarak sorunun çözümüne katkı sağlanacaktır. Proje bu açıdan özgün ve yenilikçidir.

Sağlıklı ve fonksiyonel ekosistemlerin varlığı bir hav-

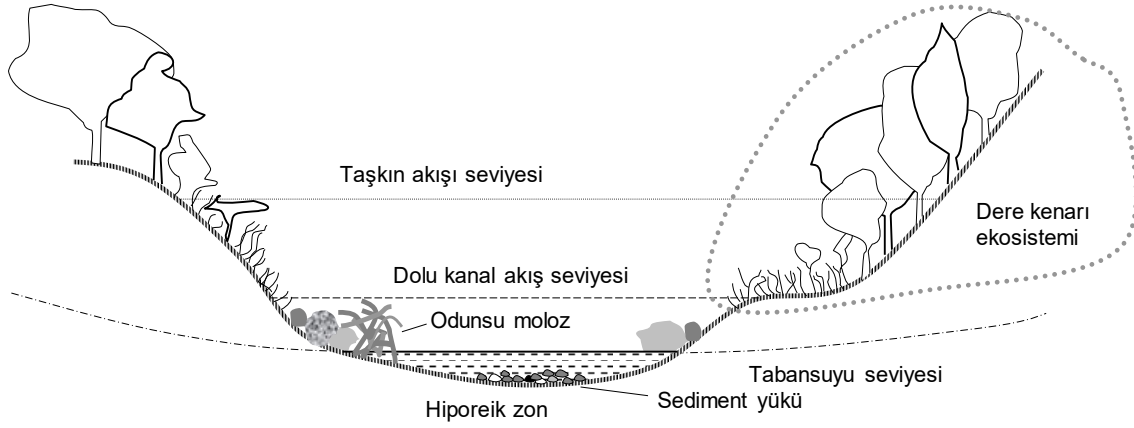
zada sürdürülebilirliğin garantisi olduğundan, proje kapsamında elde edilecek dersler ve ulaşılabilecek sonuçlar, akarsu kıyı ekosistemlerinin daha etkin yönetimini sağlamaya yönelik teknik altyapı ve kapasite artımı hedeflenmektedir.

Akarsu kıyı ekosistemlerin önemi ve fonksiyonları uzun zamandan beri bilinmekte birlikte arazi planlama ve kullanım yönünden bir araç olarak kullanımları yeni gündeme gelmektedir. Akarsu kıyı ekosistemleri konusu halen hem orman amenajman planlarında hem de havza koruma ve yönetim planlarında yeterince önemsenmemektedir. Akarsu kıyı ekosistemlerinin planlama altlıklarına entegrasyonu ve arazi planlamada bir araç olarak kullanımı konusunda TÜBİTAK destekli 107Y149 numaralı "Kentsel Havzalar İçin GIS Tabanlı Basit Bir Kanal Duyarlılığı Tahmin Modelinin Geliştirilmesi" projesi gerçekleştirilmiş, 116Y446 numaralı "Bütünleşik Havza Yönetim Planlarına Hidro-Ekolojik Katkı Sağlayacak, Ülkemize Özgü Bir Akarsu Koridoru Etüt Metodunun Geliştirilmesi ve Yaygınlaştırılması" TÜBİTAK projesi ise 2018 yılında başlatılmıştır. Bu projelerin çıktıları akarsu kıyı ekosistemlerinin su kaynakları yönetiminde daha etkin kullanımının önünü açacaktır.

2. Akarsu Koridoru ve Kıyı Ekosistemleri

Akarsu koridoru, akışın gerçekleştiğı kanal ve çevresindeki kıyı ekosistemini ifade eder. Bu sistemler onları sarmalayan dere kenarı ekosistemleri sayesinde doğal ve kentsel çevrenin en önemli peyzaj ögesini oluştururlar (Webb ve ark., 2007). Bir akarsu sistemi; karasal, geçiş ve su ekosistemlerini içerisinde barındırdığı için biyolojik çeşitlilik yönünden önemli bir ortam yaratmasının yanında bu ekosistemleri bütünleştirerek entegre bir yüzey vejetasyonu yaratmaktadır (Briggs, 1996). Dere kenarı ekosistemleri yılın belli dönemlerinde su altında kaldıklarından aynı zamanda sulak alan olarak da kabul edilmektedir. Dere sistemleri, hidroloji terminolojisiyle fluvial sistemler, onları sarmalayan dere kenarı ekosistemleri sayesinde kentsel, yarı-kentsel ve kırsal çevrenin en önemli peyzaj ögesini oluştururlar. Bir akarsu kesitinde yer alan öğeler aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1).

- Akarsuyun yatağında değişik hızlarda akan su ve içerdığı sucul ortam
- Tabanında yer alan ve makroomurgasız canlı türlerine yaşam ortamı sağlayan sediment tabakası
- Dolu kanal seviyesine kadar uzanan ve genellikle tek yıllık otsu türlerin yer aldığı ve sıkça su altında kalan şevler
- Dolu kanal seviyesinden başlayarak arazi kullanımına bağlı olarak genişleyen ve hem otsu hem odunsu bitki türlerini içeren dere kıyısı ekosistemi
- Balık, kurbağa ve benzeri su ve yarı karasal canlılara habitat sağlayan kayalar ve odunsu moloz birikintileri
- Dere suyu ile taban suyu arasında geçişi sağlayan ve makroomurgasız türlerin yaşam döngülerinde büyük öneme sahip derealtı zone

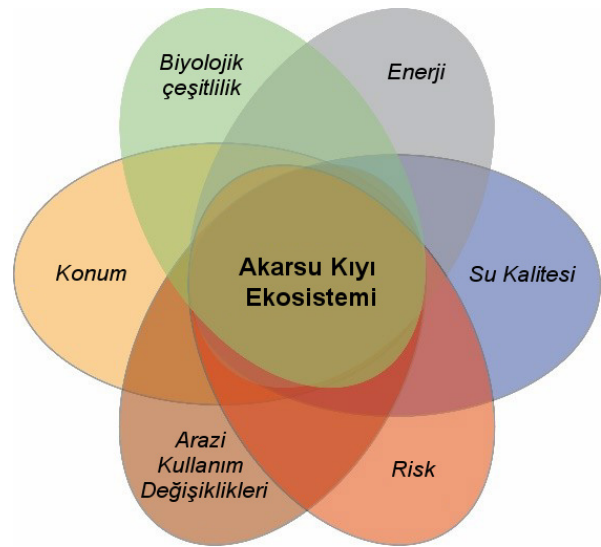


Şekil 1. Sağlıklı bir dere kesitinde tipik olarak bulunan öğeler (Serengil ve ark., 2011)

Dere kıyı vejetasyonu, akarsu sistemlerinin önemli bir bileşenidir ve çoklu sosyo-ekolojik işlevlere hizmet eder (Şekil 2; Malanson, 1993; National Research Council, 2002; Naiman ve ark., 2005). Fiziksel olarak, derelerdeki dere kıyı vejetasyonu bankları koruyarak veya büyük odunsu birikintiler sağlayarak akış koşullarını değiştirir (Gurnell ve Gregory, 1995; Corenblit ve ark., 2007; Gurnell, 2014). Morfolojik bakış açısından, bu etki dere metamorfozunu tetikleyecek kadar güçlü olabilir (Tal ve ark., 2004). Kimyasal olarak, dere kıyı vejetasyonu dere sistemlerinin biyojeokimyasal döngülerini destekler. Örneğin tamponlama etkisi, yayılı kaynaklı kirlilikten etkilenen tarım havzalarında su kalitesini artırır (Sabater ve ark., 2003; Mander ve ark., 2005). Biyolojik olarak, dere kıyı vejetasyonu türleri zengindir ve bölgesel biyolojik çeşitliliği artırır (Sabo ve ark., 2005; Schnitzler-Lenoble, 2007). Bu biyolojik rol aynı zamanda habitat ve koridor fonksiyonları (Roshan ve ark., 2017, de la Fuente ve ark., 2018) ve dere kıyı vejetasyonu sucul ekosistemlerin sıcaklık, organik madde girdileri, vb. üzerindeki etkisi (Wawrzyniak ve ark., 2017; Dugdale ve ark., 2018) ile ilgilidir. Bu işlevlerden bazıları, akarsuların termal koşulları gibi küresel değişikliklerin yerel etkilerini azaltmak için kritik olarak tanımlanmıştır (Kristensen ve ark., 2015; Trimmel ve ark., 2018). Sosyal olarak, dere kıyı vejetasyonu ait olduğu peyzaja katkıda bulunur; bu nedenle kültürel hizmetlere örneğin rekreasyon potansiyelini de geliştirir.

Bu fonksiyonların birçoğu olumlu kabul edilir, çünkü rekreasyon alanları, hammaddeler (örn. odun, enerji) ve su kalitesinin iyileştirilmesi gibi birçok ekosistem hizmeti sağlayarak insanın yaşam kalitesini iyileştirirler (Recchia ve ark., 2010; Flores-Díaz ve ark., 2014). Bununla birlikte, dere kenarı bitki örtüsü de çeşitli sınırlamalar (bozulmalar) ile ilişkilidir ve bu nedenle aşırı hidrolojik olaylarla ilişkili olarak daha olumsuz bir algı oluşturabilir. Düşük akış sırasında, dere kenarı bitki örtüsü kanalı gölgelendirir bu da buharlaşmayı azaltır; ancak su da tüketir (Irmak ve ark., 2013; Flana-

gan ve ark., 2017). Su tüketimi bitki türüne bağlı olsa bile; örneğin, doğal bitki örtüsü, toplumsal ihtiyaçlarla rekabet edebilecek egzotik türlerden daha az su tüketebilir (Ehrenfeld, 2003). Taşkınlar sırasında dere kenarı bitki örtüsü taşkın riskleri üzerinde çelişkili etkiler yaratabilir. Aşağı akımda, dere kenarı bitki örtüsü taşkın etkilerini artırabilecek ancak aynı zamanda su akışını depolayarak taşkın tepelerini azaltabilecek odunsu kalıntılar üretir. Dere kenarı sakinlerinin potansiyel olarak olumsuz bir algısı, arazi kullanım değişikliklerinden (yani otlatma veya tarımın terk edilmesi) kaynaklanan ve kültürel manzarayı değiştiren ve böylece kimliğini değiştiren ormanlık gelişim ile ilişkilidir (Schnitzler ve Génot, 2012). Dere kenarı bitki örtüsü, akarsu sistemlerinde oynadığı tüm sosyo-ekolojik roller düşünüldüğünde geniş bir yönetim ve araştırma literatüründe incelenen bilimsel ve uygulamalı bir nesne olarak kabul edilir (Şekil 2).



Şekil 2. Birçok sosyo-ekolojik konunun önemli bir bileşeni olan akarsu kıyı ekosistemi bitki örtüsü (Dufour S. Rodríguez-González P.M, 2019)



Şekil 3. Belgrad Ormanında sağlıklı bir dere kesiti

Şekil 3'te sağlıklı bir dere kesiti yer almaktadır. Şekilde görüldüğü gibi dere şevleri kökleri, ölü örtü ve otsu türler sayesinde stabil, dere içerisinde bulunan odunsu moloz ve sedimentler makroomurgasızlar için uygun habitat özellikleri sağlamakta, kıyı vejetasyonu ise güçlü bir durumda bulunmaktadır.

Avrupa Birliği (AB) Su Çerçeve Direktifi kapsamında AB'de uygulanmakta olan Nehir Havzası Yönetim Planları (NHYP) "Su ortamlarının iyi duruma kavuşturulmasını" amaçlamaktadır. Bu amaç oldukça makul ve geçerli olmakla birlikte NHYP ve benzer havza planlama ve koruma yaklaşımlarında ekosistemlerin rolü ve kapsamının yeterince vurgulandığını söyleyemeyiz. Bunun başlıca nedeni AB ülkelerindeki arazi kullanma sorunlarının çok daha hafif, ekosistemlerin de sağlıklı oluşudur.

Su Çerçeve Direktifi'nin en önemli özelliklerinden birisi "Nehir Havza Yönetimi" olarak adlandırılan tek bir su kaynakları yönetim sistemi getirmesidir. Buna göre kaynaklar idari veya politik sınırlara göre değil, doğal coğrafik ve hidrolojik esaslara göre belirlenecek "Nehir Havza Bölgeleri"ne ayrılarak yönetilecektir. Bazıları ulusal sınırları da aşabilecek her bir "Nehir Havza Bölgesi" için bir "Nehir Havzası Yönetim Planı" hazırlanması ve 6 yılda bir güncelleştirilmesi gerekmektedir. Bu aynı zamanda koordinasyon gereksinimlerini de ortaya koyacaktır. Nehir havzası yönetim planı, herhangi bir nehir havzası için amaçlanan hedeflere (ekolojik, kantitatif, kimyasal ve özel koruma alanları ile ilgili) öngörülen zaman dilimleri içerisinde nasıl ulaşılabileceğini gösteren bir dokümandır. Plan, akarsu havzalarının karakteristikleri, toplumsal aktivitelerin söz konusu havzadaki sular üzerindeki etkisi ile ilgili durum tespiti, mevcut yasal düzenlemelerin konan hedeflere ulaşmadaki etkinliği, yetersizlikler veya boşlukların doldurulmasına yönelik önlemleri de içerecektir. Ayrıca, akarsu havzasında su kullanımının bir ekonomik analizinin de yapılması gerekir (Akkaya ve ark., 2006).

Su Çerçeve Direktifinde 2008 yılında uygulamaya giren "Nehir Havzası Yönetim Planı" taslağı Madde 13'te her bir gereksinim, aşama ve atılacak adımlar ortaya konmuştur.

Madde 13: Her havza için havza yönetim planı hazırlanması gerekliliği. Sınıraşan bir havzada eğer diğer ülke veya ülkeler de Birlik üyesi ise plan birlikte hazırlanmalıdır. Kıyıdaş diğer ülke veya ülkeler Birlik üyesi değilse öncelikle planı birlikte hazırlanma yolu denemeli, yoksa üye ülke kendi sınırları içinde kalan bölüm için planı hazırlamalıdır.

Ülkemizde henüz "Nehir Havzaları Yönetim Planları" uygulamaya geçmemiş olduğundan yasal ve uygulama anlamlarında bir havza yönetim yapısından söz edilememektedir. Fakat Avrupa Birliğine entegrasyon sürecinde içselleştirilecek yasalar içinde yer alan Su Çerçeve Direktifinin ülkemiz koşullarına uygun hale getirilmesi ve su ortamları odaklı planlamadan, havza odaklı planlamaya ağırlık verilmesi yararlı olacaktır.

Ormanlarımızın yarıya yakını (%47) bozuk yapıda, eğimi ve yükseltisi fazla, yanlış arazi kullanımı ise yaygındır. Dolayısıyla bütünleşik havza yönetimi kapsamında arazi kullanma sorunlarına ve ekosistemlere daha fazla ağırlık verilmesi, başta akarsu koridorlarının etkin kullanımı olmak üzere ekolojik öğeler ve ekolojik çözümlerin daha ön plana çıkarılması daha sürdürülebilir ve etkili sonuçların alınmasını sağlayacaktır (Naiman ve ark., 2005). Zira bu biyolojik sistemler hem su kalitesini biyokimyasal süreçlerle iyileştirmekte hem de canlılar için habitat oluşturma, karbon tutma (Fortier ve ark., 2010) ve sera gazı salımını azaltma, dereyi gölge etkisiyle serin tutma ve sel-taşkın kontrolü gibi birçok ek işlevi de yerine getirmektedir. Kanada'da yapılan bir araştırmada tarım arazilerine komşu hibrit kavaklardan oluşan bir dere kıyısı ekosisteminin yıllık 52 ton/ha karbon, 770 kg/ha azot, 82 kg/ha fosfor tuttuğu belirlenmiştir (Fortier ve ark., 2010).

Dere kıyısı ekosistemlerinin durumu akarsu koridoru etüt yöntemleriyle saptanabilmektedir. Bu etütlerde genellikle akarsu koridorları;

- Fonksiyonellik
- Entegrasyon (doğallıktan uzaklaşma derecesi)
- Habitat potansiyeli

bakımlarından incelenmektedir.

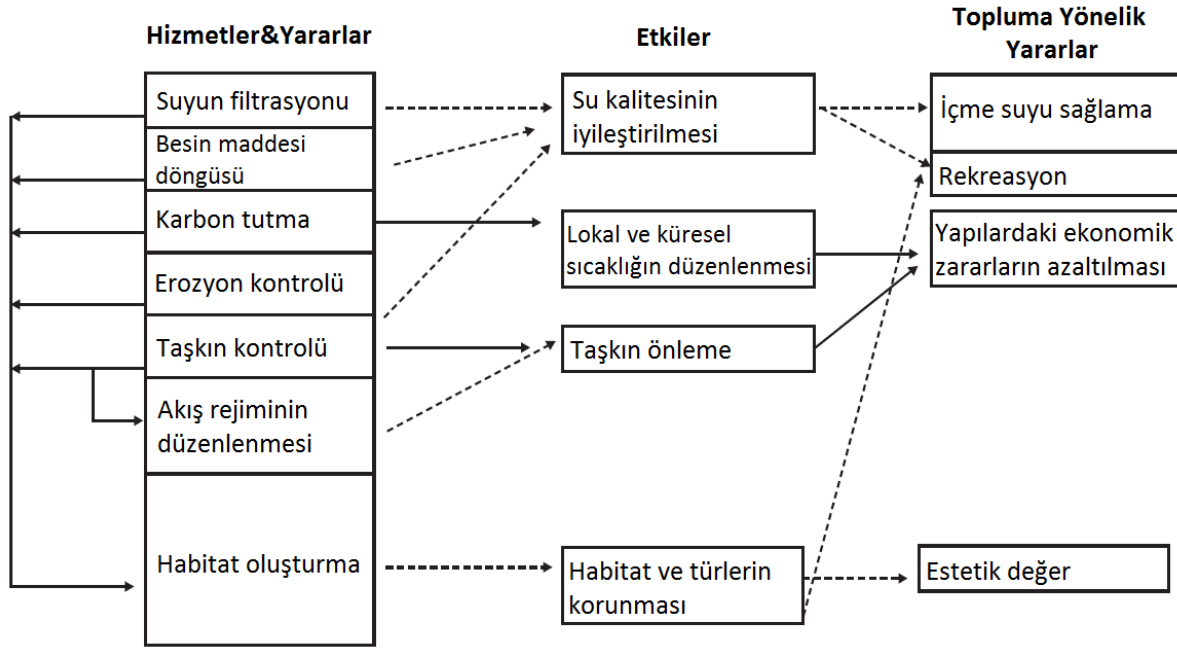
Dere kıyısı ekosistemleri akarsu sistemiyle entegre biçimde ele alındığında akarsu koridoru kavramı ortaya çıkmaktadır (Shields ve ark., 2003). Akarsu koridoru havzada üretilen su ve beraberinde taşınan sediment için hidroekolojik bir drenaj sistemidir.

İçerisindeki sucul ekosistem için ortam oluşturmak yanında havzanın özelliklerini yansıtan bir göstergedir. Örneğin; genellikle kentleşmiş ve doğallıktan

uzaklaşmış havzalarda akarsu koridorlarının da düzenlenmiş ve zaman zaman kanallaştırılmış olduklarını görürüz. Akarsu koridorlarının önemli bileşenlerinden olan dere kıyısı ekosistemlerinin insanlara sağladıkları faydalar içinde (ekosistem hizmetleri) yüzeysel akışı azaltmak ve su kalitesini iyileştirmek önemli yer tutar (Magette ve ark., 1989; Yetman, 2001; Şekil 4).

Wang ve ark. (2011)'na göre dere kıyısı ekosistemleri

yayılı kirliliği havza bazında önlemede kullanılabilecek önemli bir araçtır. Bu aracın besin maddesi tutma fonksiyonu birçok faktöre bağlı olarak değişim göstermekle (Sabater ve ark., 2003) beraber büyük ölçekte etkinliği net olarak ortaya koyulabilmiş değildir. Wang ve ark. (2011)'na göre büyük ölçekte ve havza bazında değerlendirmeler için CBS ve uzaktan algılama yöntemleri kullanılması yararlı olabilir.



Şekil 4. Akarsu kıyı ekosistemlerinin topluma sağladığı faydalar (ekosistem hizmetleri) (www.defra.gov.uk)

3. Akarsu Kıyı Ekosistemleri İyi Yönetim Uygulamaları

3.1. Mevcut Yasal Düzenlemeler

Ormanların işletilmesi amenajman planları vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Amenajman planları genellikle 10 yıl süresince planlama ünitesinde gerçekleştirilecek ormancılık faaliyetlerini kapsamaktadır. Amenajman planlamasının esasları Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı tarafından yayınlanan "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar" adı altında 299 nolu tebliğ ile tanımlanmaktadır.

Tebliğdeki su üretim fonksiyonu ve dere kenarı ekosistemlerinin planlanması ile ilgili eksiklikler Özdemir ve arkadaşlarınca 2018 yılında yayınlanan "Ormanların Su ve Toprak Koruma Fonksiyonlarının Planlamaya Yönelik Değerlendirmesi: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması" başlıklı bilimsel raporda ortaya konulmuştur. Raporda su üretim ve toprak koruma fonksiyonlarının orman planlamasına entegre edilmesi için planlamaya

konu bölgenin bulunduğu havzalarla ilgili bir havza ön değerlendirme raporu hazırlanması gerektiği ve;

- Havza hidrolojik sistemi ve sucul habitatların değerlendirilmesi,
- Dere kıyısı ve sulak alan yönetim planı.

şeklinde iki bölümden oluşmasının yararlı olacağı ifade edilmiştir. Bir başka deyişle projemize konu olan akarsu kıyı ekosistemlerinin planlanmasında iyi yönetim uygulamaları yaklaşımının önü açılmıştır.

Dere kıyısı ekosistemleri halihazırda yerel halk tarafından özellikle tarım arazilerinin verimini iyileştirmede kullanılmaktadır. Dere kıyılarında doğal ekosistemin korunmasına özellikle yerel çiftçilerce özen gösterilmektedir. Orman alanlarında benzer bir durum söz konusudur. Orman teşkilatı dere kıyısı tampon zonlarında yürüttükleri uygulamalarda hassasiyet göstermekte ve ekosisteme mümkün olduğunca zarar vermeme yönünde çaba sarfetmektedir. Bu durum yerel halk ve paydaşların projeye desteği anlamında oldukça yararlıdır.

Orman planlama kapsamında akarsu kıyı ekosistemlerinin ağırlığının artması gerektiği düşüncesindeyiz. Zira Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarına ait usul ve esaslarda ve Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esaslarında yer alan Su kenarı koruma alanlarındaki vejetasyonun korunması için, küçük ve dar tabanlı sulu derelerin her iki yanında 25–50 m, büyük ve geniş tabanlı sulu derelerin her iki yanında ise 50–100 m koruma kuşaklarının ayrılarak korunması ve bu alanlarda orman yapısına göre mutedil müdahalelerde bulunulması hakkında planda bilgi verilmektedir. Ancak, özellikle amenajman tebliğleri basta olmak üzere tüm orman planlama dokümanlarında Ormanların, özellikle akarsu kıyı ekosistemlerinin havza planlamaya entegre edilmemiş olması nedeniyle, ülkemizde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu yer almamaktadır. Bundan dolayıdır ki ormanların hidrolojik fonksiyonu akarsu kıyı ekosistemleri dâhil en iyi yönetim uygulamaları prensipleri ile orman amenajman tebliğleri basta olmak üzere tüm orman planlama dokümanlarına dâhil olmalıdır.

3.2. Ulusal Araştırma Bulguları

Su üretimi ve toprak koruma fonksiyonları diğer orman fonksiyonlarından bazı farklılıklar içermektedir. Bu farklılıkların başında her iki fonksiyonun bütünleşik hidrolojik bir temele sahip olmaları ve havza ölçeğinde ele alınmaları gereğidir. Bu iki fonksiyon amenajman planlarına iki şekilde entegre edilebilir: Birincisi bazı kat-sayılar ve kriterler eklenerek belli ölçüde amenajman planlarına dahil edilme, ikincisi ise amenajman planlarına tam olarak entegrasyonun sağlanabilmesidir. Tam entegrasyondan kasıt orman planlamanın havza planlama ile entegre edilmesidir. Havza planlama kavram ve yaklaşımlarının orman planlamaya dahil edilmesi ve böylece planlanan orman alanlarındaki hidrolojik sorunlara ormancılık perspektifinden çözüm üretilmesidir. Bu yaklaşım iklim değişikliği ve kentleşme gibi çevresel değişimlerin su kaynakları üzerindeki etkilerinin ciddi boyutlara ulaştığı günümüzde bir zorunluluk olarak görülmektedir. Ayrıca ormancılığın ilgi spektrumunu genişletici, yeni iş olanakları yaratıcı bir tercihtir.

Su üretiminin (kalite, miktar, rejim) doğal oluşum mekanizması ormanlık havzalar ve bunların yönetimidir. Su üretimi ve bununla ilişkili iklim değişikliğine uyum çalışmaları ormancılık sektörünün geleceğinde ön planda olması gereken ve sektörü besleyecek kritik bir konudur.

Orman planlamada bu ekosistem hizmetinin 2 şekilde ele alınması yararlı olacaktır:

1. Su üretim hizmetinin sayısallaştırılması ve kullanımına yönelik gelişmiş analitik yaklaşımlar,
2. İklim değişikliğine uyum yönünden ormanların adaptif planlaması.

Orman planlamanın bu içerikten faydalanarak kendi planlama çerçevesini oluşturması, bir başka deyişle kullanabileceği yaklaşımları kendi planlama sistemine

işselleştirmesi yararlı olacaktır.

Ülkemizde orman hidrolojisi konusunda araştırma eksiklikleri vardır. Bu eksikliklerin temel gerekçesi sektörde konuya yeterli önemin verilmiyor olmasıdır. Ormancılık araştırma kurumlarımız maalesef geçmiş yıllarda orman hidrolojisi konusunda araştırmaları teşvik etmekte yetersiz kalmıştır. İklim değişikliği ve bununla ilişkili arazi bozulmasının negatif etkilerinin azaltmak, uyum kapasitesini artırmak ve su üretimini bir ekosistem hizmeti olarak sayısallaştırıp planlamaya aktarmak bakımından aşağıdaki konu başlıklarına ulusal ArGe ve kapasite geliştirme projelerinde yer verilmelidir. Bu konuda küresel bazda araştırma öncelikleri ise Serengil ve ark., (2011) tarafından verilmiştir.

- Uzun dönemli hidroekolojik araştırma (akış, yağış evapotranspirasyon, su kalitesi, sucul flora ve fauna vb.)
- Ülkeye özgü hidroloji ve erozyon modelleri
- İklim değişikliğine uyum konusunda araştırmalar (bitki kompozisyonundaki ve orman yapısındaki değişimler vb.)
- Hidroloji bazlı ekosistem hizmetlerinin (su miktarının ve rejiminin düzenlenmesi vb.) sayısallaştırılması ve optimizasyonu
- Akarsu kenarı ekosistemlerinin orman ve havza planlamaya entegrasyonu. Akarsu kenarı ekosistemlerinin işlevlerinin tam anlamıyla anlaşılması ve bu tampon zonların havza fiziksel ve hidrolojik özellikler ile ilişkilerinin araştırıldığı araştırma konularına odaklanması gerekmektedir

Uzun dönemli ekosistem izleme çalışmaları bu bakımdan çok önemlidir. Ülkemizde ormancılık alanında uzun dönemli olarak yürütülen araştırma sayısı oldukça azdır. Bunlardan en önemlisi orman ekosistemlerinin sağlık ve hayatiyetinin izlenmesi ve değerlendirilmesi konusunda ICP Forests ile bağlantılı projedir. Bu proje kapsamında orman ekosistemlerinde kurulan Seviye I ve Seviye II daimi örnek alanlarından çeşitli parametrelere ilişkin ölçüm ve gözlemler yapılmakta, değerlendirme sonuçları diğer ICP- Forests ülkeleri ile paylaşılmaktadır. Bundan çok daha uzun süreli diğer bir proje ise bir araştırma projesi olup 1978 yılında temelleri atılmıştır. İstanbul Üniversitesi Havza Yönetimi Anabilim Dalının öğretim üyelerince kurulan Ortadere Araştırma Projesi ile 1980 yılından günümüze ormanlık havzalarda yağış, yağış kimyası, akış, akış kimyası ve atmosferik parametreler toplanmakta ve değerlendirilmektedir. Bu projeden prestijli uluslararası dergilerde çıkan çok sayıda yayından bazıları şunlardır;

Balcı, A.N., Özyuvacı, N., Özhan, N., 1986. *Sediment and nutrient discharge through streamflow from two experimental watersheds in mature oak-beech forest ecosystems near Istanbul, Turkey. Journal of Hydrology.*

Serengil, Y., F. Gökbülak, S. Özhan, A. Hızal, K. Şengönül, N. Balci, ve N. Özyuvacı, "Hydrological impacts of a slight thinning treatment in a deciduous forest ecosystem in Turkey," *J. of Hydrology*, 333, 569-577 (2007).

Serengil, Y., Gökbülak, F., Özhan, S., Balci, N., Özyuvacı, N., Hızal, A., Sengonul, K.. *Nutrient discharge altered with selective cutting in a deciduous forest ecosystem. Forest Ecology and Management*, 246, 264-272 (2007).

Gökbülak, F., Serengil, Y., Özhan, S., Özyuvacı, N., Balci, N., 2008. *Effect of timber harvest on physical water quality characteristics. Water Resources Management*, 22, 635-649.

Gökbülak, Serengil, Y., Özhan, S. Özyuvacı, AN. Balci, 2008. *Relationship between streamflow and nutrient and sediment losses from an oak-beech forest watershed during an 18year long monitoring study in Turkey. European Journal of Forest Research*. 127:203-212.

Özhan, S., Gökbülak, F., Serengil, Y., Özcan, M., 2010. *Evapotranspiration from a mixed deciduous forest ecosystem. Water Resources Management, Vol:24, 2353-2363.*

Gökbülak, F., Şengönül, K., Serengil, Y., Yurtseven, İ., Uygur, B., Özhan, S., Özcan, M., 2013. *Bulk precipitation chemistry at the forest and forest village. Atmospheric Research*. 134 (2013) 161–174.

Gokbulak, F., Sengonul, K., Serengil, Y., Yurtseven, İ., Özhan, S., Cigizoglu, H.K., Uygur, B., 2015. *Comparison of Rainfall-Runoff Relationship Modeling using Different Methods in a Forested Watershed. Water Resources Management, September 2015, Volume 29, Issue 12, pp 4229-4239.*

Ortadere Araştırma Projesi ile ılıman kuşak yapraklı orman ekosistemlerinde hem atmosferik birikim hem de akış özellikleri konusunda uzun dönemli verilere ulaşılabilmekte, ayrıca bazı ormancılık uygulamalarının hidroekolojik etkileri ortaya konulabilmektedir.

OGM Araştırma Müdürlüklerinde buna benzer araştırma projelerinin yer alması farklı ekosistemlerde ekolojik ve hidrolojik değişimleri ve deneysel çalışmaları ortaya koyma olanağı sunacaktır. Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) Ortadere Araştırma Projesine benzer farklı ekosistem tiplerini incelemeye yönelik 10'a yakın uzun dönemli hidroekolojik izleme projesi yürütülmektedir.

Diğer önemli araştırma konusu ülkeye özgü hidroloji ve erozyon modeli eksikliğidir. Ülkemizde halen genellikle ABD kökenli hidroloji ve toprak koruma modelleri (SWAT, Brook 90, WEPP vb.) kullanılmaktadır. Bu modellerin geliştirilmesi oldukça zahmetli ve uzun süreli verileri gerektirdiğinden geliştirme süreçleri oldukça zordur. Yine de uzun vadede bu konuda araştırma projelerinin geliştirilmesi, bu arada da halen

kullanılmakta olan yabancı modellerin veri altlıklarının geliştirilmesi yararlı olacaktır.

Halen yürütülmekte olan karşılaştırmalı araştırma yaklaşımının modellemeye yükseltilmesi ciddi bir kapasite geliştirme sorunu olarak görülse de ileriki yıllarda gerçekleştirilmesi zorunlu bir gelişme alanıdır. Modelleme sadece hidrolojik ve ekolojik sistemleri daha iyi anlamamızı değil aynı zamanda ileriye veya farklı senaryolara dönük ekosistem tepkilerini ortaya koymamızı sağlayacaktır. Bu da iklim değişikliğine uyum anlamında önemli bir adım, aynı zamanda farklı yönetim senaryolarını karşılaştırma imkanı anlamına gelmektedir.

Modelleme sayesinde orman zararlarının farklı ekosistem hizmetlerine olan etkileri, farklı yönetim senaryoları ile ekosistem hizmetlerinin optimizasyonu vb. konular ortaya konulabilir. Nitekim dikkate alınması gereken önemli bir konu da ekosistem hizmetlerinin sayısallaştırılarak birbirleri ile etkileşimlerinin ortaya konulması ve optimizasyonudur. Örneğin; karbon tutma ve su üretimi birbiri ile yakından ilişkili ve önümüzdeki yıllarda sıkça gündeme gelecek iki önemli ekosistem hizmetidir. Karbon tutumu iklim değişikliği ile mücadelede azaltımı, su üretimi ise uyumu temsil eden ve yönetim bakımından farklılıklar taşıyan hizmetlerdir.

Ormancılık ve hidroloji ekseninde son yıllarda yeni bir konu gündeme gelmektedir. Kentsel nüfusun artışıyla paralel olarak son yıllarda kentsel alanların tasarımında ekolojik yaklaşımların ön plana çıktığını görmekteyiz. Bu durum şehir bölge planlamada yeşil alanların daha etkin ve yaygın kullanımını temel almaktadır. Bu sayede geçirimsiz yüzeylerin daha az yer kapladığı, kentsel ısı adası etkisinin azaltıldığı, taban suyunun daha iyi beslendiği, mikroiklimin düzenlendiği, hava ve gürültü kirliliğinin azaltıldığı kentsel alanlar oluşturulması hedeflenmektedir. Dahası çevre ile entegre tasarım anlayışları amaçlanmaktadır.

İklim değişikliği ile mücadelede ve uyum kapsamında hem kırsal hem kentsel hem de yarı kentsel alanlarda yapılması olası uygulamalar söz konusudur. Ormanların koruyucu ve düzenleyici hizmetleri kırsalda tarım arazilerinde verimi artırıcı (rüzgar şeritleri, dere kıyısı ekosistemleri, silva pastoral sistemler vb.), kentlerde kentsel ısı adası etkisini azaltıcı (mikro iklimi düzenleyici) ve birim alandaki toprak karbon stoklarını artırıcı, yarı kentsel alanlarda ise ekolojik tasarımlı yerleşimler (permakültür, ekolojik peyzaj tasarımı vb.) oluşturulmasına hizmet etmelidir. Kırsal alanlardaki nüfus hızla azaldığına ve kentsel alanlara fazla müdahale olanağı kalmadığına göre arazi planlama çalışmalarında öncelik kentlerin kırsalla birleştiği ve hızla betonlaşma eğilimi gösteren yarı kentsel alanlara verilmelidir. Tüm bu konularda büyük araştırma boşlukları olduğu söylenebilir.

Özdemir ve arkadaşlarınca 2018 yılında yayınlanan "Ormanların Su ve Toprak Koruma Fonksiyonlarının

Planlamaya Yönelik Değerlendirmesi: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması” başlıklı bilimsel raporda Marmara Bölgesi araştırma sonuçlarına göre orman ekosistemlerinin su üretim ve toprak koruma fonksiyonları oldukça karmaşık süreçleri içermektedir. Bu süreçler intersepsiyon, orman altı yağış, infiltrasyon, yüzeyel akış, yüzey altı ve taban suyu akışı, dere akışı, toprak ve su yüzeyinden buharlaşma ve transpirasyon gibi alt süreçlere ayrılmaktadır. Orman ekosistemini içeren bir havzaya düşen yağış su döngüsü bu saydığımız süreçlerden geçmektedir. Yağışın tipi, şiddeti, süresi ve miktarı ile ekosistemin başta yaprak yüzey indeksi olmak üzere birçok parametresi (örn. sıklık, tabakalılık, diri örtü) yanında sıcaklık ve nem koşulları intersepsiyonu etkilemektedir. Bunlara toprak özellikleri ve yağış sırasındaki toprak nemi de eklendiğinde yüzeyel akışı etkileyen parametreler ortaya çıkmaktadır. Tüm bu alt süreçler toplam buharlaşmayı (ET) ve dolayısıyla akışı (yağış - toplam buharlaşma $\pm$ toprak nemi) etkilemektedir. Bu durum oldukça basit bir sonucu ortaya koymaktadır; aynı havzaya düşen aynı miktarda yağış çok farklı miktarlarda akışlar üretebilmektedir. Bu durum hidrolojik fonksiyonun orman planlamaya entegrasyonunda basit matematik denklem ve katsayıların kullanılamayacağını en basit şekilde ortaya koymaktadır.

İntersepsiyon ET’nin önemli bir bileşenini oluşturmaktadır ve yaprak yüzey indeksiyle (LAI) ilişkilidir. Öte yandan intersepsiyon LAI ilişkisi birçok ekolojik faktörün etkisi altındadır. LAI intersepsiyon ve ET hesaplamalarında hidrolojik modellerde kullanılan başlıca parametredir. Bu çalışmada LAI’nin ET hesaplamalarında kullanılabilme potansiyeli ortaya konulmaya çalışılmıştır. Sonuçlar LAI-intersepsiyon ilişkisinin intersepsiyon-yağış ilişkisi kadar kuvvetli olmadığını ve meşcere tipine bağlı olarak değiştiğini ifade etmektedir. Yağış şekli ve meşcere özellikleri değişken olduğu durumlarda LAI-intersepsiyon ilişkisi de zayıflamaktadır. Örneğin; düşük şiddette çok sayıda yağış olayı (örn. yaz aylarında), şiddetli tek bir yağışa oranla çok daha fazla bir intersepsiyon kaybı yaratabilir. Yine de LAI değerleri ile intersepsiyon kaybı belli hassasiyette hesaplanabilmektedir. Proje kapsamında sabit noktalarda ölçülen LAI değerleri sayesinde LAI’nin yıl içindeki değişkenliği ortaya konulmuştur. Bu sayede hem ibreli hem de yapraklı ekosistemler için herhangi bir mevsimde ölçülmüş olan LAI değerleri tüm yıla enterpole edilebilmiştir.

Sabit noktalarda ölçülen LAI değerleri önemli bir bulguyu daha ortaya koymuştur. İğne yapraklı ve geniş yapraklı meşcereler arasında LAI farkı düşünüldüğü kadar fazla değildir. Kış aylarında özellikle yağışın çok düştüğü aralık ve ocak aylarında yapraklı ormanların LAI değerleri düşük seyretmekte, mayıs ayında ise en yüksek seviyeye ulaşmaktadır.

LAI ölçmeleri ormanların hidrolojik amaçlar için planlanmasında dikkate alınması gereken en önemli para-

metre olarak karşımıza çıkmaktadır. Yağışlı aylardaki düşük LAI değerleri daha az ET, daha çok akış anlamına gelmektedir.

Öte yandan proje kapsamında ölçülen ölü ve diri örtü değerleri ile LAI arasında doğrusal bir ilişki olup olmadığı da incelenmiştir. LAI ile ölü örtü arasında istatistiksel anlamda önemli pozitif bir ilişki saptanırken; LAI-dirli örtü ve diri örtü-ölü örtü arasında anlamlı bir korelasyon saptanmamıştır.

SPOT 2012 uydu görüntüsünden türetilen NDVI değerleri ile LAI arasında geliştirilen doğrusal denklemin anlamlı düzeyde olması NDVI verilerinden LAI’ye, LAI den de ölü örtü kalınlığına geçilebileceğini ortaya koymaktadır. Dolayısıyla Marmara gibi nispeten homojen orman alanları ile kaplı bir bölgede ve hassas bir uydu görüntüsü ile bölgedeki orman alanlarının kapallılığı, kapallılık düzeyine bağlı olarak intersepsiyon ve ölü örtü değerleri belli güven düzeyinde tahmin edilebilir. Amenajman çalışmaları için bu güven düzeyi muhtemelen yeterli olacaktır. İntersepsiyon su üretimi bakımından, ölü örtü ise erozyon yönünden etkin parametrelerdir.

Öte yandan Marmara Bölgesinin çeşitli orman alanlarında yapılan arazi incelemeleri ve ölçmeler su kalitesi koşullarının oldukça pozitif olduğunu ortaya koymuştur. Bölgedeki akarsularda (ormanlık havzalardaki) başta pH ve elektriksel iletkenlik olmak üzere su kalitesi parametrelerinin kirliliği işaret etmediği belirlenmiştir.

Toprak koruma ve su üretim fonksiyonları orman amenajman planlarına entegre edilirken genel hiyerarşi aşağıdaki gibi olmalıdır.

3.2.1. Doğal göl havzaları önerilen yönetim stratejisi

- Doğal ekosistemin korunması
- Minimum yol yoğunluğu
- Özel bir yönetimin olması
- LAI için bir eşik değerinin belirlenmesi
- Ölü örtü için bir eşik değerinin belirlenmesi
- Önerilen bir değerlendirme ölçütü yer alması

3.2.2 Baraj havzaları önerilen yönetim stratejisi

- Doğal ekosistemin korunması
- Minimum yol yoğunluğu
- Yönetimde sınırlamanın olması
- LAI’nin yağışlı mevsim boyunca $0,5 \text{ m}^2/\text{m}^2$ nin altında olması
- Minimum 5 cm ölü örtü
- Ana değerlendirme kriteri: Yağış (20-30 mm/yüzey) boyunca yüzeyel akışın yaşanmaması

3.2.3. Akarsu kıyı zone önerilen yönetim stratejisi

Akarsu kıyısı tampon zonlarının genişlikleri eğime ya da tampon zonun amacına göre değişebileceği gibi dere

sınıfları göz önünde bulundurularak da belirlenebilir.

Akarsu düzeneği, akarsu düzeni kollarının sayısı üzerine temellendirilmiş bir drenaj sistemindeki akarsuların hiyerarşik olarak nispi sınıflandırılmasıdır. Sınıflandırma metotları akarsu düzeneği fonksiyonunda bulunan Strahler metotlarıyla sağlanır. Akarsuların bazı özellikleri akış düzenleri esas alınarak çıkarılabilir. Örneğin, akarsuyun ilk kolunun (küçük veya kesintili akarsular) yukarı akım kolları yoktur ve kaynak noktası olmayan kirlilik problemlerine daha fazla eğilimli olabilir. Ek olarak, akarsu düzeneği diğer yazılım modellerinde taşkın potansiyelini tahmin etmek için de kullanılır (Sengun ve ark., 2014).

Tablo 1. Strahler dere sınıflaması ve tampon zon genişliği

Strahler dere sınıflaması	Tampon zon genişliği (m)
1-2	300
3-4	200
5 ve üzeri	100

- Doğal ekosistemin korunması
- Minimum yol yoğunluğu
- Minimum ormancılık uygulaması

- LAI için bir eşik değerinin belirlenmemesi
- Ölü örtü için bir eşik değerinin belirlenmemesi
- Ana değerlendirme kriteri: Yağış (20-30 mm/s) boyunca yüzeysel akışın yaşanmaması

3.2.4. Sel ve taşkın havzası önerilen yönetim stratejisi

Eğer taşkın yatağında mevcut yerleşim varsa;

- Doğal ekosistemin korunması
- Minimum yol yoğunluğu, geniş kapasiteye sahip drenaj hendekleri ve sık bakım
- Minimum yönetim ve kesim
- LAI'nin yıl boyunca 1 m²/m² nin üzerinde olması
- Minimum 5 cm ölü örtü
- Tensilin kesinlikle yapılmaması
- Lokal ibreli türler (mevcutsa) tercih edilmelidir

Özdemir ve arkadaşlarınca 2018 yılında yayınlanan “Ormanların Su ve Toprak Koruma Fonksiyonlarının Planlamaya Yönelik Değerlendirmesi: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması” başlıklı proje kapsamında yapılmış olan çalışmalar ışığında Orman Amenajman Planlarında hidrolojik fonksiyonun yeri ile ilgili öneriler Tablo 2’de ifade edilmiştir.

Su üretim fonksiyonuna ayrılan bir plan ünitesinde kalite, miktar ve sucul habitatların korunması alt

Tablo 2. Hidrolojik fonksiyonun orman amenajman planlarında değerlendirilmesi

Genel Orman Fonksiyonu	Koruma Hedefi	Koruma Alt Hedefi	Değerlendirilen Alt Faktör
Hidrolojik Fonksiyon	Su Üretim Fonksiyonu	Su Kalitesi	
		Su Miktarı (Verimi)	
		Sucul Habitatların Korunması	
	Sel-Taşkın Önleme Fonksiyonu	Sel Önleme	
		Taşkın Önleme	
	Toprak Koruma Fonksiyonu	Erozyon Önleme Fonksiyonu	Tabaka erozyonu
			Oluk erozyonu
			Oyuntu erozyonu
			Kanal erozyonu
		Kütleli Toprak Hareketleri Fonksiyonu	Rüzgar erozyonu
			Heyelan
			Moloz akması
		Çığ Önleme Fonksiyonu	Tabaka akması
		Taş ve Kaya Yuvarlanmaları Önleme Fonksiyonu	

fonksiyonlarından birisi ağırlıklı olabilir. Fakat bu üç alt fonksiyon birbirleri ile ilişkilidir ve aralarında bir çatışma söz konusu değildir. Zira su miktarı alt fonksiyonunda amaç aşağıda da açıklandığı üzere akışın doğal seviyesinin (miktarı) korunmasıdır, daha fazla akış üretmek veya su verimini artırmak değildir. Bu durumda planlamaya konu alanlarda kalite, miktar ve rejim şeklinde bir ayrıma gitme ihtiyacı ortadan kalkmaktadır. Eski doktrinde kalite ve miktar kavramları çelişiyor gibi ifade edilmekteydi. Örneğin; orman sıklığı azaltılırsa verimin artacağı buna karşın kalitenin azalacağı öngörülmekteydi. Durumun aslında böyle olmadığı yani ormanı aralamanın su verimini önemli ölçüde artırmayacağı buna karşın kaliteyi ve habitat özelliklerini negatif yönde etkileyeceği ortaya konulmuştur. Yukarıdaki bölümlerde de açıklandığı üzere Belgrad Ormanı ekolojik koşullarında 3 kapalı bir ormanda akışı istatistiksel olarak algılanabilecek seviyede etkilemek için en az % 20 aralama yapmak gerekmektedir. Ekonomik seviyede etki için aralama şiddeti % 50'lere çıkarılsa bile su verimi artışı en fazla 2-3 yıl sürecek sonra normal seyrine dönecektir. Eğer aralama sonrası yağış ortalamadan düşük seyrederse akışta beklenen artış da gerçekleşmeyebilir. Bir başka deyişle yüksek bir yaprak yüzey indeksine sahip orman yapısı yerine düşük orman yapısı su verimi anlamında tercih edilir; fakat aradaki su üretim farkı genellikle ihmal edilebilir düzeydedir. Su üretiminde genellikle topoğrafya, toprak yapısı ve iklim parametreleri bitki örtüsünden çok daha etkindir. Dahası su üretim havzalarında diğer arazi kullanımları da etkilidir ve üretilen suyun barajdan buharlaşmasını engellemeye yönelik tedbirler alınmadan ormancılıkla verimin artırılması pek olası değildir. Zira baraja fazladan ulaşacak her metreküp su baraj su

yüzeyini genişletip buharlaşmayı artırarak fazladan gelecek suyu dengeleyecektir. Marmara bölgesinde yağış 1000 mm civarındadır ve büyük oranda kışın düşmektedir. Yağışın 600 mm nin altında olduğu buharlaşma koşullarının da yüksek olduğu bölgelerde ormanlara su verimini artırmaya yönelik yapılacak olan müdahaleler birçok durumda hiçbir ekonomik sonuç vermeyecektir.

Kısaca su verimini artırmak üzere ormana müdahale edilmesi birçok durumda fayda maliyet yönünden doğru bir yaklaşım olmayacaktır. Bunun yerine su miktarına (verimi) yönelik bir planlamada amaç doğal akış koşullarının sağlanmasıdır. Bu yaklaşım sucul habitatların da korunması anlamına gelmektedir.

Toprak koruma; erozyon, kütsel toprak hareketleri, çığ ve taş/kaya yuvarlanma alt fonksiyonlarını kapsayan hidrolojik bir fonksiyondur ve hidrolojik süreçlerden kaynaklandığı için hidrolojik fonksiyon altında ele alınır.

Su üretimi açısından içme suyu ve sulama suyu ayrımı anlamsızdır. Zira içme-kullanma suyu barajlarında da sulama suyu barajlarında da 2 temel sorun söz konusudur: Suyun orman dışı arazi kullanımları ile kirletilmesi ve sedimentasyonla baraj ömrünün kısalması.

Tüm fonksiyonlar için çevresel etkileri minimize etmeye dönük temel bir iyi uygulama kılavuzu hazırlanmalı ve tüm ormancılık uygulamalarında dikkate alınmalıdır.

Ormanların toprak koruma ve su üretim fonksiyonları havza ölçeğinde ele alınması gerekliliği ve bunun için yukarıdan aşağı bir planlama yaklaşımı önerilmektedir (Özdemir ve ark., 2018; Tablo 3).

Tablo 3. Havza planlama çalışması (Özdemir ve ark., 2018)

Aşama	Zaman aralığı (T_0 : planlama çalışmasının başlangıç zamanı)	Planlama fazları	Açıklama
1	$T_0 - T_0+6ay$	Durum analizi ve planlama için ön değerlendirme aşaması	İlk aşama. Arazi örnekleme çalışması başlamadan 6-12 ay önce gerçekleştirilir
2	$T_0+6ay - T_0+12ay$	Arazi örnekleme ve planlama aşaması	Genellikle 3-6 ay arası süren arazi örnekleme çalışmaları
3	$T_0+12 ay - T_0+11 yıl$	Uygulama (restorasyon) aşaması	Planın uygulama süresi olan 10 yıl
4	$T_0+11 yıl - T_0+12 yıl$	Doğrulama aşaması	Plan uygulaması sonrası doğrulama aşaması. Genellikle 3-6 ay

Bu yaklaşıma göre birinci aşamada (planlama çalışması öncesi 6 aylık süreç):

- Ana havza adı ve özelliği belirlenir (Örneğin; Van Kapalı havzası, Doğu Akdeniz havzası vb.)
- Alt havzalar CBS altlıkları ile belirlenir ve havzalar

kategorize edilir. Bu kategoriler:

- Baraj havzası (içme, elektrik, sulama vb)
- Doğal su ortamı (lagün, haliç vb.) havzası ve
- Sel taşkın üretme riski taşıyan havzalar

- Havza Durum Sınıflaması yapılır. ABD Ormancılık Teşkilatı yaklaşımı (Potyondy ve Geier, 2011) önerilmektedir. Havza Durum Sınıflaması açıklaması Havza Değerlendirme Raporu'nda verilmiştir
- Planlamaya konu olacak havzada dere sınıflaması yapılır. Strahler yöntemi önerilmektedir
- CBS altlığında dere kıyı zonu katmanı çizilir. 1 ve 2 numaralı dereler için 300 metre veya havza sınırı. 3 ve 4 numaralı dereler için 200 metre veya havza sınırı, 5 ve üzeri numaralı dereler için ise 100 metre veya havza sınırı dikkate alınır
- Planlamaya konu havzada dere segmentleri ince-nerek kritik segmentler işaretlenir. Planlamaya konu alanda yapılması gerekli ek arazi çalışmaları (envanter karneleri buna göre düzenlenmeli): Planlamaya konu havzada orman amenajman planları için yapılan arazi çalışmalarına ek olarak alanda yapılması önerilen ölçümler aşağıda verilmiştir

Geleneksel olarak örneklenen alanlarda mevcut ölçümlere ek olarak,

- Yaprak yüzey indeksi (m^2/m^2) ölçülmelidir

- Toprak derinliği (cm) ölçülmelidir
- Toprak örneği (1 kg) alınmalı, toprak laboratuvarında toprak tekstür, erozyona duyarlılık ve organik madde içeriği analiz edilmelidir
- Ölü örtü kalınlığı (cm) ölçülmelidir
- Erozyon (tabaka, oluk, oyuntu, kanal) indikatörleri (kökler, kompaktlaşma vb.) alanda incelenmelidir
- Kütlesel toprak hareketi (heyelan, moloz akıntısı vb.) indikatörleri alanda incelenmelidir
- Taş kaya yuvarlanması, sel-taşkın ve çığ indikatörleri (araziye örtmüş taş ve kayalar, eğri gövdeler vb.) alanda incelenmelidir

Kritik akarsu kesitlerinde arazi kesiti inceleme föyü (Özdemir ve ark., 2018) doldurulmalıdır.

3.3. Akarsu Koridoru Yönetim Planı (AKYP)

Akarsu Koridoru Yönetim Planı (AKYP) Havza Değerlendirme Raporunun (HDR) akarsu koridorlarına ağırlık veren ekidir. HDR çalışması sonrası hazırlanmalıdır. Akarsu koridoru ve kıyı ekosistemleri zaman zaman yerel halk tarafından su alımı ve deşarj amaçlı kullanıldığından AKYP'nin sosyal bir boyutu da bu-

Tablo 4. Akarsu koridoru inceleme föyü - Genel tanımlamalar (Özdemir ve ark., 2018)

Kayıt No:									
Foto no:									
Koordinat:	X								
	Y								
Yükseklik:	Z								
Kanal tipi	A	B	C	D	E	F	G	H	
Su hızı (m/sn)	0,1>	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,6	0,6-0,7	0,7-0,8	
Genişlik/derinlik oranı									
Eğim (%)	< 0.05	0.05-2.0	2.0-4.0	4.0-6.0	6.0-8.0	8.0-10.0	10.0-15.0	15<	
D ₅₀ (mm) gözlem	< 0.06	0.06-2.0	2.0-64	64-256	256-2048	>2048			
D ₅₀ (mm) analiz	< 0.06	0.06-2.0	2.0-64	64-256	256-2048	>2048			
D _{0.85} (%)	< 6	6-11	11-18	18-30	>30				
Dolu kanal yüksekliği (Bankfull discharge h) (m)									
Dolu kanal genişliği (Bankfull discharge w) (m)									
Taşkın genişliği (maks der. 2 katı yük-sekte) (m)	<10	10-20	20-30	30-40	40-50	>50			
Oyulma oranı (Entrenchment w)	1.0-1.4	1.41-2.2	>2.2						
Sinuosite	düz	düşük	orta	yüksek					
Balık geçişi	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf	Geçişe kapalı				
Balık popülasyonu	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf	Rastlanmadı				
Kurbağa popülasyonu	Çok iyi	İyi	Orta	Zayıf	Rastlanmadı				
Makroomurgasız türler ve sayıları									

lunmaktadır. AKYP’da yer alan bölümler ve içerikleri aşağıdaki gibidir.

- Akarsulardan Faydalanma Durumu
- Akarsu Koridoru Durumu

- Akarsu Koridoru Genişlik
- Akarsu Koridoru Bitki Kompozisyonu
- Ölü Örtü ve Ölü Odun

Tablo 5. Akarsu koridoru inceleme föyü - Dere kıyısı ekosistemi inceleme kısmı (Özdemir ve ark., 2018)

Arazi kullanımı											
sağ	orman	çayır	tarım	yol	beton	yerleşim	çalı				
sol	orman	çayır	tarım	yol	beton	yerleşim	çalı				
Kıyı vejetasyonu kompozisyonu											
sağ	otsu/odunsu	odunsu ağır.	otsu ağırl.	sadece otsu	sadece odunsu						
sol	otsu/odunsu	odunsu ağır.	otsu ağırl.	sadece otsu	sadece odunsu						
Kıyı vejetasyonu-nun gölge etkisi											
sağ	Çok az	Az	Orta	Ciddi	Şiddetli						
sol	Çok az	Az	Orta	Ciddi	Şiddetli						
Odunsu/çalı türleri											
Otsu türler	akasya										
	lollium, brom, polyg-ram										
Otlama	Yok	Az	Orta	Ciddi	Şiddetli						
Kıyı vejetasyonu genişliği											
sağ	0	0-1 m	1-2 m	2-5 m	5-10 m	10-15 m	15-30 m	30-100 m	0	>100 m	0
sol	0	0-1 m	1-2 m	2-5 m	5-10 m	10-15 m	15-30 m	30-100 m	0	>100 m	0
Odunsu türlerin sıklığı (10 m ² de adet)											
Odunsu türlerin ort. yüksekliği (m)	0										
Otsu türlerin Dip Örtü Yüzeyi (%)	Bitki ile kaplı alan	Açık alan									
sağ											
sol											
Shannon Wiener indeksi											

Tablo 6. Akarsu koridoru inceleme föyü - Dere kıyısı erozyon durumu (Özdemir ve ark., 2018)

Kanal erozyonu	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok şiddetli
Dip Oyulması	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok şiddetli
Taşkın bölgesinde tabaka erozyonu	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok şiddetli
Taşkın bölgesinde oyuntu	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok şiddetli
Kök oyulması	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok şiddetli
Şevlerde çığnenme	Yok	Hafif	Orta	Şiddetli	Çok şiddetli
Şevlere moloz dökümü	Yok	Var			

Tablo 7. Akarsu koridoru inceleme föyü - Dere kıyısı ekosistemi doğallık (Özdemir ve ark., 2018)

Kanal doğala ne kadar yakın?	Doğal	Otlatma	Rekreasyon	Çiğnenme	Moloz dökülmesi	Dere ve- jetasyonu tahribi	Kanal deşarjı
Kıyı vejetasyonu durumu nedir?	Yoğun	Orta	Seyrek	Mevcut değil			
Kıyı vejetasyonunun gölge etkisi	Çok az	Az	Orta	Ciddi	Şiddetli		
Kıyı vejetasyonunun kompozisyonu	Otsu/ odunsu	Odunsu ağırl.	Otsu ağırl.	Sadece otsu	Sadece odunsu		
Kanalda derinleştirme yapılmış mı?	Çok az	Az	Orta	Ciddi	Şiddetli	Yok	
Kanalda genişletme yapılmış mı?	Çok az	Az	Orta	Ciddi	Şiddetli	Yok	
Kanalda düzleştirme yapılmış mı?	Çok az	Az	Orta	Ciddi	Şiddetli	Yok	
Beton kanallaştırma yapılmış mı?	Evet	Hayır					
Kıyı vejetasyonu durumu nedir?	Doğal	Hafif otlat- ma					
Köprü geçişi var mı?	50 m üst	100 m üst	50 m alt	100 m alt	yok		
Yola uzaklık	20 m>	40 m>	60 m>	80 m>	100 m>		
Yerleşime uzaklık	20 m>	40 m>	60 m>	80 m>	100 m>		
Tarım alanlarına uzaklık	20 m>	40 m>	60 m>	80 m>	100 m>		
Suda biyolojik aktivite	balık	balık yav- rusu	balık lar- vası	kurbağa	kurbağa yavrusu		
Kanal tabanında bitkilenme var mı?	Yoğun	Orta	Seyrek	Mevcut değil			
50 metrede havuz sayısı	0	1-3	4-7	8-			
50 metrede oluk sayısı	0	1-3	4-7	8-			
50 metrede birikinti sayısı	0	1-3	4-7	8-			
Odunsu Moloz boyutu (cm)	1-10	10-20	20-30	y			
Gömülmüslük (%)	0-25	25-50	50-75	75-100			

3.4. Ormanların Toprak Koruma Fonksiyon ve Hizmetleri

Erozyon sıkça görülen doğal bir mekanizmadır. Arazi-ler erozyonla şekillenir, akarsularda, göller ve denizlerde yaşayan canlılar da sedimentlerce taşınan maddelerle beslenir. Mücadeleye konu olan hızlanmış erozyonla doğal erozyonu birbirinden ayırmak gerekmektedir. Ülkemizde hızlanmış erozyon yani insan faaliyetleri sonucu gerçekleşen erozyon oldukça yaygındır. Ormancılık sektöründe ve ormanların yönetiminde erozyon birçok bakımdan olumsuz etkiler yaratmaktadır. Bunlardan önemli olanlar;

- Akarsu, göl ve barajlara sediment akışı ile su kalitesinin bozulması
- Toprak özelliklerinin olumsuz etkilenmesi ile başta su tutma kapasitesi olmak üzere bitkileri besleyecek toprak özelliklerinin zarar görmesi

Dolayısıyla erozyon aslında bir yandan su kalitesi bozulma sorunu bir yandan da arazi bozulumu sorunudur. Ayrıca erozyon her yerde aynı şiddette olmamakla beraber, insan müdahalesi olduğu anda ortaya çıkma riski olan bir durumdur. Bu durumda belli bölgelerde değil,

ormana yönelik her türlü müdahalede erozyon riski dikkate alınmalıdır. Bunun için “Ormancılıkta İyi Yönetim Uygulamaları” adı altında bir doküman hazırlanmalı ve uygulayıcılara ulaştırılmalıdır. Bu konuda iki örnek vermek gerekirse;

- Aynı meşcerede ve aynı ekolojik koşullarda farklı zamanlarda (mevsimsel olarak veya toprak nemi farklılıkları durumlarında) gerçekleştirilecek aynı uygulama farklı miktarda toprak taşınmasına yol açacaktır
- Aynı meşcerede ve aynı ekolojik koşullarda ve hatta aynı zamanda (mevsimsel olarak veya toprak nemi farklılıkları durumlarında) gerçekleştirilecek iki farklı transport tekniği (örn. traktörle taşıma veya hava hatlarıyla taşıma) farklı miktarda toprak taşınmasına yol açacaktır

Bu örneklerden de anlaşılacağı gibi Toprak Koruma Fonksiyonu belli alanlara değil tüm planlama ünitesine ve aktivite bazlı olarak uygulanmalı ve tüm uygulamalarda “Ormancılıkta İyi Yönetim Uygulamaları” kompendiumu baz alınmalıdır. Eğer planlama ünitesinde bazı kritik kesimlerin belirlenmesi ve özel önem verilmesi isteniyorsa CBS çalışması ve alanda ön değerlendirme ile aşağıdaki parametreler belirlenir;

- Heyelan alanları işaretlenir (arazi ve uzaktan algılama yöntemleri ile)
- Çölleşme riski belirlenmesi için kuraklık indisi hesaplanır. Bunun en basit yöntemi P/PET nin belirlenmesidir. Sonuç 0,65'ten küçükse erozyondan kaynaklanan çölleşme riskinden söz edilebilir
- Yağış tipi, şiddeti, miktarı ve mevsimsel dizpozisyonu değerlendirilir
- Toprak erodibilitesi değerlendirilir. Bunun için Middleton Dispersiyon oranı kullanılabilir
- Toprak kritik derinliği değerlendirilir

Çalışmalar kapalılık oluşturabilecek bir bitki örtüsü için kritik derinlik değerleri ortaya koymaktadır. Genellikle düşük yağış alan bölgelerde 30 cm bu bakımdan kritik bir derinlik seviyesi olarak alınabilir. Bu bölgelerde 30 cm den daha sık topraklarda bitki örtüsünün yeniden oluşması su tutma ve mekanik destek yönünden değerlendirildiğinde zor veya imkânsız olabilir. Yağışlı bölgelerde kritik toprak derinliği 15 cm alınabilir. Bu önemli bir ölçüttür zira bitki örtüsü yeterince gelişmezse toprak taşınması gerçekleşebilir (Özdemir ve ark., 2018).

3.5. Uluslararası Araştırma Bulguları

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) Ormancılık Teşkilatı, ilk ulusal Havza Durum Çerçevesini (Watershed Condition Framework -WCF) ve beraberindeki Havza Durum Sınıflandırma Teknik Kılavuzunu 2010-2015 Stratejik Planına dahil etti. WCF, ulusal ormanların ve otlaklardaki havzanın sağlığını iyileştirmek için tutarlı, karşılaştırılabilir ve güvenilir bir süreç oluşturur. Ayrıca ulusal ormanlar ve otlaklardaki öncelikli havzalarda proaktif olarak entegre restorasyonu uygulamak için kapsamlı bir yaklaşım sağlar. WCF, Ormancılık Teşkilatı'nın restorasyon için öncelikler olarak belirlenen havzalardaki entegre faaliyet uygulamalarını hedefleyerek, havza restorasyonuna yaklaşım şeklini geliştirmeyi önermektedir. Aynı zamanda havza koşullarının sınıflandırılması için, altta yatan ekolojik, hidrolojik ve jeomorfik fonksiyonları ve havza durumunu etkileyen süreçleri temsil eden gösterge değişkenleri olan kapsamlı on iki gösterge setini kullanarak, ulusal olarak tutarlı bir keşif düzeyinde bir yaklaşım ortaya koymaktadır.

Bu yaklaşım entegre ekosisteme dayalı su havzası değerlendirmelerini teşvik etmek, restorasyon için belirlenen havzalardaki çalışma programlarını hedeflemek, dış kurumlar ve ortaklarla iletişim ve koordinasyonu artırmak ve ulusal düzeyde raporlamanın ve program başarılarının izlenmesinin iyileştirilmesi için tasarlanmıştır. WCF, Ormancılık Teşkilatı ormandaki, bölgesel ve ulusal ölçeklerdeki havza koşullarındaki iyileşmeyi göstermek için sonuca dayalı bir performans ölçütü sunmaktadır.

ABD Ormancılık Teşkilatı havza durum politika hedefi, ekosistemlerin sürdürülmesi ve yenilenebilir doğal kaynakların, değerlerin ve faydaların üretilmesinin te-

meli olan havza durumunu korumak veya iyileştirmek için tasarlanmış pratikleri uygulayarak Ulusal Orman Sistemi havzalarını korumaktır.

WCF, havza durumunu hem ulusal hem de orman düzeylerinde değerlendirmek için tutarlı bir yol sunmaktadır. Ulusal ormanlar tarafından yapılan bireysel havza durum değerlendirmeleri kritiktir. WCF, ulusal ormanların bireysel olarak yapılan keşif düzeyinde değerlendirmelerinden, öncelikli havzalarda entegre iyileştirme faaliyetlerinin uygulanmasından, havza durum sınıfı değişikliklerinin onaylanması ve izlenmesine ve ulusal raporlama için program performans verilerinin toplanmasından oluşmaktadır.

ABD Ormancılık Teşkilatı havza koşulu hedefi "Havza durumunu korumak ve/veya iyileştirmek için tasarlanmış pratikleri uygulayarak Ulusal Orman Sistemi havzalarını korumaktır." WCF, bu hedefe ulaşmak için bir yoldur. Buna örnek olarak;

- Havza durum sınıfını belirlemede tüm ulusal ormanlarda tutarlı bir şekilde uygulanabilecek sistematik bir süreç oluşturur
- Havza ve su kaynaklarını yönetmek için entegre ekosistem temelli yaklaşımları destekler
- Havzaların ve bunlara bağlı ulusal orman arazilerindeki (NFS) sucül sistemlerin verimliliğini ve direncini korumak ve yenilemek için Ormancılık Teşkilatı faaliyetlerinin güçlendirilmesini sağlar
- Havzaların ve sucül ekosistemleri etkin bir şekilde sürdürmek ve eski haline getirmede çalışma programlarına odaklanmak ve entegre etmek için disiplinler arasındaki iç diyalogu geliştirir
- Havza restorasyonuna kaynak tahsis etmek için koordineli ve öncelik bazlı bir yaklaşım sağlar
- Havza yönetimi dış kurumlar ve ortaklarla koordinasyonu artırır ve
- Havza koşullarının ulusal ölçekte raporlanmasının iyileştirilmesini sağlar.

Williams ve ark., (1997)'na göre düzgün çalışan havzalar beş önemli özelliğe sahiptir. Bunlar;

1. Yüksek biyotik bütünlüğe sahip, doğal süreçleri yansıtan adaptif hayvan ve bitki topluluklarını destekleyen habitatlar.
2. Doğal ve insani negatif etkilere karşı dirençlidirler.
3. Taşkın yatağı ve vadi dibi boyunca yanal olarak ve yüzey ve yeraltı akışları arasında dikey olarak akım boyunca uzunlamasına bir bağlantıdır.
4. Yüksek kalitede su, akarsuların yeniden doldurulması, dere kıyı ekosistemlerinin korunması ve iklim değişikliği ve değişiminin yavaşlatması gibi önemli ekosistem hizmetlerine sahiptirler.
5. Uzun vadeli toprak verimliliğini korurlar.

Bir havzanın durumu, su ekosistemlerini destekleyen

toprak ve hidrolojik fonksiyonları etkileyen havza içindeki fiziksel ve biyolojik özellikleri ve işlemleri kapsamaktadır. Havza koşullarının sınıflandırılması ise bir havzanın durumunu veya bütünlüğünü yansıtan ayrı kategorilerin tanımlanma sürecidir. Regier (1993)'e göre, havza sağlığı ve bütünlüğü kavramsal olarak aynıdır. Yüksek bütünlükteki havzalar, ekosistemlerin insan faaliyetlerinden çok az etkilendiği yada hiçbir etkisinin olmadığı, bozulmamış bir durumdadırlar (Lackey 2001).

ABD Ormancılık Teşkilatı El Kitabı (FSM), havza durumunu tanımlamak için üç sınıf kullanır (USDA Forest Service 2004a, FSM 2521.1):

1. Sınıf Havzalar, doğal potansiyel durumlarına göre yüksek jeomorfik, hidrolojik ve biyotik bütünlüğe sahip.

2. Sınıf Havzalar, doğal potansiyel durumlarına göre ılımlı jeomorfik, hidrolojik ve biyotik bütünlüğe sahip.

3. Sınıf Havzalar, doğal potansiyel durumlarına göre düşük jeomorfik, hidrolojik ve biyotik bütünlüğe sahip.

FSM sınıflandırması, havza koşullarını “potansiyel doğal koşullara” göre “jeomorfik, hidrolojik ve biyotik bütünlük” olarak tanımlar. Bu bağlamda, bütünlük doğrudan işlevsellik ile ilgilidir. Jeomorfik işlevsellik veya bütünlük, eğim stabilitesi, toprak erozyonu, kanal morfolojisi ve diğer yükseliş, dere kenarı ve su habitat karakteristikleri gibi özellikler olarak tanımlanabilir. Hidrolojik işlevsellik veya bütünlük öncelikle akış, sediment ve su kalitesi özellikleri ile ilgilidir. Biyolojik işlevsellik veya bütünlük, sucul türlerin çeşitliliğini ve bolluğunu, karasal bitki örtüsünü ve toprak verimliliğini etkileyen özelliklerle tanımlanır.

Bu üç havza durum sınıfı, havza işlevselliği veya bütünlüğü derecesi veya düzeyi ile doğrudan ilgilidir.

Sınıf 1 = Düzgün Çalışıyor

Sınıf 2 = Riskli Çalışma

Sınıf 3 = Bozulmuş İşlev

Peyzajın tüm bileşenleri arasındaki temel bağlantıyı sağlayan akarsu ağını havza düzeyinde düşünmek ekolojik konulara yaklaşmanın en etkili yoludur (Heller 2004; National Reserch Council 1999; Newbold 2002; Ogg and Keith, 2002; Reid ve ark., 1996; Sedell ve ark., 2000; Smith ve ark., 2005; Williams ve ark., 1997).

Bir havzadaki tüm faaliyetlerin etkisi havza durum sınıfını oluşturur. Bu nedenle, havzalar, çok sayıdaki toprak ve hidrolojik işlev üzerindeki yönetim faaliyetlerinin kümülatif etkisini yorumlamak için ideal bir mekanizma sağlar.

WCF, Ormancılık Teşkilatı havza restorasyonunda, tüm havzalara entegre bir havza restorasyon iyileştirme seti ile işlem yapan paradigma değişikliğini temsil

eder (Tablo 8). Havza çalışması, bir ekosistemin yapısını ve işlevini, insan etkisiyle bozulmaktan önceki durumuna yakın bir yaklaşıma yeniden koymayı mümkün kılar (Williams ve ark., 1997). Havza restorasyonu, havza sağlığı, dere kıyı ekosistemleri, balık habitatları ve toprak verimliliği geri kazanmaya yönelik kapsamlı ve uzun vadeli bir programdır (Ziemer 1997).

WCF, altı aşamayı içeren yinelemeli bir süreçten oluşmaktadır (Şekil 6) WCF'nin altı adımı şöyledir;

1. Adım: Ulusal ormanda tüm havzaların durumunun mevcut veri katmanlarının, yerel bilgileri ve mesleki uzman görüşleri kullanarak sınıflandırılması,

2. Adım: Restorasyon için havzaların önceliklendirilmesi: 5 yıllık bir çalışma programına eşdeğer iyileşme hedefi için küçük bir öncelik havza setinin oluşturulması,

3. Adım: Kapsamlı proje düzeyinde iyileştirme faaliyetlerini tanımlayan Havza Restorasyonu Faaliyet Planlarının geliştirilmesi,

4. Adım: Öncelikli havzalarda entegre projelerin uygulanması,

5. Adım: Performans hesap verebilirliği için restorasyon başarılarının takip edilmesi,

6. Adım: Proje faaliyetlerinin başarısının doğrulanıp havza ve akarsu koşullarının iyileştirilmesinin izlenmesi.

Bölgesel desteğe sahip ulusal orman birimleri öncelikle WCF'nin uygulanmasından sorumludur. Ormanların, yerel öncelikleri bölgesel ve ulusal öncelikleriyle ilişkilendirmeli, projeler uygulanmalı ve havza durum sınıfı maliyetleri ve değişiklikleri takip edilmelidir.

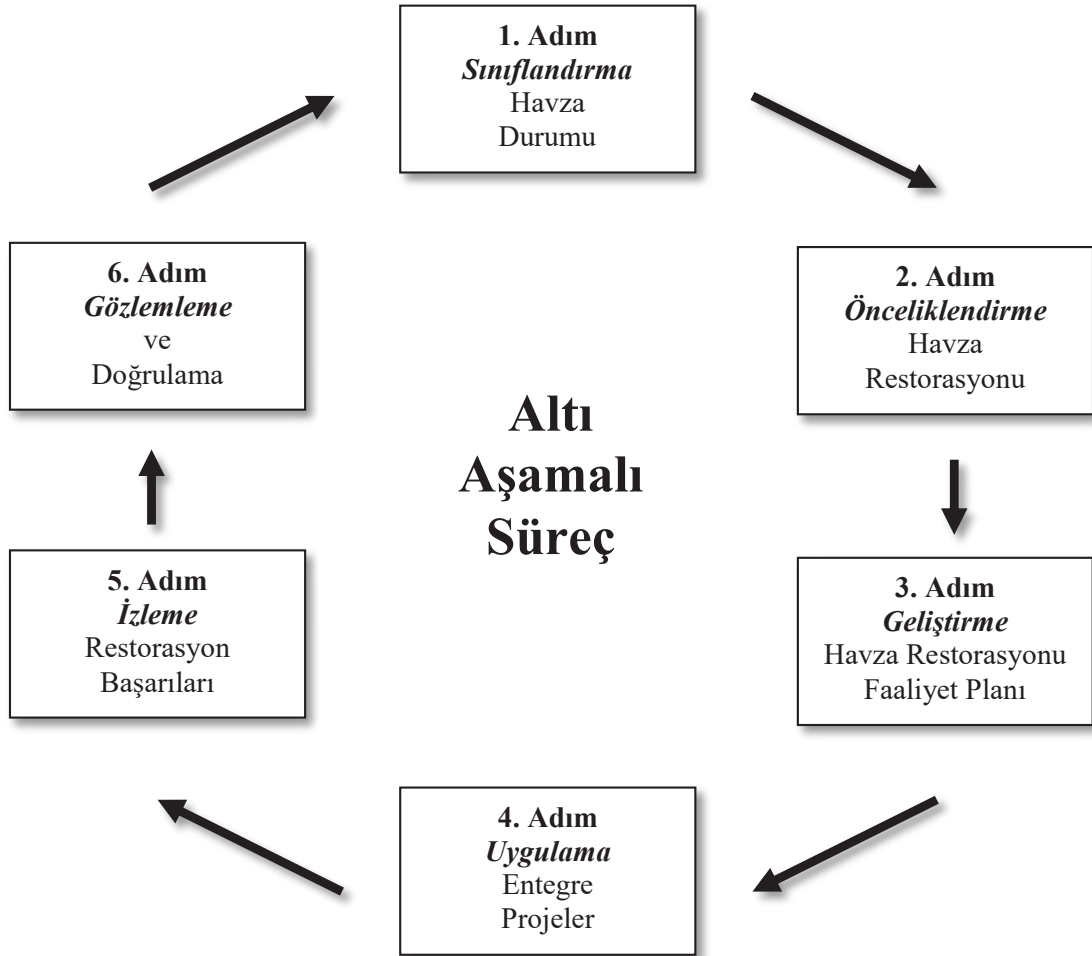
Bölgeler program tutarlılığını sağlamak için değerli bir gözetim sağlar. Ulusal öncelikleri belirlemek, Orman Teşkilatı program performansını değerlendirmek ve sonuçları ilgili paydaşlara ve müşterilere iletmek için WCF sürecinde toplanan değerlendirme bilgilerini ulusal yetkili kullanır (USDA Forest Service. 2011a).

3.5.1. Havza Durum Sınıflandırma Kriterleri

Havza Durum Sınıflandırma Sistemi, havza süreçleriyle ilgili özelliklerden oluşan 12 kriter kullanır. Bu göstergeler toprak ve hidrolojik işlevi etkileyen temel ekolojik fonksiyonları ve süreçleri temsil eder. Göstergelerin çoğu için Orman Teşkilatı doğrudan önlem alabilir veya harekete geçilmesine neden olur, bu da havza durumunun korunmasına veya iyileştirilmesine katkıda bulunur. Bu yapı, sınıflandırma sistemi ile Orman Teşkilatının sahada yürüttüğü yönetim veya iyileştirme faaliyetleri arasında doğrudan bir bağlantı sağlar. Bu bağlantı bir havzada uygun şekilde yeterli sayıda tasarlanmış ve uygulanan restorasyon ve/veya yönetim faa-

Tablo 8. WCF tarafından önerilen yeni paradigmanın özellikleri, su ve dere kıyısına bağlı kaynakları eski haline getirmek için kullanılan eski paradigma ile karşılaştırılması (USDA Forest Service, 2011a.)

Yeni Paradigma (Havza Durum Çerçevesi)	Eski Paradigma
1. Önce “en iyi” havzalara odaklanılır. Yüksek öncelikli olarak yapılan iyileştirmeler, havza bütünlüğünü tehdit edebilecek risk faktörlerini ortadan kaldırır.	1. Önce “en kötü” havzalara odaklanılır. Akış bölümleri veya alanları için istenen habitat koşullarını oluşturmaya yüksek öncelik tanınır.
2. Öncelikli birkaç havzaya odaklanılmaktadır.	2. İyileştirmeler akış bölümlerine veya alanlarına odaklanma eğilimindedir. Birkaç havzaya dağılmışlardır.
3. Havza analizi, proje çalışmasından önce gelir, temel süreçleri belirler ve “nedenlere” yönelik alanlara ve ilgili iyileştirme yaklaşımlarına öncelik verir.	3. Analiz genellikle proje ölçeği ve saha ölçeği koşullarını ele almakla sınırlıdır. İyileştirmeler “semptomları” ele almaktadır.
4. Geniş alandaki iyileştirmeler genellikle bir havza ölçeğinde birleştirilir ve genel bir çalışma planına göre sıralanır.	4. Dar alandaki iyileştirmeler genellikle bireysel alanlara odaklanır. Havza ölçeğinde entegre değildirlir.
5. Öncelikli havzada çalışma vurgusu geçmeden önce temel proje tamamlanır.	5. Bireysel alanlarda veya çok sayıda farklı havzada yer alan alanlarda yüksek öncelikli iş tamamlanmıştır.
6. Ortaklık restorasyonun önemli bir parçasıdır. Beceriler ve kaynaklar güçlü bir şekilde artırılır.	6. Ortaklık sayısı ve kapsamı sınırlıdır. Beceriler ve kaynaklar yalnızca bir ölçüde artırılır.



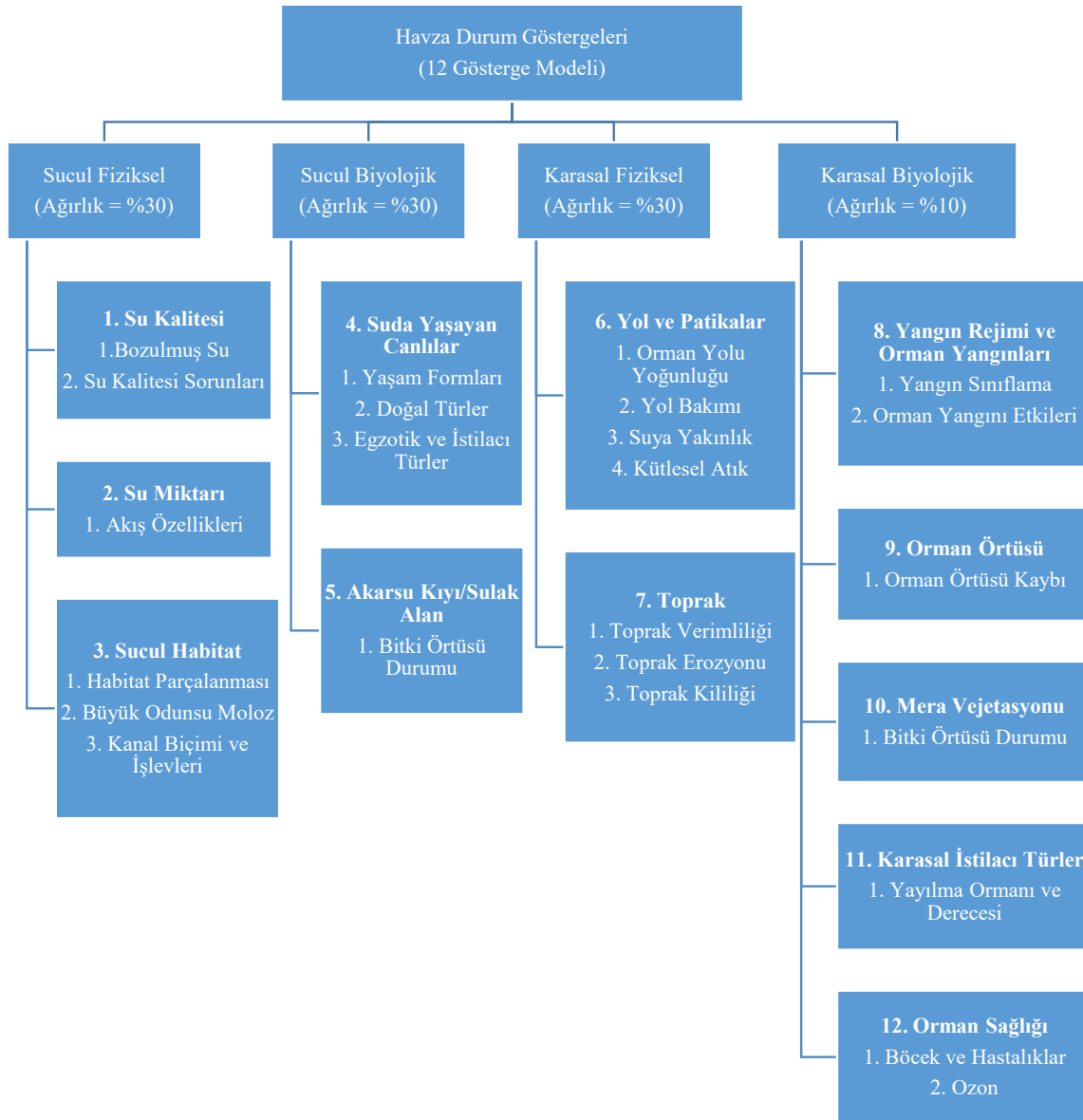
Şekil 5. Altı aşamalı havza durum çerçeve sürecinin kavramsal diyagramı (USDA Forest Service, 2011a)

liyetleri meydana geldiğinde, sonucu durum sınıfında bir değişiklik olarak ifade edebilir. Sonuç sınıfında meydana gelen değişiklik performans amacıyla kullanılabilir. Havza durum sınıfını etkileyen yönetim faaliyetleri toprak ve su iyileştirme faaliyetleri ile sınırlı değildir; bunlar çok çeşitli kaynak program alanlarını içerir: istilacı türlerin yok edilmesi, terk edilmiş maden restorasyonu, kıyı alan iyileştirmeleri, suda yaşayan organizma geçişinin iyileştirilmesi, yol bakımı ve diğerleri.

Çoğu durumda bir havza durum sınıfını değiştirmek için bir havza içinde, kapsamları açısından önemli olan ve birden fazla kaynak alanından gelen işlemleri içeren değişiklikler gerekecektir. Yönetim veya iyileştirme yönetimi uygulamaları genellikle restorasyon projelerini uygulamak kadar etkili olabilir ve gözden kaçırılmamalıdır. Havza durum sınıfında iyileşme

göstermek için, mümkün olan en küçük havza birimi olan 6. seviye havzadaki (tipik olarak 10.000 ila 40.000 dönüm) faaliyetleri izlememiz gerekecektir.

İyi gösterge setleri; kapsamlı olmalı, havza işlevselliğini doğru bir şekilde yansıtmalı, kolayca ölçülebilir olmalı, tekrarlanabilir olmalı, açık bir şekilde yorumlanabilecek veriler sunmalı, ekosistemin nasıl işlediğine dair bir görüş sunmalı ve çevresel stres faktörleri ve ekosistemin göstergesi arasındaki neden-sonuç ilişkilerine ilişkin fikir vermelidir (Mulder ve ark., 1999). Karmaşık ekolojik süreçler için göstergeler mutlaka neden-sonuç ilişkilerini temsil etmez. Göstergeler, bu göstergelerin davranışını ilgili çevresel tepki değişkenleriyle ilişkilendiren çalışmalardan elde edilmiştir. Örneğin, yol yoğunluğunun artması ülke çapında pek çok çalışmada artan sediment verimi ile ilişkilendirilmiştir.



Şekil 6. Ulusal havza durum sınıflaması kriterleri ve özellikleri (USDA Forest Service, 2011a.)

Bununla birlikte, sedimantasyon üreten gerçek çevresel koşullar kümesi karmaşık, ölçülmemiş veya bilinmemektedir. Toprak, jeoloji, eğim ve yol durumu gibi çok sayıda başka faktör de sediment verimini etkiler. Sonuç olarak, yol yoğunluğu sediment verimi üzerindeki etki-

leri bir tahmin ölçüsü değildir. Bir göstergenin kalitesi onu desteklemek için kullanılan araştırmanın kalitesine ve farklı çevresel ortamlara uygulanabilirliğine bağlıdır, ancak tek bir gösterge çevresel tepkinin bir tahmin ölçütü değildir.

Tablo 9. Havza durum sınıflaması kriterleri (Özdemir ve ark., 2018’den değiştirilerek)

Kriter No	Kriter	Açıklama
1	Su kalitesi	Bu kriter su kalitesinin fiziksel, kimyasal ve biyolojik bileşenlerini ifade etmektedir. Hem yüzeysel hem de yüzey altı su kaynakları dikkate alınmalıdır.
		İyi Planlamaya konu alt havzalardan herhangi birinde su kalitesi sorunu görülmemekte veya önemsiz seviyede görülmekte. Aşırı sediment ve bitki besin maddesi yükü veya kimyasal kirlilik kaynağı görülmemekte, geçmiş veya aktif maden sahalarından kaynaklı herhangi bir kirlilik riski bulunmamakta. Herhangi bir asitleşme, toksik kirlilik veya ötrifikasyon riski veya durumu söz konusu değil.
		Risk altında Planlamaya konu alt havzalardaki akarsuların % 10’unda kirlilik sorunu görülmekte ve havza genelinde orta düzeyde kirlilik riski söz konusu. Sediment ve bitki besin maddesi yükünde artış gözlenen akarsular mevcut. Zaman zaman kimyasal kirlilik kaynağı görülmemekte ve içme suyu kaynaklarına bulaşma riski taşımakta. Geçmiş veya aktif maden sahalarından kaynaklı kirlilik riski bulunmamakta. Orta seviyede asitleşme, toksik kirlilik veya ötrifikasyon riski veya durumu söz konusu.
2	Su miktarı	Kötü Planlamaya konu alt havzalardaki akarsuların % 10’undan fazlasında kirlilik sorunu görülmekte ve havza genelinde yüksek düzeyde kirlilik riski söz konusu.
		Bu kriter akarsuların doğal akış süreçlerinden miktar, zamanlama ve süre bakımından değişimleri ifade etmektedir.
		İyi Doğal akış koşulları geçerlidir. Çok etkisiz bir değişim olabilir ama ciddi bir değişim söz konusu değildir. Havzada önemli baraj veya hidrolojik yapı bulunmamakta genellikle akarsular doğal yataklarında akmakta, göller doğal olup düşük seviyede taban suyu kullanımı gerçekleşmekte. Akarsu hidrografları doğal akış düzenini takip etmekte.
		Risk altında Akarsu hidrografları ve göl seviyeleri doğal seyrinden belli ölçüde ve yılın belli dönemlerinde bilinen sebeplerle sapmıştır. Aşırı olaylar dışında (taşkın akışı veya düşük akışlar) hidrograflar genellikle doğal seyrini korumaktadır. Pik akış veya minimum akış seviyeleri değişmemiştir; fakat zamanlamaları veya süreleri değişebilir.
		Kötü Aşırı akış olaylarının (en yüksek ve en düşük) boyutu, zamanlaması ve süresi büyük ölçüde değişmiştir. Baraj ve benzeri hidrolojik yapılar nedeniyle doğal akış süreçleri tamamen değişmiştir. Akış değerleri doğal akış değerleri ile korelasyon göstermemektedir.

Kriter No	Kriter	Açıklama
3	Sucul habitat durumu	Bu kriter sucul habitat durumunu akarsularda habitat fragmentasyonu, odunsu moloz ve kanal fonksiyonelliği ile tanımlamaya yöneliktir.
		İyi Sucul habitatlar ve akarsu kanalları büyük ölçüde korunmaktadır. Fragmentasyon bir sorun teşkil etmemekte zira habitatlar arası bağlantı sorunu görülmemekte. Odunsu moloz miktarı doğal seviyelerine yakın. Akarsu yatakları doğal derinlik ve genişlikte. En fazla % 5’inde insan etkisiyle kanal yapısı değişmiş olabilir. Genellikle doğal taşınma ve birikme süreçleri devam etmekte.
		Risk altında Bir miktar iyi durumda sucul habitatlar mevcut fakat havza genelinde akarsu kanallarında bozulma eğilimi var. Akarsu habitatlarının % 25’e kadarki kesiminde fragmentasyon ciddi boyutta. Odunsu moloz normalin çok altında seviyede. Akarsu ağının % 25’e yakın kesiminde akarsu yatağına müdahale edilmiş (genişletme, derinleştirme ve betonlaştırma)
4	Sucul biyota	Kötü Havza genelinde birbiriyle bağlantılı yüksek kalitede sucul habitat koşulları kaybolmuş. Çoğu kanal kesitinde akarsuya müdahale edilmiş. Havzanın % 75’inde fragmentasyon söz konusu ve habitatlar arası devamlılık büyük oranda kaybolmuş. Odunsu moloz birikintileri yok denece kadar az. Akarsu çevrelerinde erozyon ciddi bir seviyeye ulaşmış. Artış gösteren sediment yükü nedeniyle birçok akarsu alt kesimi çatallanmış ve insan etkisiyle taşkın ovasından izole olmuş.
		Bu kriter sucul faunanın dağılışı, yapı ve yoğunluğunu ifade etmektedir. Değerlendirmede tek tür yerine topluluklara odaklanılması daha doğrudur. Ayrıca yerel türlerle istilacı türler arasındaki etkileşim yerine toplulukların değişimine bakılması yararlı olacaktır. Örneğin, bir alabalık türüne ait popülasyonda azalma buna karşın suyun antropojenik olarak ısınmasına yol açılması ile dışardan bir türün popülasyonunun artması doğru bir indikatördür.
		İyi Diğer komşu havzalarla karşılaştırıldığında bulunması beklenen sucul fauna öğeleri % 90 oranında korunmuştur. Yerel öğeler ile dışardan gelenler arasında çok az karışım söz konusudur. Dışarıdan gelen (egzotik) ve istilacı türler bulunmakta fakat doğal türleri etkileyecek boyutta değildir.
4	Sucul biyota	Risk altında Diğer komşu havzalarla karşılaştırıldığında % 70-90 arası oranda önemli sucul fauna öğelerinin ve topluluklarının korunduğu görülmekte. Yabancı ve istilacı türler görülmekle ve yerel türleri etkilemekle beraber yerel tür ve toplulukların hala üretkenliklerini devamlılıklarını korudukları görülmekte.
		Kötü Havzadaki su ortamlarında dış kaynaklı istilacı tür ve topluluklar ağırlık kazanmış durumda. Yerel tür ve topluluklar yer yer ve çok dağınık biçimde bulunmakta. Oranları % 70’in altına düşmüş vaziyette. Sucul yaşam ortamlarının bağlantıları bariyerler ile kesilmiş. Kirlilik nedeniyle sucul fauna yaşamının geçmişi ve değişimi anlaşılamamakta.

Kriter No	Kriter	Açıklama
5	Dere kıyısı ve sulak alan vejetasyonu	Bu kriter havzada yer alan doğal dere kıyısı ve sulak alan vejetasyonlarının durumu ve fonksiyonelliğini ifade etmektedir. Değerlendirme yapılırken mevcut bitki örtüsü olması gereken doğal bitki örtüsü ile karşılaştırılır. Bitki topluluklarının klimaks veya klimaksa yakın bir süksesyon evresinde olması pozitif bir durum, bunun tersi yani süksesyonun başındaki toplulukların bulunması ise ekolojik faktörlerde yakın zamanda değişim olduğunu göstermesi bakımından negatiftir. Doğal türlerden oluşan dere kıyısı tür ve yaş kompozisyonunun çeşitlilik göstermesi ve dere şevlerini koruyucu/taşına dayanıklı bir örtüden oluşuyor olması önemli bir değerlendirme kriteridir. Diğer önemli bir nokta da taban suyu seviyesidir. Seviyenin düştüğünü veya düşmekte olduğunu gösterir indikatörler kötüye gidişin de göstergesidir.
		İyi Doğal vejetasyon havzada yer alan tüm su ortamlarında korunmuştur ve fonksiyonlarını (gölge etkisi, filtrasyon, habitat vb.) yerine getirmektedir. Bitki örtüsü doğal türlerden oluşmakta ve süksesyon evresinin ortalarında veya klimaks duruma yakın. Havzadaki dere kıyısı ve sulak ekosistemelerde doğal bitki örtüsünün en az % 80'i sağlıklı, kapalılık, yaş ve yapı bakımından çeşitlilik göstermekte. Doğal türler ekosistemin devamlılığını sağlayacak şekilde üretkenliklerini sürdürmekte. Tüm akarsu koridoru ve kıyı ekosistemi bileşenleri dinamik bir denge içinde.
		Risk altında Dere kıyısı ekosistemleri ve sulak alanlarda kısmen insan etkisi söz konusu. Doğal bitki örtüsü insan etkisinin olduğu yerlerde kompozisyon, üretkenlik, ve fonksiyonellik yönünden orta düzeyde negatif yönde etkilenmiş. Akarsu kıyı ekosistemleri ve sulak alan vejetasyonunun % 25-80 arası bir kısmı hafif ve orta seviyede zarar görmüş. Genellikle orta ve klimaks seviyede olmasına rağmen % 25'e yakın oranda erken süksesyon evresinde bitki örtüsü mevcut. Su rejiminin değiştiği bazı lokal alanlarda kurakçıl otsu vejetasyon gelişmiş fakat henüz yaygın değil.
		Kötü Havzadaki dere kıyısı ekosistemleri ve sulak alanların genelinde doğal bitki örtüsü fonksiyonelliğini yitirmiş durumda. Doğal bitki örtüsünün en fazla % 25'i sağlıklı, üretken ve çeşitliliğe sahip. İnsan etkisinin olduğu alanlarda doğal bitki örtüsü zarar görmüş vaziyette ve yer yer erken süksesyon evresinde özellikle kurakçıl topluluklar gözlenmekte. Bazı durumlarda taban suyu seviyesi suya bağımlı yaşayan dere kıyısı ekosistemini desteklemekten uzak şekilde azalmış durumda.
6	Orman yolları ve yürüyüş yollarının durumu	Bu indikatör orman yol yoğunluğu, yeri ve durumunun hidrolojik ve sediment verimine etkilerini ortaya koymaya yöneliktir.
		İyi Yollar ve yürüyüş patikaları gibi yapıların yoğunluk, durum ve dağılımı hidrolojik rejime etki edecek seviyede değildir. Mevcut yol ve patika yoğunluğu 1 km/km ² den düşüktür. Havzada yer alan yol, drenaj yapısı ve yol geçişlerinden % 75'i bakımlı ve iyi durumdadır. Yolların % 10 undan azı derelere 100 metreden daha yakındır veya kesişmektedir. Yolların çok azı stabil olmayan toprak ve anakaya yapısı üzerinde olup yol kaynaklı kütleli toprak hareketi gözlenmemektedir.
		Risk altında Yol durum, dağılım ve yoğunluğu havza su ortamlarının orta seviyede risk altında olduğunu göstermektedir. Yol ve yürüyüş patikası yoğunluğu 1-2.4 km/km ² arası. Havzada yer alan yol, drenaj yapısı ve yol geçişlerinden % 50-75 arası bakımlı ve iyi durumdadır. Yolların % 10-25 arası derelere 100 metreden daha yakındır veya kesişmektedir. Yolların birkaçı stabil olmayan toprak ve anakaya yapısı üzerinde olup yol kaynaklı kütleli toprak hareketi riski orta seviyede gözlenmemektedir.
		Kötü Yollar ve yürüyüş patikaları gibi yapıların yoğunluk, durum ve dağılımı hidrolojik rejime ciddi seviyede etki edecek seviyede olup akışın zamanlaması, miktarı ve sediment yükü olumsuz etkilenmektedir. Yol ve yürüyüş patikası yoğunluğu 2.4 km/km ² nin üzerindedir. Havzada yer alan yol, drenaj yapısı ve yol geçişlerinden % 50'den azı bakımlı ve iyi durumdadır. Yolların % 25'den fazlası derelere 100 metreden daha yakındır veya kesişmektedir. Yolların birçoğu stabil olmayan toprak ve anakaya yapısı üzerinde olup yol kaynaklı kütleli toprak hareketi riski ciddi bir sorun olarak görülmektedir.

Kriter No	Kriter	Açıklama
7	Toprak durumu	Bu gösterge toprak yapısının doğal yapısından erozyon, üretkenlik ve kirlilik bakımından ne ölçüde saptığını ortaya koymaya yöneliktir. Burada erozyon ve toprak özellikleri başlıca değerlendirme kriterleridir. Erozyonun varlığı hem bitki örtüsü hem de hızlanmış sedimentasyonla anlaşılabilir. Yakında akut atmosferik kirlilik kaynaklarının varlığı (termik santral, açık maden sahası vb.) veya uzun mesafe kronik kirlilik durumu (sanayi merkezleri kaynaklı vb.) dikkate alınır.
		İyi Toprak yapısında doğal durumundan erozyon, üretkenlik ve kirlilik bakımından herhangi bir farklılaşma yoktur. Havza genelinde bitki besin maddesi ve hidrokimyasal döngü bakımından bir sorun gözlenmemektedir. Havza genelinde erozyon görülmemektedir. Atmosferik birikim dahil herhangi bir kirlilik kaynağına rastlanmamaktadır.
		Risk altında Doğal toprak özellikleri orta seviyede değişime uğramıştır. Genel anlamda toprak yapısında orta seviyede etki ve değişim söz konusudur. Havzanın % 25 ine kadar olan kesiminde toprak üretkenliği ve bitki besin maddesi döngüsü bileşenleri zarar görmüştür. Havzanın % 10'undan daha az bir kısmında tabaka, oluk veya oyuntu erozyonu gözlenmekte fakat oyuntular çok yaygın ve derin değil. Düşük seviyede de olsa toprakta kirlilik söz konusu. Atmosferik birikim henüz zarar verici seviyenin altında.
		Kötü Doğal toprak ve arazi koşullarından ciddi sapmalar var. Havza genelinde toprak yapısı zarar görmüş. Havzanın % 25 inden fazla kesiminde toprak üretkenliği ve bitki besin maddesi döngüsü bileşenleri zarar görmüştür. Havzanın % 10'undan fazlasında tabaka, oluk veya oyuntu erozyonu gözlenmekte ve oyuntular çok yaygın, genişlemekte ve derin. Havza genelinde topraklarda kirlilik söz konusu. Atmosferik birikim ise zarar verici seviyenin üzerinde.
8	Yangın rejimi	Geçmişteki bitki örtüsü, yakıt bileşenleri, yangın frekansı, şiddeti ve desenindeki değişimlerin havza hidrolojik sistemine etkilerini değerlendirmeye yönelik bir göstergedir.
		İyi Geçmişteki yangın frekansında bir değişim söz konusu değil. Bitki örtüsü yangına dayanıklı ve uyumlu. Toprak ve su kaynaklarını koruyucu işlevlerini yerine getiriyorlar. Büyük ve şiddetli bir yangın sonrası bitki örtüsü 1-2 yıl içerisinde toparlanabilmekte.
		Risk altında Yangın özelliklerindeki değişimler bitki örtüsü ve hidrolojik sistem üzerinde orta seviyede risk yaratmakta. Bitki örtüsü değişen koşullar nedeniyle su ve toprak koruma işlevlerini sağlamakta zorlanıyor. Büyük ve şiddetli bir yangın sonrası erozyon gerçekleşmekte ve su kaynakları zarar görmekte fakat uzun vadede (2-5 yıl) havza sistemi toparlanabilmekte.
		Kötü Yangın özelliklerindeki değişimler bitki örtüsü ve hidrolojik sistem üzerinde ciddi risk yaratmakta. Havzanın büyük kesiminde değişen yangın koşulları nedeniyle yer yer ölü organik madde birikimi veya ortadan kalkması durumları söz konusu. Toprak ve su kaynakları risk altında ve çok zayıf ölçüde korunmakta. Büyük ve şiddetli bir yangın sonrası çok ciddi oranda erozyon gerçekleşmekte, sel taşkın riski artmakta, su kaynakları zarar görmekte ve 5 yıldan kısa bir sürede havza sistemi toparlanamamakta.
9	Orman örtüsü durumu	Bu gösterge ormansızlaşma veya orman alanlarındaki değişim nedeniyle hidrolojik sistemde veya sediment rejiminde meydana gelen değişimleri esas almaktadır.
		İyi Havzada yer alan ormanların % 5'inden azı son 10 yılda ortadan kalkmış veya zarar görmüştür.
		Risk altında Havzada yer alan orman örtüsünün % 5-15 lik kısmı ortadan kaldırılmış veya zarar görmüş durumda. Havza hidrolojik sistemini orta seviyede negatif etkileme riski söz konusu.
		Kötü Havzada yer alan orman örtüsünün % 15 üzerinde bir kısmı ortadan kaldırılmış veya zarar görmüş durumda. Havza hidrolojik sistemini ciddi biçimde negatif etkileme riski söz konusu.

Kriter No	Kriter	Açıklama
		Havza içindeki meraların durumunun su ve toprak kaynaklarına etkilerini ifade eden bir göstergedir.
10	Mera vejetasyonu	İyi Havzadaki meralar doğal ve arzu edilen bir tür kompozisyonuna sahip olup toprağı örtme kapasiteleri yüksektir. Bitki örtüsü kompozisyonu hem besin maddesi döngüsü hem de hidrolojik fonksiyonları yerine getirme yönünde yeterlidir. Oldukça sağlıklı ve üretken bir mera durumu söz konusudur. Risk altında Mera örtüsünde doğal yapıdan hafifle orta seviye arası farklılaşmalar söz konusudur. Doğal tür ve gruplardan bazıları ortadan kalmış ve besin maddesi döngüsü etkilenmiştir. Bazı çok yıllık türlerde azalma ve bozulmalar söz konusudur. Yer yer erozyon oluşumları göze çarpmakta. Bozuk yapıda meralara rastlanmaktadır. Kötü Doğal yapıya göre mevcut örtü önemli bir değişim göstermiştir. Mera durumu havza genelinde bozuk veya çok bozuktur. Doğal türler azalmış, otlatmaya dayanıklı dikensi ve kurakçıl türler ortaya çıkmıştır. Meralarda erozyon indikatörleri yaygın biçimde görülmektedir.
11	Orman sağlığı	Hava kirliliği, iklim değişikliği, hastalık ve böcek zararı nedeniyle ormanlarda meydana gelen zararların toprak ve su kaynaklarına etkilerini temel alan bir göstergedir. İyi Havzada yer alan ormanların % 20'nden az bir kısmı hastalık, böcek veya ozon gibi etkiler nedeniyle risk altındadır. Risk altında Havzada yer alan ormanların % 20-40 arası bir kısmı hastalık, böcek veya ozon gibi etkiler nedeniyle risk altındadır. Kötü Havzada yer alan ormanların % 40'dan fazla bir kısmı hastalık, böcek veya ozon gibi etkiler nedeniyle risk altındadır.
12	Karasal İstilacı Türler	Bu kriter (omurgahılar, omurgasızlar ve bitkiler dahil) toprak, bitki örtüsü ve su kaynakları üzerindeki potansiyel etkileri ele almaktadır.

Uluslararası havza durum sınıflaması kriterleri yaklaşıma göre birinci aşama (planlama çalışması öncesi 6 aylık süreç):

- A. Ana havza adı ve özelliği belirlenir (Örneğin; Van Kapalı havzası, Doğu Akdeniz havzası vb.)
- B. Alt havzalar CBS altlıkları ile belirlenir ve havzalar kategorize edilir. Bu kategoriler:
 - Baraj havzası (içme, elektrik, sulama vb farketmez)
 - Doğal su ortamı (lagün, haliç vb.) havzası ve
 - Sel taşkın üretme riski taşıyan havzalar
- C. Havza durum sınıflaması yapılır. ABD Ormancılık Teşkilatı yaklaşımı (Potyondy ve Geier, 2011) önerilmektedir.

Planlamaya konu bölgedeki alt havzalar ABD Ormancılık Teşkilatı tarafından önerilen 4 ana grupta 12 gösterge değerlendirilir. Bu gösterge ve ağırlıkları:

1. Sucul fiziksel (% 30)

- Su kalitesi
- Su miktarı
- Sucul habitat

2. Sucul biyolojik (% 30)

- Sucul biyota
- Dere kıyısı ve sulak alan vejetasyonu

3. Karasal fiziksel (% 30)

- Orman yolları ve yürüyüş yolları
- Toprak

4. Karasal biyolojik (% 10)

- Yangın rejimi
- Orman örtüsü
- Mera vejetasyonu
- Karasal istilacı türler
- Orman sağlığı

D. Planlamaya konu olacak havzada dere sınıflaması yapılır. Strahler yöntemi önerilmektedir.

E. CBS altlığında dere kıyı zonu katmanı çizilir. 1 ve 2 numaralı dereler için 300 metre veya havza sınırı. 3 ve 4 numaralı dereler için 200 metre veya havza sınırı, 5 ve üzeri numaralı dereler için ise 100 metre veya havza sınırı dikkate alınır.

F. Planlamaya konu havzada dere segmentleri inceleyerek kritik segmentler işaretlenir.

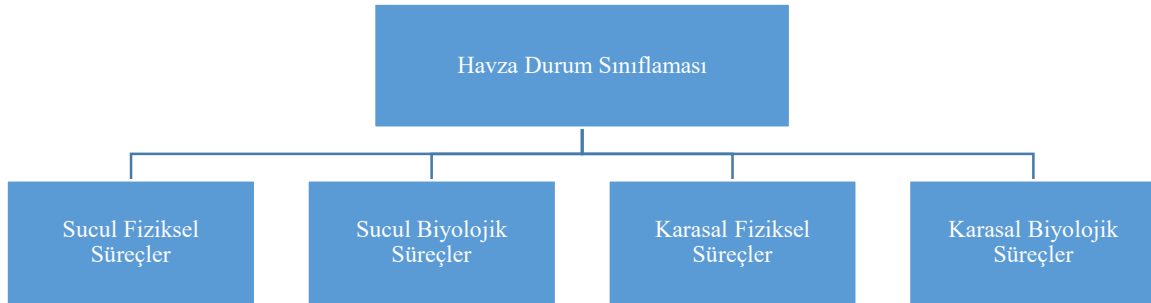
3.5.2. Havza Durum Modeli

Bu sınıflandırma sisteminde kullanılan temel model, havza durumunun orman çapında, keşif düzeyinde değerlendirilmesini sağlar. Bir dizi ulusal havza durumu göstergesi temelinde havzaları sınıflandırmak ve karşılaştırmak için sistematik, esnek bir araç sunar. Göstergeler dört ana işlem kategorisine göre gruplandırılmıştır: (1) Sucul fiziksel; (2) Sucul biyolojik; (3) Karasal fiziksel ve (4) Karasal biyolojik (Şekil 7). Bu kategoriler karasal, kıyısal ve sucul ekosistem süreçlerini veya yönetim eylemlerinin havzaların ve ilgili kaynakların durumunu etkileyebileceği mekanizmaları temsil eder.

Havza durum sınıf göstergelerini değerlendirmek için basit bir puan kartı yaklaşımı kullanılıyor. Dört işlem kategorisinin her biri bir dizi gösterge ile temsil edilir (Tablo 9; Şekil 6). Her gösterge, tanımlanmış bir nitelik seti kullanılarak değerlendirilir. Örneğin, Sucul Fiziksel Süreçler kategorisi Sucul Habitat Koşulu için bir gösterge içerir. Sucul habitat koşulu üç özellik kullanılarak değerlendirilir: (1) Habitat Parçalanması; (2) Büyük Odunsu Moloz ve (3) Kanal Biçimi ve İşlevleri. Göstergeler bir nitelik kadar az veya dört nitelik kadar olabilir. Sınıflandırmanın, etkilerin yüzde 80'inin nedenlerin yüzde 20'sinden geldiğini belirten

“80/20 Kuralı” na göre olabildiğince basit olacak şekilde tasarlanmıştır. Ayrıca, değerlendirmenin birçoğunun öznel doğası ile uyumlu olmasını sağlamak için ulusal ormanlarda pilot testler sırasında elde edilen kullanıcı girdilerine de yanıt verilmek istenmiştir. Bu nedenle, ulusal orman ekiplerinin sınıflandırma sürecinde ele alması gereken veri sayısı ve dolayısıyla veri miktarı kısıtlanmıştır. Bilimsel bir bakış açısıyla, birçok gösterge ile bu havza koşulları modelinin otokorelasyon ile ilgili problemleri olacağı bellidir. Yönetimin, yerdeki faaliyetler ve performans sorumluluğu için havza koşullarındaki iyileşme arasındaki bağlantıları göstermesi gerektiğinden, Orman Teşkilatı yönetim faaliyetlerinin ve program alanlarının tüm kapsamını temsil eden kapsamlı bir gösterge grubunu dâhil edilmiştir. Örneğin, yol koşulu ve dere habitat koşulu yüksek derecede ilişkilendirilebilir, ancak bir gösterge olarak dere habitat koşulunun ortadan kaldırılması, akarsu habitat iyileştirme çalışmalarından türetilen havza durum iyileştirmeleri için kredi almak için bir geri bildirim mekanizmasına sahip olmayı engelleyecektir. Kapsamlı bir gösterge seti kullanmak, bilimsel olarak doğru bir sınıflandırma modeli pahasına yönetim performansının izlenmesi ve hesap verilebilirliğini desteklemektedir (USDA Forest Service, 2011b.).

Şekil 7. Temel havza durum modeli (USDA Forest Service, 2011b.)



ABD’de akarsu koridorlarının/dere kıyısı ekosistemlerinin nehir havza yönetim planlarına dâhil edildiğini ve bir geliştirme stratejisi olarak algılandığını görüyoruz. Buna örnek olarak;

Cahaba Nehri Havza Yönetim Planı (<http://www.adem.state.al.us/programs/water/nps/files/CahabaBMP.pdf>)

White River Havza Yönetim Planı (http://www.watershedmanagement.vt.gov/planning/docs/pl_WhiteRiver-TacticalPlan.pdf)

Lamoille Havzası Su Kalitesi Yönetim Planı (http://www.vtwaterquality.org/planning/docs/pl_basin7.finalplan.pdf)

verilebilir. Burada altı çizilmesi gereken nokta ABD’de birçok eyalet için akarsu koridoru arazi etüt protokollerinin geliştirilmiş olmasıdır. Örneğin;

- Rapid Assessment of Riparian Systems (RARS). R.D. Ohmart ve ark., 1998. Arizona Game and Fish Department, Phoenix, AZ
- Riparian Area Management: A User Guide to Assessing Proper Functioning Condition and the Supporting Science for Lotic Areas. USDI Bureau of Land Management, 1998. Denver, CO
- Role of GIS in Selecting Sites for Riparian Restoration Based on Hydrology and Land Use. Utah State University, 1997. Logan, UT
- Protocols for Classifying, Monitoring, and Evaluating Stream/Riparian Vegetation on Idaho Rangeland Streams. Division of Environmental Quality, 1992. Boise, ID
- Guidebook for Application of Hydrogeomorphic Assessments to Riverine Wetlands. U.S. Army Corps of

Engineers, Waterways Exp. Station, 1995. Washington, DC

- Stream Corridor Assessment Survey. K. Yetman, MD Dept. of Nat. Resources, 2000. Annapolis, MD
- Stream Visual Assessment Protocol. USDA Natural Resources Cons. Service, 1998. Portland, OR
- Applied River Morphology. Wildland Hydrology Consultants, 1996. D. Rosgen, Pagosa Springs, CO

Bu etüt ve değerlendirme protokolleri sayesinde akarsu koridorları/dere kıyısı ekosistemlerinin havza yönetimi ve planlama sürecine dâhil edilmesi mümkün olabilmektedir. Ülkemizde ise henüz bu yönde bir metot veya protokolün geliştirilmemiş olması nedeniyle havza yönetimi ile ilgili planlarda ve uygulamalarda akarsu koridorları yeterli düzeyde yer almamaktadır. Ormanların, özellikle akarsu kıyısı ekosistemlerinin havza planlamaya entegre edilmemiş olması nedeniyle, ülkemizde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu yer almamaktadır. Bundan dolayıdır ki ormanların hidrolojik fonksiyonu akarsu kıyısı ekosistemleri dâhil en iyi yönetim uygulamaları prensipleri ile orman amenajman tebliğleri basta olmak üzere tüm orman planlama dokümanlarına dâhil olmalıdır. Ayrıca kamu kurum ve kuruluşlarımızda konu ile ilgili teknik kapasitede yetersiz düzeydedir.

ABD’de bu konuda çalışmalar yapılmış olması da önerilen uluslararası özgünlüğüne gölge düşürmemektedir zira geliştirilecek yöntem ve yaklaşımlar tamamen ülkemiz ekolojik, hidrolojik ve organizasyonel (kurumsal) koşullarına yönelik olacaktır.

Uluslararası alanda tanınan Büyük Britanya’nın Ormanlık Araştırma Kurumu, sürdürülebilir ormancılığı destekleyen kanıt ve bilimsel hizmetleri içeren araştırmaların ana örgütüdür. Orman Araştırmaları, birçok Hükümet birimi ve tüm gelişmiş idareler, ormancılık ve arazi yönetimi paydaşları, çevre STK’ları, Avrupa Birliği ile uluslararası alanda çalışmaktadır. Aşağıdaki yönetim önerileri uluslararası literatürün gözden geçirilmesine dayanmaktadır.

3.5.2.1. Havza Yönetim Planı ve Genişlik

Dere kıyısı ormanlık alanlarının yönetimi, alan duyarlılığı, içsel değer ve potansiyel dikkate alınarak yapılmalıdır. Kıyı kenarı tampon alanının hangi fonksiyonlarının konumla ilgili olduğunu belirleyin ve tüm orman veya su havzası için uygun bir plan hazırlayın. Yeni kurulacak olan ormanlık alanlar, önemli sulak alan habitatlarına ekilmemeli ve su faresi ve su samuru gibi öncelikli türler için potansiyel göz önünde bulundurulmalıdır. Yerel paydaşlarla erken işişare önerilir.

Kıyı şeridi tamponu, akıntı boyutunu ve kıyı şeridi bölgesinin doğal boyutlarını yansıtmalıdır. Akış kanalının her iki tarafı için minimum genişlikler:

5 m akışlar < 1 m genişliğinde

10 m akışlar 1 – 2 m genişliğinde

20 m akışlar > 2 m genişliğinde

Doğal nehir kenarı bölgesinin bu genişlikleri aşması durumunda, tampon alanın boyutları önerilen minimum genişliğin iki katına kadar arttırılmalıdır.

Doğal taşkın yatağı ormanlık alanlarının restore edilmesi kapsamında daha büyük genişlikler dikkate alınmalıdır. Bununla birlikte, bir su kaynağının her iki tarafında 20 metreden daha büyük olan tampon genişliklerinin sucul bölgeye daha fazla yararı olması muhtemel değildir.

3.5.2.2. Gölge Yapısı ve Tür Seçimi

Yarısı güneş ışığına açık kalan su yolunun ve kalan gölgenin altında gölgede kalan açık ormanlık bir kanopinin kurulması ve bakımı. Bu da en iyi beş vejetasyon yapısal habitatının düzensiz bir karışımı oluşturularak sağlanır:

- Açık zemin
- Ara sıra büyük ağaçlar
- Orman içindeki açık alanlarda ağaçlar
- Çalılık ağaçlık
- Gölge kapalı ormanlık

Uzun boylu bitki örtüsü elementlerinin dağılımı ve yönetimi, kuvvetli bir toprak örtüsü ve marjinal bitki örtüsünün gelişimini desteklemek için yeterli ışığın akıntı ve banklara ulaşmasını sağlamak için akış yönünü yansıtmalıdır.

Kıyı kenarı tamponu içinde kurulan bitki örtüsü doğal olmalı ve yer ve tercihen yerel bir kaynaktan olan toprak su rejimine uygun olmalıdır. Tercih edilen ormanlık tipi ve ulusal bitki örtüsü sınıflandırma sistemini kullanarak bileşen ağaç, çalı ve otsu türlerini belirlemek için Ekolojik Bir Alan Sınıflandırması kullanın. Alternatif olarak, mevcut zemin florasının gölgeleme gereksinimlerinin değerlendirmesi hangi ağaç ve çalı türlerinin en uygun olduğuna dair bir gösterge sağlayacaktır.

3.5.2.3. Kuruluş Yöntemi

Doğal rejenerasyonda, eğer kozalaklı ağaçlarda rejenerasyon kontrol edilebiliyorsa, uygun bir tohum kaynağının bulunduğu yerel ağaç ve çalı türlerinin oluşturulmasında en iyi yöntemdir. Bu sadece otlatma basıncının hafif olduğu yerlerde mümkün olacaktır. Çitlerin kurulması bir çok alanda pratik bir yöntem değildir ve taşkın kontrolü ve erişime engel olabileceği taşkın eğilimli alanlarda kaçınılmalıdır. Fideler ağaç koruyucular kullanılarak dikilmeli ve korunmalıdır.

Doğal rejenerasyonun uygun olmadığı yerlerde, yerel kaynaklı bitki materyali, herhangi bir ekim planında kullanılmalıdır. Dikim sahaları, elle toplama veya kaçakçılığı asgariye indirmek için hafif bir ekskavatör kullanarak hazırlanmalıdır. Kıyı kenarı tamponunun içinde drenaja izin verilmez ve çok ıslak alanlar dikimsiz bırakılmalıdır. Dikim, ikincil bir ormanın bitki örtüsü

sü yapısını çoğaltmak için düzensiz küçük gruplardaki hafif yapraklı türleri desteklemelidir.

Geniş yapraklı ağaçlar ve çalılıklar bulunmayan rüzgârlı sahalarda, ilk rotasyondan birkaç kozalaklı ağaç hafif/ılımlı gölgeli alanlar oluşturmak ve yeni dere kenarı ormanı alan kurulana kadar büyük odunsu moloz sağlamak için tutulmalıdır.

3.5.2.4. Kimyasalların Kullanımı, Aralama ve Kesim Bakımı

Su kaynaklarına yakın yerlerde gübre veya herbisit uygulanırken büyük özen gösterilmelidir. Uygulamalar, su içinde veya yakınında kullanım için onaylanmış kimyasallar kullanan yer işlemleriyle sınırlandırılmalıdır.

Kıyı şeridi tampon alanları, ormanlık durumunu kontrol etmek ve yeni alanlar kurarken ilerlemek için düzenli olarak (örneğin her 5 yılda bir) kontrol edilmelidir. İstenmeyen kozalaklı türlerin aralanması veya rejenerasyonun kontrolü gibi ek işlere olan ihtiyacı belirlemek için gölgenin seviyesi ve ormanlık yapısı değerlendirilmelidir. Yoğun gölgeli alanlar seçici aralama, budama veya baltalama gerektirebilir.

Mümkün olduğunca çeşitli çalılık habitatları sağlamak için bitişik alanların (örneğin 50 m ila 100 m bölümlerde) kesilmesini aşamaya alın. Akış büyüklüğü, oryantasyon ve saha hassasiyetine bağlı olarak, her kıyıda farklı bir yönetim rejimi benimsemek uygun olabilir.

Kuşları rahatsız etmekten kaçınmak için kesimler Ağustos ve Mart ayları arasında yapılmalıdır.

Baltalama, geyik veya çiftlik hayvanlarının otlatıldığı yerlerde ağacın yeniden büyümesini ve devam eden yaşamı tehdit ettiği durumlarda uygun değildir. Yüksek otlatma basıncında, budama, gölgeyi azaltmada daha uygun bir yöntemdir. Gövdenin üst kısmının çiftlik hayvanlarının ulaşabileceği yerlerden çıkarılması yeni büyüme korur.

Dere kenarı tamponu içindeki aralama veya grup halinde kesim işlemleri, ağır makineler tarafından kaçakçılığın önlenmesi ve alan bozulmasını en aza indirmek için dikkatlice planlanmalıdır. Bu tür işlemlerin, çıkarma işlemlerini kolaylaştırmak için bitişikteki arazilerle aynı olması gerekebilir. Bununla birlikte, nehir kenarı tamponu, bir ölü ağaç kaynağı ve büyük odunsu moloz kaynağı sağlamak için bazı ağaçların boşa harcanmasından yararlanabilir. İşlemler, toprakların en kurak olduğu yerlerde yapılmalı ve kuşların en az zarar gördüğü yaz mevsiminin sonunda yapılmalıdır.

Otlatma, otsu bir çimenliği korumak ve çalı ve ağaç türlerini kontrol etmek için yararlı bir yönetim aracı sağlayabilir. Bununla birlikte, iyi erişim ve stok korumalı otlatma ihtiyacı, artan bank erozyonu riski ve su kaynaklarının patojenler tarafından potansiyel olarak kirlenmesi riski çoğu alanı uygun hale getirmeyecektir.

3.5.2.5. Ölü Odun, Anıt Ağaçlar ve Yapısal Mühendislik

Ölü odun ve anıt ağaçlar; Kök plakaları, büyük çaplı kütükler ve dikili ağaç formları gibi ölü odunlar özellikle kıyı ormanlarının gölgeli ve nemli koşullarında birçok omurgasız, briyofit, liken ve mantar için önemli bir habitat oluşturur. Dikkat çeken ağaçlar tanımlanmalı, haritalanmalı ve kişisel güvenlik için tehlike oluşturmadıkları yerlerde tutulmalıdır. Bunlar, tohum taşıyıcı, fazla olgun, çatallı, oyuk, hasar görmüş, ölü, rüzgârla eğrilmiş ve bölgeye yapısal çeşitlilik ve karakter katan, baltanmış kıyı kenarındaki ağaçları içerir.

Enkaz barajları ormanlık akarsuyun doğal özellikleridir ve sudaki habitatı büyük ölçüde artırır; alt kısımdaki bölgeler enkaz tıkanmasından dolayı taşma riski olmadıkça veya göç eden balıklara önemli bir engel oluşturmaları sürece kaldırılmamalıdır.

Aşırı aşınmış akıntılarda, akıntı bankalarının istihkam duvarı veya kereste settler kullanılarak güçlendirilmesi dikkate alınmalıdır. Bunlar, daha derin akış kanalları yaratan bankaların hidrolik erozyonunu azaltacak ve marjinal bitki örtüsünün kurulmasını kolaylaştıracak. Bu tür bir çalışmayı planlarken yerel su düzenleyici otorite ve balıkçılık güvenlerinden tavsiye alınmalıdır.

Kıyı bölgesi içinde orman işlemleri; Kıyı şeridi tamponu, komşu su yollarını kirlenme riskinin yüksek olmasından dolayı ekipman, yakıt, yağ veya kimyasal madde depolamak için kullanılmamalıdır.

Bitişikteki arazi üzerinde hasat işlemleri sırasında, dere kenarı tampon bölgesinde birikinti depolanmasını önlemek için özen gösterilmelidir. Akım geçişlerinden kaçınılmalı ve bu mümkün olmadığında geçici menfezler oluşturulmalıdır. Stok sahalarındaki drenaj sistemi, drenajların dere kenarı tamponunun kenarında bitmesi için yeniden tasarlanmalıdır.

3.6. Havza Durumu ve Ekolojik Restorasyon

Karmaşık ekolojik konulara yaklaşmanın en etkili yolu, peyzajın tüm bileşenleri arasındaki temel bağlantının havzayı tanımlayan akarsu ağı olduğu havza seviyesinde düşündürmektir (Heller 2004, National Research Council 1999, Newbold 2002). Havzalar aynı zamanda yerel topluluklar tarafından kolayca tanınıyor ve halkın büyük bir kısmıyla kaynak yönetimi sorunlarını ele almanın mantıklı bir yolu olarak aksediliyor. Havzalar haritalarda ve yerde kolayca tanımlanır ve sınırları zaman içinde çok fazla değişmez (Reid ve ark., 1996).

Havzalar, daha geniş ekosistemlerin ayrılmaz parçalarıdır ve bunları çeşitli mekânsal ölçeklerde görüntüleyebilir ve değerlendirebiliriz. Havzaları, tüm Amerika Birleşik Devletleri için birden çok ölçekte eşit olarak eşlenen mekânsal olarak konumlandırılmış peyzaj özellikleri olduğundan, hem çıktılar (zeminde işlenen dönüm) hem de sonuçlar (havza koşul sınıfındaki iyi-

leşme) açısından havza iyileştirmelerini izlemek için idealdir. Havza Durumu Sınıflandırma sistemi bir havzadaki tüm faaliyetlerin etkisini analiz eder; bu nedenle sistem, hidrolojik ve toprak fonksiyonu üzerindeki çok sayıda yönetim eyleminin zaman içindeki kümülatif etkisini yorumlamak için ideal bir mekanizma sağlar. Son olarak, birçok hidrolojik ve sucul restorasyon sorunu sadece havza sınırlarının sınırları içinde doğru bir şekilde ele alınabilir. Havzalar, çok sayıda kaynak problemi yapılandırılmış, kapsamlı bir şekilde ele alabilecek restorasyon planları ve öncelikleri geliştirmek için bir temel sağlar.

Bununla birlikte, birçok karasal ekolojik restorasyon sorunu havza bağlamında zayıf bir şekilde ele alınmıştır. Bitki örtüsü ve vahşi yaşam türlerinin bileşimi, kompozisyonu, yapısı ve çeşitliliği ile ilgili ekolojik restorasyon sorunları hidrolojik ve toprak fonksiyonlarını etkileyebilir ve en iyi şekilde ekolojik tabakalaşmalarla değerlendirilir. Sonuç olarak, havza durumu, havza sağlığı ve havza restorasyonunu ekolojik durum, ekolojik sağlık ve ekolojik restorasyonun bir alt kümesi olarak görüyoruz.

Özetle, ekolojik restorasyon, mevcut ve gelecekteki koşullar altında karasal ve sucul ekosistemleri sürdürülebilir, esnek ve sağlıklı hale getirmek için gerekli olan kompozisyon, yapı, desen ve ekolojik süreçlere odaklanmaktadır. Buna havza durumu ve havza sağlığı da dahildir. Havza durumu değerlendirmesi, sucul ekosistemlerini destekleyen hidrolojik ve toprak fonksiyonlarını etkileyen fiziksel ve biyolojik özelliklere ve süreçlere özel önem verir. Bu nedenle, bu havza koşulu sınıflandırma sisteminde, toprak ve hidrolojik fonksiyonları ve ilgili kıyı ve sucul ekosistemlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen göstergelere vurgu yapılmaktadır (USDA Forest Service. 2011b.).

4. Sonuç

Ormanların hidrolojik fonksiyonu, iklim değişikliği ile doğrudan ilişkilidir. Ormanların yeni iklim koşullarından etkilenmesi muhtemeldir; ağaçlar iklimdeki hızlı değişimlerle uyumsuz hale gelecektir. Su üretimi ve toprak koruma gibi hizmetler yeterli, düzenli ve temiz su üretimi ve toprak koruma yanında sel ve taşkın gibi aşırı hidrolojik oluşumların etkilerini azaltmakla da doğrudan ilişkilidir. Dere kıyısı ekosistemlerinin iklim değişikliği ile mücadele bakımından da azımsanmayacak pozitif etkileri söz konusudur (Serengil ve ark., 2011).

Ormanların işletilmesi amenajman planları vasıtasıyla gerçekleştirilmektedir. Amenajman planları genellikle 10 yıl süresince planlama ünitesinde gerçekleştirilecek ormancılık faaliyetlerini kapsamaktadır. Amenajman planlamasının esasları Tarım ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı tarafından yayınlanan "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar" adı altında 299 nolu tebliğ ile tanımlanmaktadır. Tebliğdeki su üretim

fonksiyonu ve dere kenarı ekosistemlerinin planlanması ile ilgili eksiklikler Özdemir ve arkadaşlarınca 2018 yılında yayınlanan "Ormanların Su ve Toprak Koruma Fonksiyonlarının Planlamaya Yönelik Değerlendirmesi: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması" başlıklı bilimsel raporda ortaya konulmuştur. Raporun sonuç kısmında su üretim ve toprak koruma fonksiyonlarının orman planlamasına entegre edilmesi için planlamaya konu bölgenin bulunduğu havzalarla ilgili bir havza ön değerlendirme raporu hazırlanması gerektiği ve;

- a) Havza hidrolojik sistemi ve sucul habitatların değerlendirilmesi,
- b) Dere kıyısı ve sulak alan yönetim planı.

Şeklinde iki bölümden oluşmasının yararlı olacağı ifade edilmiştir. Bir başka deyişle projemize konu olan dere kıyısı ekosistemlerinin planlanmasında iyi yönetim uygulamaları yaklaşımının önü açılmıştır.

Dere kıyısı ekosistemleri halihazırda yerel halk tarafından özellikle tarım arazilerinin verimini iyileştirmede kullanılmaktadır. Dere kıyılarında doğal ekosistemin korunmasına özellikle yerel çiftçilerce özen gösterilmektedir. Orman alanlarında benzer bir durum söz konusudur. Orman Teşkilatı dere kıyısı tampon zonlarında yürüttükleri uygulamalarda hassasiyet göstermekte ve ekosisteme mümkün olduğunca zarar vermeme yönünde çaba sarfetmektedir. Bu durum yerel halk ve paydaşların projeye desteği anlamında oldukça yararlıdır.

Ormanların, özellikle akarsu kıyı ekosistemlerinin havza planlamaya entegre edilmeli; bunun için de amenajman tebliğleri başta olmak üzere tüm orman planlama dokümanlarında yer almalıdır. Zira ülkemizde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu geliştirilmemiş olması nedeniyle orman planlama ile ilgili planlarda ve uygulamalar yeterli düzeyde yer almamaktadır. Ormanların hidrolojik fonksiyonu akarsu kıyı ekosistemleri dâhil iyi yönetim uygulamaları prensipleri ile planlamaya konu olmalıdır. Ayrıca kamu kurum ve kuruluşlarımızda konu ile ilgili teknik kapasitede yetersiz düzeydedir. Önerilen bu proje ile kapasite geliştirme ve orman idaresine entegre olacak akarsu kıyı ekosistemlerinde en iyi yönetim uygulamaları kılavuzu hazırlanarak sorunun çözümüne katkı sağlanacaktır. Proje bu açıdan net biçimde özgün ve yenilikçidir.

Ülkemizde akarsu kıyı ekosistemleri kritik öneme sahiptir ve ormancılık sektörüne ilişkin akarsu kıyı ekosistemleri için standart bir kılavuz geliştirilmemiştir. Önerilen projenin orman amenajman planlarında bu konudaki eksikliği gidermesi amaçlanmaktadır. Zira sağlıklı ve fonksiyonel ekosistemlerin varlığı bir havzada sürdürülebilirliğin garantisidir. Proje kapsamında elde edilecek dersler ve ulaşılabilecek sonuçlar, akarsu kıyı ekosistemlerinin daha etkin yönetimini sağlamaya yönelik teknik altyapı ve kapasite artımı hedeflenmektedir.

Kaynaklar

- Akaya, C., Efeoglu, A. ve Yeşil, N. 2006. Avrupa Birliği Su Çerçeve Direktifi ve Türkiye’de Uygulanabilirliği. TMMOB Su Politikaları Kongresi, Ankara.
- Allan, J.D., 2004. Landscapes and riverscapes: the influence of land use on stream ecosystems. *Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst.* 35, 257–284.
- Audet, J., Hoffmann, C. C., Andersen, P. M., Baattrup-Pedersen, A., Johansen, J. R., Larsen, S. E., Kjaergaard, C., and Elsgaard, L.: Nitrous oxide fluxes in undisturbed riparian wetlands located in agricultural catchments: emission, uptake and controlling factors, *Soil Biol. Biochem.*, 68, 291–299, <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.10.011>, 2014.
- Briggs, M. K. 1996. Riparian ecosystem recovery in arid lands: Strategies and references. Tucson: University of Arizona Press.
- Bunn, S.E., Davies, P.M., Mosisch, T.D., 1999. Ecosystem measures of river health and their response and catchment degradation. *Freshwater Biol.* 41, 333–345.
- Corenblit, D., Tabacchi, E., Steiger, J., Gurnell, A.M., 2007. Reciprocal interactions and adjustments between fluvial landforms and vegetation dynamics in river corridors: A review of complementary approaches. *Earth Science Reviews* 84, 56–86.
- de la Fuente, B., Mateo-Sánchez, M.C., Rodríguez, G., Gastón, A., Pérez de Ayala, R., Colomina-Pérez, D., Melero, M., Saura, S., 2018. Natura 2000 sites, public forests and riparian corridors: The connectivity backbone of forest green infrastructure. *Land Use Policy* 75, 429–441. <https://doi.org/10.1016/j.landuse-pol.2018.04.002>
- Dugdale, S.J., Malcolm, I.A., Kantola, K., Hannah, D.M., 2018. Stream temperature under contrasting riparian forest cover: Understanding thermal dynamics and heat exchange processes. *Science of The Total Environment* 610–611, 1375–1389. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.198>
- Dufour S., Rodríguez-González P.M. (2019). Riparian Zone / Riparian Vegetation Definition: Principles And Recommendations. Report, Cost Action Ca16208 Converges, 20 pp. (<https://converges.eu/resources/riparian-zone-riparian-vegetation-definition-principles-and-recommendations/>)
- Ehrenfeld, J.G., 2003. Effects of Exotic Plant Invasions on Soil Nutrient Cycling Processes. *Ecosystems* 6, 503–523.
- FAO. 2015. Global Forest Resources Assessment 2015. Rome (available at <http://www.fao.org/3/a-i4793e.pdf>)
- Flanagan, L.B., Orchard, T.E., Logie, G.S.J., Co-burn, C.A., Rood, S.B., 2017. Water use in a riparian cottonwood ecosystem: Eddy covariance measurements and scaling along a river corridor. *Agricultural and Forest Meteorology* 232, 332–348. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2016.08.024>
- Flores-Díaz, A.C., Castillo, A., Sánchez-Matías, M., Maass, M., 2014. Local values and decisions: views and constraints for riparian management in western Mexico. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 06. <https://doi.org/10.1051/kmae/2014017>
- Fortier J., Gagnon D., Truax B., Lambert F. Biomass and volume yield after 6 years in multiclonal hybrid poplar riparian buffer strips, *Biomass Bioenergy* , 2010, vol. 34
- Gurnell, A., 2014. Plants as river system engineers. *Earth Surface Processes and Landforms* 39, 4–25. <https://doi.org/10.1002/esp.3397>
- Gurnell, A.M., Gregory, K.J., 1995. Interactions between semi-natural vegetation and hydrogeomorphological processes. *Geomorphology* 13, 49–69. [https://doi.org/10.1016/0169-555X\(95\)00030-9](https://doi.org/10.1016/0169-555X(95)00030-9)
- Heller, D. 2004. A paradigm shift in watershed restoration. Forum for Research and Extension in Natural Resources (FOREX), Streamline Watershed Management Bulletin. 8(1): 21–23.
- Irmak, S., Kabenge, I., Rudnick, D., Knezevic, S., Woodward, D., Moravek, M., 2013. Evapotranspiration crop coefficients for mixed riparian plant community and transpiration crop coefficients for Common reed, Cottonwood and Peach-leaf willow in the Platte River Basin, Nebraska-USA. *Journal of Hydrology* 481, 177–190. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2012.12.032>
- Kristensen, P., Kristensen, E., Riis, T., Anette, A., Larsen, S., Verdonschot, P., Baattrup-Pedersen, A., 2015. Riparian forest as a management tool for moderating future thermal conditions of lowland temperate streams. *Inland Waters* 5, 27–38. <https://doi.org/10.5268/IW-5.1.751>
- Lackey, R.T. 2001. Values, policy, and ecosystem health. *Bioscience*. 51: 437–443.
- Maddock, I., 1999. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. *Freshwater Biol.* 41, 373–391.
- Magette, W. L., R. B. Brinsfield, R. E. Palmer and J. D. Wood. 1989. Nutrient and sediment removal by vegetated filter strips. *Transactions of the ASAE* 32(2).
- Malanson, G.P., 1993. Riparian landscapes, Cambridge studies in ecology. Cambridge University Press, Cambridge ; New York.
- Mander, Ü., Hayakawa, Y., Kuusemets, V., 2005. Puri-

fication processes, ecological functions, planning and design of riparian buffer zones in agricultural watersheds. *Ecological Engineering* 24, 421–432. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2005.01.015>

Naiman, R.J., Décamps, H., McClain, M.E., 2005. *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*, Aquatic ecology series. Elsevier, Academic Press, Amsterdam.

National Research Council, 2002. *Riparian Areas: Functions and Strategies for Management*. National Academies Press, Washington, D.C. <https://doi.org/10.17226/10327>

National Research Council. 1999. *New strategies for America's watersheds*. Committee on Watershed Management. Washington, DC: National Academy Press. 328 p.

Newbold, S.C. 2002. Integrated modeling for watershed management: multiple objectives and spatial effects. *Journal of the American Water Resources Association*. 38(2): 341–353.

Naiman, R.J., Décamps, H., McClain, M.E., 2005. *Riparia: ecology, conservation, and management of streamside communities*, Aquatic ecology series. Elsevier, Academic Press, Amsterdam.

National Research Council. 1999. *New strategies for America's watersheds*. Washington, DC: National Academy Press, Committee on Watershed Management.

Ogg, C.W.; Keith, G.A. 2002. New Federal support for priority watershed management needs. *Journal of the American Water Resources Association*. 38(2): 577–586.

Özdemir, M., Tonbul, C., Serengil, Y., Yurtseven, I., Albers, P.P., Inan, M. 2018. Ormanların Su ve Toprak Koruma Fonksiyonlarının Planlamaya Yönelik Değerlendirmesi: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması. *Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü*. 10.6601/2013-2016/2018.

Recchia, L., Cini, E., Corsi, S., 2010. Multicriteria analysis to evaluate the energetic reuse of riparian vegetation. *Applied Energy* 87, 310–319. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.08.034>

Reid, L.M.; Ziemer, R.R.; Furniss, M.J. 1996. *Watershed analysis on Federal lands of the Pacific Northwest*. Humboldt Interagency Watershed Analysis Center Workshop, McKinleyville, CA. <http://www.fs.fed.us/psw/rsi/projects/water/1WhatisWA.htm>. (3 December 2019).

Regier, H.A. 1993. The notion of natural and cultural integrity. In: Woodley, S.J.; Kay, J.J.; Francis, G. *Ecological integrity and the management of ecosystems*.

Delray Beach, FL: St. Lucie Press: 3–18.

Roshan, Z.S., Anushiravani, S., Karimi, S., Moradi, H.V., Salmanmahini, A.R., 2017. The importance of various stages of succession in preservation of biodiversity among riparian birds in northern Iran. *Environmental Monitoring and Assessment* 189. <https://doi.org/10.1007/s10661-017-5778-9>

Sabater, S., Butturini, A., Clement, J.-C., Burt, T., Dorrick, D., Hefting, M., Matre, V., Pinay, G., Postolache, C., Rzepecki, M., Sabater, F., 2003. Nitrogen Removal by Riparian Buffers along a European Climatic Gradient: Patterns and Factors of Variation. *Ecosystems* 6, 0020–0030. <https://doi.org/10.1007/s10021-002-0183-8>

Sabater, S., Butturini, A., Clement, J. ve ark., Nitrogen Removal by Riparian Buffers along a European Climatic Gradient: Patterns and Factors of Variation. *Ecosystems* 6, 0020–0030 (2003) doi:10.1007/s10021-002-0183-8

Sabo, J.L., Sponseller, R., Dixon, M., Gade, K., Harms, T., Heffernan, J., Jani, A., Katz, G., Soykan, C., Watts, J., Welter, J., 2005. Riparian zones increase regional species richness by harboring different, not more, species. *Ecology* 86, 56–62. <https://doi.org/10.1890/04-0668>

Schnitzler, A., Génot, J.-C. (Eds.), 2012. *La France des friches: de la ruralité à la féralité, Matière à débattre et à décider*. Éditions Quae, Versailles.

Schnitzler-Lenoble, A., 2007. *Forêts alluviales d'Europe: écologie, biogéographie, valeur intrinsèque*. Tec & Doc, Lavoisier, Paris.

Shields Jr., F.D., Knight, S.S., Morin, N., Blank, J.C., 2003. Response of fishes and aquatic habitats to sand-bed stream restoration using Large Woody Debris. *Hydrobiologia* 494.

Sedell, J.; Sharpe, M.; Apple, D.D. ve ark., 2000. *Water and the Forest Service*. FS-660. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service.

Smith, R.D.; Klimas, C.V.; Kleiss, B.A. 2005. A watershed assessment tool for evaluating ecological condition, proposed impacts, and restoration potential at multiple scales. SWWRP Technical Notes Collection, ERDC TNSWWRP-05-3. Vicksburg, MS: U.S. Army Engineer Research and Development Center.

Serengil Y, Augustaitis A, Bytnerowicz A, Grulke N, Kozovitz AR, Matyssek R, Müller-Starck G, Schaub M, Wieser G, Aydin Coskun A, Paoletti E (2011). Adaptation of forest ecosystems to air pollution and climate change: a global assessment on research priorities. *iForest* 4: 44-48. - doi: 10.3832/for0566-004

Şengün, M. T., Siler, M., Engin, F. (2014). Hidrografik ve Jeomorfolojik Analizlerde Coğrafi Bilgi Sistemleri Tekniklerinin Kullanımı: “Malatya Havzası Örneği”. VIII. Coğrafya Sempozyumu, 23-24 Ekim, Ankara, Türkiye, pp. 221-231.

Tal, M., Gran, K., Murray, A.B., Paola, C., Hicks, D.M., 2004. Riparian vegetation as a primary control on channel characteristics in multi-thread rivers, in: Bennett, S.J., Simon, A. (Eds.), *Water Science and Application*. American Geophysical Union, Washington, D. C., pp. 43–58. <https://doi.org/10.1029/008WSA04>

Trimmel, H., Weihs, P., Leidinger, D., Formayer, H., Kalny, G., Melcher, A., 2018. Can riparian vegetation shade mitigate the expected rise in stream temperatures due to climate change during heat waves in a human-impacted pre-alpine river? *Hydrology and Earth System Sciences* 22, 437–461. <https://doi.org/10.5194/hess-22-437-2018>

U.S. Department of Agriculture (USDA) Forest Service. 2004a. Watershed protection and management. Forest Service Manual 2520. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture, Forest Service. 44 p.

USDA Forest Service. 2011a. Watershed Condition Framework. Washington, DC (www.fs.fed.us/publications/watershed).

USDA Forest Service. 2011b. Watershed Condition Classification Technical Guide. Washington, DC

(www.fs.fed.us/publications/watershed).

Wang X., Wang Q., Yang S., Zheng D., Wu C. and Mannaerts C.M., 2011. Evaluating nitrogen removal by vegetation uptake using satellite image time series in riparian catchments. *Science of The Total Environment*, 409, 2567–2576.

Wawrzyniak, V., Allemand, P., Bailly, S., Lejot, J., Piégay, H., 2017. Coupling LiDAR and thermal imagery to model the effects of riparian vegetation shade and groundwater inputs on summer river temperature. *Science of The Total Environment* 592, 616–626. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.019>

Webb, R.H., Leake, S.A., and Turner, R.M., 2007, *The ribbon of green: Change in riparian vegetation in the southwestern United States*: Tucson, University of Arizona Press, 462 p.

Williams, J.E.; Wood, C.A.; Dombeck, M.P. (eds). 1997. *Watershed restoration: principles and practices*. Bethesda, MD: American Fisheries Society: 80–95.

Yetman, K.T. 2001. *Stream Corridor Assessment Survey Protocols*. Maryland Department of Natural Resources, Watershed Restoration Division, Annapolis, MD.

Zandbergen, 1998. Urban watershed ecological risk assessment using GIS: a case study of the Brunette River watershed in British Columbia, Canada. *Journal of Hazardous Materials* 61, 163-173.