

Hidrolojik Fonksiyonların Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu

Hidrolojik Fonksiyonların Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu

© Doğa Koruma Merkezi
Çiğdem Mah. 1594 Sok. No:3 Çankaya, Ankara
Tel: 0312 287 81 44 • E-posta: dkm@dkm.org.tr
www.dkm.org.tr

ISBN: 978-605-06990-7-4
1. Basım, 2020, Ankara

Yazarlar	Pınar Pamukçu Albers Semiha Demirbaş Çağlayan Bilgehan Kaan Çalışkan Mehmet Kılıç Yıldırım Lise Uğur Zeydanlı Chadwick Dearing Oliver (<i>Yale Üniversitesi, Çevre ve Ormancılık Fakültesi, Emekli Profesör</i>)
Yayına Hazırlayan	Deniz Şilliler Tapan
Tasarım	Kurtuluş Karasın
Basım	Emsal Matbaa Tanıtım Hiz. San. ve Tic. Ltd. Şti. Bahçekapı Mah. 2477. Cad. No: 6 Etimesgut Ankara Tel: +90 312 278 82 00 - Faks: +90 312 278 82 30 Setifika No: 46753

Bu kitabın her hakkı saklıdır. Tamamen ya da kısmen çoğaltılması ve metindeki bilgilerin kullanılması Doğa Koruma Merkezi'nin yazılı izni alınmadıkça mümkün değildir. Bilimsel araştırma, tez, makale, kitap ve benzeri eserlerde, kitabın ve Doğa Koruma Merkezi'nin tam adı belirtilerek atıf yapılabilir.

Kaynak Gösterme: Pamukçu Albers, P., Demirbaş Çağlayan, S., Çalışkan, B.K., Kılıç, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., Oliver, C. D. 2020. Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu. Doğa Koruma Merkezi, Ankara, 136 sayfa.

Kapak Fotoğrafı: ©Uğur Zeydanlı

Proje hakkında bilgi için:

www.ogm.gov.tr
www.dkm.org.tr

Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu; Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve Doğa Koruma Merkezi (DKM) iş birliğinde yürütülen ve Coca-Cola Vakfı tarafından desteklenen "Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Entegrasyonu Projesi" deneyimi doğrultusunda hazırlanmış ve Küresel Çevre Fonu Küçük Destek Programı (GEF SGP) desteğiyle yürütülen "Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi" kapsamında basılmıştır.

Proje çalışmalarımızda bizlere yardımcı olan OGM Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı, OGM Dış İlişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı, İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü, 15. Orman Amenajman Başmühendisliği ve 10. Orman Amenajman Başmühendisliği'ne teşekkür ederiz.

Katkıda Bulunanlar:

Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi Çalışma Grubu Üyeleri: Ramazan Balı, Erda Çeler, Tamer Ertürk, Murat Güneyoğlu, Yavuz Öztürk, Mustafa Elmas, Mehmet Aydın, Cahit Şahin, H. Cihad Anlar, Mehmet Erol, Günay Meşeli, Mehmet Durak

Hidrolojik Fonksiyonların Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu

İçindekiler

TABLO LİSTESİ	4
ŞEKİL LİSTESİ	5
KISALTMALAR	6
ÖNSÖZ (OGM)	7
ÖNSÖZ (DKM)	8
YÖNETİCİ ÖZETİ	10
PROJE HAKKINDA	12
1 GİRİŞ	17
2 GENEL BİLGİLER	23
2.1 Hidrolojik Tanımlar	24
2.1.1 Su Verimi	25
2.1.2 Su Rejimi	38
2.1.3 Su Kalitesi	38
2.2 Ormanlarda Su Yönetimi	39
2.2.1 Akarsu Koridorlarında Orman-Su Yönetimi	39
2.2.2 İçme ve Kullanma Suyu Havzalarında Orman-Su Yönetimi	44
2.3 Ormanların Su ile İlgili Fonksiyonları	49
2.4 Hidrolojik Fonksiyon Görecek Ormanların Seçilme Kriterleri ve Amaç Kuruluşları	51
2.5 Hidrolojik Fonksiyon Görecek Ormanlarda Silvikültürel Uygulamaları	52
3 ORMANLARIN HİDROLOJİK FONKSİYONLARININ ORMAN AMENAJMAN PLANLARINA ENTEGRASYONU: BAYINDIR ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ DENEYİMİ	57
3.1 Çalışma Ekibinin Oluşturulması	58
3.2 Modelleme ve Analiz Çalışmaları	59
3.2.1 Baraj Havzalarının Belirlenmesi	59
3.2.2 Toprak Kaybı Modellemesi ve Analizi	60
3.2.3 Su Verimi Modellemesi ve Analizi	66
3.3 Arazi Çalışmaları	68
3.4 Değerlendirme	69
3.5 Orman Amenajman Planlarına Entegrasyon	71
3.5.1 Alaçam Orman İşletme Şefliği Amenajman Planlarına Hazırlanan Reçetelerin Entegrasyonu	72
3.5.2. Ödemiş Orman İşletme Şefliği Amenajman Planlarına Hazırlanan Reçetelerin Entegrasyonu	77
3.5.3. Çamyayla Orman İşletme Şefliği Amenajman Planlarına Hazırlanan Reçetelerin Entegrasyonu	83

3.6 Çıkarılan Dersler ve Öneriler	88
4 ÖNERİLER.....	93
4.1 Tanım Önerileri	94
4.2 Seçim Kriterleri ve Amaç Kuruluş Önerileri.....	95
4.3 Optimal Orman Yapısına İlişkin Öneriler	98
4.4 Silvikültürel Uygulama Önerileri	105
4.5 Orman Dışı Alanlara İlişkin Öneriler	112
4.6 İzleme ve Araştırma Önerisi	116
4.7 Hidrolojik Fonksiyon Gören, Sulak Alan ve Su Kaynakları Koruma Havzalarındaki Orman Dışı Alanlarda Yapılması Gerekenler.....	116
5 SONUÇ	119
KAYNAKLAR.....	122
EKLER.....	130
Ek 1. Tanımlar	130
Ek 2. Türkiye’de Tamamlanmış Projeler	134

Tablo Listesi

Tablo 1.1	Ekosistemlerin korunmasına yönelik yapılan müdahaleler ve etkiler.....	21
Tablo 2.1	Orman hidrolojisindeki bazı tanımların farklı kaynaklarda yer alma durumu.....	24
Tablo 2.2	Farklı orman tiplerinin yağış miktarının yüzdesi olarak yıllık intersepsiyon oranları.....	26
Tablo 2.3	Bazı meşcerelerin mevsimsel yıllık intersepsiyon oranları.....	28
Tablo 2.4	Orta ve Batı Karadeniz ile Marmara bölgelerindeki ormanlarda intersepsiyondaki kayıp.....	29
Tablo 2.5	Su verimi etki indisleri.....	29
Tablo 2.6	Bazı meşceler için kapalılığa ve yaşa bağlı intersepsiyon oranları.....	30
Tablo 2.7	Orman ağaçlarından transpirasyon yoluyla su kaybı.....	31
Tablo 2.8	Farklı koşullar altında evaporasyon miktarları.....	32
Tablo 2.9	Aynı yağış altında farklı arazi örtüsü yıllık toplam buharlaşma oranları.....	32
Tablo 2.10	Bazı ağaç türleri için su bütçesi.....	33
Tablo 2.11	Meşe meşceresinin kapalılığına göre su bütçesi elemanları arasındaki ilişkiler.....	33
Tablo 2.12	Yüzeysel akış ve erozyon ile ilgili bazı araştırma sonuçları.....	34
Tablo 2.13	Farklı alanlarda su bütçesi.....	34
Tablo 2.14	Toplam kayıp ve su verim (akış katsayısı) oranları.....	35
Tablo 2.15	Arazi kullanımları ve meşcere türlerine göre akış katsayıları.....	35
Tablo 2.16	Orman tiplerine göre su tutma kapasiteleri ve yüzeysel akış miktarları.....	36
Tablo 2.17	Farklı vejetasyon tiplerinin sağladığı faydalar.....	40
Tablo 2.18	Farklı amaçlara göre akarsu koridorları tampon zon genişlikleri.....	41
Tablo 2.19	Eğime göre istifleme veya yollar ile akarsu arasındaki filtre şeritlerinin genişlikleri.....	43
Tablo 2.20	Orman fonksiyonları, işletme amaçları ve koruma hedefleri tablosunda ormanların su fonksiyonuna yönelik işletme amaçları ve koruma hedefleri ana ve genel orman fonksiyonları.....	49
Tablo 2.21	Eğime göre işletme amaçlarındaki hasılat tablosu değerleri.....	54
Tablo 2.22	Silvikültürel uygulamalar.....	55
Tablo 3.1	Hidrolojik toprak gruplarının drenaj özellikleri.....	67
Tablo 3.2	Alaçam OİŞ ve Zeytinova Barajı havzasında fonksiyonlara göre risk grupları ve reçetelerin dağılımları.....	73
Tablo 3.3	Ödemiş OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlara göre risk grupları ve reçetelerin dağılımları.....	78
Tablo 3.4	Çamyayla OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlara göre risk grupları ve reçetelerin dağılımları.....	84
Tablo 4.1	Hidrolojik fonksiyon görecek ormanlarda seçilme kriterleri önerisi.....	97
Tablo 4.2	Hidrolojik fonksiyon görecek ormanlarda optimal orman yapısı önerisi.....	98
Tablo 4.3	İçme suyu koruma hedefi için optimal orman yapısı.....	101
Tablo 4.4	Kullanma suyu koruma hedefi için optimal orman yapısı.....	104
Tablo 4.5	Akarsu koridorları tampon zonları için genişlik önerileri.....	106

Şekil Listesi

Şekil 1.1	Havzada su döngüsü.....	19
Şekil 2.1	Ormanlarda su döngüsü.	25
Şekil 2.2	Bazı ağaç türleri buharlaşma oranlarının yaşlara göre dağılımı	36
Şekil 3.1	Ormanların hidrolojik fonksiyonlarının amenajman planlarına entegrasyonu aşamaları..	58
Şekil 3.2	Küçük Menderes Havzası'nda Bayındır OİM ve şefliklerinin konumu.....	59
Şekil 3.3	Baraj havzaları ve şefliklerin havzalara göre konumları.....	60
Şekil 3.4	Yağış erozivitesinin dağılımı.	61
Şekil 3.5	Toprak erodibilitesinin dağılımı.	62
Şekil 3.6	Bitkisel ürün faktörünün dağılımı.	63
Şekil 3.7	Yamaç uzunluğunun dağılımı.....	64
Şekil 3.8	Toprak kaybı riski dağılım haritası.....	64
Şekil 3.9	Bölmeciklerdeki ortalama toprak kaybı riski.....	65
Şekil 3.10	Su tutumunun bölmeciklere göre dağılımı.....	68
Şekil 3.11	Eğim grupları.....	69
Şekil 3.12	Hidrolojik toprak grupları ve eğim grupları.....	70
Şekil 3.13	Risk grupları.....	70
Şekil 3.14	Alaçam OİŞ ve Zeytinova Barajı havzasında fonksiyonlar ve risk grupları.....	72
Şekil 3.15	Alaçam OİŞ ve Zeytinova Barajı havzasında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı.	74
Şekil 3.16	Ödemiş OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlar ve risk grupları	78
Şekil 3.17	Ödemiş OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı.	80
Şekil 3.18	Çamyayla OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlar ve risk grupları.	83
Şekil 3.19	Çamyayla OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı.	85

Kısaltmalar

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
ÇEM	Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
DKM	Doğa Koruma Merkezi Vakfı
DSİ	Devlet Su İşleri
GEF SGP	Küresel Çevre Fonu Küçük Destek Programı
MGM	Meteoroloji Genel Müdürlüğü
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	Orman Genel Müdürlüğü
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
OİPD	Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
ORBİS	Orman Bilgi Sistemi
SCS CN	Soil Conservation Service Curve Number (<i>Toprak Koruma Hizmeti Eğri Numarası</i>)
SOY	Sürdürülebilir Orman Yönetimi
UNDP	Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı

Önsöz

Her geçen gün artan dünya nüfusu ve iklim değişikliğinin etkileri, ormanların su sağlama kapasitesini korumanın ve suya olan talebi etkin yönetmenin ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

Ormanlar, suyun kalitesini ve miktarını düzenleyen başlıca ekosistemlerdir. Orman ve su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi tüm dünyada ve ülkemizde önem kazanan bir konu olmuştur.

Orman Genel Müdürlüğü 1839 yılından bu yana ülkemiz ormanlarını, koruma-kullanma dengesini sağlayacak şekilde yönetmeyi amaçlamıştır. Sürdürülebilir orman yönetimi ilkeleri, 2000 yılından itibaren ekosistem tabanlı fonksiyonel orman yönetim planlamasıyla hayata geçirilmiştir. Su toplama havzalarındaki ormanlar; toplanan su miktarını artırması, yüzey akışa geçen su miktarını düzenlemesi ve erozyon kontrolü sağlamak gibi pek çok faydalar sağlamaktadır. Ormanların hidrolojik fonksiyonlara göre planlanmasında, orman yapısının ve kompozisyonunun bu konuya ilişkin ekolojik hizmetleri en üst düzeyde sağlaması amaçlanmaktadır. Özellikle içme suyu havzalarında yapılan su odaklı orman yönetimi, su kaynaklarının daha etkin şekilde yönetilmesine imkân sağlamaktadır.

OGM ve DKM'nin 20 yıla yaklaşan ortak çalışmaları ile biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyon süreci belirlenmiş ve örnek uygulamalar yapılmıştır. Son yıllarda bu ortak çalışmalar, ormanların hidrolojik fonksiyonunun orman amenajman planlarına daha etkin bir şekilde entegrasyonuna yoğunlaşmıştır.

Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Entegrasyonu Projesi kapsamında Bayındır Orman İşletme Müdürlüğünde Alaçam, Ödemiş ve Çamyayla Orman İşletme Şefliklerinde, hidrolojik fonksiyon orman amenajman planlarına başarılı bir şekilde entegre edilmiştir.

Orman ve su ilişkisi konusunda daha öğrenecek çok şey olsa da bu yayının önemli bir açığı doldurduğu kanaatindeyim. Bu kılavuzun hidrolojik fonksiyonların entegrasyonu konusunda yol gösterici olmasını temenni ederim.

Murat Çevirme

Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanı

Önsöz

Tüm dünyada ve ülkemizde artan içme, kullanma ve sulama suyu talepleri ve iklim değişikliğinin etkileri su ve sucul ekosistemler üzerindeki en önemli tehditlerdir. Su kaynaklarının korunması ve sürdürülebilir yönetimi 21. yüzyılın en öncelikli konularından biri olacaktır.

Ülkemizin %29'unu kaplayan orman ekosistemleri; iklim değişikliğinin etkilerini azaltma ve uyum kapasitesini geliştirme, tatlı su tedariği, biyolojik çeşitliliği koruma ve yoksullukla mücadele konularında Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşılması için çok önemli bir destek sağlamaktadır. Bu doğrultuda 'Sürdürülebilir orman yönetimi' Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarına ulaşmak için kritik bir öneme sahiptir.

Sürdürülebilir orman yönetimini daha etkin bir şekilde gerçekleştirebilmek için Orman Genel Müdürlüğü, 2000'li yıllardan itibaren ormanları ekosistem tabanlı fonksiyonel ormancılık yaklaşımı ile yönetmektedir. Fonksiyonel planlama bir yandan ormanların odun dışında sağladığı ürün ve hizmetleri planlamak için olanak sağlarken diğer yandan da orman ekosistemleri ile etkileşim içinde olan diğer sektörlerin de planlama sürecinde göz önünde bulundurulmasına imkân tanımaktadır.

DKM ve OGM yaklaşık yirmi yıldır iş birliği içinde çalışmaktadır. DKM, ekosistem tabanlı fonksiyonel ormancılık yaklaşımı çerçevesinde biyolojik çeşitliliğin etkin korunması ve

yönetimi için gerekli araçlar geliştirmiş ve kılavuzlar üretmiştir. Aynı şekilde, son yıllarda 'ekosistem hizmetlerinin' orman yönetiminde kullanılabilmesi için orman amenajman planlarına entegrasyonu yaklaşımı geliştirilmektedir. Bu anlayışı temel alarak orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonlarının etkin şekilde planlanması ve ormancılık uygulamalarının sürdürülebilir su yönetimini destekleyecek şekilde düzenlenmesi konusunda örnek bir planlama süreci Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü'nde hayata geçirilmiştir.

Bu kılavuz, hidrolojik fonksiyon verilecek ormanlar için geliştirilen planlama yaklaşımı ve aşamaları ile Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü deneyimini detaylarıyla anlatmaktadır.

Bu çalışmayı iş birliği içerisinde hayata geçirdiğimiz Orman Genel Müdürlüğü'nün değerli yöneticilerine ve teknik ekibine, bu çalışmaya bilimsel destek sağlayan YALE Üniversitesi Çevre ve Ormancılık Bilimleri Fakültesi'ne ve finansal destek sağlayan Coca-Cola Vakfı ve Küresel Çevre Fonu Küçük Destek Programı'na teşekkürlerimizi sunar, bu kılavuzun ormanların hidrolojik fonksiyonlarının daha etkin planlamasında ve yönetiminde bir araç olarak kullanılması ve ülkemiz ormanlarının sürdürülebilir yönetimine katkı sağlamasını dilerim.

Dr. Uğur Zeydanlı
Doğa Koruma Merkezi
Yönetim Kurulu Başkanı

Yönetici Özeti

Orman ekosistemleri, insanlara çok sayıda ekosistem ürün ve hizmetleri sunmaktadır. Özellikle su üretimi ve toprak koruma fonksiyonları tarım, içme ve kullanma suyu, turizm gibi farklı sektörleri desteklemektedir. İnsan kaynaklı etkinliklerin erozyonu ve toprak kaybını arttırdığı bilinmektedir. Doğal bitki örtüsüne sahip ekosistemler ise hem toprağı hem de suyu korumaktadır. Özellikle orman ekosistemleri erozyon kontrolünde önemli rol oynamakta ve toprak kaybını en aza indirmektedir. Aynı zamanda orman ekosistemleri; toprak taşınması sırasında sediment ve diğer maddelerin dere, göl ve barajlara ulaşmasını önlemekte, içme ve kullanma suyu sağlayan su yüzeylerini de bu şekilde korumaktadır. Topoğrafya (eğim ve yamaç uzunluğu), yağış, toprağın erozyona olan duyarlılığı (toprak tipi ve toprak özellikleri kombinasyonu), arazi kullanımı ve bitki örtüsü gibi unsurların tetiklediğı erozyon riskinin yüksek olduğu alanlardaki orman alanları, bu kapsamda büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bu alanlarda yapılacak olan silvikültürel müdahalelere dikkat edilmelidir.

Orman ekosistemlerinin toprak koruma ve su üretimi fonksiyonlarının ormanların planlanmasına ve yönetimine entegrasyonu, ulusal ve uluslararası ölçekte gittikçe önem kazanmaktadır. Orman ekosistemlerinin sağladığı bu iki fonksiyonunun değerlendirilmesi, haritalanarak mekânsal bilgi üretilmesi ve bu bilginin orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetiminde bir planlama aracı olarak kullanılması; farklı sektörlerin (ormancılık, tarım ve hayvancılık, içme suyu, turizm ve rekreasyon) bu hizmetlerle etkileşimlerinin (faydalanma, katkı sunma vb.) anlaşılması açısından önemlidir. Bu kapsamda çok sektörlü ve çok ölçekli farklı yaklaşımlar, farklı haritalama ve modelleme araçlarının kullanılması, yerel bilginin çalışmanın farklı aşamalarına en etkin şekilde entegre edilmesine yönelik araçların geliştirilmesi ve orman yönetim planlarına entegre edilmesi önem taşımaktadır.

“Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi” kapsamında orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonunun (toprak koruma ve su üretimi) orman amenajman planlarına entegrasyonu için gerekli altyapının geliştirilmesi ve pilot bir çalışma ile uygulanması amaçlanmıştır. Bu amaçla orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonunun Türkiye’de ve diğer ülkelerde nasıl ele alındığı, hangi yaklaşımların uygulandığı ve bu iki fonksiyon ile ilgili ulusal ve uluslararası çalışma sonuçları bu teknik kılavuzda verilmiştir.

Kılavuzun birinci bölümünde, orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonlarına yönelik genel bir açıklama sunulmuştur. Orman ekosistemlerinin su üretimi hizmeti ve orman ekosistemlerinde su kaynakları yönetimi ile ilgili genel bilgiler **ikinci bölümde** verilmiştir. Bu bölümde aynı zamanda Türkiye ormanlarında mevcut su yönetimi; tebliğ ve diğer kılavuzlarda ele alındığı şekilde hidrolojik tanımlar, ormanların su ile ilgili fonksiyonlarının amenajman planlarındaki yeri, hidrolojik fonksiyon görecekt ormanların seçilme kriterleri ve amaç kuruluşları ve hidrolojik fonksiyon görecekt ormanların silvikültürel uygulamaları da anlatılmıştır. **Kılavuzun üçüncü bölümünde** ise hidrolojik fonksiyon verilecek ormanlarda izlenebilecek yol, Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü deneyimi ile anlatılmaktadır. **Dördüncü bölümde**, ulusal ve uluslararası literatüre dayalı olarak su odaklı yönetilecek ormanlar için hem teorik hem de uygulama açısından öneriler yer almaktadır. Orman amenajman planlarına eklenmek üzere genel tanım önerileri verilmiştir. Ayrıca su odaklı yönetilecek ormanların seçilme kriterleri ve amaç kuruluş önerilerine yer verilmiş; su odaklı yönetilecek ormanlarda optimal orman yapısı tanımlanmıştır. Bu seçilme kriterleri ve amaç kuruluş önerilerinin yanı sıra optimal orman yapısına yönelik olarak silvikültürel uygulamalar geliştirilmiştir. Bu silvikültürel uygulamalar; akarsu koridorları, içme suyu havzaları, kullanma suyu havzaları, hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanların yönetimine ve bu koruma havzalarında genel olarak neler yapılması gerektiğine dayalı uygulama örnekleridir. **Kılavuzun beşinci bölümünde** ise, projeden çıkarılan dersler ve projenin sonucu yer almaktadır.

Proje Hakkında

Orman Genel Müdürlüğü (OGM) ve Doğa Koruma Merkezi (DKM) ortaklığında yürütülen “Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi”, orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonunun orman amenajman planlarına entegrasyonu için gerekli altyapının geliştirilmesi ve pilot bir çalışma ile uygulanmasını amaçlamıştır.

Coca Cola Vakfı’nın desteğiyle başlayan çerçeve proje, Küresel Çevre Fonu Küçük Destek Programı’nın (GEF SGP) desteğiyle Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü’nde uygulanmıştır.

Projenin hedefleri, Türkiye ormanlarında hidrolojik fonksiyonların belirlenmesi ve yönetimi için gerekli altyapıyı oluşturmak ve İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü orman amenajman planlarında hidrolojik fonksiyonların entegrasyonunu sağlamaktır.

Projenin Çıktıları

1

Türkiye ormanlarında hidrolojik fonksiyonun amenajman planlarına entegrasyonu için yöntem ve yaklaşımların geliştirilmesi

Amenajman planlarında hidrolojik fonksiyona ayrılacak alanların nasıl belirleneceği, farklı hidrolojik fonksiyonların neler olabileceği ve farklı fonksiyonlar için ormancılık uygulamalarının nasıl yapılması gerektiği ile ilgili bir altyapı geliştirilmiştir. Ormanların hidrolojik fonksiyonları için koruma hedeflerinin tanımlanması, alan seçim yöntemlerinin belirlenmesi ve uygun orman yapısının tanımlanması ile ilgili ulusal ve uluslararası literatür çalışması yapılmış ve bu teknik kılavuz hazırlanmıştır.

Orman hidrolojik fonksiyonunun orman amenajman planlarına entegrasyonu için süreç ve temel yaklaşım, OGM ile yapılan ortak çalışmalar sonucunda belirlenmiştir. Hidrolojik fonksiyonun amenajman planlarına entegrasyonu yol haritası için uzman katkısı, yapılan toplantılar ve arazide gözlemler ile entegrasyon yöntemi belirlenmiştir.

2

Bir orman işletme müdürlüğünde, ormanların hidrolojik fonksiyonlarının orman amenajman planına entegrasyonunun sağlanması

Çalışma alanı, OGM Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı (OİPD) ve DKM'den ilgili uzmanların oluşturduğu teknik ekip tarafından, büyük bir kısmı İzmir Orman Bölge Müdürlüğü (İzmir OBM) Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü'nde (Bayındır OİM) yer alan üç baraj havzasında (Aktaş, Zeytinova ve Rahmanlar) bulunan ormanlar olarak belirlenmiştir. Çalışma hidrolojik fonksiyonların modellenmesi, model çıktılarının uzman görüşleri ve arazide yapılan çalışmalarla değerlendirilmesi, içme ve kullanma suyunu koruma hedefinin önceliklendirileceği ormanların saptanmasıyla yapılmıştır.

3

Uygulamalar için reçete önerilerinin geliştirilmesi

Masabaşında yapılan analizlere ek olarak havzalardaki tür çeşitliliği ile diri ve ölü örtü DKM uzmanları ve amenajman heyeti ile birlikte, yerinde görülerek değerlendirilmiştir. Ayrıca su üretimi, odun üretimi (eta, dikili satış, tensil vb.), biyolojik çeşitlilik, yangın riski ve odun dışı orman ürünleri (bal üretimi, tıbbi bitkiler vb.) ile ilgili bilgi alışverişinde bulunulmuştur. Silvikültürel uygulamalar için reçete önerileri geliştirilmiştir. Bu öneriler, Orman İşletme Şeflikleri (OİŞ) ile değerlendirilmiştir.

ve 2020 yılı Alaçam OİŞ, Çamyayla OİŞ ve Ödemiş OİŞ orman amenajman planlarında reçeteler şeklinde yer almıştır. Böylece hidrolojik fonksiyonların amenajman planlarına entegrasyonu sağlanmış, ormanların hidrolojik fonksiyonları birer planlama aracı olarak kullanılmıştır.

4

Yaklaşımların ve uygulama yöntemlerinin bulunduğu bir teknik kılavuzun ve bir deneyimler kitapçığının hazırlanması

İçme ve kullanma suyu havzaları ile ilgili ulusal ve uluslararası literatür incelenerek orman yönetim yaklaşımları ve silvikültürel uygulamalar bir araya getirilmiş ve teknik kılavuz oluşturulmuştur. Elinizdeki bu kılavuzda **orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonlarına** yönelik genel bir açıklama ile **orman ekosistemlerinin su üretimi hizmeti ve orman ekosistemlerinde su kaynakları yönetimi** ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. **Türkiye ormanlarında mevcut su yönetimi**; tebliğ ve diğer kılavuzlarda ele alındığı şekilde hidrolojik tanımlar, ormanların su ile ilgili fonksiyonlarının amenajman planlarındaki yeri, hidrolojik fonksiyon görecekt ormanların seçilme kriterleri ve amaç kuruluşları ve hidrolojik fonksiyon görecekt ormanların silvikültürel uygulamaları ile anlatılmıştır. Kılavuzda ayrıca Türkiye'deki hidrolojik fonksiyonlara yönelik olarak **tamamlanmış projelerden** örnekler verilmiş, proje sonuçlarına da yer verilmiştir. Bunların dışında, **orman amenajman planlarına genel tanım önerileri** yapılmıştır. Ayrıca **su odaklı yönetilecek ormanların seçilme kriterleri ve amaç kuruluş** önerileri verilmiş; **su odaklı yönetilecek ormanlarda optimal orman yapısı** tanımlanmıştır. Bu seçilme kriterleri, amaç kuruluş önerileri ve optimal orman yapısına yönelik olarak ise **silvikültürel uygulamalar** geliştirilmiştir. Silvikültürel uygulamalar; akarsu koridorları, içme suyu havzaları, kullanma suyu havzaları, hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanların yönetimine ve bu koruma havzalarında genel olarak neler yapılması gerektiğine dayalı uygulama örnekleridir.

Bayındır OİM deneyimini anlatan kılavuzun üçüncü bölümü de projenin bir diğer çıktısıdır. Bu kılavuz, **hidrolojik fonksiyon verilecek ormanlarda izlenebilecek yolu** göstermektedir. Proje kapsamında kullanılan model ve yöntemler bu kılavuzda detaylı bir şekilde anlatılmaktadır.

5

Orman Genel Müdürlüğü teknik personelinin hidrolojik fonksiyonun uygulanması konusunda kapasitesinin artırılması

Proje kapsamında OGM, OİPD ve DKM'den ilgili uzmanlarının yer aldığı bir "teknik ekip" oluşturulmuştur. Teknik ekip, OGM'de yapılan toplantılarda bir araya gelmiş ve ormanların hidrolojik fonksiyonları üzerinde birlikte çalışmıştır. Ayrıca, ormanlarda suyun yönetimi hakkında bilgi alışverişinde bulunmak ve uygulama örneklerini yerinde görmek üzere Avusturya'nın Viyana şehrine teknik gezi düzenlenmiştir. Amenajman planı süresince amenajman heyeti ile birlikte çalışılmış, planlama kararları birlikte verilmiştir.

1



GİRİŞ

Sağlıklı ekosistemler, insanlara geniş bir yelpazede ve yaşamın devamlılığını sağlamada kritik rol oynayan çok sayıda fayda sunmaktadır. Doğanın, insanlara sunduğu bu faydalar ekosistem hizmetleri ile tanımlanmaktadır (MEA, 2005). Karasal ekosistemlerin üçte birini oluşturan ormanlar, küresel biyolojik çeşitliliğin %80'ine ev sahipliği yapmakta, farklı ölçeklerde (zamansal ve mekânsal) ekolojik süreçleri desteklemektedir. Ormanların sağladığı ekosistem hizmetleri aşağıdaki gibi sıralanabilir (Pamukçu Albers ve ark., 2018):

- 1 Tedarik hizmetleri:** Tedarik hizmetleri, ekosistemlerden doğrudan sağlanan ürünler olarak nitelendirilebilir. Ekosistem hizmetleri arasında en çok bilinen ve üzerinde en çok çalışma yürütülen hizmetlerdir. Orman ekosistemlerinin sağladığı tedarik hizmetlerine örnek olarak; biyolojik hammadde (yapacak ve yakacak odun), odun dışı orman ürünleri, yem ve otlatmada kullanılan otsu bitkiler ve içme ve kullanma suyu (tatlısu) verilebilir.
- 2 Düzenleyici hizmetler:** Düzenleyici hizmetler, tedarik hizmetlerinden farklı olarak doğadan doğrudan sağlanan hizmet ve ürünleri değil, doğal süreçlerden elde edilen faydaları içermektedir. Orman ekosistemlerinin sağladığı düzenleyici hizmetlere örnek olarak; erozyon kontrolü (toprak koruma), suyun akışının ve zamanlanması düzenlenmesi (sel-taşkın önleme ve su tutumu), karbon tutumu, zararlıların azaltılması, tozlaşma ve hava kalitesinin düzenlenmesi verilebilir.
- 3 Kültürel hizmetler:** Kültürel hizmetler, insanların ekosistemlerle manevi olarak etkileşimlerini konu alan hizmetlerdir. Bu hizmetler, insanların doğayla ilişkili hisleri, estetik deneyimler, aldıkları ilham ve doğada gerçekleştirdikleri ekoturizm ve rekreasyon eylemlerinden aldıkları mutlulukla doğrudan ilişkilidir.
- 4 Destekleyici hizmetler:** Destekleyici hizmetler, diğer hizmetlerden farklı olarak tüm ekosistem ürün ve hizmetlerinin var oluşunu destekleyen ve dünya üzerinde hayatın var olmasını mümkün kılan unsurlar ve doğal süreçlerdir. Orman ekosistemlerinin sağladığı düzenleyici hizmetlere örnek olarak; birincil üretim başta olmak üzere su döngüsü, besin döngüsü ve toprak oluşumu verilebilir.

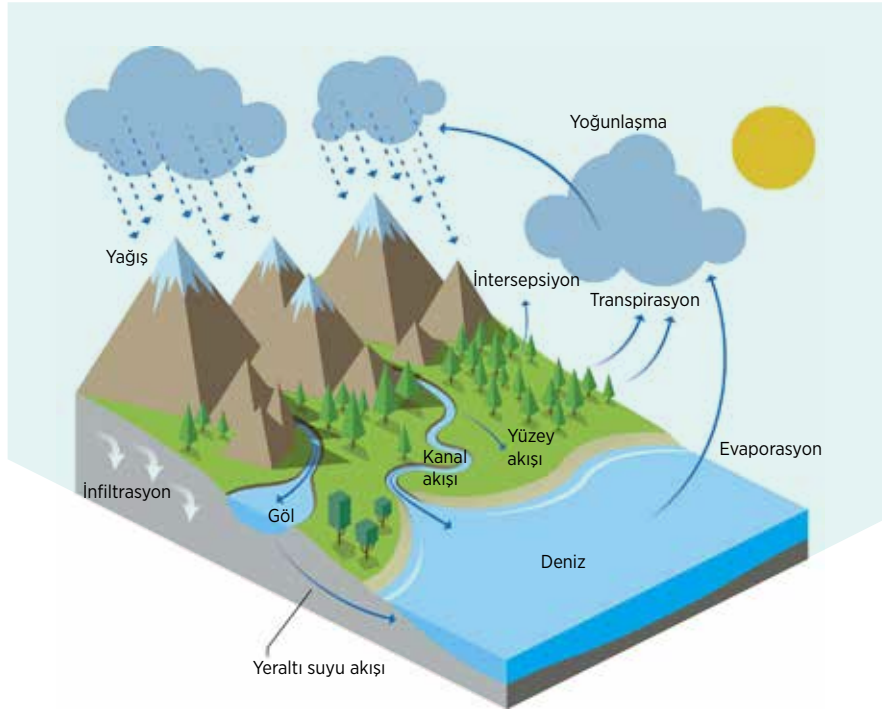
Bu kılavuzda orman yönetiminde ormanların hidrolojik fonksiyonlarının etkin yönetimi ve sürdürülebilir kullanımı hakkında bilgi verilmiş; ormanların özellikle su ile ilgili sağladığı ekosistem hizmetleri bütüncül olarak ele alınmaya çalışılmıştır. Ormanlar, su akışını ve zamanlanmasını düzenler, su kalitesini iyileştirir ve su üretimi hizmeti sağlar, böylece hem su kaynaklarını besler hem de korurlar. Etkin su yönetimi ile havzadaki su akışı ve miktarı düzenlenir. Ormanlarda, sel ve taşkın riski diğer arazi kullanımlarına göre düşüktür. Orman ekosistemlerinde daha az sediment ve kirlenici taşındığı için su kalitesi de yüksektir. Bütüncül olarak su kaynağı havzasına bakıldığında, ormanlardan gelen su en kaliteli sudur. Ernst (2004)'e göre yaklaşık %60'ı orman örtüsü olan bir alanda orman örtüsündeki her %10 oranındaki artış, bakım ve kimyasal giderlerini yaklaşık %20 oranında azaltmaktadır. Dolayısıyla havzada etkin orman yönetimi, etkin su yönetimi demektir. Böylece hem yüzey ve yeraltı suyunun miktarı ve kalitesi, hem de toprak korunur.

Orman planlaması ve yönetiminin ana amaçlarından biri de ormanların sağladığı su akışı ve su kalitesi ile ilgili hizmetlerin en üst seviyeye ulaştırılmasıdır. Lefèvre ve ark. (2013)'na göre orman yönetimi ve planlaması, ağaçların su stresini azaltmakta ve meşcerenin hayatta kalma olasılığını artırmaktadır. Ormanlarda ağaçlar tarafından kullanılan suyun hacmi,

yaş ve meşcere yoğunluğuna (yaprak yüzey indeksi ve tepe pürüzlülüğü gibi birçok değişkene) bağlıdır. Örneğin, ormancılık uygulamalarından aralama ile kalan ağaçların kaynaklara ulaşımı artırılarak, ağaçların kuraklığa direnci ve yangına dayanıklılığı artırılmaktadır.

Ormanlardaki su yönetimi öncelikleri, büyük ölçüde ormanların fiziki coğrafyasına bağlıdır. Su yönetiminin, alt havzada ve üst havzada farklı olması gerekir. Çünkü alt havzada yağış miktarı daha az, eğim daha düşüktür; bu nedenle infiltrasyon daha yüksektir. Üst havzada ise yağış daha sık ve fazladır; sıg toprakların bulunduğu dik yamaçlarda yüzey akış miktarı fazladır (FAO, 2018). Dolayısıyla ormanlarda su odaklı yapılacak olan silvikültürel uygulamalar, idari sınırlara göre değil, doğal sınırlara yani havza sınırlarına göre yapılmalıdır. Şekil 1.1 bir havzanın genel yapısını göstermektedir.

Şekil 1.1 Havzada su döngüsü.



Keleş (2015)'e göre, ormanlarda **su üretimini** belirlemek için kullanılacak temel göstergeler; yağış, evaporasyon, transpirasyon, gövdeden akış, infiltrasyon, intersepsiyon, yüzeysel akış, dere sıklığı, sayısı ve yoğunluğu, eğim, toprak derinliği ve geçirgenliği, ölü örtü durumu ve bitki örtüsüdür. **Su kalitesini ölçmek** için kullanılabilecek göstergeler ise genellikle; sediment ve besin maddeleri (özellikle azot, fosfor) miktarı, su sıcaklığı, çözülmüş oksijen, pH, suyun sertliği, elektriksel iletkenlik ve biyolojik çeşitliliktir. **Su üretimi değerini etkileyen ve bitki örtüsü sınıfı içerisinde yer alan orman ekosistemlerine ilişkin temel göstergeler ise;** orman formu, ağaç türü, meşcere yaşı, meşcere gelişim çağı, meşcere sıklığı (kapalılık, hacim, göğüs yüzeyi, ağaç sayısı), köklenme derinliği, kök yoğunluğu, orman parçası/meşcere alanı, yaprak yüzey alanı/miktarı ve ağaçların su kullanım miktarlarıdır.

Bununla birlikte hidrolojik fonksiyonla bağlantılı olan diğer fonksiyonlar için de bir takım göstergeler bulunmaktadır (Keleş, 2015).

- i) **Toprak koruma fonksiyonu** için; bitki örtüsü (ağaç türü, yaş, sıklık, kök yapısı vs.), eğim, yamaç uzunluğu, toprak özellikleri ve erozyona duyarlılık;
- ii) **Sel ve taşkın önleme fonksiyonu** için; bitki örtüsü (ağaç türü, yaş, sıklık, kök yapısı vs.), eğim, yağış ve buharlaşma;
- iii) **Heyelan önleme** için; bitki örtüsü (ağaç türü, yaş, sıklık, kök yapısı vs.), eğim, toprak özellikleri, yağış ve buharlaşma
- iv) **Çiğ önleme fonksiyonu** için; bitki örtüsü (ağaç türü, yaş, sıklık, kök yapısı vs.), orman boşlukları sayısı ve büyüklüğü, yamaç eğimi, kar miktarı ve intersepsiyon;
- v) **Taş ve kaya yuvarlanmalarına karşı önleme fonksiyonu** için; bitki örtüsü (ağaç türü, yaş, sıklık, kök yapısı vs.), gelişim çağı, yamaç eğimi, ağaçların direnç durumu, kaya büyüklüğü ve kinetik enerjisi.

Orman ekosistemleri su akışının zamanlanması ve düzenlenmesini sağlar. Aynı zamanda da su kirliliğini azaltarak su kalitesinin artmasını sağlar. Herhangi bir havzada uygulanacak orman yönetimi, tüm arazi kullanımlarını dikkate alan bir “**entegre havza yönetimi**”ni temel almalıdır. Bu sayede su kayıpları azaltılacak, suyun akışı, rejimi ve kalitesi optimal değerlere ulaşacaktır. Ormanların hidrolojik fonksiyonuna ilişkin herhangi bir baskı varsa, bu **baskı iyi tanımlanmalı**, baskının önüne geçebilmek için yapılan uygulama ve bu uygulamaların **ekosistem hizmetleri** üzerine etkisi göz önünde bulundurulmalıdır.



İnsan faaliyetleri ve ekosistem hizmetleri

İnsan faaliyetleri, arazi kullanımının değişmesi ve iklim değişikliği gibi etkenler su talebini etkilemektedir. Su miktarının ve mevsimselliğin değişmesi, akış değişikliği, su kirliliği, erozyon ve sedimentasyon ile toprak kaybı ve dere yataklarının bozulması gibi pek çok çevre sorunu ekosistemler üzerindeki baskıyı artırmaktadır. Öte yandan baskının hafifletilmesi için yapılan teknik müdahaleler (örn. su miktarının korunması için barajlar, su kalitesi için arıtma tesisleri) nedeniyle de ekosistemler bozulmaktadır. Orman ekosistemlerden sağlanan faydaların devamlılığı için ekosistemler etkin bir şekilde yönetilmeli ve baskıların durumu, alınan koruma önlemleri ve yapılan teknik müdahaleler ekosistem hizmetlerini de gözeterek şekilde izlenmelidir. Tablo 1.1'de bu amaçla kullanılan gösterge (anahtar) parametreler ile orman ekosistemlerinde yapılacak olan uygulamalar ve su odaklı orman yönetimi doğal müdahale ve çözümleri sunulmuştur.

Tablo 1.1 Ekosistemlerin korunmasına yönelik yapılan müdahaleler ve etkiler (Grizzetti ve ark. (2016)'dan uyarlanarak hazırlanmıştır).

Birincil Etken	Diğer Etkenler	Baskılar	Baskının Hafifletilmesine Yönelik Yapılan Çalışmalar (Mevcut Durum)	Ekosistemin Durumu		Ekosistem Hizmetleri	Orman Ekosistemlerinde Yapılabilecek Teknik Müdahale ve Uygulamalar
				Yapının Bozulması	Anahtar Parametreler		
Nüfus	Ekonomik aktiviteler (tarım, sanayi vb.)	Su ihtiyacı	Barajlar	Su miktarı ve mevsimsellik	Akış ve akış ortalaması Yeraltı suyundeki değişimler	Kullanma suyu tedarığı (sanayi, sulama, çevresel akış vb.), içme suyu tedarığı, sel ve taşkın önleme	Orman ekosistemlerinde su tutumunu artırmak, sel ve taşkın riskini azaltacak önlemler almak (ağaçlandırma gibi)
			Kuyudan ya da herhangi bir kaynaktan su çıkarma				
			Sulama				
			Yeraltı suyunun çekilmesi				
			Su transferi				
İklim değişikliği	Arazi kullanım değişikliği	Yağış değişikliği	Teknik önlemler	Su kalitesi (Sudaki biyolojik elementler ve kimyasal yapı)	Klorofil	Rekreasyon (yüzme, botla gezme, rekreasyonel balıkçılık), karbon tutumu, balıkçılık (gıda tedarığı), içme suyu tedarığı, suyun temizlenmesi, sedimentasyon önleme	Orman ekosistemlerinde temiz su tutumunu artırmak, ormanların suyu temizleme hizmetinden yararlanmak
		Akış değişikliği	Teknik önlemler		Alg patlaması		
		Sıcaklık değişikliği	Teknik önlemler		Balık biyokütlesi		
		Yabancı türlerin artması ve biyolojik topluluklardaki diğer değişimler	Teknik önlemler		Makro-omurgasızlar		
					N, P, Si		
					Sediment		
					Pestisit		
Arazi kullanım değişikliği	Nüfus, ekonomik aktiviteler (tarım, sanayi vb.)	Yayıllı kirlilik	Su kalitesini artırmaya yönelik teknik çalışmalar (arıtma)	Hidromorfolojik ve fiziksel yapı	Besinler	Populasyonların devamlılığı	Su arıtma
		Noktasal kirlilik					
		Erozyon ve sedimentasyon					
Ekonomik aktiviteler (tarım, sanayi vb.)	Nüfus, arazi kullanım değişikliği	Dere yataklarının bozulması, açık kanalizasyon yolları haline gelmesi	Derelerin ıslah edilmesi ve kanallaştırılması	Hidromorfolojik ve fiziksel yapı	Fidanlık habitatı	Karbon tutumu	Sel ve taşkın önleme
					Doğal habitat		
					Doğal taşkın yatakları		
					Dere kıyısı ekosistemlerinin durumu		

A low-angle photograph looking up at a dense forest canopy. The image shows numerous tree trunks and branches reaching upwards, with a thick layer of green leaves filtering the light. A large, white, stylized number '2' is overlaid on the left side of the image, partially covering the tree trunks. The background is a bright, overcast sky visible through the foliage.

2

GENEL BİLGİLER

Bu bölümde Türkiye ormanlarında mevcut su yönetimi kapsamında orman hidrolojisi tanımlarına yer verilmektedir. Ayrıca, ormanlarda su yönetimi ve su ile ilgili fonksiyonlar da bu bölümde verilmiştir. Hidrolojik fonksiyon görece ormanların seçilme kriterleri ve amaç kuruluşları ele alınmış, bu ormanlardaki silvikültürel uygulamalara da değinilmiştir.

2.1 Hidrolojik Tanımlar

Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar, 299 no'lu tebliğde, ormanların hidrolojik sistemdeki ve su üretimindeki rolünün önemi açıklanmıştır. Tebliğde orman hidrolojisi ile ilgili tanımların bir kısmı “Tanımlar” kısmında ya da diğer bölümlerde açıklama olarak yer almaktadır. Orman hidrolojisi ile ilgili tanımların güncel ve birbirinden farklı kaynaklarda yer alma durumlarını değerlendirebilmek amacıyla; 299 no'lu tebliğ, son dönemlerde yapılan amenajman planları (Gazipaşa ve Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüklerindeki orman işletme şefliklerinin orman amenajman planları, 2017) ve ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü (2015)'nde yer alan tanımlar karşılaştırılmıştır (Tablo 2.1). Ek-1'de ise tebliğdeki ve diğer kaynaklardaki ormanların hidrolojisi ile ilgili tanımlar verilmiştir.

Tablo 2.1 Orman hidrolojisindeki bazı tanımların farklı kaynaklarda yer alma durumu.

Terimler	299 Nolu Tebliğ	Orman Amenajman Planları (Gazipaşa ve Köyceğiz)	ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü
Optimal kuruluş	✓	✓	✓
Aktüel kuruluş	✓		
Su üretimi			✓
Su verimi			✓
Evaporasyon			✓
Evapotranspirasyon			✓
Tepe çatısından damlama			✓
İnfiltrasyon	✓		✓
İntersepsiyon	✓	✓	✓
Yaprak yüzey indeksi			✓
Gövde akışı			✓
Perkolasyon			✓
Yeraltı Suları			✓
Transpirasyon	✓	✓	✓
Ölü örtü			✓
Diri örtü			✓
Humus			✓
Yüzeysel akış			✓

✓ Kaynaklarda yer alan tanımlar

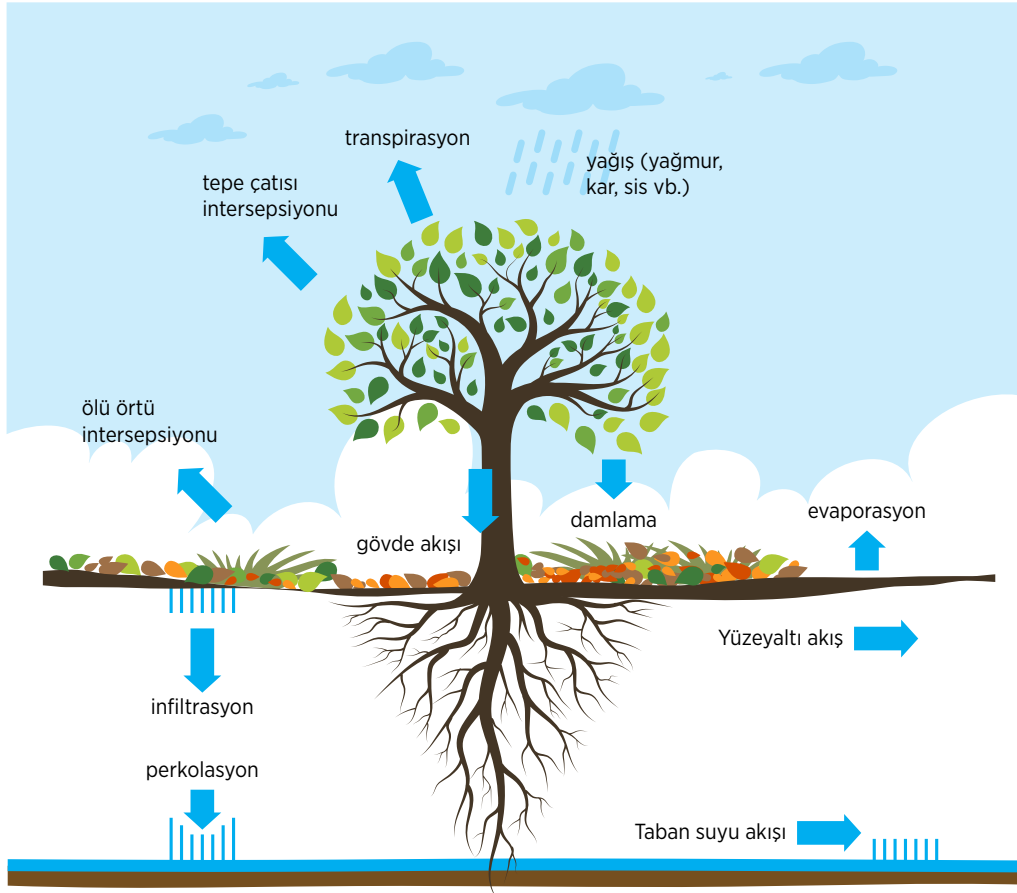
Tablo 2.1'den de anlaşılacağı üzere 299 no'lu tebliğ ve orman amenajman planlarında yer alan tanımlar oldukça sınırlıdır.

Aşağıda orman hidrolojisine ait tanımlar açıklanmıştır. Aynı zamanda orman hidrolojisi faktör ve parametrelerine ait ulusal ve uluslararası literatür verileri de derlenmiştir.

2.1.1 Su Verimi

Ormanlık bir havzanın su verimi, havza üzerine düşen yağış, intersepsiyon, gövdeden akış, infiltrasyon, yüzeysel akış, transpirasyon ve evaporasyon gibi faktörlerin karşılıklı etkileşimleriyle şekillenmektedir (Uslu, 1969; Çepel, 1978) (Şekil 2.1). Intersepsiyon, transpirasyon ve evaporasyon su verimini olumsuz yönde etkileyen faktörlerdir. Orman örtüsü bir taraftan evaporasyonu azaltıp, infiltrasyon koşullarını geliştirerek düzenli ve devamlı su verimini olumlu yönde etkilerken, diğer taraftan intersepsiyon ve transpirasyon yoluyla su kaybına neden olmaktadır. Ormanların bir havzadaki su verimi üzerindeki bu etkisi ağaç türüne, meşcere sıklığına, tepe boyutlarına ve yaprak miktarına göre değişmektedir (Asan ve Şengönül, 1987).

Şekil 2.1 Ormanlarda su döngüsü.



Su sıkıntısının olduğu yerlerde su verimi ve miktarının yüksek tutulması için optimal orman yapısındaki **meşcerelerin intersepsiyon ve transpirasyon oranları düşük olmalıdır**. Başka bir deyişle, transpirasyon ve evapotranspirasyon ile kaybedilen su miktarı azaltılmalıdır. Trans-

pirasyon ve intersepsiyon, yaprak yüzeyi ile orantılıdır. Yaprak yüzeyi küçükse transpirasyon ve intersepsiyon düşük, toprağın nem miktarı yüksek olacaktır. Toprak nemi doygunluğa ulaştıktan sonra yüzey akışa geçen su miktarı da fazla olacaktır. Asan (2014)'in çalışmasına göre ormanlarda su verimini artırmak için intersepsiyon, transpirasyon ve evaporasyon miktarları, ağaç türü, işletme şekli ve meşcere sıklığı değişkenleri ve kombinasyonlarını düzenleyerek yönetilmelidir.

İntersepsiyon

İntersepsiyon, yağışların ağaç tepeleri tarafından tutularak henüz yere inmeden buharlaşma yoluyla tekrar atmosfere dönmesidir (ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015). İntersepsiyon ile yağış kaybı, yıllık yağış miktarının yüzdesi veya mm cinsinden yağışın ifadesidir. Yaprak yüzey alanına, toprak yüzeyini örtme derecesine (kapalılık), kışın yapraklı olup olmamasına (mevsim), bitkinin türüne, meşcere yapısına, yaşına, dallanma durumuna, gövdelerin pürüzlü veya kaygan yüzeyli oluşu gibi çok çeşitli etmenlere göre farklılıklar gösterir (Özdemir ve ark., 2018). Farklı coğrafik bölgelerdeki farklı orman tipleri ve ağaç türleri için intersepsiyon oranları Tablo 2.2'de verilmektedir.

Tablo 2.2 Farklı orman tiplerinin yağış miktarının yüzdesi olarak yıllık intersepsiyon oranları (Özdemir ve ark., 2018).

Orman Tipi/Ağaç Türü	Latince Adı	İntersepsiyon Oranı (%)	İntersepsiyon Miktarı (mm/yıl)	Coğrafik Bölge veya Ülke	Kaynaklar
Kızılçam	<i>Pinus brutia</i>	5-27	-	Kıbrıs	<i>Eliades ve ark., 2016</i>
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	8	-	Batı Almanya	<i>Eidmann, 1959</i>
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	8-30	-	Güneydoğu İskoçya	<i>Yeşilkaya, 1979</i>
Okaliptüs ormanı	<i>Eucalyptus</i> sp.	10-15	-	Avustralya	<i>Dunin ve ark., 1988</i>
Doğu kayını	<i>Fagus orientalis</i>	12	-	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	<i>Çepel, 1965</i>
Meşe	<i>Quercus</i> spp.	12	70	İngiltere	<i>Sukachev ve Dylis, 1968</i>
Sahil çamı	<i>Pinus pinaster</i>	12,6	-	İspanya	<i>Domingo ve ark., 1994</i>
Karayip çamı	<i>Pinus caribaea</i>	12,8	-		<i>Hall, 2003</i>
Çoruh meşesi	<i>Quercus petraea</i>	13	-	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	<i>Çepel, 1965</i>
Yalancı çınar yapraklı akçaağaç	<i>Acer pseudoplatanus</i>	13,21	-	Güneydoğu İskoçya	<i>Yeşilkaya, 1979</i>
Gürgen-Meşe (baltalık)	<i>Carpinus</i> spp.- <i>Quercus</i> spp.	13,8	151,4	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	<i>Özhan, 1982</i>
Kızılçam	<i>Pinus brutia</i>	5-27	-	Kıbrıs	<i>Eliades ve ark., 2016</i>
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	8	-	Batı Almanya	<i>Eidmann, 1959</i>
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	8-30	-	Güneydoğu İskoçya	<i>Yeşilkaya, 1979</i>
Okaliptüs ormanı	<i>Eucalyptus</i> sp.	10-15	-	Avustralya	<i>Dunin ve ark., 1988</i>
Meşe-Gürgen (baltalık)	<i>Quercus</i> spp.- <i>Carpinus</i> spp.	15,3	-	Marmara Bölgesi	<i>Özyuvacı, 1976</i>

Orman Tipi/Ağaç Türü	Latince Adı	İntersepsiyon Oranı (%)	İntersepsiyon Miktarı (mm/yıl)	Coğrafik Bölge veya Ülke	Kaynaklar
Kavak	<i>Populus sp.</i>	16	-		Kimmins, 1987
Doğu kayını	<i>Fagus orientalis</i>	17,4	168,8	Marmara Bölgesi	Çepel, 1965
Kestane	<i>Castanea sativa</i>	18,4 – 24,8	-	Sicilya, İtalya	Leonardi ve ark., 1993
Radiata çamı	<i>Pinus radiata</i>	18,3	-	Güneydoğu Avustralya	Crockford ve Richardson, 1990
Yapraklı Orman	-	18,75	-	Japonya	Komatsu ve ark., 2007
Yapraklı Orman	-	18,79	-	Pekin, Çin	Biao ve ark., 2010
Çoruh meşesi	<i>Quercus petraea</i>	20	181,6	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	Çepel, 1965
Bambu ormanı	-	20	-	Kenya	Penman, 1963
Çam ormanı	<i>Pinus spp.</i>	20,7	-		Tang, 1993
İbrelî orman	-	22	-	Japonya	Komatsu ve ark., 2007
Yapraklı karışık baltalık	-	22,43	-	Kocaeli, Marmara Bölgesi	Zengin, 1997
Akçaağaç	<i>Acer spp.</i>	22,6	-		Penman, 1963
Karışık orman	-	22,61	-	Pekin, Çin	Biao ve ark., 2010
Douglas göknarı	<i>Pseudotsuga menziesii</i>	22,8 - 25	-		Link ve ark., 2004
İbrelî orman	-	23,31	-	Pekin, Çin	Biao ve ark., 2010
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	23,8 - 28	-	Fransa	Forgeard ve ark. (1980) ve Aussenac (1975)'a atfen Zengin, 1997
Sarıçam	<i>Pinus sylvestris</i>	25,71	-	Kocaeli, Marmara Bölgesi	Zengin, 1997
Norveç ladini	<i>Picea abies</i>	26	-	Batı Almanya	Eidmann, 1959; Penman, 1963
Selvi	<i>Cupressus spp.</i>	26	-	Kenya	Penman, 1963
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	26	-	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	Çepel, 1965
Meşe	<i>Quercus spp.</i>	27	-		Xiao ve ark., 2000
Radiata çamı	<i>Pinus radiata</i>	28,05	-	Kocaeli, Marmara Bölgesi	Zengin, 1997
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	28,3	310,2	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	Özhan, 1982
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	31,1	335,7	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	Çepel, 1965
Sarıçam	<i>Pinus sylvestris</i>	33	-	Kafkaslar	Burhin, 1984
Sarıçam	<i>Pinus sylvestris</i>	34 - 47	-	Güneydoğu İskoçya	Yeşilkaya, 1979
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	39,01	-	Kocaeli, Marmara Bölgesi	Zengin, 1997
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	46	-		Ovington (1954)'a atfen Yeşilkaya, 1979
Norveç ladini	<i>Picea abies</i>	48	-		Rutter ve ark., 1975

Mevsimlerin intersepsiyon miktarı üzerine olan etkisi yaprağını döken ormanlarda belirgin olarak görülmektedir. Yaz ve kış mevsimleri intersepsiyon değerleri arasında önemli derecede fark vardır. Kışın yapraklarını döken bitkilerin yüzey alanları azalmış olduğundan tuttukları su miktarı da önemli oranda azalmaktadır (Tablo 2.3).

Tablo 2.3 Bazı meşcerelerin mevsimsel yıllık intersepsiyon oranları.

Ağaç Türü	Latince Adı	İntersepsiyon Oranı (%)		Aradaki Fark	Kaynaklar
		Yaz (Mayıs – Ekim)	Kış (Kasım – Nisan)		
Avrupa kayını (100 yaş)	<i>Fagus sylvatica</i>	11	4	7	Eidmann, 1959
Meşe-Gürgen baltalığı	-	17,6	11,5	6,1	Özhan, 1982
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	18	-	-	Pontailleur ve ark., 1988
Sahil çamı	<i>Pinus pinaster</i>	18,1	16,7	1,4	Loustau ve ark., 1992
Kayın	<i>Fagus sp.</i>	19	11	8	Çepel, 1965
Meşe	<i>Quercus spp.</i>	20	13	7	Özhan, 1982
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	21	6	15	Aussenac ve Boulangeat, 1980
Kayın	<i>Fagus orientalis</i>	21	13,8	7,2	Çepel, 1967
Meşe	<i>Quercus spp.</i>	22	16	6	Çepel, 1965
Meşe	<i>Quercus dschorochensis</i>	26,5	13,6	12,9	Çepel, 1967
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	27	22	5	Brechtel, 1988
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>	-	22	-	Balazs, 1983
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	28	28	0	Özhan, 1982
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	29,7	32,5	2,8	Çepel, 1967
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	33	29	4	Çepel 1965
Avrupa ladini	<i>Picea abies</i>	36	32	4	Delfs ve ark., 1958
Çam	<i>Pinus spp.</i>	38	36	2	Balazs (1983)'a atfen Brechtel, 1988

Tepe kapallığı düştükçe, meşcerelerin intersepsiyon oranları da düşmektedir. Tablo 2.4'te Orta ve Batı Karadeniz ile Marmara bölgelerindeki ormanlarda intersepsiyondaki kayıplar ağaç türlerinin kapallıklarına göre sınıflandırılmıştır (Asan, 2014). Bu değerlere göre, tepe kapallığı %10 ve daha az olduğu yapraklı ormanlarda (boşluklu yapraklı ormanlar) intersepsiyonun en düşük, normal kapalı ibrelili ormanlarında ise en yüksek olduğu görülmektedir.

Tablo 2.4 Orta ve Batı Karadeniz ile Marmara bölgelerindeki ormanlarda intersepsiyon-daki kayıp (Asan, 2014).

Kapalılık	Ağaç türü	İntersepsiyon oranı (%)
Tepe kapalılığı 0,10 ve daha az olan ormanlarda	Yapraklı	3,9
	İbrelili	7,3
Orta kapalı	Yapraklı	7,6
	İbrelili	9,5
Normal kapalı	Baltalık	15,1
	Yapraklı koru	17,4
	Karışık koru*	19,8
	İbrelili koru	29,9

* UNDP (2015) projesinde eklenmiştir. Karadere OİM Handüzü OİŞ Amenajman Planında intersepsiyon kayıpları bu oran ile yer almaktadır.

İntersepsiyon yolu ile su kaybı, koru ve baltalık ormanlarda (Asan, 2014):

- %80-100 arası kapalılık derecelerine sahip olan ormanlarda intersepsiyon oranının değişmediği;
- Kapalılığın %50 ve daha az olması halinde intersepsiyonun hızla azaldığı;
- %10 ve daha az kapalılığa sahip ormanlarda ise bu azalmanın %80'lere ulaştığı;
- İbrelili korulardaki intersepsiyon oranlarının yapraklı korulardan yaklaşık %80 oranında daha fazla olduğu anlaşılmaktadır.
- Ayrıca %80-100 arasında tepe kapalılığına sahip ormanlarda su kaybının değişmediği, eğer su verimi arttırılmak istenirse tepe kapalılığının en az %30 ve daha fazla kırılması gerektiğine yer verilmiştir.

Çalışma sonuçlarına göre, tepe kapalılığı gevşek olan bir meşcerenin seyreltilmesiyle, %100'den fazla tepe kapalılığına sahip bir meşcerenin gevşetilmesi su verimi üzerinde aynı etkiye sahip değildir. Tepe kapalılığı %40 olan bir meşcerenin %10 gevşetilmesinin su verimi üzerindeki etkisi %15 iken; tepe kapalılığı %85 olan bir meşcerenin %10 gevşetilmesinin su verimi üzerindeki etkisi %50 olacaktır. Buna göre hidrolojik fonksiyon gören ormanlarda tepe gevşetilmesine kapalı meşcerelerden başlanmalıdır (Asan, 2014). Tablo 2.5'te tepe kapalılıkları ve bu kapalılıklara bağlı olarak su verim indisleri verilmiştir.

Tablo 2.5 Su verimi etki indisleri (Asan, 2014).

Kapalılık sınıfı	Sınıf ortalaması	Su verimi etki indisleri
0,01-0,10	0,05	5/170=0,03
0,11-0,40	0,25	25/170=0,15
0,41-0,70	0,55	55/170=0,32
0,71-1,00	0,85	85/170=0,50
Toplam	1,70	1,00

Tablo 2.6'da ise bazı meşcereler için **kapalılığa ve yaşı** bağlı intersepsiyon oranları verilmiştir.

Tablo 2.6 Bazı meşciler için kapalılığa ve yaşı bağlı intersepsiyon oranları.

Ağaç Türü	Latince Adı	Kapalılık (%)	Orman Yaşı	İntersepsiyon Oranı (%)	Kaynaklar
Meşe	<i>Quercus spp.</i>	50	45-48	3,9	<i>Sukachev ve Dylis (1968) ve Çepel (1978)'e atfen Asan ve Şengönül, 1987</i>
		75	45-48	7,3	<i>Sukachev ve Dylis (1968) ve Çepel (1978)'e atfen Asan ve Şengönül, 1987</i>
		85	-	8	<i>Sukachev ve Dylis (1968) atfen Çepel, 1986</i>
		100	45-48	11,9	<i>Sukachev ve Dylis (1968) ve Çepel (1978)'e atfen Asan ve Şengönül, 1987</i>
Çam	<i>Pinus spp.</i>		32,60	12,8	<i>Riedl ve Zachar, 1984</i>
			60-100	14,1	
Avrupa kayını	<i>Fagus sylvatica</i>		30	15	<i>Aussenac ve Boulangeat, 1980</i>
			100	20-25	
Çoruh meşesi	<i>Quercus petraea</i>	80-90	55	15,6	<i>Özhan, 1982</i>
Kayın	<i>Fagus spp.</i>	100	45	16,1	<i>Çepel, 1971</i>
Macar meşesi (baltalık)	<i>Quercus frainetto</i>	80-90	-	16,1	<i>Balci, 1958</i>
Meşe	<i>Quercus spp.</i>	100	50	17,8	<i>Çepel, 1971</i>
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	100	23	2	<i>Özhan, 1982</i>
Avrupa ladini	<i>Picea abies</i>	100	-	30	<i>Delfs ve ark., 1958</i>
		90	-	31	
Karaçam	<i>Pinus nigra</i>	90-100	38	31,6	<i>Çepel, 1971</i>
Radiata çamı	<i>Pinus radiata</i>		18	33,6	<i>Baker ve Attiwill, 1987</i>
			22	43,9	

Gökmar için hektardaki **aralanan gövde sayısına** göre intersepsiyon oranları Kimmins (1987)'ye göre 10.000 aralanan gövde için %15, 3.000 aralanan gövde için %23, 1.370 aralanan gövde için %24 ve 730 aralanan gövde için %26 olarak hesaplanmıştır. İntersepsiyon oranlarına aralanan gövde sayısı etki ettiği gibi, gelişim çağları da etki etmektedir. Delfs ve ark. (1958)'e atfen Çepel (1993) ise ladin için **gelişim çağına** göre intersepsiyon oranlarını, gençlik için %11, sıklık için %21, direklik için %28 ve kalın ağaçlık için %36 olarak vermiştir.

Transpirasyon

Transpirasyon, bitkilerin kökleri ile topraktan aldıkları suyu yapraklarından buhar hâlinde atmosfere vermesini ifade eder (Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar 299 No'lu Tebliğ). Gün içerisinde ve günler arasında önemli değişimler gösterdiği gibi bitki türleri arasında da farklılıklar görülmek-

tedir (Özdemir ve ark., 2018). Farklı ağaç türleri için transpirasyon oranları Tablo 2.7'de verilmektedir.

Tablo 2.7 Orman ağaçlarından transpirasyon yoluyla su kaybı (Özdemir ve ark., 2018).

Ağaç Türü	Latince Adı	Transpirasyon Oranı (%)	Transpirasyon (mm/yıl)	Yağış (mm)	Yaprak Biyokütlesi (kg/ha)	Kaynaklar
Kayın	<i>Fagus sp.</i>	14			700	Kimmins, 1987
Ladin	<i>Picea sp.</i>	16			31000	Kimmins, 1987
Huş	<i>Betula sp.</i>	17			4940	Kimmins, 1987
Melez Çamı	<i>Pinus sp.</i>	17			13950	Kimmins, 1987
Çam	<i>Pinus sp.</i>	19			12550	Kimmins, 1987
Gökmar	<i>Abies sp.</i>	19			40000	Kimmins, 1987
Çam-Melez (Avusturya)	<i>Pinus sp.</i>	35	300	861		Çepel, 1978
Karışık Orman (Almanya)	-	38	290	771		Çepel, 1983
Ladin-Kayın (Avusturya)	-		250	861		Çepel, 1983
Kayın (Almanya)	<i>Fagus sp.</i>		448	670		Çepel, 1983
Okaliptus (Afrika)	<i>Eucalyptus sp.</i>		1200	760		Çepel, 1978
Akasya (Afrika)	<i>Robinia sp.</i>		2500	760		Çepel, 1978

Ağaç tepeleri üzerinde, ağaçlar ve atmosfer arasındaki gaz değişimleri, ağaçların tepe yapısına bağlıdır. Karışık ormanlarda ağaç boyları ve şekillerinin heterojenliği, rüzgar hareketini oluşturur. Yine karışık ormanlar, aynı yaşlı meşcerelerden daha fazla tepe pürüzlülüğü içerebilir, bu da daha az transpirasyona neden olur (Lefèvre ve ark., 2013).

Evaporasyon

Evaporasyon, toprak, göl ve bitki yüzeylerindeki suyun güneş ve rüzgar etkisiyle buharlaşıp tekrar atmosfere dönmesidir (ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015). Orman, mera, çayır ve tarımsal ekosistemler gibi bitkinin olduğu karasal ekosistemlerde su kayıpları intersepsiyon, transpirasyon ve evaporasyon ile; taşlık, kayalık ve kumullar ile ham toprak özelliğine sahip çıplak alanlarda su kaybı evaporasyon olayı ile ortaya çıkar (Özhan, 1994).

Orman alanlarında topraktaki ve orman altı vejetasyondaki evaporasyon diğer arazi kullanımlarına göre daha düşüktür (Swanson, 1978). Delfs ve ark. (1958)'e atfen Çepel (1986)'ya göre ladin meşceresi ve aynı iklim koşullarında çıplak alan için değerlendirilen 5 yıllık ölçüm sonuçlarına göre ladin meşceresi toprağından 80 mm evaporasyon, çıplak alandan ise 241 mm evaporasyon ile su kaybı gerçekleşmektedir.

Tablo 2.8’de farklı koşullar altında evaporasyon miktarları verilmiştir.

Tablo 2.8 Farklı koşullar altında evaporasyon miktarları (Molchanov (1963)’a atfen Özhan, 1994).

Toprak Yüzeyi	Yağış (mm)	Evaporasyon (mm)	Evaporasyon (%)
Colorado			
Orman	53,9	17,8	33
Ormansızlaşmış Alan	52,9	22,9	43
North Carolina			
Orman	168	39,4	23
Tıraşlanmış Orman	158,7	59,2	37

Evaporasyon, intersepsiyon ve transpirasyon ile meydana gelen su kayıplarının tümüne “toplam buharlaşma” denir. Arazi örtüsü toplam buharlaşma miktarında da rol oynayan önemli etmenlerden biridir. Yıllık ortalama yağış miktarı (825,1 mm) aynı olsa da arazi örtüsü farklı olan yerlerde toplam buharlaşma oranları da değişir (Tablo 2.9). Tabloda da görüldüğü gibi ibreli (çam) ormanlarda toplam buharlaşma oranı yapraklı ormanlara göre %15 daha fazladır. Bu da ibreli ormanlarda su veriminin düşük olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.9 Aynı yağış altında farklı arazi örtüsü yıllık toplam buharlaşma oranları (Çepel, 1986).

Arazi Örtüsü	Yıllık Toplam Buharlaşma Miktarı (mm)	Yıllık Toplam Buharlaşma Oranları (%)
Çıplak toprak	194,5	24
Ot ve çalı topluluğu	448,5	54
Yapraklı orman	416,7	50
İbreli (çam) orman	537,8	65

Yukarıda anlatıldığı üzere intersepsiyon, transpirasyon ve evaporasyon ormanlardaki su verimini olumsuz yönde etkileyen başlıca faktörlerdir. İntersepsiyon, meşcere tipine (Tablo 2.2), mevsime (Tablo 2.3), kapalılığa (Tablo 2.4, Tablo 2.5 ve Tablo 2.6), meşcere yaşına (Tablo 2.6), aralanan gövde sayısına ve gelişim çağına göre farklılık göstermektedir. Transpirasyon ise meşcere tipine (Tablo 2.7) ve tepe pürüzlülüğüne göre değişmektedir. Evaporasyonda ise arazi kullanımı (Tablo 2.8 ve Tablo 2.9) rol oynamaktadır.

Su Bütçesi Bileşenleri

Özhan (1982)’nin çalışmasına göre, 1.095,6 mm yağışın olduğu bir yerdeki su bütçesi bileşenleri, meşe, karaçam ve baltalık ormanlar için Tablo 2.10’da gösterilmiştir.

Tablo 2.10 Bazı ağaç türleri için su bütçesi (Özhan, 1982).

Su Bütçesi Bileşenleri	Meşe için İntersepsiyon		Karaçam için İntersepsiyon		Baltalık için İntersepsiyon	
	mm	% Yağış	mm	% Yağış	mm	% Yağış
İntersepsiyon	171,4	15,6	310,3	28,3	151,4	13,8
Evapotranspirasyon	773,3	70,6	675,4	61,6	720,8	65,8
Toplam buharlaşma	944,7	86,2	985,7	90,0	872,2	79,6
Yüzeysel akış	43,4	4,0	33,8	3,1	52,3	4,8
Yüzey altı ve taban suyu akışı	120,6	11,0	81,2	7,4	151,1	13,8
Dere akışı	164,0	15,0	115,0	10,5	203,4	18,6
Toprak suyu değişimi	-13,1	-1,2	-5,1	-0,5	20,0	1,8
Toplam yağış	1.095,6	100	1.095,4	100	1.095,6	100

Tabloda da görüldüğü gibi 1.095,6 mm yağışın olduğu bir yerdeki koru ormanlarında intersepsiyon ve evapotranspirasyon yoluyla gerçekleşen toplam buharlaşma miktarı meşe korularında 944,7 mm ve karaçam koru ormanlarında 985,7 mm iken baltalık ormanlarda 872,2 mm'dir. Akışa geçen, başka bir deyişle ormanlardan derelere ulaşabilen su miktarı karaçam koru ormanında 115 mm, meşe koru ormanında 164 mm ve gürgen+meşe baltalık ormanında 203,4 mm'dir. Buna göre, yapraklı baltalık ormanlarda yağış yüzey akışa daha fazla geçmekte bu nedenle su verimini yükseltmektedir.

Tablo 2.11'de 45 yaşında bir meşe meşçeresinin kapalılık dereceleri ile su bütçesi elemanları arasındaki ilişkiler gösterilmektedir.

Tablo 2.11 Meşe meşçeresinin kapalılığına göre su bütçesi elemanları arasındaki ilişkiler (Sukachev ve Dylis (1968)'e atfen Çepel, 1986).

Su Bütçesi Elemanları	Kapalılık derecesi (%)		
	100	75	50
Yağış (mm)	589	589	589
Yüzeysel akış (mm)	13	14	12
İntersepsiyon (mm)	70	43	23
Evaporasyon (mm)	77	81	96
Transpirasyon (mm)	421	392	379
5 m toprak derinliğine sızan su (mm)	8	59	78

Orman vejetasyonu, yüzeysel akış ve buna bağlı olarak erozyon ile toprak kaybını azaltmaktadır (Tablo 2.12). Ancak yüzeysel akış miktarı, erozyon ile toprak kaybı miktarı arasındaki ilişki doğrusal değildir. Bu, baraj havzalarında yapılacak ağaçlandırmaların toprak koruma açısından önemini ortaya koymaktadır (Çepel, 1986).

Tablo 2.12 Yüzeysel akış ve erozyon ile ilgili bazı araştırma sonuçları (Çepel, 1986).

a. Vejetasyon Tiplerinin Yüzeysel Akış Üzerine Etkileri (Balcı, 1958)				
	Çıplak alan	Çayır	Orman	
Yüzeysel akış (%)	56	36	18	
Toprağa sızan (%)	44	64	82	
b. Meşçere Kapalılık Derecesinin Etkisi (Sukachev ve Dylis, 1968)				
Meşe meşçeresi kapalılık	1,00	0,85	0,75	0,50
Yüzeysel akış (%)	2	2	2,5	2
İntersepsiyon (%)	11,9	8	7,3	3,9
c. Dış Toprak Hali ile Yüzeysel Akış ve Erozyon Arasındaki İlişki (Delfs, 1958)				
Dış toprak hali	Yüzeysel akış (%)		Erozyon (gr/m2)	
Çıplak mineral toprak	17		1500	
Humuslu örtülü toprak	4		50	
Ladin ormanı ile örtülü toprak	1		4	
Aira cinsi otlar örtülü toprak	0,2		0	

Molchanov (1963)'a atfen Özhan (1994)'a göre; Güney Carolina'da (A.B.D.) 2.000 mm yıllık ortalama yağış alan 1.630 hektarlık alanda sürdürülen araştırma sonuçları, ormanların su veriminin diğer arazi örtüsü gruplarına göre daha az olduğunu göstermektedir (Tablo 2.13).

Asan (2014)'e göre; su bütçesini oluşturan intersepsiyon, evaporasyon ve transpirasyon değerleri ölçüm olarak yoksa, su verimini hesaplamak için Tablo 2.13'teki oransal veriler kullanılır.

Tablo 2.13 Farklı alanlarda su bütçesi (Özhan, 1994).

Su bütçesi	Orman (mm)	Tıraşlanmış alan (mm)	Çayır (mm)	Çıplak alan (mm)	Orman alanlarına düşen yıllık yağış miktarı (mm)	Orman alanlarındaki oransal dağılım (%)
İntersepsiyon	375	-	125	-	375	18,75
Evaporasyon	125	475	350	625	125	6,25
Transpirasyon	400	-	300	-	400	20
Toplam kayıp	900	475	775	625	900	45
Dere akımı	1.100	1.525	1.225	1.375	1.100	55
Toplam yağış	2.000					
Akış katsayısı (Verim oranı %)	55	76	61	69	1.100/2.000=0,55	

Tablo 2.13'te de görüldüğü gibi orman alanları toplam yağışın %45'ini kaybetmekte, ancak %55'ini tutmaktadır. Orman alanlarında en fazla kayıp ise transpirasyonla gerçekleşmektedir. Toplam %45'lik kayıp içinde intersepsiyonun payı: $(19 / 45) * 100 = 42,2$; transpirasyo-

nun payı: $(20 / 45) * 100 = 44,4$; evaporasyonun payı ise $(6 / 45) * 100 = 13,3$ 'tür. Buna göre, tepe kapallılığı %11 ve daha fazla olan orman alanlarında intersepsiyon verisi yardımıyla transpirasyonu hesaplamak için yapılacak işlem; $Trns = (Intr / 42,2) * 44,4$; evaporasyonun payı $Evp = (Intr / 42,2) * 13,3$ olacaktır. Bu hesaba göre; toplam kayıp ve su verim oranları Tablo 2.14'te verilmektedir.

Tablo 2.14 Toplam kayıp ve su verim (akış katsayısı) oranları.

Ağaç türü	İntersepsiyon oranı (%)	Transpirasyon oranı (%)	Evaporasyon oranı (%)	Toplam kayıp (%)	Su verim oranı (%)
Bozuk baltalık	3,9	4,1	17,5	25,5	74,5
Bozuk kuru	7,3	7,7	17,5	32,5	67,5
Baltalık	15,1	16,1	4,8	36	64
Yapraklı kuru	17,4	18,3	5,5	41,2	58,8
Karışık kuru	19,8	20,8	6,2	46,8	53,2
İbrelili kuru	29,9	31,3	9,4	70,6	29,4

Tabloda da görüldüğü gibi ağaç türü ve işletme şekli yönünden en az su kaybının %25,5 ile bozuk baltalıklarda görüldüğü, bunu sırasıyla %32,5 ile bozuk kuru, %36 ile verimli baltalık, %41,2 ile yapraklı kuru, %46,8 ile ibrelili ve yapraklı karışık kuru, %70,6 ile de ibrelili kuru ormanlarının izlediği anlaşılmaktadır. UNDP'nin projesinde (2015), Karadere OİM Handüzü OİŞ için yapılan su verimi hesaplamalarında da bu tablo esas alınmıştır.

Su verimi, belirli bir süre zarfında yağışın ne kadarının akışa geçtiği yani akışın yağışa oranıdır. Dolayısıyla akış katsayısı, su veriminin ölçüsüdür. Akış katsayısını; arazi kullanımı/örtüsü, topoğrafya, toprak, bakı ve yağış etkilemektedir. Tablo 2.15'te farklı arazi kullanımları ve farklı tipte ormanlara göre hesaplanmış akış katsayıları verilmektedir.

Tablo 2.15 Arazi kullanımları ve meşcere türlerine göre akış katsayıları.

Arazi kullanımı / örtüsü	Akış katsayısı (%)	Coğrafi bölge	Kaynaklar
Baltalık ormanlar	51	Yuvacık Baraj Havzası, Marmara Bölgesi	Özhan ve ark., 2008
Kuru ormanları	19-25	Belgrad Ormanı, Marmara Bölgesi	
Ormanlar	40	Sazlıdere Barajı, Alibeyköy Barajı ve Kağıthane Havzaları, Marmara Bölgesi	Pamukçu ve ark., 2014
Tarım alanları	49		
Mera alanları	61		
Geçirimsiz yüzeyler	95		

Tabloda da görüldüğü gibi geçirimsiz yüzeylerde (yol, asfalt, çatı vb. alanların diğer arazi kullanımlarına göre daha fazla yer aldığı yerleşim ve sanayi alanları gibi yapay yüzeyler) yağış doğrudan akışa geçmekte, kuru ormanlarında ise bu oran azalmaktadır.

Tablo 2.16'da ise orman tiplerine göre su tutma kapasiteleri ve yüzeysel akış miktarları verilmiştir. Yüzeysel akış, yapraklı ormanlarda en fazla, karışık ormanlarda ise en azdır.

Tablo 2.16 Orman tiplerine göre su tutma kapasiteleri ve yüzeysel akış miktarları (Biao ve ark., 2010).

Orman Tipi	Su Tutma Kapasitesi (t/cm/ha)	Yüzeysel Akış Miktarları (m3/ha)
İbrelî Orman	10,55	7,85
Yapraklı Orman	13,03	31,31
Karışık Orman	14,30	4,02
Ağaççık/Çalı	3,06	24,62

Bazı ağaç türleri için buharlaşma oranlarının yaşlara göre dağılımı Şekil 2.2'de verilmiştir. Grafiklere göre kavak ve dişbudak için toplam buharlaşma 20 yaşından 80 yaşına kadar %68,6 ile %89,6 arasında değişirken, meşede 20 yaşından 220 yaşına kadar bu değer %79,6 ile 95,6 arasında değişmektedir. Çam ve ladin için ise 20 yaşından 160 yaşına kadar toplam buharlaşma %59,4 ile 89,9 arasındadır.

Şekil 2.2 Bazı ağaç türleri buharlaşma oranlarının yaşlara göre dağılımı (Molchanov, 1963; Zengin, 2009; Cislighi, 2017).





ORMANLARDA SU KALİTESİ ve SU VERİMİ

Ormanlarda yapılacak olan aralama ya da bakım müdahaleleri havzadaki orman alanlarındaki evapotranspirasyon oranını değiştireceğinden su verimini de etkileyecektir (Trimble ve ark., 1963; Swanson, 1978). Ancak su verimini artırmak için her ne kadar havza yönetimi yüksek potansiyele sahip olsa da bakış açısı sadece havzada su sağlamak ya da su veriminin yükselmesini sağlamak olmamalıdır (Swanson, 1978). Orman topraklarındaki yoğun, derin kök sistemleri ve kalın ve gözenekli organik üst tabaka ile infiltrasyon ve su tutulması sağlanır, orman alanları suyu diğer arazi kullanımlarından daha fazla tutarlar (FAO, 2018). Bu nedenle, ormanlarda yüzey akışı en azdır ve yeraltı suyu girdisi verimlidir; diğer arazi örtüsü ile karşılaştırıldığında zaman içinde daha tutarlı bir şekilde akan dere akışını sağlamaktadır. Suyun miktarını artırmak için yapılan ağaç kesimleri, yüzeysel akışlarda sediment ve besin maddesini de artıracaktır. Sediment ve besin maddesindeki artış, su kalitesini önemli ölçüde azaltmaktadır. Webb ve ark. (2012)'ye göre ormanlarda tıraşlama kesim sediment üretimini genellikle 10-12 kat, seçme kesimler ise 2-3 kat artırmaktadır. Buna göre orman yönetiminde su miktarından elde edilecek kazanç, su kalitesinden kaynaklanacak olan maliyete göre çok daha düşük olacaktır.

2.1.2 Su Rejimi

Su rejimi, bir tatlı su ekosisteminde akışın belli bir zaman zarfındaki değişimini ifade eder. Yağış ile birlikte yüzeysel akış ve yeraltı suyunda meydana gelen mevsimsel değişiklikler su rejiminde de değişimler yaratabilir. Ormanların en önemli fonksiyonlarından biri suyun az olduğu dönemlerde su kaynaklarını besleyerek, yeraltı ve yüzeydeki su rejimini düzenlemesidir.

Su rejimi, yağış rejimi yanında havzadaki akış türlerine bağlıdır. Örneğin; ormanlarda infiltrasyonun yüksek olması, bu nedenle yüzeysel akış oranının düşük, yeraltı ve taban suyu akışının yüksek olması ile yağmur sularının dereye ulaşma süresinin uzaması, bunun bir sonucu olarak akışın zamana yayılması beklenir. Orman veya sağlıklı başka bir vejetasyon örtüsünün olmadığı alanlarda ise tam tersine infiltrasyonun düşük, yüzeysel akışın yüksek olması durumu söz konusudur. Bu da sel ve taşkın riski yanında yağışların barajlara erken ulaşması ve bu nedenle de daha fazla buharlaşmaya maruz kalması sonucunu ortaya çıkarabilir (Serengil, 2015). Su rejimindeki ani ve aşırı değişimler, özellikle suda yaşayan bazı canlıları ve yaşam ortamlarını olumsuz etkilemektedir.

2.1.3 Su Kalitesi

Su kalitesi, ormanlarda diğer arazi kullanımlarına göre çok daha yüksektir. Ancak bir dereye ya da bir baraja ulaşan suyun havza boyunca izlediği yol düşünüldüğünde ormanlardan gelen yüksek kalitedeki temiz suyun farklı arazi kullanımlarından geçerek aşağıya indikçe kalitesinin düştüğü, başka bir deyişle kirlendiği görülür. Kısacası farklı arazi kullanımlarından geçerken farklı kirleticilere maruz kalır (Serengil ve Özhan, 2001; Serengil ve Özyuvacı, 2002; HKEP, 2014).

Arazi kullanımları ya da zaman içinde meydana gelen arazi kullanım değişiklikleri, su kalitesini etkileyebileceği gibi ormanlarda çıkan yangınlar ya da kuraklık gibi doğal afetler de su kalitesini etkilemektedir. Örneğin; Sylvamed (2012), Katalonya nehir havzası yönetim planında orman yangınları ve kuraklığa bağlı su yüzeylerinin geçici olarak bozulmasından bahsetmiş ve ormanlardaki su yönetiminde buna göre su kalitesi için eşikler belirlemiş ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlamıştır. Orman yangınları ile ilgili yapılan başka bir çalışmada (Karanfil ve Chow, 2019) ise etkili orman havza yönetimi uygulamaları olarak yakıt azaltım teknikleri (kontrollü yakma ve mekanik aralama) ve sıklıkları içme suyu kalitesi bakış açısıyla ele alınmış, ormanlık havzalardan çözünmüş organik madde ve ilgili biyokimyasal süreçlerin içme suyu kaynaklarına etkileri araştırılmıştır. Bu çalışmanın amacı hem ormanların yangınlara karşı korunması için en iyi yönetim uygulamalarının belirlenmesi hem de içme suyu kaynaklarının öneminin belirtilmesidir.

Erozyon ve sedimantasyon, su kalitesi ile doğrudan ilişkilidir. Ormanlarda yapılan kesimler, yüzeysel su miktarını artırmanın yanında erozyon ve/veya sedimantasyona sebep olabilir. Sedimantasyon, suyu taşıyan akarsuyun ve suyu tutan rezervuarın kapasitesini azaltır. Kapasitedeki bu azalma, taşkın riskini yükseltir ve suyun temin edildiği su kaynaklarında miktarın azalmasına neden olur (Forest Stewardship, 2014). Ayrıca yangınlar, taşkınlar ya da diğer insan kaynaklı aktiviteler (tarımsal ya da kentsel) akarsu yatağında erozyona sebep olabilir (Primefact, 2010).

Akarsu koridorları, su akışının zamanlanması ve düzenlenmesinde rol oynadığı gibi özellikle su kalitesinde etkili olmaktadır. Sylvamed (2012)'e göre, Katalonya nehir havzası yönetim planında ormanlarda su ile ilgili hizmetlerin artırılması ve iyileştirilmesi için akarsu koridorları üzerinde özellikle durulmuş ve akarsu kıyılarındaki ormanlarda yapılması gereken uygulamaları gösteren bir kılavuz geliştirilmiştir.

2.2 Ormanlarda Su Yönetimi

Ormanlardaki su yönetimi ile ilgili amaçlar kısaca aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- 1 Havzaya gelen sudan (yağış, kar, dolu vb.) faydalanmanın artırılması
- 2 Akarsu, göl, gölet ve barajların su besleme havzalarının korunması
- 3 Tüm su kaynaklarının ve tesisinin korunması
- 4 Sel ve taşkınların önlenmesi
- 5 Su kaynaklarının temiz tutulması
- 6 Su bütçesinin düzenlenmesi ve sürekliliğin sağlanması (içme ve kullanma su miktarının düzenlenmesi)

2.2.1 Akarsu Koridorlarında Orman-Su Yönetimi

Akarsu koridorları, genişlikleri ve vejetasyon içeriklerine bağlı olarak sediment yüklü yüzey akışını yavaşlatmakta, sediment, besin ve kirletici miktarının %50-100 oranında tutulmasını sağlamaktadır (Hawes ve Smith, 2005). SAI (2010)'nın çalışması, %40-94 arasında nitrat konsantrasyonunun nehirden önceki bir tamponla ya da sulak alanla azaltılabileceğini göstermiştir. Bir havzada oluşturulan akarsu koridorlarının genişlikleri; yüksekliğe, topografyaya, arazi kullanımına, tarım yapılıyorsa akarsuya, besin ve kirletici girdisine, biyolojik çeşitliliğe ve toprak özelliklerine göre değişmektedir.

Akarsu koridorlarının kullanım amacı belirlendikten sonra bölge özelliklerine ve vejetasyona göre uygun akarsu koridoru genişliği ve bu koridordaki silvikültürel uygulamalar belirlenir. Köse (2015), çalışmasında Almanya'daki içme suyu havzalarında rezervuardan itibaren 100 m ile 200 m arasındaki rezervuara giden tüm kollar boyunca 100 m akarsu koridoru oluşturulduğundan bahsetmiştir.

SAI (2010)'a göre akarsu koridorlarının oluşturulmasında aşağıdaki beş adım izlenir:

> Adım 1 Akarsu koridorunun hangi amaçla kullanılacağı belirlenir.

Akarsu koridorları, su kalitesini korumakta, akarsu kenarı stabilizasyonunu sağlamakta, alg patlamalarının ve bulanıklığın önüne geçmekte, akarsuyu gölgelemekte, akarsu sıcaklığını düzenlemekte, biyolojik çeşitliliği ve görsel çeşitliliği artırmakta, rekreasyon olanakları sağlamakta, karbon depolamakta, yüzeysel akışı azaltmakta, sel ve taşkını önlemekte, havzanın alt kısmındaki taşkını azaltmakta, toprağın ve sediment taşınmasını önlemekte, ölü örtü ve molozun akarsuya ulaşmasını engellemekte, azot, fosfor, pestisitleri ve diğer kirlenimleri tutmakta, alabalık ve omurgasızlar dahil sucul yaban hayatını oluşturmada ve korumakta, karasal yaban hayatı habitatını veya hareket koridorlarını sağlamaktadır.

Akarsu koridorlarının hangi amaç için kullanılacağı önemlidir. Böylece amaca göre mesafe belirlenir ve vejetasyon ona göre oluşturulur.

> Adım 2 Amaca bağlı olarak en uygun vejetasyon tipi seçilir.

Farklı vejetasyon tiplerinin farklı faydaları vardır (Tablo 2.17). Akarsu koridorları, akarsu boyunca yerel bitki örtüsünde bulunan karışık ağaç ve çalılarla birlikte otsu bitkilerden oluşan bir şerit içermeli ve bulunduğu bölgenin toprağına, iklimsel ve hidrolojik özelliklerine uyum sağlayan vejetasyondan oluşmalıdır (SAI, 2010).

Tablo 2.17 Farklı vejetasyon tiplerinin sağladığı faydalar.

Sağladığı fayda	Otsu- Çayır	Çalı - Ağaççık	Ağaç	Kaynaklar
Akarsu kenarı stabilizasyonu	düşük	yüksek	yüksek	SAI, 2010
Akarsu kenarı erozyonu azaltma	orta	yüksek	yüksek	Jontos, 2004
Sediment filtrasyonu	yüksek	düşük	düşük	SAI, 2010
Sediment yakalama	yüksek	orta	düşük	Jontos, 2004
Besin, pestisit (sedimentle beraber gelen) tutma	yüksek	düşük	düşük	SAI, 2010; Jontos, 2004
Besin, pestisit (çözülebilir) tutma	orta	düşük	orta	SAI, 2010; Jontos, 2004
Sucul habitat oluşturma	düşük	orta	yüksek	SAI, 2010
Yaban hayatının sağlanması (meralar)	yüksek	orta	düşük	SAI, 2010
Yaban hayatının sağlanması (orman)	düşük	orta	yüksek	SAI, 2010
Ekonomik ürünler	orta	düşük	orta	SAI, 2010
Görsel çeşitlilik	düşük	orta	yüksek	SAI, 2010
Sel-taşkın önleme	düşük	orta	yüksek	SAI, 2010
Taşkın iletimi	yüksek	düşük	düşük	Jontos, 2004

> Adım 3 **Vejetasyon çeşitliliği korunur.**

Su seviyesi ve akışındaki değişimler, sıcaklık değişimleri ve yırtıcı hayvanların neden olduğu zararlar gibi farklı dönemlerde/mevsimlerde maruz kalınabilecek etkiler düşünülmeli ve ekolojik toleransın sağlanması amacıyla bitkisel kompozisyon çeşitliliği yüksek tutulmalıdır (SAI, 2010).

> Adım 4 **Minimum kabul edilebilir akarsu koridor genişliği belirlenir.**

Akarsu koridorlarının genişlikleri amaca göre değişmektedir (Tablo 2.18), ancak genel olarak kabul görmüş belirli mesafeler yoktur. SAI (2010), 5 m'den daha dar şeritlerin etkisiz olduğunu belirtmiştir.

Tablo 2.18 Farklı amaçlara göre akarsu koridorları tampon zon genişlikleri.

Amaç	Mesafe	Tampon tipi	Açıklama	Kaynaklar
Akarsu kıyısı stabilizasyonu (ıslahı) ve akarsu gölgelemesi	> 3 m			Hawes ve Smith, 2005
Yaban hayatının desteklenmesi	> 91 m			Hawes ve Smith, 2005
Erozyon önleme	9-30 m			Hawes ve Smith, 2005
Sediment azaltma	5 m		Toplam askıdaki katı maddenin: %11 eğimde %86-87'si, %16 eğimde %53-76'sı, %3,5 eğimde %66'sı azalmıştır.	Swift ve Norton, 1993
	> 9 m	Otsu filtre şeritleri	%7-12 eğimde sedimentin %85'ini azaltır.	Ghaffarzadeh, Robinson ve Cruse, 1992; SAI, 2010
	9 m		Toplam askıdaki katı maddenin: %11 eğimde %95-98'i, %16 eğimde %70-88'i, %3,5 eğimde %82'si azalmıştır.	Swift ve Norton, 1993
	19 m		Toplam askıdaki katı maddenin: %5 eğimde %90'i, azalmıştır. Yine aynı kaynağa göre 60 m genişlik %5 eğimde %94 askıdaki katı maddeyi azaltmaktadır.	Swift ve Norton, 1993
	21 m		Toplam askıdaki katı maddenin: %4 eğimde %75-81'ini, azalmıştır.	Swift ve Norton, 1993
	27 m		Toplam askıdaki katı maddenin: %4 eğimde %66-93'ünü, azalmıştır.	Swift ve Norton, 1993
	25 m'den fazla	Vejetasyona sahip tampon	Askıda sediment miktarı %92 azalmıştır.	Young ve ark., 1980; SAI, 2010

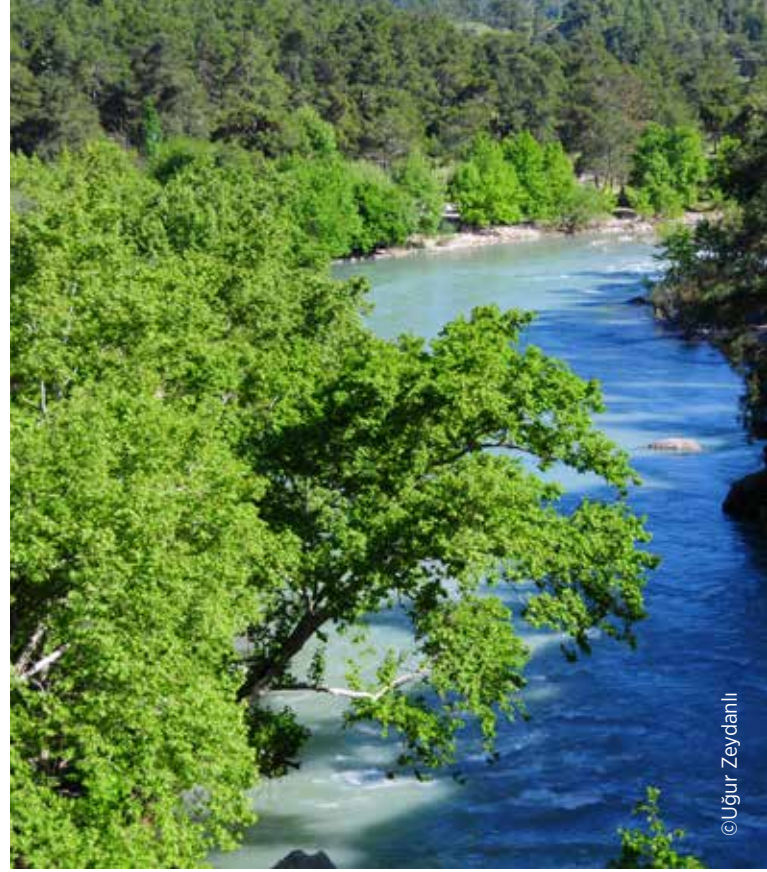
Amaç	Mesafe	Tampon tipi	Açıklama	Kaynaklar
Sediment azaltma	30 m'den fazla		Ormanlık uygulamalarının yapıldığı alan ile sulak alan ve akarsuların arasındaki 30 m yaklaşık %75-80 yağmur suyundaki askıda sediment miktarını azaltmış, azot oranını ve su sıcaklığını normal seviyeye indirmiştir.	Lynch, Corbett ve Mussalem, 1985; SAI, 2010
	60-70 m		Vejetasyonun aktif büyüme döneminde mineral topraklar için ayrılan bu zon genişliği askıda sediment yükünü %50'ye kadar azaltmaktadır.	Swift ve Norton, 1993
	61 m'den fazla	Otsu filtre ve vejetasyona sahip tampon şeritleri	Yağmur suyundaki askıda katı madde %80 oranında azalmıştır.	Horner ve Mar, 1982; SAI, 2010
	1,01 ha ve 1,03 ha		%70'ten fazla askıdaki katı madde konsantrasyonu azalmıştır.	Niemenen ve ark., 2005
	0,20 ha, 0,16 ha ve 0,12 ha		%50-60 askıdaki katı madde konsantrasyonu azalmıştır.	
	0,09 ha		Askıdaki katı madde konsantrasyonu hiç azalmamıştır.	
Azot ve fosfor tutulması	5-50 m			Hawes ve Smith, 2005
	5 m ve üzeri	Otsu filtre şeritleri	Azot ve fosforun yaklaşık %90'ını tutar.	Madison ve ark., 1992; SAI, 2010
	7 m ve üzeri	Vejetasyona sahip tampon şeritler	Askıdaki katı maddenin ortalama %84'ünü, fosforun %79'unu ve azotun %73'ünü tutar.	Dillaha ve ark., 1989; SAI, 2010
	19 m ve üzeri	Ormanlık akarsu koridoru	Fosforun %80'ini ve azotun %89'unu azaltır.	Shisler, Jordan ve Wargo, 1987; SAI, 2010
Fosfor konsantrasyonlarının azaltılması	15 m'den fazla	Sert ağaç tampon şeritleri	Doğal tampon şeritlerinin etkisi oldukça değişkendir. Ancak çoğu durumda 15 m doğal, müdahale yapılmamış tampon fosfor konsantrasyonlarının azaltılmasında etkilidir.	Woodward ve Rock, 1995; SAI, 2010
Nitrat konsantrasyonlarının azaltılması	7 m ve üzeri		Mikrobiyal nitrifikasyon ve bitki alımı sebebiyle nitrat konsantrasyonlarının neredeyse tümü azaltılır.	Lowrance, 1992; SAI, 2010
Pestisit tutulması	15-100 m			Hawes ve Smith, 2005
Alabalık ve omurgasızlar dahil sucul yaban hayatının desteklenmesi	10-50 m			Hawes ve Smith, 2005
Ölü örtü ve moloz taşınmasını engelleme	3-100 m			Hawes ve Smith, 2005
Akarsu sıcaklığının düzenlenmesi	9-70 m			Hawes ve Smith, 2005

Forest Stewardship (2014)'e göre, kesilen ağaçların istifleneceği yer de toprak ve su kalitesi açısından önemlidir. Çünkü bu alanlar, genelde araçların üzerinde çalıştığı, toprağın iyice sıkıştığı ve olası yağışta çamur olup dereye doğru akışa geçen sedimente kaynak oluşturacak alanlardır. Bu alanlar veya yollar ile akarsular arasındaki filtre şeritleri için kullanılabilecek minimum genişlikler Tablo 2.19'da verilmiştir.

Tablo 2.19 Eğime göre istifleme veya yollar ile akarsu arasındaki filtre şeritlerinin genişlikleri (Forest Stewardship, 2014).

Kesilen ağaçların istiflendiği alanlar ya da yollar ile akarsular arasındaki arazinin eğimi (%)	Filtre şeritlerinin minimum genişliği (m)
0	8
10	14
20	20
30	26
40	32
50	38
60	44
70	50

Akarsu koridoru genişliği, akarsu koridorunun amacına, bulunduğu bölgeye, çevresindeki arazi kullanımlarına ve örtülerine, kadastral mülkiyete, topoğrafyaya, hidrolojik ve iklimsel özelliklere göre değişebilir.



©Uğur Zeydanlı

> Adım 5 Uygulama ve bakım planı geliştirilir.

Akarsu koridorlarının sürdürülebilirliği ve uzun dönem faydalarından yararlanılabilmesi amacıyla uygulama ve bakım planının geliştirilmesi önemlidir.

2.1.2 İçme ve Kullanma Suyu Havzalarında Orman-Su Yönetimi

İçme suyu havzalarında en önemli ölçüt suyun kalitesidir. İçme suyunun temin edildiği su kaynakları hayati öneme sahiptir. Bu sebeple, içme suyu kaynaklarının korunması gereklidir. İçme suyu havzalarında yapılan etkin orman yönetimi ile içme suyu için gereken arıtma düzeyi azaltılabilir. Yüzey ve yeraltı su kaynakları iyi tanımlanmalı ve suyun kalitesinin yapılacak olan silvikültürel uygulamalar ve alınacak olan önlemler ile en üst düzeye çıkartılması sağlanmalıdır.

İçme suyu havzalarında, erozyonun en aza indirilmesi için toprak yapısını ve topoğrafik özellikleri dikkate almak, üzerindeki ormanı toprak kaybı riskini de gözetecek şekilde yönetmek gerekir. Rusubat ve sedimentin, dereye ya da rezervuara inmesinin engellenmesi gerekir.

Kullanma suyu havzalarında üretilen su; sulama, endüstri ve evsel ihtiyaçlar için kullanılmaktadır. İçme suyu havzalarında su kalitesi öne çıkarken, kullanma suyu havzalarında su miktarı önemlidir. Ancak bu, kullanma suyu havzalarında kalitenin önemli olmadığı anlamına gelmez. Sonuçta, ister kullanma suyu olsun, ister içme suyu olsun su üretimi yapılan havzalarda suyun devamlılığının sağlanması ve kalitesinin iyi olması önemlidir.

Suyun içilebilir olması, havzadaki sadece orman yönetimine değil, aynı zamanda diğer arazi kullanımlarının yönetimlerine de bağlıdır. Entegre bir havza yönetimi yaklaşımı uygulanmalıdır. Bu yaklaşımda, her arazi kullanımı için belirli kriterler ve standartlar geliştirilmelidir. Bölgesel ve su kaynağı farklılıklarını göz önünde bulunduran koruma yaklaşımları benimsenmelidir (Köse, 2015). **Tüm içme suyu havzalarına uygulanabilecek tek bir reçete yoktur; koruma alanları, koruma tedbirleri, kısıtlamalar ve yasaklamalar havza özelliklerine göre uyarlanmalıdır.** İklimsel, topoğrafik ve hidrolojik farklılıklar göz önünde bulundurularak, içme suyu havzaları için farklı büyüklük ve fonksiyonda koruma yapıları oluşturulmalıdır.



©Yıldırım Lise

İçme Suyu Koruma: Suyun kalitesinin yüksek olması ve suyun sürekliliğinin sağlanması

- Doğal ormanlardan oluşan bir havzada, sudaki sediment ve kirleticiler plantasyon ormanlardan oluşan havzaya göre daha azdır. Bu nedenle, doğal ormanlardan oluşan havzalarda su kalitesi plantasyon ormanlardan oluşan havzalara göre daha iyidir (Dudley ve Stulton, 2003).
- Bazı doğal türler toplam su akışını bile yükseltir (Dudley ve Stulton, 2003).
- Doğal orman ekosistemlerinin su tutma kapasiteleri plantasyon ormanlara göre neredeyse iki kat daha fazladır (Keleş, 2015).
- Suyun kalitesi ve sürekliliği açısından, yapı ve kuruluşları genellikle durağan olan değişik yaşlı ormanlar daha avantajlıdır (Keleş, 2015).
- Suyun sürekliliği ve kalitesi dikkate alındığında yoğun orman örtüsüne sahip havzalar her zaman tercih edilmektedir (Keleş, 2015).

Kullanma Suyu Koruma: Su sıkıntısı olan yerlerde kullanma suyunun sağlanması, su miktarının normal koşullara döndürülmesi (Keleş, 2015)

- Baltalık ormanlarının su verimleri, yapraklı koru ormanlarının su veriminden daha fazladır.
- Yapraklı koru ormanlarının su verimleri, iğne yapraklı koru ormanlarınınkinden daha fazladır.
- Aynı yaşlı ormanlar, su verimi açısından değişik yaşlı ormanlara göre daha büyük avantajlara sahiptir.
- Çoğunlukla ibrelili ağaç türleri yapraklı ağaç türlerine oranla intersepsiyonla daha fazla su kayıplarına neden olur.
- İbrelili ağaç türleri yapraklı ağaç türlerine göre ve olgun ya da daha sık meşcereler genç ya da seyrek meşcerelere oranla daha yüksek intersepsiyon oranlarına sahiptir.
- Transpirasyon miktarları ağaç türlerinin yaprak biyokütlesi ile sıkı bir şekilde ilişkilidir.
- Orman örtüsü gölgeleme etkisiyle topraktan fiziksel buharlaşma ile meydana gelen su kayıplarını (evaporasyon) önemli ölçüde azaltmaktadır.

Köse (2015) çalışmasında; bazı Avrupa ülkeleri, Amerika Birleşik Devletleri eyaletleri, Ürdün ve Türkiye için içme suyu koruma alanlarını incelemiştir. DVGW (2002)'ye atfen Köse (2015)'ye göre Almanya'da içme suyu rezervuarlarının havza koruma alanları üç bölgeye ayrılır:

1. Bölge: Suyun çevresindeki her türlü olumsuz etkiye karşı rezervuardaki suyun korunmasını amaçlar. Bu bölge yatayda 100 m'lik tampon bölgeyi ve rezervuarın kendisini kapsar. Bu bölgede suyun korunması dikkate alınarak barajın ve barajla ilgili teknik tesislerin işletme ve bakımına; suyun korunması amacına hizmet ettiği sürece tampon bölge içerisindeki orman gibi arazi örtüsünün bakımına ilişkin tedbirlere izin verilmektedir.

2. Bölge: Rezervuar ve kollarını insan faaliyetleri ve tesislerin olumsuz etkilerine karşı korur. İkinci bölge, alt bölgelere bölünebilir. İkinci bölge, birinci bölgeyi çevreleyen 100 m'lik bir tampon bölgeyi ve rezervuarı besleyen tüm akarsuların 100 m'lik tampon bölgesini kapsar. Bu bölgede yer alan ormanlarda su sporları, kamp alanları ve spor alanları kısıtlanması gereken faaliyetler arasındadır. Bu faaliyetlerin dışında üçüncü bölgede kısıtlanan erozyon ve yüzeysel akışa neden olan orman dönüşümü ve yapılaşma, taşların ve sedimentin taşınması ve devamlı otlatma bu bölgede de kısıtlanmıştır.

3. Bölge: Tüm havza alanından uzak mesafedeki olumsuz etkilere karşı rezervuarın ve kollarının korunmasını amaçlar. Bu nedenle birinci ve ikinci bölge dışında kalan tüm havza alanını kapsar. Bu bölgede ormanla ilişkili kısıtlanan bazı faaliyetler şunlardır: Erozyon ve yüzeysel akışa neden olan orman dönüşümü ve yapı işlemleri, taşların ve sedimentlerin taşınması ve devamlı otlatma (DVGW, 2002).

DVGW (1995)'e atfen Köse (2015)'ye göre Almanya'da içme suyu amaçlı kullanılan yeraltı suyu koruma alanları üç bölgeye ayrılır:

1. Mutlak koruma alanı: Yeraltı suyu kuyusunun etrafında en az 10 m (maksimum 50 m'ye kadar) yarıçaplı alandır. Bir kaynağın memba yönünde en az 20 m, bir karst akiferde en az 30 m mesafesini kapsar. Kuyunun doğrudan kirlenmesini engellemek amaçlanmıştır. Bu bölgede ormanla ilişkili her türlü insan etkinliği izne tabidir.

2. İç koruma alanı: 50 gün seyahat süresi ile tanımlanır ancak bu mesafe bir kaynaktan veya kuyudan 100 m'den az olmamalıdır. Patojenik mikrobiyal maddelerden ve diğer zararlı olabilecek kirlenmelere karşı koruma için konulmuştur. Bu bölgede ormanla ilişkili kısıtlanan bazı faaliyetler şunlardır: Kamp alanları, spor tesisleri, yeraltı suyunu besleyen yüzey sularında yüzme ve atıksu deşarjı.

3. Dış koruma alanı: İç koruma alanının dış sınırından başlayan ve havza sınırına kadar olan mesafedir. Radyoaktif maddeler veya kimyasallar gibi uzun sürede suyu etkileyen kirlenmelere karşı koruma sağlar. Eğer bölge 2 km'yi aşıyorsa alt bölgelere ayrılabilir (DVGW, 1995). Genel olarak, koruma altına alınacak alan havzadaki su alma noktası ve beslenme alanı oranlarına bağlıdır. Su alma oranı ne kadar yüksekse, koruma alanı da o kadar geniş tanımlanır (Balke ve ark, 2003).

VIYANA ORMANLARINDA SU YÖNETİMİ

“Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi” kapsamında ormanlarda suyun yönetimi hakkında bilgi alışverişinde bulunmak ve uygulama örneklerini yerinde görmek üzere Avusturya’nın Viyana şehrine teknik gezi düzenlenmiştir.



Viyana ormanlarında su yönetimi konusunda yapılan teknik gezi, 20-21 Kasım 2018

Fotoğraflar: ©Yıldırım Lise, Pınar Pamukçu Albers

Avusturya Hirschwang ormanlarında su yönetimi, farklı meşcere tiplerindeki farklı ormancılık uygulamaları ile yapılmaktadır. Ormanlardaki su yönetiminin esas amacı; özellikle ölü örtü ve humus açısından toprak için optimum koşulları, su tutumunu ve suyun filtrelenmesini en iyi duruma getirmek için korunması ve yeterli ağaçlandırmanın yapılmasıdır. Doğa odaklı bir yaklaşımla yönetilen bu ormanlarda öncelikli hedef, suyun devamlı ve temiz bir şekilde tutulmasıdır. Böylece istikrarlı ve dayanıklı orman ekosistemleri oluşturulmaktadır. Ormanlardaki diğer işletme amaçları veya koruma hedefleri (odun üretimi, yaylacılık, arıcılık, ekoturizm ve yaban hayatı) ikinci planda ele alınmaktadır. Ormanın diğer afetlere (özellikle kuvvetli rüzgar ve kar devriklerine) karşı korunmasına da özen gösterilmekte, karışık meşcereler oluşturulmaktadır. Bu ormanlık havzalar;

- Yağmur suyunun toprağa infiltrasyonunun iyi koşullara sahip olduğu,
- Orman toprakları ve vejetasyonun su tutma ve kar tutma kapasitesinin yüksek olduğu,
- Erozyondan korunma ya da erozyonu azaltma hizmetlerinin iyi derecede olduğu,
- Toprak ve humus formasyonlarını koruyan ve
- Yağmur suyunun filtrelendiği havzalardır.

VİYANA İÇME SUYU HAVZALARINDA YAPILAN UYGULAMALAR

Viyana şehrine su sağlayan içme suyu havzalarında ve koruma zonlarında yapılan uygulamalar aşağıda verilmiştir:

- Ağaç tür çeşitliliğinin (sadece yerel türler) sağlanması,
- Tıraşlama kesimden uzak durarak devamlı kapalı orman sisteminin korunması,
- Odun üretiminin hacim olarak %15-25 ile sınırlandırılması,
- Küçük ölçekli rejenerasyon tekniklerinin uygulanması,
- %70-90 ya da yükseklerde %60-80 kapallılığın sağlanması,
- Yaban hayatının desteklenmesi,
- Sınırlı sayıda yaşlı ve dikili kuruların alanda bırakılması,
- Orman yolu yapımından kaçınılması ya da sınırlandırılması.

VİYANA ORMANLARINDA UYGULANAN ORMAN HİDROTOP MODELİ

Geçmişte Avusturya alpin bölgesinde orman yönetimi Norveç ladini yetiştiriciliğine dayanmaktaydı. Ormanın kendi koşulları ihmal edilmiş, son derece savunmasız monotür orman meşcereleri oluşturulmuştu. İklim değişikliği etkisi altında içme suyunun korunmasına yönelik adaptif bir orman yönetimi için Köck ve Hochbichler (2012) çalışmasına bakılabilir: "CBS tabanlı Orman Hidrotop Modeli, bir alandaki en önemli parametreleri tanımlayan orman yönetimi için bir çerçeve sağlamaktadır. Orman Hidrotop Modeli, geniş içme suyu koruma havzalarını orman hidrotoplarına dönüştürerek orman yönetimi için kullanmaya hazır birimler haline getirmektedir. Modelin birincil katmanı, jeoloji, toprak tipleri, deniz seviyesinden yükseklik, sergileme ve eğim ile ilgili spesifik orman alanı koşullarını yansıtan ve dolayısıyla belirli orman hidrotoplarını tanımlayan potansiyel doğal orman topluluğudur. Her bir orman hidrotopu için, model tarafından sağlanan bitki-sosyolojik bilgi tabanına dayanarak, içme suyu koruma işlevselliği için yeterli ağaç türü bileşimi ve orman meşcere yapısı çıkarılmıştır. Adaptif orman yönetimi kavramlarının ve önlemlerinin detaylandırılması için en önemli genel amaç, içme suyunun korunması için önemli bir parametre olarak görülebilen orman meşceresinin istikrarının iyileştirilmesidir. **Sadece istikrarlı orman meşcereleri (hem tür kompozisyonu hem de meşcerelerin fiziksel özellikleri açısından), toprak ve humus katmanlarını koruyabilmekte ve böylece su kaynaklarını tehlikeye atabilecek erozyon sürecini önleyebilmektedir.** Potansiyel doğal orman topluluğuna uyan ağaç türlerinden oluşturulan orman meşcereleri, özellikle iklim değişikliği koşullarında, monotür Norveç ladin plantasyonlarından daha istikrarlıdır. Çünkü kabuk böceği istilası, ladin plantasyonlarına yönelik artan bir tehdit olmaya devam etmektedir. Bu model aynı zamanda, iklim değişikliğine uyum konusunda herhangi bir tahmin için ilgili ekolojik sınır koşullarını sağlamaktadır. Her bir orman hidrotopu içindeki ağaç türleri dağılımının iklim değişikliği koşullarına uyumu, iklim değişikliği senaryolarının entegrasyonu ve ilgili ağaç türlerinin ekofizyolojik özelliklerinin hesaplanması ile gerçekleştirilmiştir. Böylece, her bir orman hidrotopu için spesifik bir iklim değişikliği senaryosuyla ilgili ağaç türleri dağılımını tanımlamak mümkün olmuştur. Her bir orman hidrotopu için tanımlanmış ağaç türleri dağılımını ve orman meşcere yapısını düzenlemek için kullanılan silvikültürel kavramlar ve önlemler, içme suyu koruma alanlarının özel gereklilikleri dikkate alınarak tanımlanmış ve detaylandırılmıştır. Örneğin, tensilin yasaklanması ve ormanın kapallılığının sürekli olarak sağlanması gibi. Modelin uygulamasına dayanan bu adaptif silvikültürel konsept ve tekniklerin genel amacı, içme suyu koruma bölgelerindeki orman meşcerelerinin su koruma işlevselliğinin iyileştirilmesidir (Köck ve Hochbichler, 2012)."

2.3 Ormanların Su ile İlgili Fonksiyonları

Türkiye’de ormanların su ile ilgili fonksiyonlarına yönelik işletme amaçları ve koruma hedefleri 299 no’lu tebliğde verilmekte, ilgili bölümlerde de bu amaç ve hedefler açıklanmaktadır. Tablo 2.20’de ormanların su ile ilgili mevcut fonksiyonları bir arada verilmiştir.

Tablo 2.20 Orman fonksiyonları, işletme amaçları ve koruma hedefleri tablosunda ormanların su fonksiyonuna yönelik işletme amaçları ve koruma hedefleri ana ve genel orman fonksiyonları (299 no’lu tebliğ).

Ana Orman Fonksiyonu	Genel Orman Fonksiyonları	İşletme Amaçları	Kodu
1- Ekonomik	1- Orman ürünleri üretimi	Odun Dışı Orman Ürünleri Üretimi	
		Su ve Mineral Ürünler	1118 + Ağaç türü kodu
Ana Orman Fonksiyonu	Genel Orman Fonksiyonları	Koruma Hedefleri	Kodu
2- Ekolojik	1- Doğayı koruma	Sulak alan koruma*	2147 + Ağaç türü kodu
2- Ekolojik	1- Doğayı koruma	Su kenarı koruma alanları	2148 + Ağaç türü kodu
2- Ekolojik	2- Erozyonu önleme	Sel taşkın önleme	2214 + Ağaç türü kodu
3- Sosyokültürel	1- Hidrolojik	İçme suyu koruma	3110 + Ağaç türü kodu
		Kullanma suyu koruma	3111 + Ağaç türü kodu
		Su kaynaklarını koruma	3112 + Ağaç türü kodu

*Tebliğdeki tablonun altında gerektiği hallerde “Sulak Alan Koruma 2147” koruma hedefi için Daire Başkanlığından izin alınmadan eklenebilir notu vardır.

Tabloda görüldüğü gibi 299 no’lu tebliğe göre “**Su ve Mineral Ürünler**”, odun dışı orman ürünleridir. Bu işletme amacına ayrılan ormanlar su ve mineral ürünlerin (kum, çakıl, taş, mermer, maden vb.) üretilebileceği alanlardır. Ürün tipine göre amaç kuruluşları değişebilir. Yani hem aynı yaşlı hem de değişik yaşlı kuruluşlar ürün sürekliliğini sağlayabilir.

Sulak alan koruma alanları, 299 no’lu tebliğde “doğal veya suni, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, acı, tatlı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbalık alanlardır. Mutlak koruma bölgesi, sulak alan bölgesi, ekolojik etkilenme bölgesi ve tampon bölgeden oluşur” şeklinde tanımlanmaktadır. “Sulak Alan Koruma”, tebliğde eklerde verilen Orman Fonksiyonları, İşletme Amaçları ve Koruma Hedefleri Tablosu’nun altında not olarak bulunmaktadır. Yine eklerde verilen Yüksek Koruma Değerli Orman Alanlarının Tanımı Tablosu’nda da “Biyolojik çeşitlilik değerlerinin küresel, bölgesel veya ulusal belirlen (temel-önemli) konsantrasyonları”ndan “Korunan Alanlar” bölümünde yer almaktadır.

Su kenarı koruma alanları, 299 no’lu tebliğde şöyle açıklanmaktadır: Suyu emen, su taşkınlarının etkisini azaltan, yeraltı su kaynaklarını besleyen, erozyon, sediment ve diğer kirleticileri azaltan, yaban hayatı için barınak ve besin sağlayan, biyolojik çeşitliliğin etrafındaki meşcerelere kıyasla zengin olduğu alanlardır. Su kenarı ormanları; yaban hayatını, bitki çeşitliliğini ve su kalitesini önemli oranda desteklemektedir. Bu alanlar arazinin topoğrafik

yapısı, biyolojik ve edafik yapısındaki farklılıklar dikkate alınarak %80 eğimin üzerindeki alanlarda ayrılır. Bu alanlardaki 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 ayrılması ve korunması için planda bilgi verilir. “Su Kenarı Koruma Alanları”, tebliğde eklerde verilen Orman Fonksiyonları, İşletme Amaçları ve Koruma Hedefleri Tablosu’nda “Doğayı Koruma” genel orman fonksiyonu altında yer almaktadır. Yine eklerde verilen Yüksek Koruma Değerli Orman Alanlarının Tanımı Tablosu’nda da “Biyolojik çeşitlilik değerlerinin küresel, bölgesel veya ulusal belirgin (temel - önemli) konsantrasyonları”ndan “Nadir, tehdit altında ve tehlikedeki ekosistemleri içeren orman alanları” bölümünde yer almaktadır.

Sel taşkın önleme, 299 no’lu tebliğde “4.3.2.2.1. Erozyonu Önleme Fonksiyonlu Alanların Ayrılma Ölçüt ve Göstergeleri” başlığı altında “Yerleşim yeri veya tarım alanlarını tehdit edecek şekilde taşkın ve sel felaketine yol açabilecek akarsu havzalarındaki ormanlar” olarak geçmektedir. “Sel Taşkın Önleme”, tebliğde eklerde verilen Orman Fonksiyonları, İşletme Amaçları ve Koruma Hedefleri Tablosu’nda “Erozyonu Önleme” genel orman fonksiyonu altında yer almaktadır. Yine eklerde verilen Yüksek Koruma Değerli Orman Alanlarının Tanımı Tablosu’nda da “Biyolojik çeşitlilik değerlerinin küresel, bölgesel veya ulusal belirgin (temel - önemli) konsantrasyonları”ndan “Erozyon kontrolü için kritik ormanlar” bölümünde yer almaktadır.

Orman alanlarındaki suyun yönetimi, su ve mineral ürünler üretiliyorsa ekonomik, sulak alanlar veya %80 eğimin üzerindeki su kenarları korunuyorsa ya da sel ve taşkını önleyorsa ekolojik amaçlı olarak yönetilmektedir. Ormanlarda suyun yönetimi, sadece bu amaçlarla sınırlı kalmamakta, insanların suya olan ihtiyaç ve talepleri, ormanların “Hidrolojik” fonksiyona ayrılması ile karşılanmaktadır.

Hidrolojik fonksiyon, 299 no’lu tebliğde “Hidrolojik fonksiyon gören orman; taban suyunun, akarsu, tatlı su gölü, gölet ve barajlardaki suların temiz tutulmasını, su kaynaklarının sürekli ve düzenli olmasını sağlayan ormandır” şeklinde tanımlanmaktadır. ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü (2015)’nde ise hidrolojik fonksiyon tanımı daha detaylı ele alınmıştır: “Ormanların yağışlardan yararlanmayı artırma, su ekonomisini düzenleme ve sürekliliğini sağlama, su taşkınlarını önleme, dere, nehir, bent, baraj, su kanalı ve benzeri tesislerin dolmasını önleme gibi etkileriyle, yine ormanların su miktar ve kalitesini yükseltme, her çeşit olumsuz etkilere karşı su kaynak ve tesisini koruma yönlerinden gördüğü fonksiyondur”. Türkiye orman amenajman planlarında ormanların hidrolojik fonksiyonu “içme suyu koruma”, “kullanma suyu koruma” ve “su kaynaklarını koruma” olarak üçe ayrılmaktadır.

İçme suyu koruma, kullanma suyu koruma ve su kaynaklarını koruma hedefleri 299 no’lu tebliğde eklerde verilen Orman Fonksiyonları, İşletme Amaçları ve Koruma Hedefleri Tablosu’nda “Hidrolojik” genel orman fonksiyonu altında yer almaktadır. Yine eklerde verilen Yüksek Koruma Değerli Orman Alanlarının Tanımı Tablosu’nda da “Biyolojik çeşitlilik değerlerinin küresel, bölgesel veya ulusal belirgin (temel - önemli) konsantrasyonları”ndan “Su kaptajları için kritik ormanlar” bölümünde yer almaktadır.

Hidrolojik fonksiyon görecekt ormanlarda odun dışı orman ürünleri üretimi (örneğin kestane üretimi) gibi yan amaçlar olabilir. Bu yan amaçlar, 299 no’lu tebliğde de belirtildiği üzere hiyerarşik sıraya göre 1. ve 2. yan amaç olarak gösterilir.

2.4 Hidrolojik Fonksiyon Görecek Ormanların Seçilme Kriterleri ve Amaç Kuruluşları

Hidrolojik fonksiyon altında yer alan koruma hedefleri, ormanlardaki meşcerelerin yapısına (türüne, kapalılığına, yaşına, tabakalılığına vb.), toprak yapısına, iklimsel verilere (yağış rejimi, sıcaklık vb.), biyolojik çeşitliliğe ve topoğrafik yapıya (eğim, bakı vb.) bağlı olarak su ihtiyacının miktarına ve kullanım amacına göre verilmektedir. Tebliğde hidrolojik fonksiyon görecek ormanlar ayrılırken su toplama havzalarının dikkate alındığına yer verilmiştir. Ayrıca hidrolojik fonksiyona sahip ormanların seçilme kriterleri aşağıda verilmiştir:

- İçme ve kullanma suyu sağlayan ve gelecekte sağlaması planlanan alanlar,
- İlgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş, teklif edilmiş içme suyu toplama havzaları, taban suyu biriktirme (saklama) alanları olarak belirlenen ormanlar,
- Baraj, göl ve göletlerin su toplama havzaları içindeki ormanlık alanlar,
- Birikinti göllerine akan dere ve ırmakların yamaçlarındaki ormanlar,
- Ilıca, kaplıca etrafındaki ormanlar.

Hidrolojik fonksiyonlu ormanlarda amaç kuruluşları ile ilgili 01.06.2017 tarih, 1110411 sayılı olur ile değişiklikle 299 no'lu tebliğde yapraklı ağaç türlerinin oluşturduğu ormanların hidrolojik fonksiyonun gerçekleştirilmesine daha uygun olduğu vurgulanmıştır. Yine tebliğde, su üretimi amacıyla havzalardaki meşcere kuruluşları, su verimini en fazla yapan, toprağın gerek intersepsiyon gerek su tutma kapasitesi özelliklerini iyileştiren gerekse transpirasyon yoluyla bizzat kendileri az su tüketen ancak alt tabakası olan orman kuruluşlarıdır şeklinde geçmektedir.

299 no'lu tebliğde, **içme suyu koruma ormanlarında**, kaliteli su elde etmek için ağaç türü ve yetiştirme ortamı şartları uygun olduğu ölçüde tabakalı ve değişik yaşlı orman kuruluşlarının tercih edildiği, **kullanma suyu koruma ormanlarında** ise amaç bol su elde etmek olduğundan kapalılığı kırılmış aynı yaşlı maktalı kuruluşun uygun olduğu yazılıdır. Yine tebliğe göre bu ormanlarda, meşcerenin kapalılığı, eğim yüzdesine göre %50'ye kadar indirilebilir ancak kapalılık hiçbir zaman %50'nin altına düşürülemez. Meşcerelerde göğüs yüzeyinin çok fazla azaltılması durumunda, toprak taşınması hızlanır. Bu sebeple özellikle erozyon riski ve taşınabilir toprak miktarının yüksek olduğu eğimli arazi şartlarında, su verimini arttırma amacıyla yapılacak aşırı seyreltme toprak taşınmasını hızlandırır. Yıllık yağış miktarının yüksek olduğu yerlerde göğüs yüzeyi yüksek, yıllık yağış miktarının az olduğu yerlerde ise göğüs yüzeyi daha düşük olmalıdır. Bol yağış alan yörelerde az göğüs yüzeyinin toprak taşınmasını arttıracığı ve erozyon kontrolü ihtiyacını öne çıkaracağı göz ardı edilmemelidir.

299 no'lu tebliğe göre, ormanlık alanlar, ormansız alanlara göre su verimini olumsuz yönde etkilemekte; orman örtüsünün yoğunluğu arttıkça su verimi de buna bağlı olarak azalmaktadır. Ormanlarda yağışın bir bölümü ağaçların tepe çatısı tarafından tutulmakta (intersepsiyon), buradan da toprağa ulaşmadan buharlaşmaktadır. Ayrıca ormanlar topraktaki suyun bir bölümünü de alarak terleme (transpirasyon) yolu ile kaybolmasına sebep olmaktadır. Ancak ormanın sağladığı **su rejimini düzenlemesi, suyun az olduğu dönemlerde su kaynaklarını beslemesi ve suyun temizlenerek kalitesini arttırması** fonksiyonları, bu olumsuzlukların önüne geçmektedir.

299 no'lu tebliğde ayrıca hidrolojik fonksiyon ile erozyonu önleme fonksiyonunun aynı alanda genellikle çatışma halinde olduğu belirtilmiştir. Erozyonu önleme fonksiyonunu en iyi yerine getiren orman, kullanma suyu koruma yönünden uygun değildir. Su kaynakları, akarsu su toplama havzaları, göl, gölet ve barajlarda bir yandan daha çok su olması arzu edilirken, bir yandan da özellikle ülkenin topoğrafik şartları dikkate alındığında toprak erozyonundan olumsuz yönde etkilenmelerinin önlenmelidir. Koruma hedefi, kullanma suyu koruma olan bir ormanda daha az göğüs yüzeyi bulunması arzu edilirken, erozyonu önleme fonksiyonu gören bir ormanda da aksine daha fazla göğüs yüzeyinin bulunması istenir. Keza erozyonu önleme fonksiyonlu ormanlarda tabakalı bir yapı istenirken, kullanma suyu koruma fonksiyonlu ormanlarda aynı yaşlı bir koru ormanı istenir. Bu sebeple ülke şartlarında bu iki fonksiyonun dengelenerek ormanların her iki işlevi de yerine getirecek şekilde kullanılması daha uygun olur.

Ormanların “**Su kaynaklarını koruma**” hedefine yönelik 299 no'lu tebliğde bir açıklama yazılmamıştır.

2.5 Hidrolojik Fonksiyon Görecek Ormanlarda Silvikültürel Uygulamaları

Hidrolojik fonksiyon görecek ormanlarda optimal kuruluşların formu ve işletme şekli meşcere türüne göre değişecektir. Örneğin; göknar, karaçam ve sarıçam meşcerelerinden oluşan bir orman düşünelim. Göknar ormanları değişik yaşlı ve düşey kapalı, karaçam ve sarıçam ormanları aynı yaşlı ve tek tabakalıdır. OGM uzmanları tarafından hazırlanan rapora (İhtisas Grubu Raporu, 2014) göre, **bonitetin iyi olduğu her yerde**, göknar ormanları Hufnagl metotları ile karaçam ve sarıçam ormanları ise yaş sınıfları metodunun küçük maktalı



varyantı ya da Fransız Hacim Metodu ile planlanmalıdır. **Bonitetin kötü olduğu alanlarda** ise, göknar ormanları dahi Fransız Hacim Metodu ile planlanmalıdır. Aşağıdaki açıklamalar İhtisas Grubu Raporu (2014)’ndan alınmıştır:

Yaş sınıfları metoduna göre işletilen aynı yaşlı ve tek katlı koru ormanlarında optimal kuruluşu belirlerken düzenleme ögesi olarak idare süresi, yaş sınıfı, periyot uzunluğu ve plan ünitesinin alanından yararlanılır. Optimal kuruluş, idare süresinin periyot uzunluğuna bölünmesiyle elde edilecek periyot sayısı kadar yaş sınıfının her birinin hacmini, sınıf ortası yaş basamağına karşı gelen hacmini işletme sınıfının ortalama bonitetine karşı gelen hacim olarak hasılat tablosundan almak suretiyle bulunur.

Hufnagl metotlarının uygulandığı değişik yaşlı ve düşey kapalı ormanlarda bu amaçla çap basamağı genişliği, amaç çapı ve hektardaki ağaç sayısının çap basamaklarına dağılımı esas alınır.

Fransız hacim metodunun kullanıldığı değişik yaşlı ve düşey kapalı ormanlarda ise amaç çapı ve bu çapın elde edilmesi için gerekli olan amaç yaşı ile birim alandaki hacmin ince, orta ve kalın çap sınıflarına dağılımları kullanılır.

İhtisas Grubu Raporu (2014)’nda belirtildiği üzere koruma ve hizmet üretim amaçlı ormanlarda optimal kuruluşlar önce üretim ormanlarında olduğu gibi normal sıklık (tepe kapallığı %100) için hesaplanır. Fonksiyonel optimal kuruluşlar ise, daha sonra bu değerleri her yaş veya çap sınıfı için ortalama arazi eğimine bağlı olarak belirli oranda azaltmak (hidrolojik fonksiyon) veya çoğaltmak (toprak koruma ve erozyon kontrolü) suretiyle hesaplanır. Hiç kuşkusuz, bu oranların yöre ormanlarında yapılacak uzun süreli ölçme ve gözlemler ile saptanması gerekecektir. Ancak, araştırmaya dayalı böyle bulguların elde olmaması halinde pratik uygulama kolaylığı bakımından bu oranların kabaca Tablo 2.21’de gösterildiği gibi alınması uygun görünmektedir. Arazi eğimi, işletme sınıfını oluşturan meşcerelerin ortalama eğimi olarak değerlendirilmiştir.



Tablo 2.21 Eğime göre işletme amaçlarındaki hasılat tablosu değerleri (İhtisas Grubu Raporu, 2014).

Ortalama arazi eğimi (%)	İşletme Amaçları		
	Toprak koruma	İçme suyu	Kullanma suyu
40 ve daha az	Tablo değeri*	-0,20	-0,40
41 – 50	Tablo değeri	-0,20	-0,30
51 – 60	Tablo değeri	Tablo değeri	-0,20
61 – 70	Tablo değeri	Tablo değeri	Tablo değeri
71 – 80	+10	Tablo değeri	Tablo değeri
81 – 100	+15	Tablo değeri	Tablo değeri
101 ve daha fazla	+20	Tablo değeri	Tablo değeri

* Tablo değeri, maktalı ormanlar için hasılat tablosundaki **hacim ve göğüs yüzeyini**, seçme ormanları için çap basamaklarındaki **normal ağaç sayılarını**, Fransız hacim metodunun uygulandığı devamlı ormanlarda **amaç serveti** göstermektedir.

İhtisas Grubu Raporu (2014)’nda ayrıca belirtildiği üzere hidrolojik fonksiyonlu ormanlarda, **eta miktarındaki artış sadece 3 kapalı meşcereleri** kapsayacaktır. 2 kapalı meşcerelerde yine kuru kovuk ve sağlık kesimleri dışında müdahale öngörülmemeyecektir. Açıklamalar ışığında; kullanma suyu için en uygun meşcereler **toprak taşınması olmayacak eğimler için 2 kapalı yapraklı meşcerelerdir** denebilir. 3 kapalı ibrelili meşcerelerde toprak taşınmasına mahal vermeden kapallılık azaltılabilir, yapraklılar uygun ölçüde karıştırılabilir. Bu manada hasılat tablolarından uygun yaştaki sayısal değerlerin %70’i veya hektarda 20-30 m² göğüs yüzeyi esas alınarak amaç kuruluşu bulunabilir. Müdahale de bu amaca göre yapılır.

İçme suyu ve su kaynaklarını koruma işletme amacında optimal yapı (amaç kuruluşu) için en uygun meşcereler **3 kapalı yapraklı meşcerelerdir**. 3 kapalı ibrelili meşcerelerde toprak taşınmasına mahal vermeden, yapraklılar uygun ölçüde karıştırılabilir. Bu manada müdahale görmemiş türler için olan hasılat tabloları esas alınabilir. Tablosu olmayan ağaç türleri için en yakın uygun yaştaki 3 kapalı meşcereler örnek alınabilir. Müdahale zayıf aralama şeklinde olur. Gençleştirme küçük alanlarda yapılmalıdır. Uygun türlerde çap sınıfları metotları uygulanabilir.

Envanter seyrek örnekleme ile yapılabilir. Sarp ve çok sarp eğimli ormanlarda istikşaf ve uzaktan algılama ile envanter yapılabilir.

İdare süresi klasik olarak, odun üretimi amacıyla işletilecek ormanlarda idare süresi uzunlukları, işletme sınıfını meydana getiren meşcerelerin, üretilmek istenen orman ürünlerinden en yüksek oranda sağladığı yaş olarak saptanır (Asan, 1991). Ancak ana amacı su üretimi olan bir işletme sınıfında, idare süresi maksimum su verimi ve minimum toprak erozyonunun keşiştiği değer olarak alınmalıdır. Bu değer yapılan literatür araştırmalarından da anlaşılacağı üzere hektardaki **göğüs yüzeyi** değeridir (Kalıpsız, 1982; Mısır ve Başkent, 2002). Kısıtları ve amacı kısaca özetlemek gerekirse; teorik olarak **bir hektarlık meşcere için onar yıllık silvikültürel müdahale dönemlerinde meşcerenin hektardaki göğüs yüzeyi 25 m²’yi geçmeyecek, idare süresi 100 yıldan aşağı olmayacak ve idare süresi sonunda genel hasılat maksimum olacaktır** (İhtisas Grubu Raporu, 2014).

Su verimi ve su kalitesine ilişkin Silvikültürel Uygulamaların Teknik Esasları 298 nolu Tebliğ (2014)'e göre silvikültürel uygulamalar Tablo 2.22'de verilmiştir.

Tablo 2.22 Silvikültürel uygulamalar (Silvikültürel uygulamaların teknik esasları Tebliğ No: 298, Ocak, 2014).

Ekosistem hizmeti / Fonksiyon	Su verimi	Su kalitesi
Meşcere yapısı	Sadece su veriminin önemli ve ön planda olduğu yerlerde aynı yaşı, maktalı ormanlar oluşturulmalı, gerek su verimini artırmak, gerekse ham humus oluşumunu engellemek için meşcere kapallılığı kırılmalıdır.	Suyun kalite ve sürekliliğinin önemli olduğu yerlerde tabakalı ve değişik yaşı bir yapı tercih edilmelidir.
Bakım müdahaleleri	Gerek su veriminin gerekse suyun kalitesinin (içme suyu) önemli olduğu hidrolojik fonksiyonlu ormanlarda, mutlak koruma alanı (300 m yatay mesafe) içerisinde tıraşlama kesimleri yapılamaz . Mutlak koruma alanı dışındaki alanlarda ise öncelikle siper kesimleri düşünülmeli, zorunlu hallerde en fazla 3 hektar kadar tıraşlama kesimleri yapılmalıdır. Ancak su veriminin önemli ve ön planda olduğu yerlerde, orta mesafeli koruma alanı (2000 m yatay mesafe) dışında kalan alanlarda, öncelikle siper kesimleri düşünülmeli, zorunlu hallerde erozyon kontrol tedbirleri de alınarak, bazı ışık ağaçlarında (kızılcım, sahil çamı vb.) gençleştirme amacı ile en fazla 10 hektar kadar tıraşlama kesimi yapılabilecektir. Sağlık ve olağanüstü kesimler dışında mutlak koruma alanı içerisinde herhangi bir çalışma yapılmayacaktır.	
Önemli noktalar	Eğer ana amaç estetik, toprak muhafaza ve doğa koruma değilse, gevşek ve boşluklu kapalı ormanların su verimini artırmak için olduğu gibi muhafaza edilmesi uygundur. Yetiştirme ortamı koşulları uygun ve ana amaç su verimi olan ormanlarda ise hem yapraklı türlerin oranı artırılmalı , hem de intersepsiyon yanında özellikle transpirasyonu azaltmak amacıyla tepe kapallılıkları gevşetilmelidir .	
Genel öneri (Hidrolojik ve erozyon önleme fonksiyonlarının çatışmaması için)	Hidrolojik ve toprak koruma fonksiyonlarının aynı zamanda görülebilmesi için karişik meşcereler kurulmalı , bakım müdahaleleriyle karışım teşvik edilmelidir.	Bu nedenle gerekli olan yerlerde erozyon kontrol tedbirleri de alınmalıdır.

3



ORMANLARIN
HİDROLOJİK
FONKSİYONLARININ
ORMAN
AMENAJMAN
PLANLARINA
ENTEGRASYONU:

BAYINDIR
ORMAN İŞLETME
MÜDÜRLÜĞÜ DENEYİMİ

Ormanların hidrolojik fonksiyonlarının orman amenajman planlarına entegrasyon sürecinde takip edilen aşamalar Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

Şekil 3.1 Ormanların hidrolojik fonksiyonlarının amenajman planlarına entegrasyonu aşamaları.



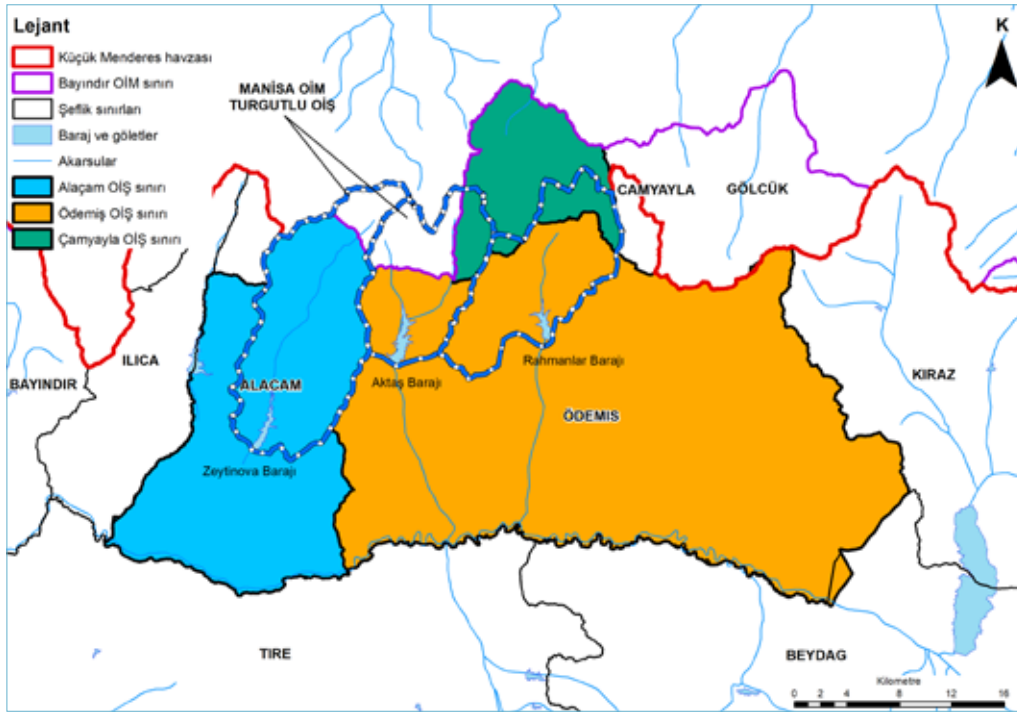
3.1 Çalışma Ekibinin Oluşturulması

Bu proje özelinde OGM OİPD, İzmir OBM, Bayındır OİM ve DKM uzmanlarından oluşan bir çalışma ekibi oluşturulmuştur. Amenajman planı süresince teknik ekip, amenajman heyeti ile birlikte çalışmış ve planlama kararlarını birlikte vermiştir.

Bayındır OİM sınırları içinde yer alan üç baraj havzasının (Aktaş, Zeytinova ve Rahmanlar) sınırları eş yükselti eğrilerine göre ArcGIS programında topoğrafik haritalar yardımıyla belirlenmiştir (Şekil 3.3). Baraj havzalarının sadece bir kısmı Bayındır OİM içinde yer almakta-

dır. Bu nokta, çalışmanın en önemli kısmı olup, **hidrolojik sistemin idari sınırlara göre değil, doğal sınırlara göre değerlendirilmesi gerektiğini** göstermektedir. Bu amaçla, yapılan tüm analizlerde Bayındır OİM-Ödemiş OİŞ, Bayındır OİM-Alaçam OİŞ, Bayındır OİM-Gölcük OİŞ, Bayındır OİM-Çamyayla OİŞ ve Manisa OİM-Turgutlu OİŞ amenajman planları verileri birlikte değerlendirilmiştir. Ancak bu çalışma kapsamında ormanların hidrolojik fonksiyonlarına yönelik öneriler ve reçeteler Bayındır OİM-Ödemiş OİŞ, Alaçam OİŞ ve Çamyayla OİŞ orman amenajman planları için hazırlanmış ve planlara entegre edilmiştir.

Şekil 3.3 Baraj havzaları ve şefliklerin havzalara göre konumları.



3.2.2 Toprak Kaybı Modellemesi ve Analiz

Bir alanda erozyon ile toprak kaybını insan faaliyetleri kaynaklı etkilerin arttırdığı bilinmektedir. Doğal bitki örtüsüne sahip ekosistemler toprağı korumaktadır. Özellikle orman ekosistemi barındırdığı bitki örtüsünün varlığı sayesinde orman alanının kendisini, civar yerleşimleri ve diğer alanları (tarım ve mera alanları gibi) erozyon riskine karşı etkin olarak koruyabilen bir ekosistemdir (Pamukçu ve ark., 2016). Topoğrafya (eğim ve yamaç uzunluğu), yağış, toprağın erozyona olan eğilimi (toprak tipi ve toprak özellikleri kombinasyonu) ve bitki örtüsü gibi unsurların şekillendirdiği erozyon riskinin yüksek olduğu alanlardaki orman ekosistemi, bu açıdan büyük önem taşımaktadır. Bu alanlarda yapılacak olan silvikültürel müdahalelere özellikle dikkat edilmelidir. Orman ekosistemleri aynı zamanda toprak taşınması sırasında sediment ve diğer maddelerin dere, göl ve barajlara ulaşmasını önlemekte, içme ve kullanma suyu sağlayan su yüzeylerini de bu şekilde korumaktadır.

Yıllık ortalama toprak kaybının modellenmesi için farklı yaklaşım ve yöntemler kullanılmaktadır. Bayındır OİM sınırları içindeki ormanların yıllık ortalama toprak kaybı hesapla-

malarında Revize Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE) (Renard ve ark., 1997) kullanılmıştır:

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

A : Yıllık ortalama toprak kaybı (ton/ha)

R : Yağış erozivite (erozyon) indeksi

K : Toprak erodibilite faktörü (ton/ha)

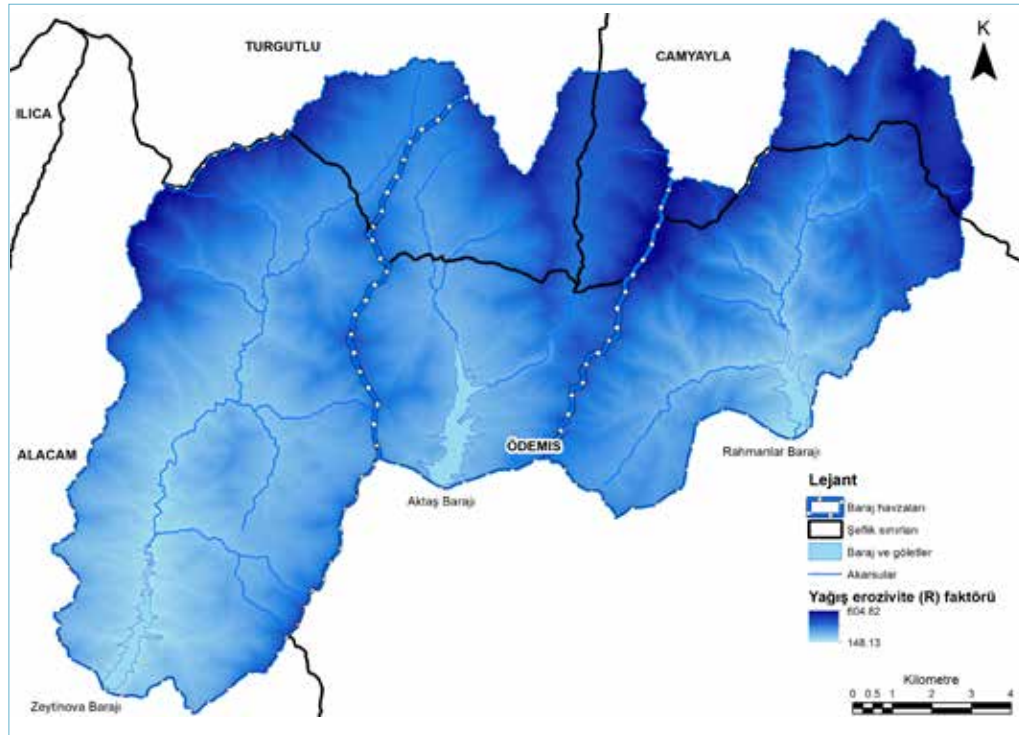
LS : Yamaç uzunluğu (arazi eğim uzunluğu) faktörü ve eğim (arazi eğim derecesi) faktörü

C : Bitkisel ürün (bitki amenajman) faktörü

P : Toprak koruma önlemleri faktörü

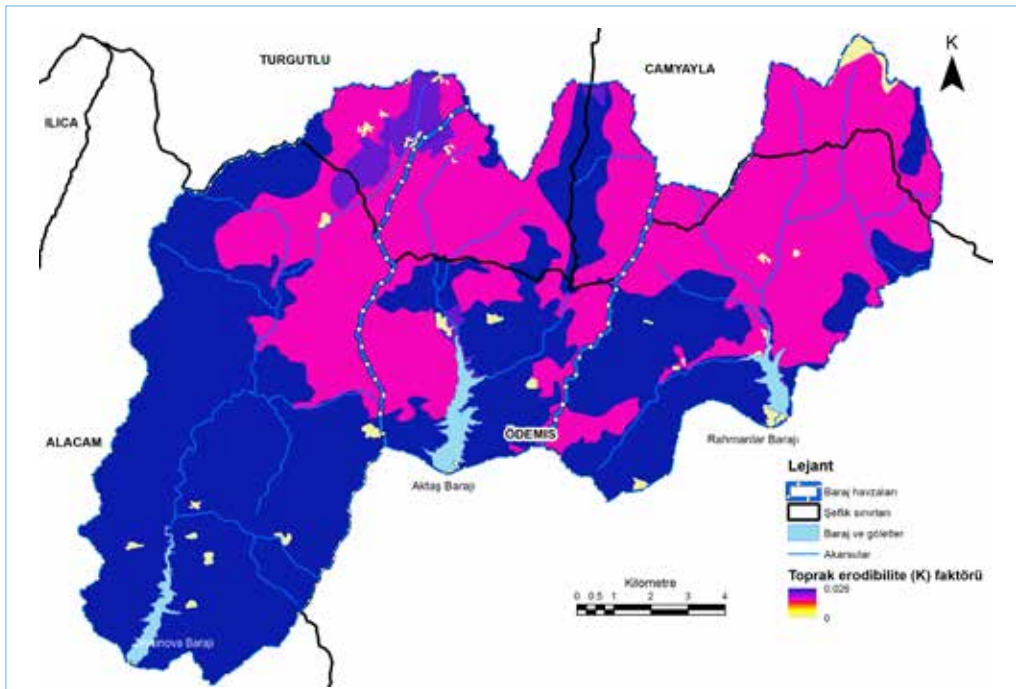
Yağış erozivite (erozyon) indeksi (R indeksi), yağışın potansiyel erozyon yaratma/yapabilme ölçüsüdür. Ödemiş Meteoroloji İstasyonu 1969-2010 yılları aylık ve yıllık yağış verileri kullanılarak Modified Fournier İndeksi (Arnoldus, 1977) hesaplanmıştır. Yağış modellerinin oluşturulması ve indekste kullanılması için yağış verisi, 100 m'lik yükselti artışına paralel olarak yağışın 54 mm arttığını gösterecek şekilde alana dağıtılmıştır (Ardel ve ark.,1969). 112 m'de 153,87 olan yağış erozivite faktörü yükseltiyle orantılı olarak artmakta, 1.392 m yükseltide 612,97'ye çıkmaktadır (Şekil 3.4).

Şekil 3.4 Yağış erozivitesinin dağılımı.



Toprak erodibilite faktörü (K faktörü), toprağın erozyon eğilimi ve/veya potansiyelidir. Toprağın bünyesi, yapısı ve yapısal stabilitesi, organik madde miktarı, geçirgenliği, yüzeydeki çakıl oranı, nem miktarı ve profil derinliği gibi fiziksel özellikleri toprak erodibilite derecelerini belirleyen en önemli etkenlerdir (Doğan ve ark., 2000). Bu nedenle iklim, topografya ve ana madde farklılıkları nedeniyle birbirinden ayrılan Büyük Toprak Grupları ve Toprak Özellikleri Kombinasyonu rol oynamaktadır. K faktörü değerleri, Doğan ve ark. (2000)'na atfen İrvem ve Tülücü (2004) çalışmasından alınmıştır (Şekil 3.5).

Şekil 3.5 Toprak erodibilitesinin dağılımı.

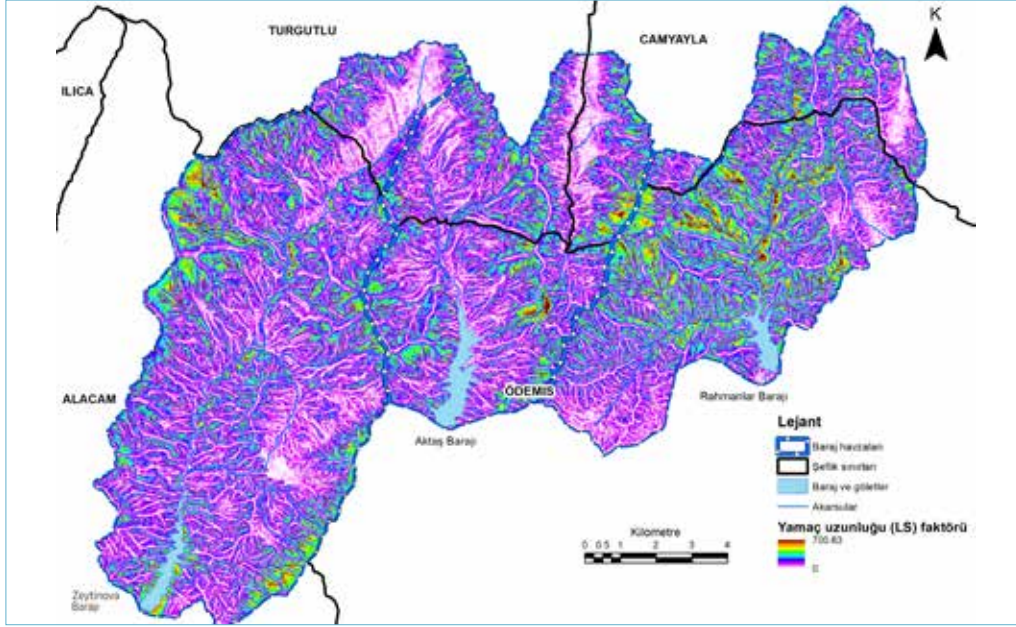


Bitkisel ürün faktörleri (C faktörü), bitki örtüsü ve arazi kullanımlarının erozyon açısından etkisini belirlemede rol oynamaktadır. C faktöründe arazi kullanımları/örtüleri rol oynadığından en yeni arazi kullanımları (Bayındır OİM 2020 yılı amenajman planları meşcere haritaları) kullanılmıştır. Belirlenen arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıfları için C faktörleri farklı kaynaklardan (Lee ve Lee 2006; Jordan ve ark., 2005; Tağıl, 2007; Değerliyurt, 2013; Özşahin, 2014; Pektezel, 2015; İmamoğlu ve ark., 2017) elde edilmiştir. Su yüzeyleri (göl, gölet, baraj) ile yerleşim alanları (köy, kent) ve çıplak kaya yüzeyleri için C faktörü değeri 0.000; orman alanları, otlaklar (çayır ve meralar), zeytinlikler ve ekili-dikili tarım arazileri için C faktörü değerleri sırasıyla 0.004, 0.050, 0.090, 0.300 ve 0.002 olarak alınmıştır (Şekil 3.6).

LS = Power (facc x cell resolution / 22,1, 0,4) x Power (Sin(slp x 0,01745) / 0,09, 1,4) x 1,4
facc: Akış birikimi; slp: Eğim

Denklemdaki akış birikimi, ArcGIS programındaki “Spatial Analyst - Hydrology” altındaki “Flow Accumulation” aracı ile haritalandırılmaktadır. Akış birikiminde, akışın yönünü belirlemek önemlidir. Akış yönü, yine “Spatial Analyst - Hydrology” altındaki “Flow Direction” aracı ile Sayısal Yükseklik Modeline (DEM) göre belirlenmektedir. Yamaç uzunluğu faktörünün alandaki dağılımı Şekil 3.7’de verilmiştir.

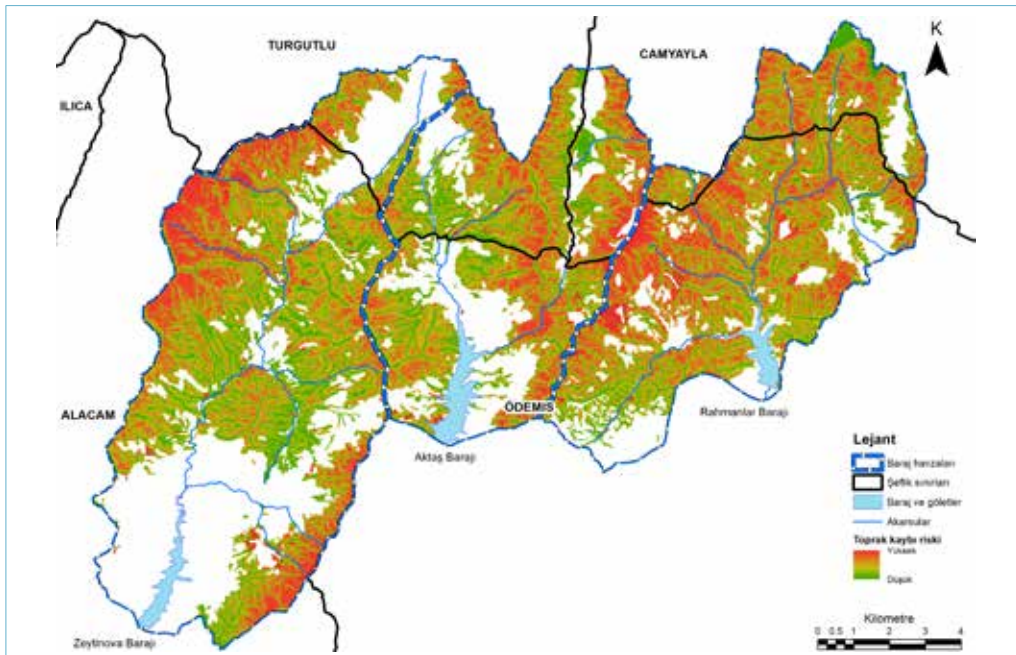
Şekil 3.7 Yamaç uzunluğunun dağılımı.



Toprak koruma önlemleri faktörü (P) ise her alan kullanımında ve toprak grubunda bu çalışmada eşit kabul edilmiştir.

RUSLE modelinin tüm bileşenleri (faktörleri) ArcGIS programında Map Algebra/Raster Calculator aracında birbirleri ile çarpılarak toprak kaybı dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 3.8).

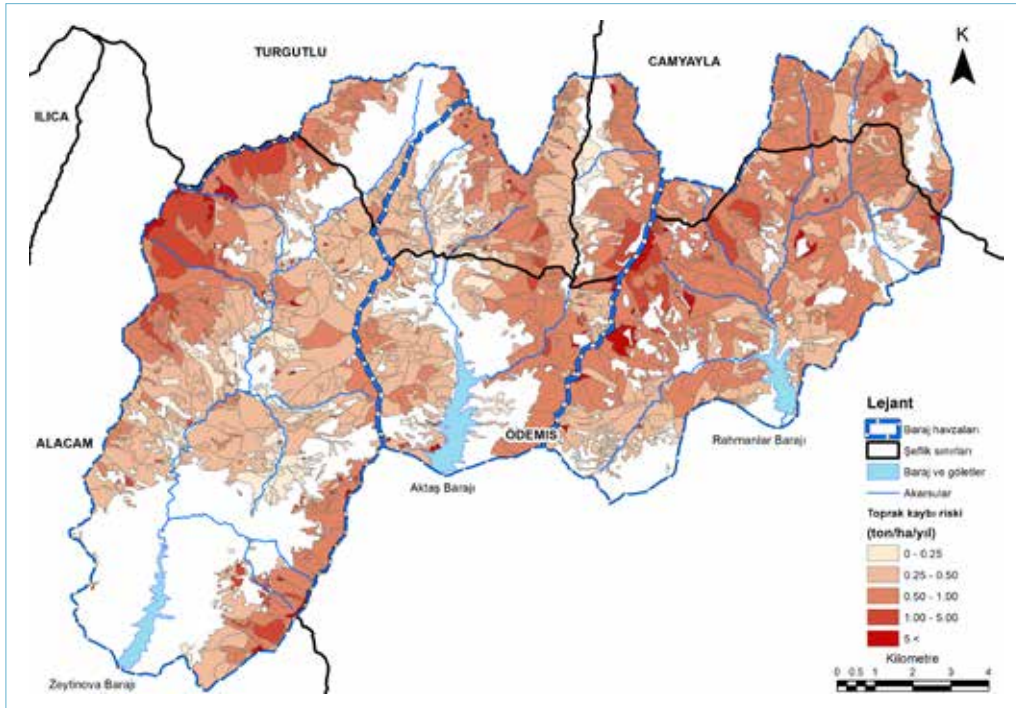
Şekil 3.8 Toprak kaybı riski dağılım haritası.



Şekil 3.8’de gösterilen ormanlar ve otlaklar için hazırlanmış toprak kaybı riski haritası, riskin tek bir yerde toplanmadığını; alanda dağıldığını göstermektedir. Zeytinova Barajı havzasının kuzeybatı sırtı ve güneydoğusu, Aktaş Barajı havzasında İğneli Deresinin doğu sırtı ve Rahmanlar Barajı havzasının kuzeybatısı özellikle toprak kaybı riskinin yüksek olduğu alanlardır.

Toprak kaybı riskinin en yüksek olduğu ormanları haritalandırmak ve silvikültürel müdahaleleri (reçeteler ile) belirlemek amacıyla; elde edilen toprak kaybı riski haritası, meşcere haritası (bölmeçikler) ile üst üste çakıştırılmıştır ve her bir meşcere için ortalama değerler hesaplanmıştır (Şekil 3.9).

Şekil 3.9 Bölmeçiklerdeki ortalama toprak kaybı riski.



Haritalama çalışmasında önce alt havzalar ölçeğinde sonrasında baraj havzalarında toprağın taşınma yönü göz önüne alınarak toprak kaybı riskinin olduğu yerler belirlenmiş; özellikle toprak kaybı riskinin olduğu yerlerdeki ormanların planlarda öngörülen fonksiyonlarına ve etalarına bakılmıştır. Buradaki amaç; havzaların özellikle üst kısımlarında insan etkisiyle tetiklenen erozyon riskini en aza indirebilmek ve ormanların bütünlüğünü mümkün olduğunca korumaktır. Havzanın üst kısmında yapılan herhangi bir uygulama (üretim gibi), alt kısmını doğrudan etkilemekte; toprak kaybı (erozyon) gibi risklere özellikle toprak yapısı, eğim ve iklim koşulları da uygunsa daha da açık hale getirmektedir.

Toprak kaybının modellenmesi ve analizinde farklı yaklaşım ve yöntemler kullanılabilir. Farklı yaklaşım ve yöntemler, farklı kurum ve kişiler tarafından farklı amaçlar doğrultusunda çalışılmıştır. **Amenajman planları hazırlanmadan önce, planları hazırlanan OİM için mümkünse araziden alınacak örneklerin analizleri doğrultusunda katsayılar (toprak ero-**

dibilite faktörü ve bitkisel ürün faktörü) bulunmalı ve en yakın meteoroloji istasyonlarında gözlenen yağış verisi değerlendirilerek yağış erozivite indeksi hesaplanmalıdır. Eğer örnekleme ya da analiz yapılamıyorsa, katsayılar için literatür taraması yapılmalı ve mümkünse yerel, yoksa bölgesel, bölgesel bir bilgi de yoksa ulusal değerler kullanılmalıdır. Toprak koruma önlemleri faktörü de işletme müdürlüğünden elde edilecek bilgi doğrultusunda ele alınmalıdır.

3.2.3 Su Verimi Modellemesi ve Analiz

Orman ekosistemi, orman alanının kendisini, civar yerleşimleri ve diğer alanları (tarım ve mera alanları gibi) sel ve taşkın riskine karşı etkin koruyabilen; yağışla gelen suyu diğer ekosistemlere göre daha fazla oranla tutan bir ekosistemdir (Pamukçu ve ark., 2016). Ormanlar, yağışın akışa dönüştüğü akarsular ve derelerde akış hızını (debi) düşürerek sel riskini azaltmakta; su miktarını da düzenleyerek akarsuyun çevresine taşmamasını, böylelikle de taşkın riskinin azalmasını sağlamaktadır (Pamukçu, 2015). Topoğrafya, toprak, yağış, arazi kullanımı, odunsu ve otsu bitki örtüsü, ölü örtü, eğim ve yüzey akışları gibi fiziksel ve hidrolojik unsurların şekillendirdiği su tutumunun az olduğu ormanlar, bu kapsamda büyük önem taşımaktadır. Zira bu alanlarda yapılacak olan müdahalelere dikkat edilmesi, bütünlüğü olan ve parçalanmaya uğramamış orman parçalarının korunması ve rehabilite edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu kapsamda toprak kaybının baraj havzalarındaki ve ormanlardaki dağılımının belirlenmesinin yanı sıra seçilen baraj havzalarında su verimi, yani yağışın ne kadarının havzada tutulduğu ne kadarının akışa geçtiği tüm arazi kullanımları için hesaplanmıştır.

Arazi kullanımlarına göre su tutumları Soil Conservation Service Curve Number (SCS CN) (SCS, 1956, 1964, 1972, 1993) modeli ile belirlenmiştir. Bu model, deneysel bir model olup; yağışın ne kadarının yüzeysel akışa geçtiğini ne kadarının toprak ve bitkiler tarafından tutulduğunu (buharlaşma hariç) hesaplamada kullanılmaktadır (Mockus, 1949; McCuen, 1982; Yu, 1998; Mishra ve Singh, 1999; Pamukçu ve ark., 2014). Bir diğer deyişle bu model ile yağış-yüzeysel akış-kayıp ilişkisi kurulmaktadır. Model kullanarak, üç baraj havzasının alt havzaları ölçeğinde su tutumları hesaplanmıştır.

Model için kullanılan veriler:

- Arazi kullanımı/örtüsü (2020 yılı orman amenajman planları meşcere haritalarından elde edilmiştir),
- Zeytinliklerin yerleri DKM uzmanları tarafından uydu görüntülerinden faydalanılarak uzaktan algılama teknikleri ile belirlenmiş ve arazide kontrol edilmiştir,
- Hidrolojik toprak grupları (Özer, 1990'a atfen Öztürk, 2009),
- 100 yıllık 24 saatlik maksimum yağış miktarı (Ödemiş Meteoroloji İstasyonu verisi).

Hidrolojik toprak grupları (Özer, 1990'a atfen Öztürk, 2009), büyük toprak grupları ve toprak özellikleri kombinasyonuna göre belirlenmektedir. Tablo 3.1'de hidrolojik toprak gruplarının drenaj özellikleri verilmiştir.

Tablo 3.1 Hidrolojik toprak gruplarının drenaj özellikleri (Özdemir, 2007).

Hidrolojik Toprak Grubu	Drenaj Özellikleri
A grubu	Bu topraklar nemli olsalar bile kum veya çakıl içeriklerinden dolayı yüksek geçirgenlik değerine sahiptir. Su taşınımı yüksek değerlerdedir.
B grubu	Bu topraklar orta derecede geçirgenlik özelliklerine sahiptir.
C grubu	Bu topraklar orta ince ve ince tekstüre sahip olduklarından yavaş geçirgenlik oranına sahiptir.
D grubu	Bu topraklar çok düşük geçirgenlik özelliklerine sahiptir. Yüksek kil içeriğine sahip bu topraklar yüzeydeki kil tabakasından dolayı su iletkenliği çok yavaştır

SCS CN modeline göre aşağıda gösterilen denkleme göre arazi kullanımları için akış ve su tutumu hesaplanmıştır. İnç cinsindeki tüm birimler hesaplardan sonra mm cinsine çevrilmiştir. Tutum, yağışın akışa geçmeyen kısmıdır. Yapılan hesaba göre, maksimum yağış değeri, toprağın yağış öncesi doymunluğuna eşit ya da bu değerden küçük ise havzada akış sıfırdır. Maksimum yağış değeri, toprağın yağış öncesi doymunluğundan büyük ise, bu havzada akışın olduğunu göstermektedir. Toprağın yağış öncesi doymunluğu, depolamanın ya da başka bir deyişle toprağın maksimum su tutma kapasitesinin %5'inin olduğu varsayılarak akış hesaplanır (Hawkins ve ark., 2002).

$$S = (1000/CN) - 10$$

$$S_{0.05} = 1.33S_{0.20}^{1.15}$$

$$I_a = 0.05S_{0.05}$$

$$P \leq I_a \text{ ise } Q = 0 \text{ ya da } P > I_a \text{ ise } Q = (P - I_a)^2 / (P - 0.95S_{0.05})$$

S : Toprağın maksimum su tutma kapasitesi (inç);

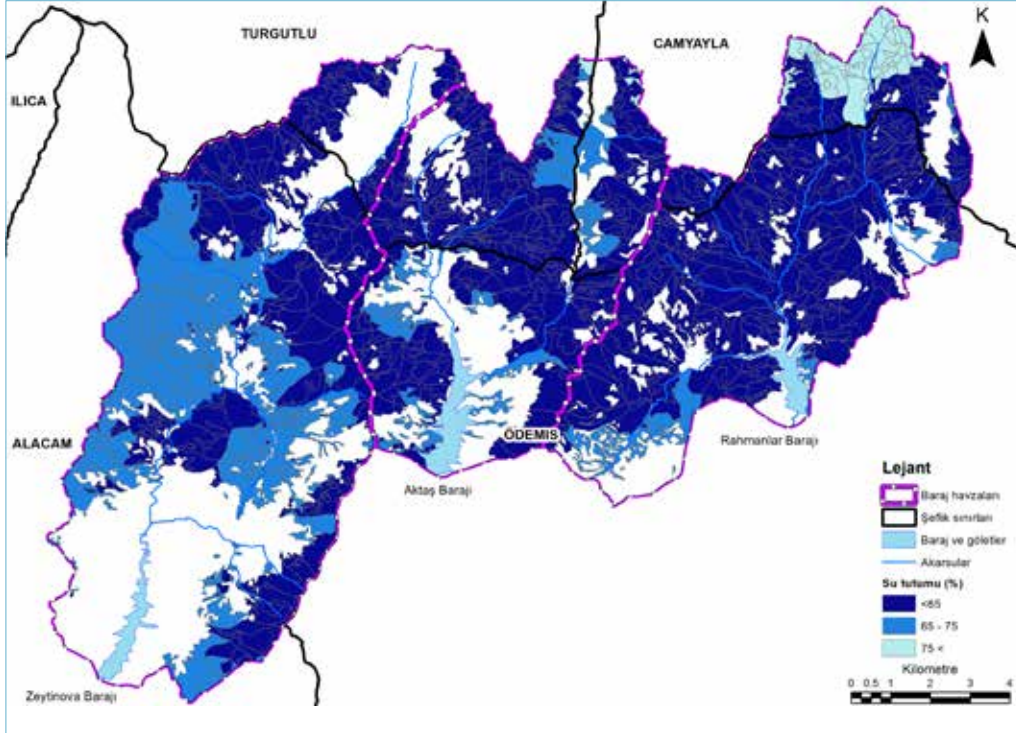
I_a : Toprağın yağış öncesi doymunluğu (inç);

Q : Akış (inç);

P : Maksimum yağış değeri (inç/saat).

Şekil 3.10'da su akışının fazla, su tutumunun az olduğu arazi kullanımları koyu mavi renkle; su akışının az, su tutumunun fazla olduğu arazi kullanımları ise açık mavi renkle gösterilmiştir. **Çalışma alanı için su verimi analizi sonucunda belirlenen su tutum değeri %65'tir.** Yani meşcere tipi "orman" olan bölmecikte ortalama %35'ten az yağış akışa geçmektedir. %65'ten az su tutumuna sahip olan bölmecikler, meşcerelerin bir kısmını ve boşluklu meşcereleri içermektedir.

Şekil 3.10 Su tutumunun bölmeciklere göre dağılımı.



3.3 Arazi Çalışmaları

Baraj havzalarındaki ıslah edilen dereler, derelerin yeni yönleri (derivasyon yolları), yeni yapılan sulama göletleri ve barajları, mevsimsel ve devamlı dereler gibi hidrolojik yapıları tanımlanmış ve arazide kontrol edilmiştir. Havzalarda aynı zamanda tür çeşitliliği ile diri ve ölü örtü farklı dönemlerde yapılan arazi çalışmalarıyla yerinde görülerek değerlendirilmiştir. Odun üretimi, biyolojik çeşitlilik, yangın riski ve odun dışı orman ürünleri hakkında Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü yetkilileri, mahalle muhtarları ve orman amenajman heyeti ile birlikte arazi çalışmaları yapılmış ve bilgi alınmıştır.



Arazi çalışmalarından görüntüler
©Semiha Demirbaş Çağlayan, Bilgehan Kaan Çalışkan

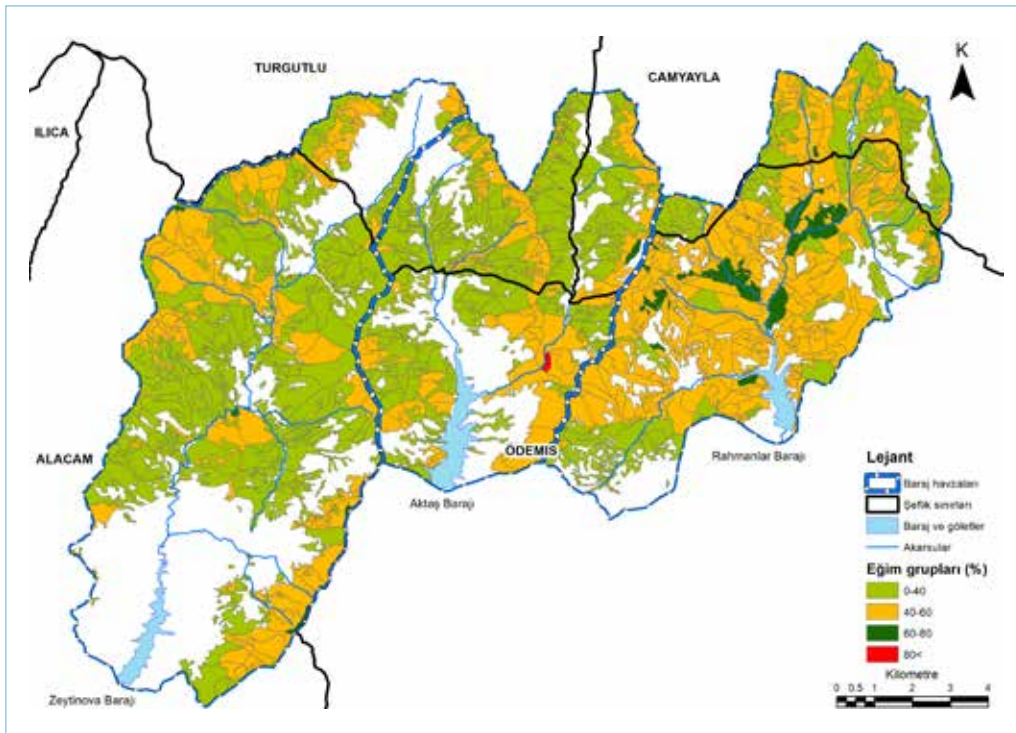
3.4 Değerlendirme

Toprak kaybı ve su verimi analizleri birlikte değerlendirilmiş, bölmecikler için risk grupları belirlenmiştir. Öneri silvikültürel uygulamalar, Orman İşletme Şeflikleri ve amenajman planlama heyetine sunulmuştur.

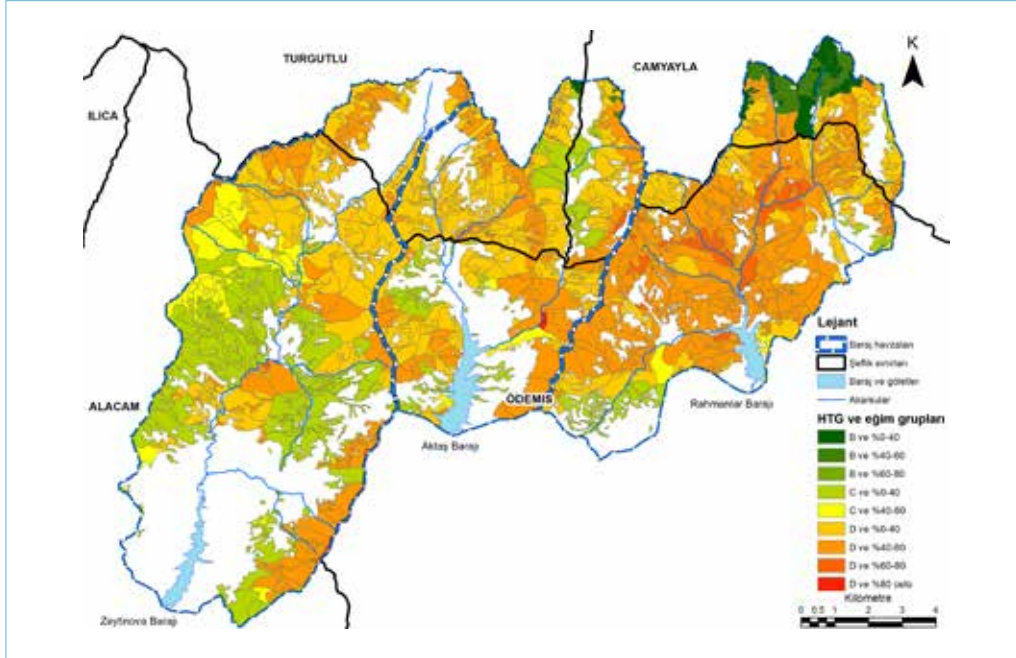
Toprak kaybı ve su verimi analizleri karşılaştırılarak bölmecikler için birlikte değerlendirilmiştir. **Bu çalışma kapsamında yapılan toprak kaybı ve su verimi analizlerine göre ormancılık faaliyetlerinin her iki fonksiyonu da yerine getirebilmesi için en çok etkili olan parametrelerin (eğim ve Hidrolojik Toprak Grupları) amenajman planları yapılmadan değerlendirilmesi gerektiği ortaya çıkmıştır.** Faktörler ya da faktörlerin etki derecesi bölgeye ve topoğrafik koşullara göre değişebilmektedir.

Bölmecikleri gruplayabilmek adına eğim grupları (Şekil 3.11) ve Hidrolojik Toprak Grupları bir araya getirilerek ortalama toprak kaybı değerlendirilmiştir (Şekil 3.12). Eğim, %40'dan az, %40-60, %60-80 ve %80'den fazla olmak üzere dört gruba ayrılmıştır. Ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarının düzenlenmesine ait usul ve esaslar 299 no'lu tebliğe göre %59'dan fazla eğim, şiddetli eğimdir. Bununla birlikte %60-79 eğime sahip olan orman meşcereleri için "erozyonu önleme" fonksiyonu; %80'den fazla eğime sahip olan meşcereler için ise "doğayı koruma" hedefi verilmektedir. Ancak çalışma alanında toprak kaybı ve su tutumu amacıyla yapılan analizler doğrultusunda **%65'ten az su tutumunun olduğu ve 0,5-5 ton/ha/yıl toprak kaybı riskinin olduğu orman meşcerelerinde eğim ortalama %40'tan başlamaktadır.** Bu nedenle bu havzalar için %40-60 eğim grubu önemlidir.

Şekil 3.11 Eğim grupları.

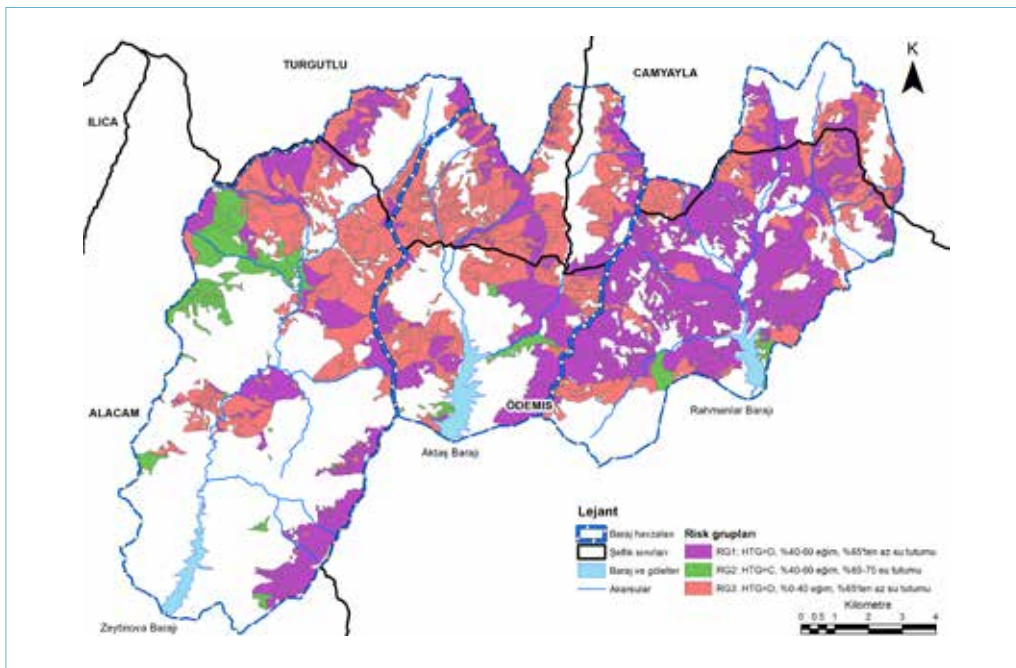


Şekil 3.12 Hidrolojik toprak grupları ve eğim grupları.



Çalışma alanı için su verimi yükseltmeyi ve toprak kaybını en aza indirmeyi hedefleyen reçeteler hazırlanmıştır. Bu kapsamda öncelikle benzer silvikültürel müdahalelerin uygulanacağı alanlar hidrolojik toprak grupları, eğim ve su tutumu göz önüne alınarak mekânsal olarak gruplanmıştır ve reçeteler bu gruplara özgü olarak yazılmıştır (Şekil 3.13).

Şekil 3.13 Risk grupları.



Ormanda yapılan silvikültürel uygulamalar vejetasyonun kısmen ya da tamamen kaldırılmasına ve bu amaçla kullanılan makineler ise toprağın sıkışmasına ya da toprağın taşınmasına sebep olabilir. Özellikle havzanın yüksek kısımlarında tensil yapılan alanlar, havzadaki su yüzeylerinde kirliliğe neden olabilir. Su verimi ve toprak kaybını birlikte değerlendirmek, bu baraj havzalarında su kirliliğine neden olabilecek ormancılık uygulamalarından kaçınılmasına imkan tanımaktadır. Özellikle ziraat alanlarının olduğu havzalarda tarımda kullanılan gübre ve hayvancılık faaliyetleri nedeniyle, yüksek oranda kirlletici yüzey ve yer altı suyuna karışmaktadır. Küçük Menderes Havzası Havza Koruma Eylem Planı (2010) verilerine göre Bayındır'da toplam Azot yıllık 500-1000 ton arasında, toplam Fosfor ise yıllık 25-50 ton arasında iken; Ödemiş ilçesinde yapılan ölçümlerde belirgin bir fark (toplam Azot 1000-2000 ton/yıl) ile yüksek oranda kirlletici içerdiği görülmektedir.

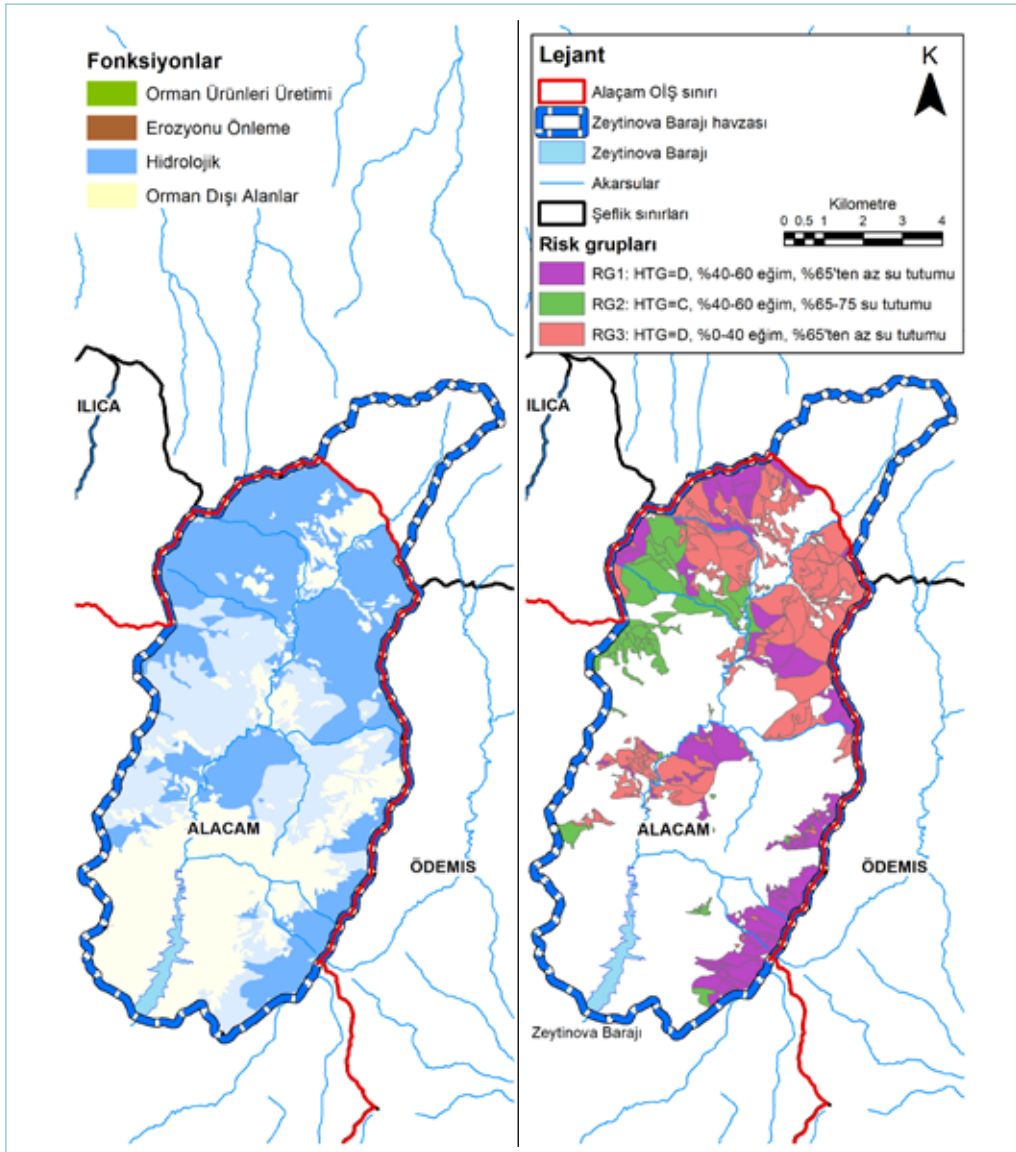
3.5 Orman Amenajman Planlarına Entegrasyon

Amenajman planlarına öneriler, toprak kaybı kontrolü ve su veriminin birlikte değerlendirilmesi ile belirlenmiştir. Orman amenajman planlarına verilen toprak koruma önerileri, aynı zamanda ormanlarda su tutumunu da sağlayacaktır. Bu kapsamda toprak kaybı riskinin diğer bölmeciklere göre daha fazla olduğu ve su tutumunun diğer bölmeciklere göre daha az olduğu orman meşcereleri için hazırlanan reçeteler planın ilgili tablolarına eklenmiştir. Bu tabloların dışında tensil sahaları ve amenajman planlarında yer alan etalar DKM uzmanları ve orman amenajman heyeti ile birlikte kararlaştırılmıştır.

3.5.1 Alaçam Orman İşletme Şefliği Amenajman Planlarına Hazırlanan Reçetelerin Entegrasyonu

Alaçam OİŞ'nin tümü (8342,53 ha) Zeytinova baraj havzasında yer almaktadır. Orman dışı alanlarının da yer aldığı şeflikte hidrolojik fonksiyon öncelikli ve en geniş alana yayılan fonksiyondur. Şekil 3.14'te orman fonksiyonları ile analizler sonucu riskli olduğu belirlenen bölmeciklerin karşılaştırması verilmiştir.

Şekil 3.14 Alaçam OİŞ ve Zeytinova Barajı havzasında fonksiyonlar ve risk grupları.



Tablo 3.2’de fonksiyonlara risk grupları ve reçetelerin dağılımı ile ilgili sayısal bilgiler verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere orman üretimi fonksiyonuna ayrılan bölmeciklerin yaklaşık %23’üne, hidrolojik fonksiyona ayrılan bölmeciklerin ise yaklaşık %58’ine reçete yazılmıştır.

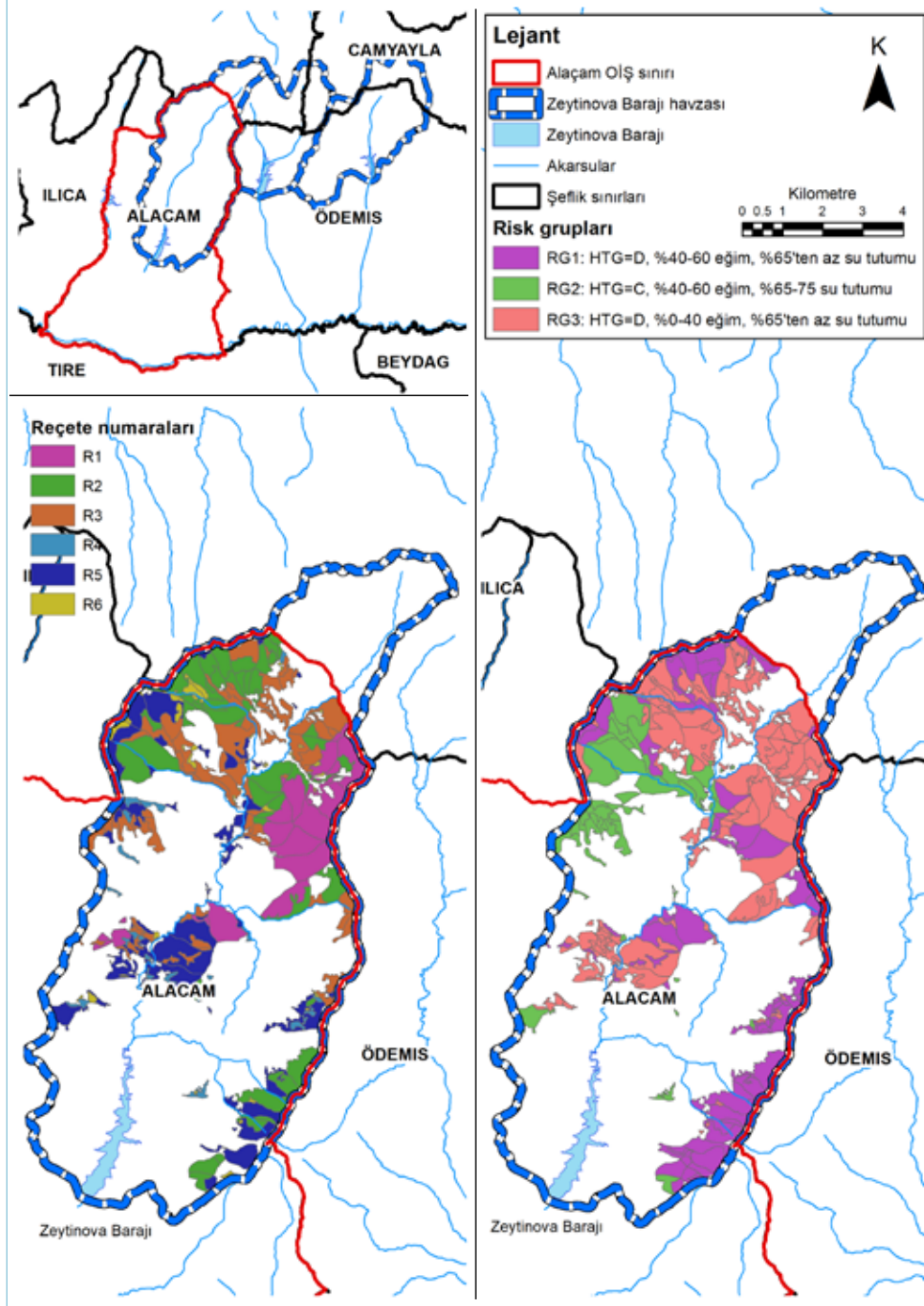
Tablo 3.2 Alaçam OİŞ ve Zeytinova Barajı havzasında fonksiyonlara göre risk grupları ve reçetelerin dağılımları.

Fonksiyon 1 (FONK1)	Fonksiyon 2 (FONK2)	Havza içindeki şeflikteki alanı (ha)	Risk grupları	Reçete	Alan (ha)	Alan toplamı (ha)
Orman ürünleri üretimi	-	5,05	RG1	R2	0,75	1,18
			RG2	Reçete yok*	0,21	
			RG3	R2	0,43	
Erozyonu önleme	-	1,22	-	-	-	-
Hidrolojik	-	5281,71	RG1	Reçete yok*	68,60	998,89
				R1	153,42	
				R2	349,99	
				R3	173,03	
				R4	16,43	
				R5	280,12	
				R6	25,90	
			RG2	Reçete yok*	2,75	542,62
				R2	140,50	
				R3	220,70	
				R4	36,58	
				R5	139,50	
				R6	5,34	
			RG3	Reçete yok*	1,80	1498,28
				R1	438,82	
				R2	351,76	
				R3	350,17	
				R4	24,73	
				R5	259,86	
				R6	72,94	
Orman dışı alanlar	-	3054,55	-	-	-	-
Tensil reçeteleri					134,67	134,67
Toplam		8342,53			3175,64	3175,64
					Reçete olmayan ancak risk grupları içindeki bölmecikler dahil: 3249 ha	

* Risk grupları içindeki bazı fıstık çamı meşcereleri için reçete yazılmamıştır. Toplam alan hesaplamalarına katılmamıştır.

Alaçam OİŞ ve Zeytinova Barajı havzasında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı Şekil 3.15'te verilmiştir.

Şekil 3.15 Alaçam OİŞ ve Zeytinova Barajı havzasında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı.



Alaçam OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 28: Aynıyaşlı (Verimli ve Boşluklu) Koru Ormanlarında Son Hasılat Kesim Planı Tablosu Reçetesi

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçeteler, Alaçam OİŞ amenajman planındaki 28 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir.

- Hidrolojik fonksiyon tanımlanmış tensil sahalarında, orman ekosisteminin devamlılığın sağlanması için 5 hektardan daha büyük sahalarda tıraşlama kesim yapılması önerilmektedir. Ancak zorunlu hallerde 5 hektardan büyük sahalarda tıraşlama kesim yapılacak ise daha sık dal serme uygulaması yapılmalı ve toprak kaybını engelleyecek tüm tedbirler alınmalıdır.
- Doğal veya yapay gençleştirmede ibreli ormanlarda %40 yapraklı karışımı, yapraklı ormanlarda %40 ibreli karışımı olacak şekilde karışım düzenlenmelidir.
- Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır.
- Alanda bulunan dere içindeki yapraklı türler olduğu gibi korunmalı, mevcut türler ıslah edilmelidir.
- Mevcut alanda bulunan orman ekosistemindeki endemik ve tıbbi aromatik bitki özellikleri taşıyan türler münferit ve/veya gruplar halinde muhafaza edilerek biyolojik çeşitlilik korunmalıdır.

Alaçam OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 23/1: Aynıyaşlı Koru Ormanlarında Meşcere Tanıtım, Silvikültürel İşlem ve Ara Hasılat Kesim Planı Tablosu Reçeteleri

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçeteler, Alaçam OİŞ amenajman planındaki 23/1 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir.

REÇETE NO	Reçete	Meşcere
R1	a0 meşcerelerdeki gençlik bakım tedbirleri kapsamında yapılacak tamamlama dikimlerinde %40 yapraklı (meşe türleri) karışımı oluşturulmalıdır.	Çza0
R2	Gençlik bakım çalışmaları 2 yılda bir fasıllı olarak aşağıdaki prensipler gözetilerek uygulanmalıdır. Birinci yıl; - Gençlik kontrol edilmeli, zarar görmüş bireyler alandan çıkarılmalı ve sık doğal gençliklerin seyreltilmesi işlemi yapılmalıdır. Üçüncü ve beşinci yıllar; - Boğma tehlikesi engellenmelidir. - Sadece kök boğazı çevresinde toprak işlemesi elle yapılmalıdır (çapalama). - Takviye çalışmalarında karışım; ibreli ormanlarda %40 yapraklı (meşe türleri) içerecek, yapraklı ormanlarda ise %40 ibreli (kızılçam veya karaçam) türleri içerecek şekilde düzenlenmelidir. Sıklık bakım çalışmaları 3 - 5 yıllık dönüş müddetleri ile uygulanmalıdır. - Alanda bulunan mevcut ağaç türlerinin üst ve yan siperleme, baskıya karşı tepelerini genişletme ve yayma eğilimi daima göz önünde bulundurularak müdahale edilmelidir.	Çka Çza Sa Mla Çza3 Çzab3 Mla3 Mlab2 Mlab3 ÇzMlab3

REÇETE NO	Reçete	Meşcere
	- Alanda bulunan serbest büyüme koşullarına göre anormal gövde oluşumu yapan bireylerin budaması yapılmalı ancak alandan çıkarılmamalıdır. - Çam türlerinde gövdede 1,5 - 2 m yüksekliğe kadar kuru dallar temizlenmeli, bu dallar alandan yangın riski düşünülerek uzaklaştırılmalıdır. - Çalışmalar, ibreli türler için erken ilkbahar veya sonbahar aylarında; yapraklı türler için geç sonbahar veya kış aylarında yapılmalıdır. - Yapraklı ağaç türlerinde yapılacak sıklık bakım çalışması sık bir kapalılıkta büyütülmeli ve üst tepe kapalılığına katılan meşcere elemanlarının boyları yaklaşık olarak aynı olmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar açılacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	
R3	- Bu meşcerelerde erozyon riski yüksek ve su tutumu kabiliyetinin düşük olması nedeniyle toprak yapısı korunmalıdır. Bu meşcerelerde yapılacak bakım çalışmalarında toprak koruma fonksiyonunu güçlendirecek şekilde davranılmalıdır. - Mümkün olan yerlerde havai hat sistemleri kullanılmalıdır. - Bakım müdahaleleri aksatılmadan yapılmalı, alandaki mevcut kapalılık kırılmamalıdır. - Meşcerede kuru dere, drenaj kanalı gibi su akışını yönlendiren unsurların bulunması durumunda, alanda bulunan ağaç türleri olduğu gibi korunmalı ve mevcut türler ıslah edilmelidir. Bu alanlarda ölü/diri örtü temizliği yapılmamalıdır (Yangın riskin yüksek olduğu alanlar dışında). - Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar açılacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	Çzb3 Çzbc2 Çzbc3 Çzc2 Çzc3 Çzcd2 Çzcd3 Çzd2 Mlb3
R4	- Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında meşcerelerle takviyede bulunulmalıdır. - Azman bireylere zarar vermekten kaçınılmalı, dikim yerleşim planlamasında azman gençliği değerlendirilmelidir. - Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında, minimum toprak işleme yapılmalı ve ölü/diri örtü temizliğinden olabildiğince kaçınılarak var olan otsu, çalı ve ağaççık örtüsü korunmalıdır. - Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır.	Çzcd1 Çzd1

Alaçam OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 22: Ağaçlandırma, Rehabilitasyon ve Erozyon Kontrol Çalışma Alanları Tablosu Reçeteleri

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçeteler, Alaçam OİŞ amenajman planındaki 22 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir. 22A numaralı tabloya girecek olan bölmecikler hariç tutulmuştur.

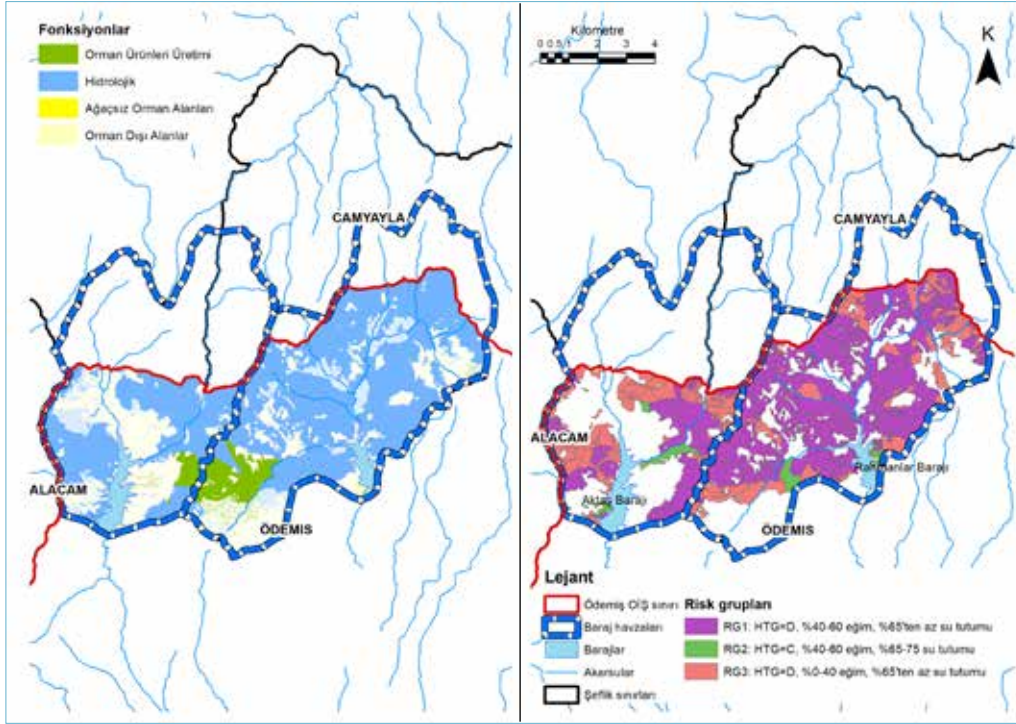
REÇETE NO	Reçete	Meşcere
R5	- Boşluklu kapalı orman rehabilitasyonu ve restorasyon çalışmalarında saf meşcere oluşumundan kaçınılmalı, karışık meşcere oluşturulması esas olmalıdır. Yapraklı ormanlarda ibrelilerle (çam türleri), ibrelili ormanlardaysa yapraklı türlerle (meşe türleri) takviyede bulunulmalıdır. - Azman bireylere zarar vermekten kaçınılmalı, dikim yerleşim planlamasında azman gençliği değerlendirilmelidir. - Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında, minimum toprak işleme yapılmalı ve ölü/diri örtü temizliğinden olabildiğince kaçınılarak var olan otsu, çalı ve ağaççık örtüsü korunmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar açılacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	BÇz BMI
R6	- Orman içi açıklıklarda %60 ibrelili, %40 yapraklı ile ağaçlandırılma çalışması yapılmalıdır. - Ağır makinalı işleme çalışması yapılmamalıdır. - Alanda mevcut bulunan kapallığı %0-1 arasında olması nedeniyle meşcere rumuzuna girmeyen ağaç, ağaççık, çalı tabakası muhafaza edilmelidir.	OT OT-T

3.5.2 Ödemiş Orman İşletme Şefliği Amenajman Planlarına Hazırlanan Reçetelerin Entegrasyonu

Ödemiş OİŞ'nin kuzey kısmı (8141,28 ha) Aktaş ve Rahmanlar baraj havzalarına girmektedir. Ağaçsız orman alanları, orman dışı alanlar ve özel ağaçlandırmaların da yer aldığı bu kısımda hidrolojik fonksiyon öncelikli fonksiyondur. Şekil 3.16'da orman fonksiyonları ile analizler sonucu riskli olduğu belirlenen bölmeciklerin karşılaştırması verilmiştir.

Baraj havzalarına giren bu kısım için Tablo 3.3'te fonksiyonlara risk grupları ve reçetelerin dağılımı ile ilgili sayısal bilgiler verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere orman üretimi fonksiyonuna ayrılan bölmeciklerin yaklaşık %45'ine ve hidrolojik fonksiyona ayrılan bölmeciklerin yaklaşık %83'üne reçete yazılmıştır.

Şekil 3.16 Ödemiş OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlar ve risk grupları.



Tablo 3.3 Ödemiş OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlara göre risk grupları ve reçetelerin dağılımları.

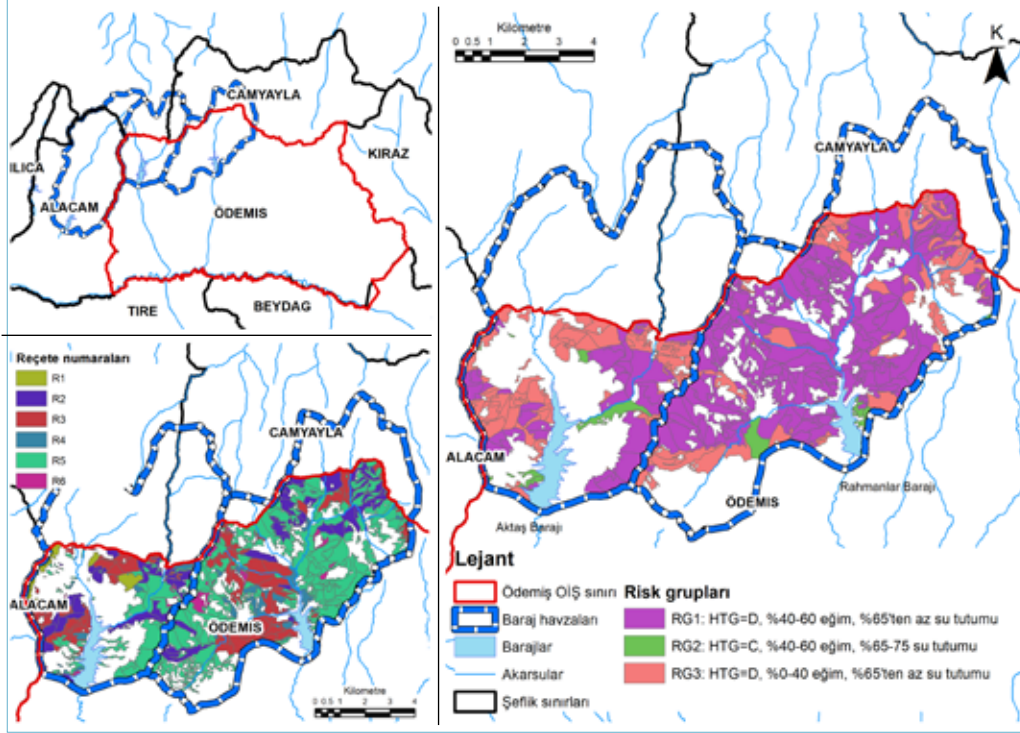
Fonksiyon 1 (FONK1)	Fonksiyon 2 (FONK2)	Havza içindeki şeflikteki alanı (ha)	Risk grupları	Reçete	Alan (ha)	Alan toplamı (ha)
Orman ürünleri üretimi	-	571,91	RG1	Reçete yok*	115,17	162,86
				R3	15,07	
				R4	12,41	
				R5	126,62	
				R6	8,76	
			RG2	Reçete yok*	2,04	10,43
				R5	10,43	
			RG3	Reçete yok*	47,80	83,72
				R2	68,61	
				R5	13,31	
Hidrolojik	-	5261,35	RG1	Reçete yok*	144,43	3006,29
				R1	85,60	

Fonksiyon 1 (FONK1)	Fonksiyon 2 (FONK2)	Havza içindeki şeflikteki alanı (ha)	Risk grupları	Reçete	Alan (ha)	Alan toplamı (ha)
Hidrolojik				R2	464,30	
				R3	683,26	
				R4	223,30	
				R5	1434,24	
				R6	115,59	
			RG2	Reçete yok*	8,77	150,18
				R2	48,83	
				R3	62,75	
				R4	7,32	
				R5	30,23	
				R6	1,05	
			RG3	Reçete yok*	75,12	1228,23
				R1	75,96	
				R2	386,34	
				R3	383,53	
				R4	12,51	
				R5	339,03	
				R6	30,86	
Ağaçsız orman alanları		38,23				
Orman dışı alanlar		2240,97				
Özel ağaçlandırma		28,82				
Tensil reçeteleri					38,14	38,14
Toplam		8141,28			4679,85	4679,85
					Reçete olmayan ancak risk grupları içindeki bölme- cik- ler dahil: 5073 ha	

* Risk grupları içindeki bazı fıstık çamı ve ceviz meşcereleri için reçete yazılmamıştır. Toplam alan hesaplamalarına katılmamıştır.

Ödemiş OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı Şekil 3.17’de verilmiştir.

Şekil 3.17 Ödemiş OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı.



Ödemiş OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 28: Aynıyaşlı (Verimli ve Boşluklu) Koru Ormanlarında Son Hasılat Kesim Planı Tablosu Reçetesi

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçete, Ödemiş OİŞ amenajman planındaki 28 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir.

- Hidrolojik fonksiyon tanımlanmış tensil sahalarında, orman ekosisteminin devamlılığın sağlanması için 5 hektardan daha büyük sahalarda tıraşlama kesim yapılması önerilmektedir. Ancak zorunlu hallerde 5 hektardan büyük sahalarda tıraşlama kesim yapılacak ise daha sık dal serme uygulaması yapılmalı ve toprak kaybını engelleyecek tüm tedbirler alınmalıdır.
- Doğal veya yapay gençleştirmede ibrelî ormanlarda %40 yapraklı karışımı, yapraklı ormanlarda %40 ibrelî karışımı olacak şekilde karışım düzenlenmelidir.
- Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır.
- Alanda bulunan dere içindeki yapraklı türler olduğu gibi korunmalı, mevcut türler ıslah edilmelidir.

- Mevcut alanda bulunan orman ekosistemindeki endemik ve tıbbi aromatik bitki özellikleri taşıyan türler münferit ve/veya gruplar halinde muhafaza edilerek biyolojik çeşitlilik korunmalıdır.

Ödemiş OİŞ Amenajman Planı Tablo No.23/1: Aynıyaşlı Koru Ormanlarında Meşcere Tanıtım, Silvikültürel İşlem ve Ara Hasılat Kesim Planı Tablosu Reçeteleri

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçeteler, Ödemiş OİŞ amenajman planındaki 23/1 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir.

REÇETE NO	Reçete	Meşcere
R1	a0 meşcerelerdeki gençlik bakım tedbirleri kapsamında yapılacak tamamlama dikimlerinde %40 yapraklı (meşe türleri) karışımı oluşturulmalıdır.	Çza0
R2	Gençlik bakım çalışmaları 2 yılda bir fasillik olarak aşağıdaki prensipler gözetilerek uygulanmalıdır. Birinci yıl; • Gençlik kontrol edilmeli, zarar görmüş bireyler alandan çıkarılmalı ve sık doğal gençliklerin seyreltilmesi işlemi yapılmalıdır. Üçüncü ve beşinci yıllar; • Boğma tehlikesi engellenmelidir. • Sadece kök boğazı çevresinde toprak işlemesi elle yapılmalıdır (çapalama). • Takviye çalışmalarında karışım; ibreli ormanlarda %40 yapraklı (meşe türleri) içerecek, yapraklı ormanlarda ise %40 ibreli (kızılçam veya karaçam) türleri içerecek şekilde düzenlenmelidir. Sıklık bakım çalışmaları 3 - 5 yıllık dönüş müddetleri ile uygulanmalıdır. • Alanda bulunan mevcut ağaç türlerinin üst ve yan siperleme, baskıya karşı tepelerini genişletme ve yayma eğilimi daima göz önünde bulundurularak müdahale edilmelidir. • Alanda bulunan serbest büyüme koşullarına göre anormal gövde oluşumu yapan bireylerin budaması yapılmalı ancak alandan çıkarılmamalıdır. • Çam türlerinde gövdede 1,5 - 2 m yüksekliğe kadar kuru dallar temizlenmeli bu dallar alandan yangın riski düşünülerek uzaklaştırılmalıdır. • Çalışmalar, ibreli türler için erken ilkbahar veya sonbahar aylarında; yapraklı türler için geç sonbahar veya kış aylarında yapılmalıdır. • Yapraklı ağaç türlerinde yapılacak sıklık bakım çalışması sık bir kapalılıkta büyütülecek ve üst tepe kapalılığına katılan meşcere elemanlarının boyları yaklaşık olarak aynı olmalıdır. • Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar olacaktır. • Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	Çkab3 Çza Çzab2 Çzab3 ÇzÇkab3 Mla Mlab2 Mlab3
R3	• Bu meşcerelerde erozyon riski yüksek ve su tutumu kabiliyetinin düşük olması nedeniyle toprak yapısı korunmalıdır. Bu meşcerelerde yapılacak bakım çalışmalarında toprak koruma fonksiyonunu güçlendirecek şekilde davranılmalıdır. • Mümkün olan yerlerde havai hat sistemleri kullanılmalıdır. • Bakım müdahaleleri aksatılmadan yapılmalı, alandaki mevcut kapalılık kırılmamalıdır. • Meşcerede kuru dere, drenaj kanalı gibi su akışını yönlendiren unsurların bulunması durumunda, alanda bulunan ağaç türleri olduğu gibi korunmalı ve mevcut türler ıslah edilmelidir. Bu alanlarda ölü/diri örtü temizliği yapılmamalıdır (Yangın riskin yüksek olduğu alanlar dışında).	Çkc3 Çkcd2 Çkcd3 Çkd2 Çzb2 Çzb3 Çzbc2 Çzbc3 Çzc2

REÇETE NO	Reçete	Meşcere
R3	- Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar açılacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	Çzc3 Çzcd2 Çzcd3 Çzd2 Çzd3 ÇzMlbc3 Mlb2 Mlb3
R4	- Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında meşelerle takviyede bulunulmalıdır. - Azman bireylere zarar vermekten kaçınılmalı, dikim yerleşim planlamasında azman gençliği değerlendirilmelidir. - Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında, minimum toprak işleme yapılmalı ve ölü/ diri örtü temizliğinden olabildiğince kaçınılarak var olan otsu, çalı ve ağaççık örtüsü korunmalıdır. - Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır.	Çkcd1 Çkd1 Çzbc1 Çzcd1 Çzd1

Ödemiş OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 22: Ağaçlandırma, Rehabilitasyon ve Erozyon Kontrol Çalışma Alanları Tablosu Reçeteleri

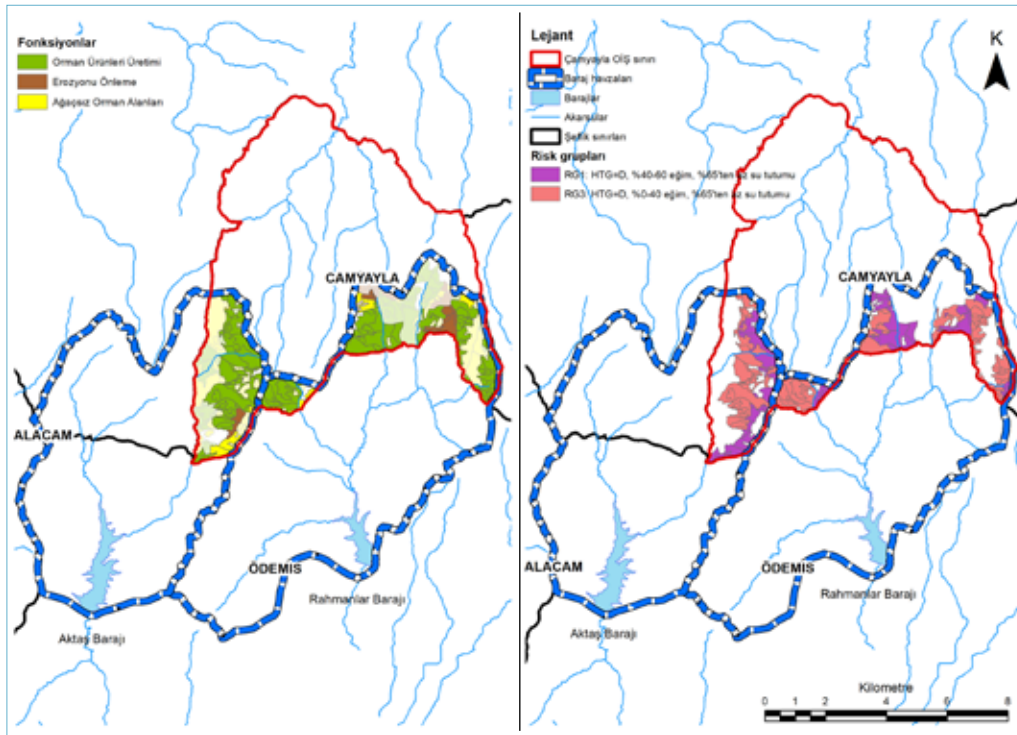
Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçeteler, Ödemiş OİŞ amenajman planındaki 22 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir. 22A numaralı tabloya girecek olan bölmecikler hariç tutulmuştur.

REÇETE NO	Reçete	Meşcere
R5	- Boşluklu kapalı orman rehabilitasyonu ve restorasyon çalışmalarında saf meşcere oluşumundan kaçınılmalı, karışık meşcere oluşturulması esas olmalıdır. Yapraklı ormanlarda ibrelilerle (çam türleri), ibrelili ormanlardaysa yapraklı türlerle (meşe türleri) takviyede bulunulmalıdır. - Azman bireylere zarar vermekten kaçınılmalı, dikim yerleşim planlamasında azman gençliği değerlendirilmelidir. - Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında, minimum toprak işleme yapılmalı ve ölü/ diri örtü temizliğinden olabildiğince kaçınılarak var olan otsu, çalı ve ağaççık örtüsü korunmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar açılacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	BÇz BMI
R6	- Orman içi açıklıklarda %60 ibrelili, %40 yapraklı ile ağaçlandırılma çalışması yapılmalıdır. - Ağır makinalı işleme çalışması yapılmamalıdır. - Alanda mevcut bulunan kapalılığı %0-1 arasında olması nedeniyle meşcere rumuzuna girmeyen ağaç, ağaççık, çalı tabakası muhafaza edilmelidir.	OT OT-T

3.5.3 Çamyayla Orman İşletme Şefliği Amenajman Planlarına Hazırlanan Reçetelerin Entegrasyonu

Çamyayla OİŞ'nin yalnızca 1853,95 hektarlık bir kısmı Aktaş ve Rahmanlar baraj havzalarına girmektedir. Ağaçsız orman alanlarının da yer aldığı bu kısımda orman ürünleri üretimi fonksiyonu ve erozyonu önleme fonksiyonu öncelikli fonksiyonlardır (Şekil 3.18). İkinci fonksiyonlar ise hidrolojik fonksiyon olarak verilmiştir. Şekil 3.18'de orman fonksiyonları ile analizler sonucu riskli olduğu belirlenen bölmeciklerin karşılaştırması verilmiştir.

Şekil 3.18 Çamyayla OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlar ve risk grupları.



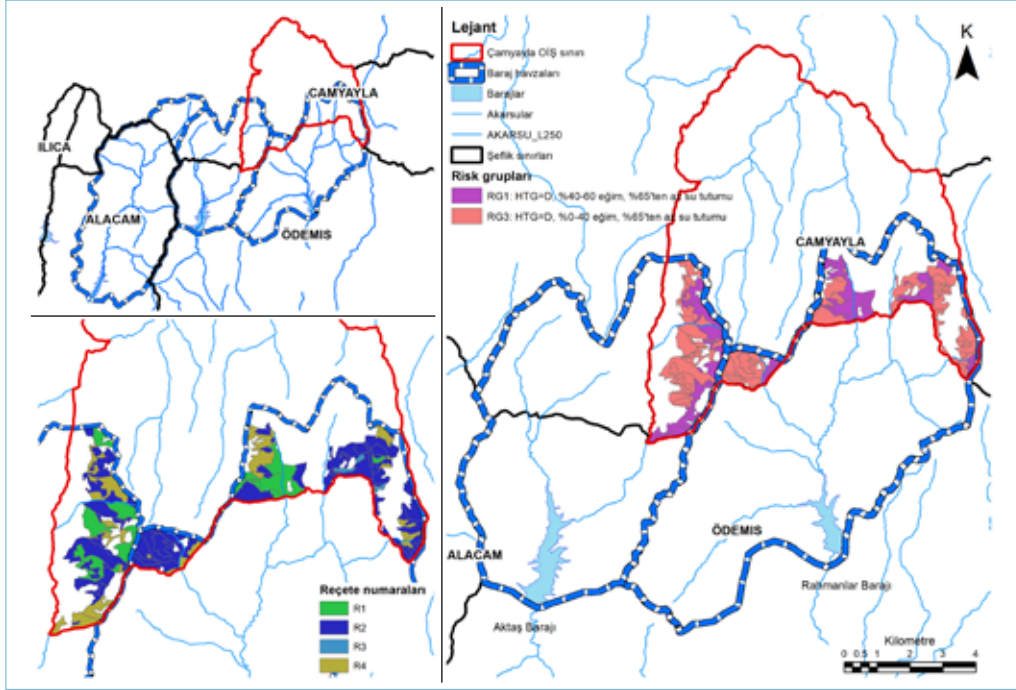
Baraj havzalarına giren bu kısım için Tablo 3.4'te fonksiyonlara risk grupları ve reçetelerin dağılımı ile ilgili sayısal bilgiler verilmiştir. Tablodan da görüleceği üzere orman üretimi fonksiyonuna ayrılan bölmeciklerin yaklaşık %70'ine ve erozyonu önleme fonksiyonuna ayrılan bölmeciklerin yaklaşık %47'sine reçete yazılmıştır. Ağaçsız orman topraklarında bu oran %19'dur.

Tablo 3.4 Çamyayla OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında fonksiyonlara göre risk grupları ve reçetelerin dağılımları.

Fonksiyon 1 (FONK1)	Fonksiyon 2 (FONK2)	Havza içindeki şeflikteki alanı (ha)	Risk grupları	Reçete	Alan (ha)	Alan toplamı (ha)
Orman Ürünleri Üretimi	Hidrolojik	1407,64	RG1	R1	143,26	991,24
				R2	86,97	
				R4	42,99	
			RG3	R1	103,85	
				R2	524,72	
				R3	5,11	
				R4	84,34	
Erozyonu Önleme	Hidrolojik	186,21	RG1	R2	74,17	87,08
				R3	5,31	
				R4	2,18	
			RG3	R2	2,14	
				R3	3,28	
Ağaçsız Orman Alanları	Hidrolojik	555,63	RG1	R4	98,21	103,11
			RG3	R4	4,90	
Tensil reçeteleri	Hidrolojik				18,64	18,64
Toplam		1853,95			1200,07	1200,07

Çamyayla OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı Şekil 3.19'da verilmiştir.

Şekil 3.19 Çamyayla OİŞ, Zeytinova ve Aktaş barajları havzalarında risk grupları ve reçete önerilerinin dağılımı.



Çamyayla OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 28: Aynıyaşlı (Verimli ve Boşluklu) Koru Ormanlarında Son Hasılat Kesim Planı Tablosu Reçetesi

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçete, Çamyayla OİŞ amenajman planındaki 28 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir.

- Hidrolojik fonksiyon tanımlanmış tensil sahalalarında, orman ekosisteminin devamlılığın sağlanması için 5 hektardan daha büyük sahalarda traşlama kesim yapılması önerilmektedir. Ancak zorunlu hallerde 5 hektardan büyük sahalarda traşlama kesim yapılacak ise daha sık dal serme uygulaması yapılmalı ve toprak kaybını engelleyecek tüm tedbirler alınmalıdır.
- Doğal veya yapay gençleştirmede ibrelî ormanlarda %40 yapraklı karışımı, yapraklı ormanlarda %40 ibrelî karışımı olacak şekilde karşım düzenlenmelidir.
- Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır.
- Alanda bulunan dere içindeki yapraklı türler olduğu gibi korunmalı, mevcut türler ıslah edilmelidir.
- Mevcut alanda bulunan orman ekosistemindeki endemik ve tıbbi aromatik bitki özellikleri taşıyan türler münferit ve/veya gruplar halinde muhafaza edilerek biyolojik çeşitlilik korunmalıdır.

Çamyayla OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 23/1: Aynıyaşlı Koru Ormanlarında Meşcere Tanıtım, Silvikültürel İşlem ve Ara Hasılat Kesim Planı Tablosu Reçeteleri

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan reçeteler, Çamyayla OİŞ amenajman planındaki 23/1 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir.

REÇETE NO	Reçete	Meşcere
R1	Gençlik bakım çalışmaları 2 yılda bir fasıllı olarak aşağıdaki prensipler gözetilerek uygulanmalıdır. Birinci yıl; - Gençlik kontrol edilmeli, zarar görmüş bireyler alandan çıkarılmalı ve sık doğal gençliklerin seyreltilmesi işlemi yapılmalıdır. Üçüncü ve beşinci yıllar; - Boğma tehlikesi engellenmelidir. - Sadece kök boğazı çevresinde toprak işlemesi elle yapılmalıdır (çapalama). - Takviye çalışmalarında karışım; ibreli ormanlarda %40 yapraklı (meşe türleri) içerecek, yapraklı ormanlarda ise %40 ibreli (kızılçam veya karaçam) türleri içerecek şekilde düzenlenmelidir. Sıklık bakım çalışmaları 3 - 5 yıllık dönüş müddetleri ile uygulanmalıdır. - Alanda bulunan mevcut ağaç türlerinin üst ve yan siperleme, baskıya karşı tepelerini genişletme ve yayma eğilimi daima göz önünde bulundurularak müdahale edilmelidir. - Alanda bulunan serbest büyüme koşullarına göre anormal gövde oluşumu yapan bireylerin budaması yapılmalı, ancak alandan çıkarılmamalıdır. - Çam türlerinde gövdede 1,5 - 2 m yüksekliğe kadar kuru dallar temizlenmeli bu dallar alandan yangın riski düşünülerek uzaklaştırılmalıdır. - Çalışmalar, ibreli türler için erken ilkbahar veya sonbahar aylarında; yapraklı türler için geç sonbahar veya kış aylarında yapılmalıdır. - Yapraklı ağaç türlerinde yapılacak sıklık bakım çalışması sık bir kapalılıkta büyütülecek ve üst tepe kapalılığına katılan meşcere elemanlarının boyları yaklaşık olarak aynı olmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar olacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	Çka Çka3 Çkab3 ÇkMlab3 ÇkMlbc3 Mlab2 Mlab3 SÇkab3
R2	- Bu meşcerelerde erozyon riski yüksek ve su tutumu kabiliyetinin düşük olması nedeniyle toprak yapısı korunmalıdır. Bu meşcerelerde yapılacak bakım çalışmalarında toprak koruma fonksiyonunu güçlendirecek şekilde davranılmalıdır. - Mümkün olan yerlerde havai hat sistemleri kullanılmalıdır. - Bakım müdahaleleri aksatılmadan yapılmalı, alandaki mevcut kapalılık kırılmamalıdır. - Meşcerede kuru dere, drenaj kanalı gibi su akışını yönlendiren unsurların bulunması durumunda, alanda bulunan ağaç türleri olduğu gibi korunmalı ve mevcut türler ıslah edilmelidir. Bu alanlarda ölü/diri örtü temizliği yapılmamalıdır (Yangın riskin yüksek olduğu alanlar dışında). - Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar olacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır.	Çkb3 Çkbc3 Çkc3 Çkcd2 Çkcd3 ÇkÇzcd2 Çkd2 Çzd2 Mlb3 Mlbc3
R3	- Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında meşcerelerle takviyede bulunulmalıdır. - Azman bireylere zarar vermekten kaçınılmalı, dikim yerleşim planlamasında azman gençliği değerlendirilmelidir. - Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında, minimum toprak işleme yapılmalı ve ölü/diri örtü temizliğinden olabildiğince kaçınılarak var olan otsu, çalı ve ağaççık örtüsü korunmalıdır. - Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır.	Çkd1

Çamyayla OİŞ Amenajman Planı Tablo No. 22: Ağaçlandırma, Rehabilitasyon ve Erozyon Kontrol Çalışma Alanları Tablosu Reçeteleri

Risk gruplarına ve meşcere tiplerine göre hazırlanan aşağıdaki reçeteler, Çamyayla OİŞ amenajman planındaki 22 numaralı tabloda yer alan riskli bölmeciklere eklenmiştir. 22A numaralı tabloya girecek olan bölmecikler hariç tutulmuştur.

REÇETE NO	Reçete	Meşcere
R4	- Boşluklu kapalı orman rehabilitasyonu ve restorasyon çalışmalarında saf meşcere oluşumundan kaçınılmalı, karışık meşcere oluşturulması esas olmalıdır. Yapraklı ormanlarda ibrelilerle (çam türleri), ibrelili ormanlardaysa yapraklı türlerle (meşe türleri) takviyede bulunulmalıdır. - Azman bireylere zarar vermekten kaçınılmalı, dikim yerleşim planlamasında azman gençliği değerlendirilmelidir. - Rehabilitasyon ve restorasyon çalışmalarında, minimum toprak işleme yapılmalı ve ölü/diri örtü temizliğinden olabildiğince kaçınılarak var olan otsu, çalı ve ağaççık örtüsü korunmalıdır. - Koruya tahvil çalışmalarında açılacak olan bakım patikaları mümkün olduğunca az ve dar açılacaktır. - Koruya tahvil çalışmalarında saçlı meşe türü dışında kalan sahadaki tüm ağaç türleri korunacaktır. - Orman içi açıklıklarda %60 ibrelili, %40 yapraklı ile ağaçlandırılma çalışması yapılmalıdır. - Ağır makinalı işleme çalışması yapılmamalıdır. - Alanda mevcut bulunan kapallılığı %0-1 arasında olması nedeniyle meşcere rumuzuna girmeyen ağaç, ağaççık, çalı tabakası muhafaza edilmelidir.	BÇk BÇk-T BÇkMI BÇkMI-T BKs BMI BMI-T

Yukarıda verilen reçeteler Bayındır ormanları için uygulanan yöntem ve analizlerin sonuçlarına göre OGM OİPD ve Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü ile DKM'nin ortak çalışması sonucu amenajman planlarına yazılmıştır. Analizlerden sonra öncelikle hidrolojik fonksiyon görece meşcereler belirlenmiş, daha sonra da meşcerelerde yapılacak olan silvikültürel müdahaleler reçeteler şeklinde eklenmiştir.

Bu proje ile Bayındır OİM ormanlarında toprak kaybı ve su verimi analizleri yapılmış, ormanların toprak koruma ve su üretimi fonksiyonları bir arada değerlendirilmiştir. Ormancılık faaliyetlerinin her iki fonksiyonu da yerine getirebilmesi için **en çok etkili olan parametrelerin (eğim ve Hidrolojik Toprak Grupları) amenajman planları yapılmadan önce değerlendirilmesinin gerekliliği** ortaya çıkmıştır. Faktörler ya da faktörlerin etki derecesi bölgeye ve topoğrafik koşullara göre değişebilmektedir. Yine Bayındır ormanlarında **su verimi analizi sonucunda belirlenen su tutum değeri %65'tir. %65'ten az su tutumunun olduğu ve 0,5-5 ton/ha/yıl toprak kaybı riskinin olduğu orman meşcerelerinde eğim ortalama %40'tan başlamaktadır.** Bu nedenle bu havzalar için %40-60 eğim grubu önemlidir. Ancak bu değerler Bayındır ormanları için geçerlidir. Hem fonksiyonlara etki edecek parametreler, hem de analiz sonuçları doğrultusunda elde edilen su tutum değeri, toprak kaybı değeri ve eğim aralığı her ormanda farklı olacaktır. Bu farklılık uygulanan yaklaşım ve yöntemlere göre değişebileceği gibi, yörenin veya bölgenin iklimsel ve topoğrafik özelliklerine, toprağa, ölçeğe, ormanların hangi amaca göre değerlendirildiğine, ormanların havzadaki konumuna, eldeki veriye ve gerekli olan verilerin ulaşılabilirliğine göre değişkenlik göstermektedir. Dolayısıyla hidrolojik fonksiyon görece her orman için amenajman planı öncesinde ayrı ön çalışmaların yapılması gerekmektedir.

3.6 Çıkarılan Dersler ve Öneriler

Ormanların hidrolojik fonksiyonlarının orman amenajman planlarına entegrasyonunda izlenen iş akışına göre çıkarılan dersler ve öneriler aşağıda verilmiştir.

1. Çalışma ekibinin oluşturulması

Ormanlarda su yönetimi, orman yönetimi ve havza yönetimi disiplinlerinin bir arada çalışmasını gerektirmektedir. Hidrolojik fonksiyon verilmesi düşünülen ormanlar, geleneksel orman yönetiminin dışında değerlendirilmelidir. Hem suyu miktar ve kalitesi açısından, hem de toprağı ve toprağın verimliliğini koruyacak şekilde havza ölçeğinde amenajman planları öncesinde çalışmalar yapılarak orman yönetim kararları verilmelidir. Bu noktada konu uzmanlarının bir arada çalışması ve hidrolojik fonksiyon verilmesi düşünülen ormanların bütüncül bir yaklaşımla değerlendirilmesi çok önemlidir. Nitekim bu projede de OGM uzmanları orman yönetimi (fonksiyonların verilmesinden önceki ve sonraki aşamalar ve uygulanacak olan silvikültürel müdahaleler), DKM uzmanları ise hem havza yönetimi hem de biyolojik çeşitliliği koruma konularında bir arada çalışmış, Bayındır OİM ormanlarında su ve toprağı koruyacak, aynı zamanda meşcerelerin de devamlılığını sağlayacak önemli kararlar almıştır.

2. Modelleme ve analiz çalışmaları

Modelleme ve analiz çalışmaları yöre veya bölgenin iklimsel ve topoğrafik özelliklerine, toprağı, ölçeğe, ormanların hangi amaca göre değerlendirildiğine, ormanların havzadaki konumuna, eldeki veriye ve gerekli olan verilerin ulaşılabilirliğine göre değişkenlik göstermektedir. Ormanlardaki hidrolojik fonksiyonların entegrasyonu amacıyla kullanılan analiz ve yöntemlerde ülkeye, bölgeye ya da yerele göre değerlerin kullanılması önemlidir. Bu amaçla, en azından ulusal ölçekte araştırma ve ölçümler yapılmalı, çıktılar analizlerde kullanılacak hale getirilmelidir. Özellikle farklı orman meşcereleri ve farklı toprak grupları için belirlenen örnek alanlarda yıllık toprak kaybı belirlenmelidir. Planlama yapılmadan önce, araziden alınacak toprak torba ve silindir örnekleri ile toprağın bünyesi, yapısı ve yapısal stabilitesi, organik madde miktarı, geçirgenliği, yüzeydeki çakıl oranı, nem miktarı ve profil derinliği gibi fiziksel özellikleri belirlenmelidir. Amenajman planları yapılacak olan şeflikte, toprak erozyonunun ya da heyelanın gözle görüldüğü yerler belirlenmelidir.

3. Arazi çalışmaları

Orman amenajman planları yapılmadan önce hem meşcere tipinin belirlenmesi hem de ormanın içinde bulunduğu havzaya ait hidrolojik özelliklerin (derelerin devamlı olup olmadığı, su kaynağına yakın yol geçip geçmediği, kirletici herhangi bir kaynağın bulunup bulunmadığı gibi) belirlenmesi önemlidir. Aynı zamanda yönetim kararları verilmeden önce su sıkıntısının var olup olmadığını belirlemek, yöre insanı ve uzmanlarla konuşmak da alınacak olan orman yönetim kararlarında önem taşımaktadır.

4. Değerlendirme

Ormanların erozyonu önleme ve su üretimi fonksiyonlarının beraber değerlendirilmesi, orman yönetiminde hem suyu (miktar ve kalite) hem de toprağı koruyacaktır. Bu amaçla

amenajman planlarından önce uygun yaklaşım ve yöntemlerle toprak kaybı riski ve su verimi analizleri yapılmalı, bu iki analiz beraber değerlendirilmeli ve meşcerelere uygulanacak silvikültürel uygulamalar da yine bu analizlerden çıkan sonuçlara göre belirlenmelidir.

5. Plana entegrasyon

Planlara entegrasyon toprak kaybı riski ve su verimi analizleri sonucunda risk gruplarının belirlenmesi ve risk gruplarına farklı meşcere tiplerine farklı reçeteler yazılması ile gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla hem Hidrolojik Toprak Grupları, hem eğim grupları, hem de su tutumu yüzdesine göre risk grupları oluşturulmuş; her bir meşcere tipine göre de uygun silvikültürel müdahaleleri içeren reçeteler yazılmıştır. Böylece ölçeksel olarak Küçük Menderes Havzası'ndan baraj havzalarındaki bölmeciklere kadar inilmiştir.

Plana entegrasyon ile ilgili diğer öneriler aşağıda başlıklar halinde verilmiştir:

Havza yaklaşımı ve süreçleri için öneriler:

- **Entegre havza yönetimi** uygulanmalıdır.
- Derelerin ve barajların sadece şeflik sınırları gibi **idari sınırlara göre değil havza sınırlarına göre** değerlendirilmesi gereklidir.
- **Havza ölçeğinde -alt havza ve mikrohavzalar da ölçeğine göre dikkate alınarak-** hidrolojik fonksiyon değerlendirilmelidir.
- Havzadaki ana akarsu için minimum kabul edilebilir **akarsu koridor genişliklerinin belirlenmesi** ve akarsu koridorundaki orman-su yönetiminin bu belirlenen genişlikler için karar verilen silvikültürel uygulamalara uygun olarak yapılmalıdır.
- **Akarsu koridorları ve tampon zonlarının** su odaklı yönetilecek ormanlarda tüm havzada ele alınması, tampon zonun akarsu boyunca mümkünse kesintisiz devam ettirilmesi gereklidir.
- **Havzadaki tüm arazi kullanımları ve arazi örtülerinin, iklimin, hidrolojik sistemin (su üretimi ve su kalitesi) ve toprak özelliklerinin ele alınarak** orman yönetiminin belirlenmesi gereklidir.

Ormancılıkta yönetim uygulamaları için öneriler:

- Küçük Menderes Havzasının birincil ihtiyacı su kirliliğinin azaltılmasıdır. Dolayısıyla projede çalışılan üç havzada da su ve toprak beraber değerlendirilirken su kirliliği de göz önünde bulundurulmuş, öneriler bu doğrultuda yapılmıştır.
- Ormancılık uygulamalarının yapılırken **yeraltı suyu** da göz önüne alınmalıdır. Mutlak koruma alanları, bazen yeraltı su kaynaklarının sürdürülebilirliği açısından yetersiz kalmaktadır.
- **Orman su kaynakları ön değerlendirme raporunun** hazırlanması ve bu raporun sonuçlarına göre bir ormancılık yaklaşımının uygulanması gereklidir.
- **Doğa tabanlı çözümlerin uygulanması** (filtre şeritleri, doğal türlerin tabakalılığı, akarsu koridorundaki vejetasyonun restorasyonu -otlatmanın azaltılması ya da tamamen kaldırılması ve/veya doğrudan dikim-, çimlendirilmiş su yolları, küçük gabion erozyon duvarları, doğal nehir kıyısı yapısı gibi) özellikle geçirimsizliğin fazla olduğu şehirlerde çok önemlidir.
- Risk grubu kapsamında tanımlanan kullanma, içme ve her iki fonksiyon için ortak olan **silvikültürel uygulamalarına** uyulmalıdır.
- Karışık meşcerelerin oluşturulması hem toprak hem de su üretimi açısından önemlidir.
- Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılmalıdır.
- Tensil yapılacak yerlerde tensil blok büyüklüklerinin mümkün olduğunca küçültülmesi önerilmektedir.
- **Yamaç stabilizasyonunun sağlanması** amacıyla vadiye paralel giden yolların altındaki ormanlara mutedil bakım uygulamalarının ya da stabilizasyonun daha iyi sağlanabilmesi amacıyla ek ağaçlandırma yapılmalıdır.
- Ölü örtü ve humus açısından toprak koşulları en iyi duruma getirilmelidir.
- Su veriminin artırılması amacıyla yapılan çalışmalar **su sıkıntısı olan havzalarda** değerlendirilmeli ve bu havzaların orman-su ilişkisi değerlendirilmeli, erozyon, sel ve taşkın, heyelan ve diğer oluşabilecek afetlere karşı önlemler alınmalıdır. Ayrıca, ormanlardaki uygulamanın gerçekten etkili olup olmaya-çağını da ortaya koyan izleme çalışmaları ve araştırma projeleri geliştirilmelidir.
- **Bu çalışmanın getirdiği bir diğer öneri ise havzaların üst kısımlarında membaya yakın olan yerlerde su verimini artırmak amacıyla herhangi bir uygulamanın yapılmamasıdır.**

Amenajman heyeti ve yerel yönetim için öneriler:

- Amenajman heyetine, özellikle baraj ya da göl havzasında çalışıyorsa, araziye çıkmadan önce havza yönetimi ve havzada silvikültürel uygulamalar hakkında gerekli eğitim verilmelidir.
- Bu çalışma kapsamında yapılan toprak kaybı ve su verimi analizlerine göre ormancılık faaliyetlerinin her iki fonksiyonu da yerine getirebilmesi için en çok etkili olan parametrelerin (eğim ve Hidrolojik Toprak Grupları) amenajman planları yapılmadan değerlendirilmesi gerekliliği ortaya çıkmıştır. Bu çalışmalar, amenajman heyetinin güncel meşcere haritasını oluşturmasının hemen ardından başlamalı, değerlendirme sonuçlarına göre fonksiyon ve silvikültürel müdahale kararları verilmelidir.
- Hidrolojik fonksiyon gören ormanlarda sürdürülebilir yönetimi sağlamak amacıyla gerekli silvikültürel uygulamalar hakkında OİŞ çalışanlarına eğitim verilmelidir.
- Hidrolojik fonksiyon gören ormanlarda ya da başka bir deyişle su odaklı yönetilecek ormanlarda silvikültürel uygulamalar denetlenmeli ve izlenmelidir.

Farkındalığın artırılması için öneriler:

- Havzada yaşayan yöre halkı senede bir ya da iki defa yapılacak olan toplantılarla orman-su ilişkileri konusunda bilgilendirilmelidir.
- Ormanların su üretimine ilişkin ortaokul ya da lise çağındaki çocuklara eğitim verilmelidir.
- Okullara, muhtarlıklara ve belediyelere poster, broşür vb. eğitim dokümanlarının sağlanması, halkın orman-su ilişkileri konusunda bilinçlendirilmesi konusunda önem taşımaktadır.



4

ÖNERİLER

4.1 Tanım Önerileri



Öneri 1

Orman Amenajman Planlarına Genel Tanım Önerileri

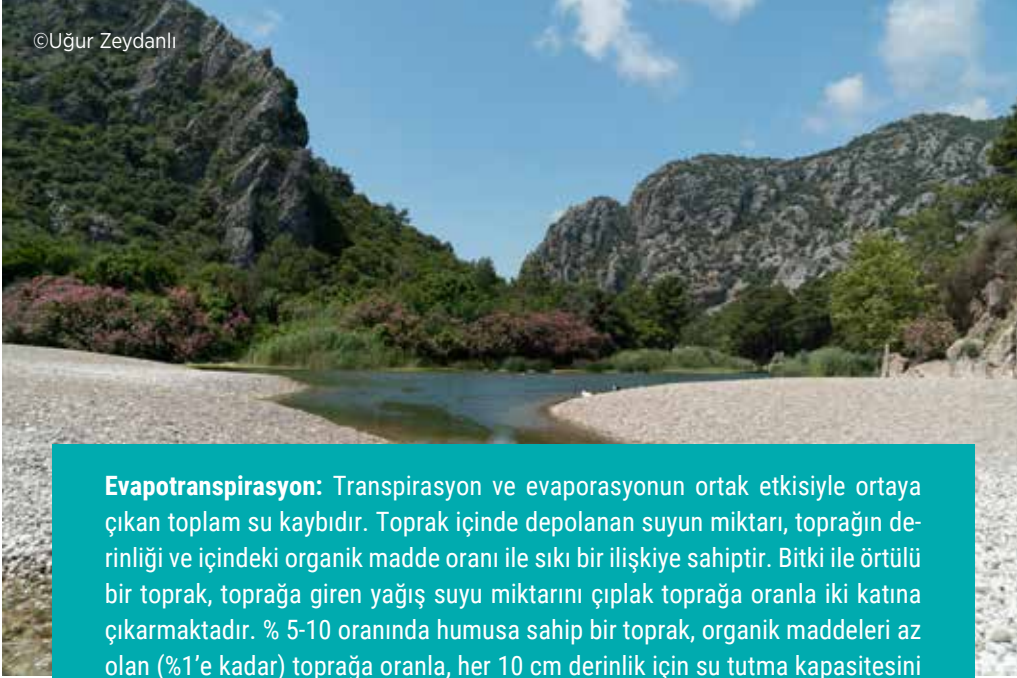
ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü'nde (2015) orman amenajman planlarında hidrolojik döngü bir paragraf ile anlatılmıştır: “*Orman ekosistemleri hidrolojik döngü üzerinde önemli etkilere sahiptir. Ormanlar üzerine düşen yağışların bir bölümü ağaç tepeleri tarafından tutularak, yağış daha toprağa inmeden atmosfere geri gönderilir. Yağışın sürmesiyle tepeler doymuş hale gelince, gövde akışı başlar. Tabana inen yağmur suyu önce ölü dal ve yaprak artıklarından oluşan kalın bir katman ile karşılaşır. Ayrıca ağaç kökleri, toprağın derinliklerine kadar iner. Yağmur suları tabana inince bir bölümü kökler vasıtasıyla toprağın derinliklerine çekilir. Bir bölümü süngerimsi olan ölü örtü tarafından tutulur. Böylece yağın yağmurun yüzeysel akışa geçmesi olabildiğince geciktirilerek, bir taraftan sel ve taşkınlar önlenir, bir taraftan da kaliteli içme suyu kaynakları beslenir. Ayrıca yüzeysel akışa geçemeyen su, erozyona da neden olamaz* (Asan ve Şengönül, 1987; Asan, 1999)”. Bu paragrafın hidrolojik döngüdeki infiltrasyon, transpirasyon, evaporasyon ve perkolasyon gibi teknik terimleri de kapsayacak şekilde düzenlenmesi, teknik terimlerin anlaşılabilirliğini kolaylaştıracaktır. Hem tebliğde hem de amenajman planlarının ilgili bölümlerinde hidrolojik döngü yanda verilen kutudaki gibi tarif edilmelidir.

Tebliğin “Tanımlar” bölümüne, kutudaki paragrafta yer alan tanımlar eklenmelidir. Ayrıca “Evapotranspirasyon”, “Tepe çatısından damlama” ve “Yaprak yüzey indeksi” tanımlarının da eklenmesi faydalı olacaktır. Tanımlar için ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü kullanılabilir.

Orman ekosistemleri hidrolojik döngü üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Ormanlarda yağışın (yağmur, kar, sis vb.) bir bölümü ağaçların tepe çatısı tarafından tutulmakta (tepe çatısı intersepsiyonu), buradan da toprağa ulaşmadan buharlaşmaktadır. Yağışın sürmesiyle tepeler suya doymuş hale gelince gövde akışı ve tepe çatısından aşağı doğru damlama başlanmaktadır.

Tabana kadar inen yağmur suyunun bir kısmı ölü (ölü dal ve yaprak artıkları) ve diri örtü tarafından tutulurken, bir kısmı ölü örtü intersepsiyonu ile buharlaşmakta, kalan kısmı da kökler vasıtasıyla toprağın derinliklerine çekilmektedir (**infiltrasyon**). Toprağın derinliklerine çekilen suyun bir kısmı toprak ya da sediment tabakaları içinde hareket etmekte (perkolasyon) ve taban suyu akışına geçmektedir.

Ayrıca ormanlar topraktaki suyun bir bölümünü kökleri vasıtasıyla alarak terleme (transpirasyon) yolu ile yine atmosfere verirler. Toprağa sızmayan yağış sularının bir kısmı güneş ve rüzgar etkisiyle buharlaşıp tekrar atmosfere dönerken (evaporasyon), bir kısmı da toprak üstünde eğim yönünde yüzeysel akışa geçmektedir.



©Uğur Zeydanlı

Evapotranspirasyon: Transpirasyon ve evaporasyonun ortak etkisiyle ortaya çıkan toplam su kaybıdır. Toprak içinde depolanan suyun miktarı, toprağın derinliği ve içindeki organik madde oranı ile sıkı bir ilişkiye sahiptir. Bitki ile örtülü bir toprak, toprağa giren yağış suyu miktarını çıplak toprağa oranla iki katına çıkarmaktadır. % 5-10 oranında humusa sahip bir toprak, organik maddeleri az olan (%1'e kadar) toprağa oranla, her 10 cm derinlik için su tutma kapasitesini 15 kat arttırabilmektedir.

Tepe çatısından damlama: Yağışların, tamamen doymun hale gelen tepe çatısından aşağı doğru damlama şeklinde akmasıdır.

Yaprak yüzey indeksi: Ağaç tepelerindeki yaprakların toplam yüzeyinin birim toprak yüzeyine oranıdır. İğne yapraklı ağaçların yaprak yüzey indeksi yapraklılardan fazladır. Bu nedenle, yaz kuraklığı olan bölgelerde intersepsiyon yönünden avantaj yapraklı ormanlardadır.

Kaynak: ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü (2015)

4.2 Seçilme Kriterleri ve Amaç Kuruluş Önerileri



Öneri 2

Su Odaklı Yönetilecek Ormanların Seçilme Kriterleri ve Amaç Kuruluş Önerileri

Hidrolojik fonksiyon verilecek (su odaklı yönetim yapılacak) ormanların bulundukları havzanın özelliklerine göre değerlendirilmeleri önemlidir. Hidrolojik fonksiyon verilmeden önce değerlendirilmesi gereken temel sorular aşağıda verilmiştir. Bu soruların yanıtları da dahil olmak üzere su odaklı yönetilecek alana dair amenajman planı öncesinde şeflikte ve şefliğin havzasında yapılan hidrolojik yapıyı anlatan tüm çalışmalar amenajman planında yer alabilir. Böylece her alan için ayrı kararlar verilerek, alanın farklı özellikleri kapsamında ormanlarda su yönetimi yapılmış olur.

Hidrolojik Fonksiyon Verilmeden Önce Değerlendirilmesi Gereken Temel Sorular

- Alanda su yönetimiyle ilişkili öncelikli işletme amaçları nelerdir? (Tablo 4.2)
- İşletme amaçlarının gerçekleştirilebilmesi için yeterli miktarda ve nitelikte su kaynağı var mı?
- Alanda işletme amaçları ile çelişen arazi kullanımı var mı? Varsa ne gibi tedbirler alınabilir?
- Orman yapısı, hedeflenen su miktarı ve işletme amaçlarına uygun mu? Koruma, restorasyon veya diğer silvikültürel müdahaleler neler olmalıdır?
- Orman varlığının sürekliliği ve iyileştirilmesi ile alandaki su ihtiyacı veya kullanımının çeliştiği durumlar var mı?

**Öneri 3****Hidrolojik Fonksiyon Görececek Ormanların Seçilme Kriterleri ve Amaç Kuruluş Önerileri**

	MEVCUT	ÖNERİ
Hidrolojik fonksiyon gören ormanlar	Tebliğde hidrolojik fonksiyona sahip ormanların seçilme kriterleri aşağıda verilmiştir: • İçme ve kullanma suyu sağlayan ve gelecekte sağlaması planlanan alanlar, • İlgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş, teklif edilmiş içme suyu toplama havzaları, taban suyu biriktirme (saklama) alanları olarak belirlenen ormanlar, • Baraj, göl ve göletlerin su toplama havzaları içindeki ormanlık alanlar, • Birikinti göllerine akan dere ve ırmakların yamaçlarındaki ormanlar, • Ilıca, kaplıca etrafındaki ormanlar.	Hidrolojik fonksiyon kapsamında tüm koruma hedefleri için tebliğde genel bir açıklama sunulmuştur. Ancak bu genel fonksiyon açıklamasının içme suyu koruma, kullanma suyu koruma ve su kaynaklarını koruma hedefi olarak ayrılması ve koruma hedeflerinin seçiminde kullanılabilecek kriterlerin (Tablo 4.1) tebliğde yer alması faydalı olacaktır. Ayrıca bu ormanların hidrolojik fonksiyon görmesine neden olan su yüzeyinin (baraj, göl, gölet vs.) havzası, amenajman planlarından önce çizilmeli ve havza sınırları amenajman planlarında yer almalıdır. Havza sınırının belirlenmesi plancının değerlendirme yapmasını kolaylaştıracaktır.
Kullanma suyu koruma	Tebliğde amacın bol su elde etmek olduğu yazılıdır.	Kullanma suyu havzasında eğer bir su sıkıntısı yoksa amaç sadece su elde etmek olmamalıdır. Havzada su sıkıntısının olup olmadığı uzmanlar tarafından amenajman planı yapılmadan önce belirlenmelidir.
Su kaynaklarını koruma	Ormanların "Su kaynaklarını koruma" hedefine yönelik tebliğde bir açıklama yazılmamıştır.	"Havzada doğal bir göl, gölet, memba, ılıca, içmece veya kaplıca ya da taban suyu biriktirme alanı varsa bu alanların havzaları Su Kaynakları Koruma hedefi ile korunmalıdır" diye tebliğde bir açıklama yazılabilir. Seçilebilecek alanlar aşağıda Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 Hidrolojik fonksiyon görecekt ormanlarda seçilme kriterleri önerisi.

	Hidrolojik Fonksiyon		
	İçme Suyu Koruma	Kullanma Suyu Koruma	Su Kaynaklarını Koruma
Su yüzeyi veya sulak alan özelliği	İçme suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalar	Su sıkıntısı olan sulama suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalar	Doğal göl ve göletlerin havzaları
Seçilebilecek alanlar	- İlgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş, teklif edilmiş içme suyu toplama havzaları - Baraj, göl ve göletlerin içme suyu toplama havzaları içindeki ormanlık alanlar	- İlgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş, teklif edilmiş sulama suyu toplama havzaları - Baraj, göl ve göletlerin sulama suyu toplama havzaları içindeki ormanlık alanlar	- Doğal göl ve göletlerin havzaları içindeki ormanlık alanlar - İllica ve kaplıcaların havzaları içindeki ormanlık alanlar - Taban suyu biriktirme (saklama) alanları olarak belirlenen alanlar



Öneri 4

Hidrolojik Fonksiyon Dışında Su ile ilgili Diğer Fonksiyonlar için Ormanların Seçilme Kriterleri ve Amaç Kuruluş Önerileri

Sulak alan koruma alanları fonksiyonu tanımına ilişkin mevcut tanıma ilave olarak aşağıdaki metnin eklenmesi.

MEVCUT	ÖNERİ
Sulak alan koruma alanları	Tebliğde "doğal veya suni, devamlı veya geçici, suları durgun veya akıntılı, acı, tatlı veya tuzlu, denizlerin gelgit hareketlerinin çekilme devresinde altı metreyi geçmeyen derinlikleri kapsayan bütün sular, bataklık, sazlık ve turbalık alanlardır. Mutlak koruma bölgesi, sulak alan bölgesi, ekolojik etkilenme bölgesi ve tampon bölgeden oluşur" şeklinde tanımlanmaktadır. Sulak alanın havzasının belirlenmesi ve bu havzaya göre koruma hedefinin verilmesi hem yüzey hem de yeraltı suyunun beslenmesi ve korunması açısından önemlidir. Havza sınırının amenajman planında yer alması, izleniyorsa silvikültürel uygulamaların da su kalitesine ve miktarına olan etkisini görmede etkili olacaktır.

4.3 Optimal Orman Yapısına İlişkin Öneriler



Öneri 5

Hidrolojik Fonksiyon Görecek Ormanlarda Optimal Orman Yapısı Önerileri

Hidrolojik fonksiyon altında herhangi bir koruma hedefi verilmeden önce ilk adım *planlama amacının* belirlenmesidir. Sonraki adım, *seçilebilecek alanın* belirlenmesidir. Seçilen alanın havza sınırları kontrol edilmeli, amenajman planlarında kullanılmak üzere çizilmelidir. Daha sonra *optimal orman yapısı* belirlenerek, *silvikültürel uygulamalar* bu orman yapısına ve planlama amacına uygun olarak yapılmalıdır. Hidrolojik fonksiyon görecek ormanlarda öneri optimal orman yapısı Tablo 4.2’de verilmiştir. Tabloda yer alan kriterler dışında ağaç türü, meşcere gelişim çağı, hacim, ağaç sayısı, meşcere alanı, yaprak yüzey alanı, ağaçların su kullanım miktarları, eğim, yamaç uzunluğu, kök yoğunluğu, iklimsel faktörler, toprak özellikleri ve erozyona duyarlılık gibi etmenler de optimal orman yapısını etkilemektedir.

Tablo 4.2 Hidrolojik fonksiyon görecek ormanlarda optimal orman yapısı önerisi.

Meşcere Yapısı*	Hidrolojik		
	İçme Suyu Koruma	Kullanma Suyu Koruma	Su Kaynaklarını Koruma
	Suyun Sürekliliği ve Kalitesi	Su Verimi (Su Miktarı)	Su Kaynağı Koruma
Doğal orman ya da plantasyon orman	Doğal orman	Doğal ya da plantasyon orman	Doğal orman
Orman formu (Baltalık ya da koru ormanı)	Koru ormanı	Baltalık ya da koru ormanı	Koru ormanı
Yapraklı, ibrelili ya da karışık orman	İbrelili ağırlıklı yapraklı karışık orman	Yapraklı ağırlıklı ibrelili karışık orman	Karışık orman
Orman yoğunluğu, sıklığı	Ağırlıklı olarak olgun meşcere	Ağırlıklı olarak genç meşcere	Normal yoğunlukta
Tabakalılık	Tabakalı	Tabakalı	Tabakalı veya tek tabakalı
Göğüs yüzeyi	Göğüs yüzeyi fazla	Göğüs yüzeyi az	Normal



Öneri 6

İçme suyu koruma hedefi için optimal orman yapısının belirlenmesi

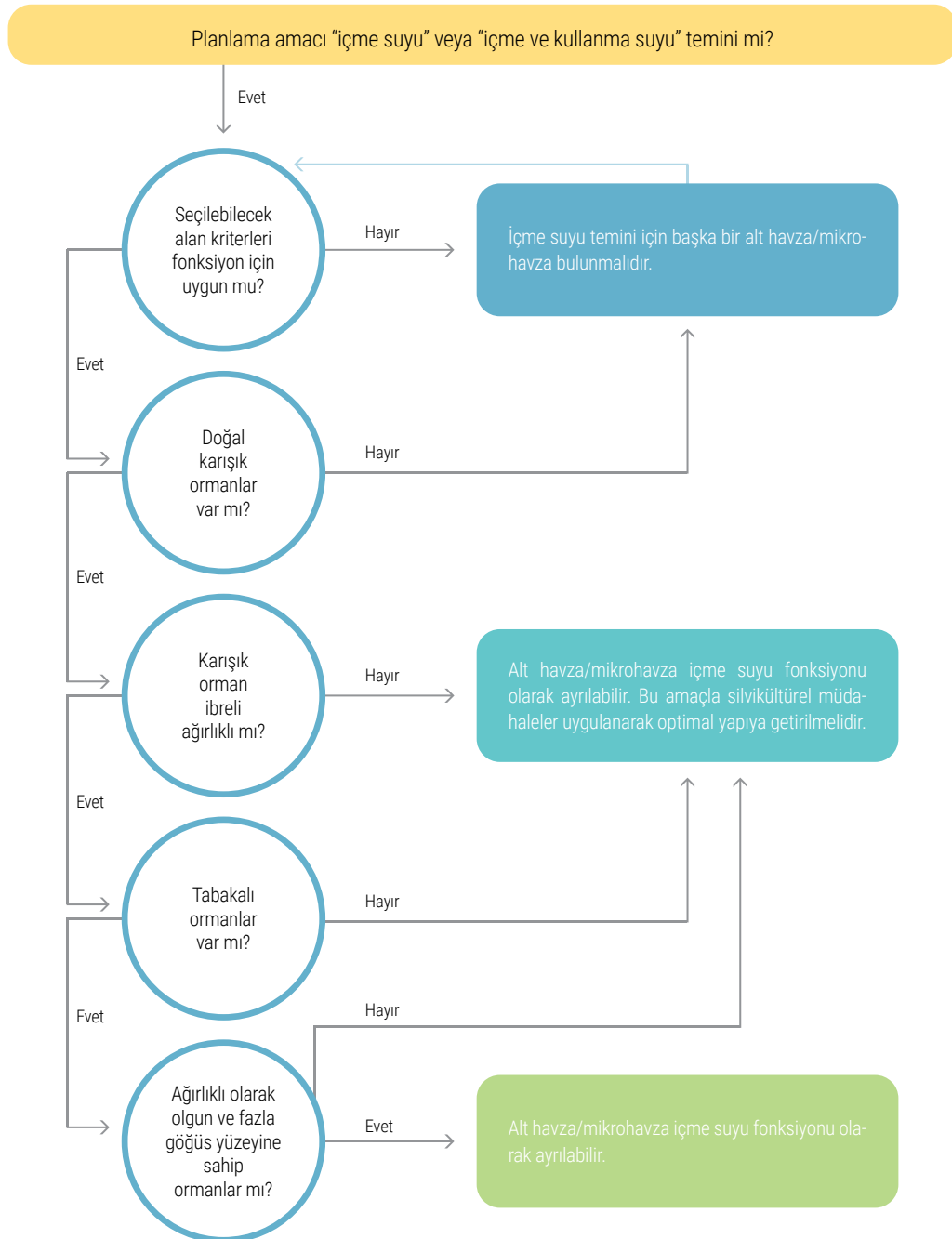
İçme suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalardaki ormanlarda içme suyu koruma hedefinin verilmesi planlandığı zaman mümkünse optimal orman yapısı oluşturulmalıdır. Bu yapının oluşturulmasında ekolojik, hidrolojik, coğrafik ve iklimsel koşullar rol oynamaktadır. Aynı zamanda yerel ve bölgesel ölçekte birçok faktörün de (havzadaki diğer arazi kullanımları ve sektörler, sosyo-ekonomik yapı gibi) göz önünde bulundurulması gerekmektedir. İçme suyu koruma hedefi için optimal orman yapısının oluşturulabileceği alanlar için öneri algoritma aşağıda verilmiştir.

Seçilebilecek Alanlar

İçme suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalar:

- İlgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş, teklif edilmiş içme suyu toplama havzaları
- Baraj, göl ve göletlerin içme suyu toplama havzaları içindeki ormanlık alanlar

Optimal Orman Yapısı



Yukarıdaki algoritmada da gösterildiği gibi “içme suyu koruma hedefi” verilmeden önce planlama amacının “içme suyu” veya “içme ve kullanma suyu temini” olması gerekmektedir. Planlamadaki sonraki adım ise seçilebilecek alanın belirlenmesidir. Bu alanlar içme suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalardır. Bu havzalar, ilgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş ya da teklif edilmiş içme suyu toplama havzaları ya da baraj, göl ve göletlerin içme suyu toplama havzalarıdır. Bu havzalar içindeki ormanlık alanlar “içme suyu koruma hedefi” verilerek yönetilmelidir. Eğer seçilebilecek alan kriterleri verilecek olan hidrolojik fonksiyon (içme suyu koruma hedefi) için uygun değilse içme suyu temini için su kaynağının bulunduğu havzada başka bir alt havza ya da mikrohavza bulunmalıdır.

Bu havzalarda öncelikle **doğal karışık ormanların** olup olmadığı belirlenmelidir. Eğer yoksa yine içme suyu temini için başka bir alt havza ya da mikrohavzada bu amaçla planlama yapılmalıdır. Doğal karışık ormanların **ibrelili ağırlıklı karışık orman olması** da içme suyu koruma hedefi için bir sonraki adımdır. Eğer ibrelili ağırlıklı karışık orman yoksa alt havza ya da mikrohavza içme suyu fonksiyonu olarak ayrılabilir, ancak silvikültürel müdahaleler uygulanarak orman optimal yapıya getirilmelidir. Optimal orman yapısında ibrelili ağırlıklı karışık ormanların bölgeye göre tabakalı olması da önem taşımaktadır. Eğer orman bu özelliklerde değilse silvikültürel müdahaleler uygulanarak optimal yapıya getirilmelidir. Tabakalı ve/veya düşey kapalı ormanlar, ağırlıklı olarak olgun ve fazla göğüs yüzeyine sahip ise alt havza ya da mikrohavza içme suyu fonksiyonu olarak ayrılabilir. Eğer genç ve az göğüs yüzeyine sahip meşcereden oluşuyorsa silvikültürel müdahaleler uygulanarak optimal yapıya getirilmelidir.

Tablo 4.3'te içme suyu koruma hedefi için optimal orman yapısı flora, bölge ve alt bölgelere göre verilmiştir.



Tablo 4.3 İlçeme suyu koruma hedefi için optimal orman yapısı.

Flora	Bölge	Alt Bölge	Mevcut Ağaç Türleri		Doğal orman ya da plantasyon orman	Orman formu (Baltalık ya da kuru orman)	Orman yoğunluğu, sıklığı	Tabakalılık	Göğüs yüzeyi (az ya da fazla)	Optimal Orman Yapısı (İbrelili ağırlıklı, Yapraklı Karışık ormanlar)
			İbrelili türler	Yapraklı türler						
Avrupa-Sibya Florası	Karadeniz ormanları	Öksin alt flora alanı	Marmara ormanları	Karaçam, Kızıldağ, Ardıç	Meşe, Gürgen, Kayın, Kestane, Ihlamur	Koru	Olgun meşçere	Tabakalı	Fazla	Karaçam+Meşe, Ardıç+Meşe
			Batı Karadeniz ormanları	Karaçam, Sarıçam, Gökna, Ardıç*, Kızıldağ*	Gürgen, Meşe, Kayın, Kestane, Ihlamur	Koru	Olgun meşçere	Tabakalı	Fazla	Sarıçam+Kayın+Gökna, Karaçam+Meşe, Gökna+Kayın, Karaçam+Kayın+Diğer yapraklı, Sarıçam+Kayın.
		Kolsık	Orta Karadeniz ormanları	Ardıç, Karaçam, Sarıçam	Meşe, Gürgen, Kayın	Koru	Olgun meşçere	Tabakalı	Fazla	Ardıç+Meşe, Karaçam+Meşe, Sarıçam+Meşe.
			Doğu Karadeniz ormanları	Ladin, Sarıçam, Gökna	Kayın, Kestane, Meşe, Kızıldağ	Koru	Olgun meşçere	Tabakalı	Fazla	Ladin+Kayın, Sarıçam+Meşe.
Akdeniz Florası	Ege - Akdeniz	Batı Anadolu ormanları	Ege orman vejetasyonu	Ardıç, Karaçam, Fıstıkçamı, Kızıldağ	Meşe	Koru	Olgun meşçere	-	Fazla	Kızıldağ+Meşe, Karaçam+Meşe, Ardıç+Meşe.
			Güney Anadolu orman vejetasyonu	Kızıldağ, Ardıç, Sedir, Karaçam, Gökna	Meşe	Koru	Olgun meşçere	-	Fazla	Kızıldağ+Meşe, Ardıç+Meşe, Ardıç+Gökna+Meşe, Karaçam+Meşe.
		Doğu Anadolu ve İç Anadolu ormanları	İç Anadolu	Ardıç, Karaçam, Sarıçam	Meşe	Koru	Olgun meşçere	-	Fazla	Ardıç+Meşe, Karaçam+Meşe, Sarıçam+Meşe.
İran-Turan Florası	Doğu Anadolu ve İç Anadolu ormanları	İç Anadolu	Doğu Anadolu	Ardıç, Sarıçam	Meşe	Koru	Olgun meşçere	-	Fazla	Ardıç+Meşe, Sarıçam+Meşe.
			Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Ardıç, Kızıldağ	Meşe	Koru	Olgun meşçere	-	Fazla	Ardıç+Meşe+Kızıldağ

* Alanda var ama çok az



Öneri 7

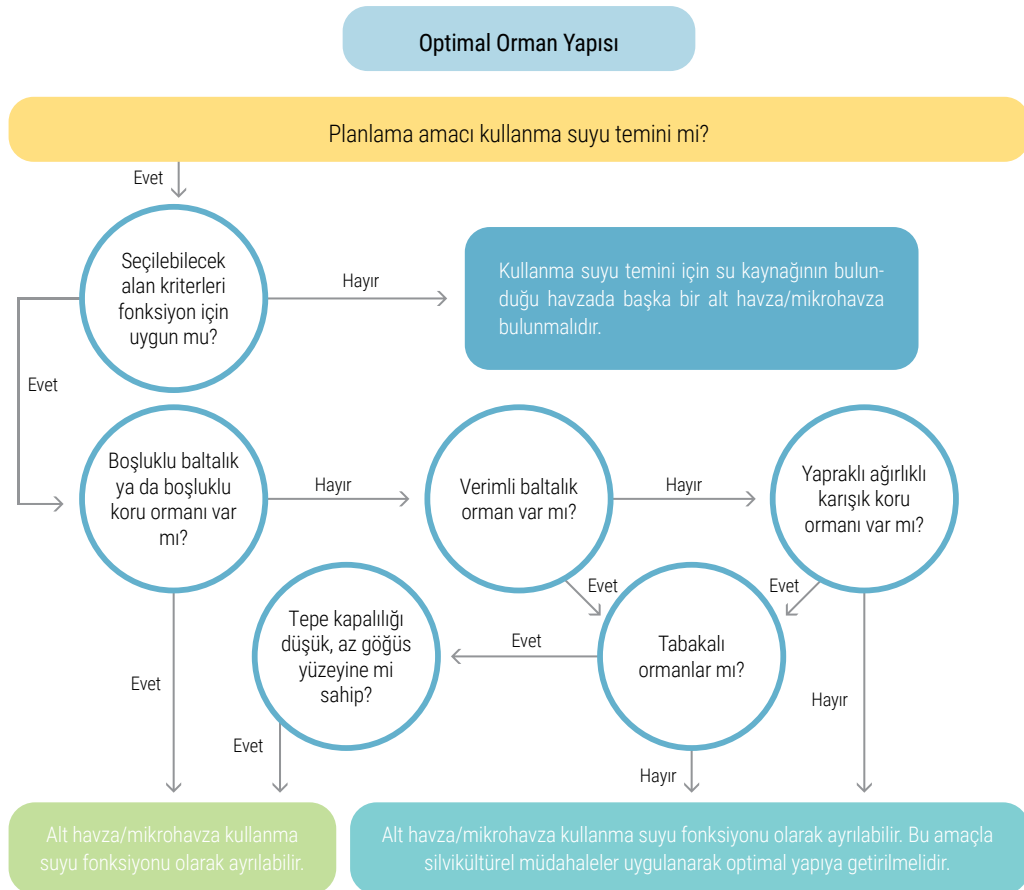
Kullanma suyu koruma hedefi için optimal orman yapısının belirlenmesi

Sulama suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalardaki ormanlarda kullanma suyu koruma hedefinin verilmesi planlandığı zaman mümkünse optimal orman yapısı oluşturulmalıdır. Bu yapının oluşturulmasında ekolojik, hidrolojik, coğrafik ve iklimsel koşullar rol oynamaktadır. Aynı zamanda yerel ve bölgesel ölçekte birçok faktörün de (havzadaki diğer arazi kullanımları ve sektörler, sosyo-ekonomik yapı gibi) göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Kullanma suyu koruma hedefi için optimal orman yapısının oluşturulabileceği alanlar için öneri algoritma aşağıda verilmiştir.

Seçilebilecek Alanlar

Sulama suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalar:

- İlgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş, teklif edilmiş sulama suyu toplama havzaları
- Baraj, göl ve göletlerin sulama suyu toplama havzaları içindeki ormanlık alanlar



Yukarıdaki algorithmada da gösterildiği gibi “kullanma suyu koruma hedefi” verilmeden önce planlama amacının “kullanma suyu temini” olması gerekmektedir. Planlamadaki sonraki adım ise seçilebilecek alanın belirlenmesidir. Bu alanlar sulama suyu barajları, gölleri ve/veya göletlerinin olduğu havzalarıdır. Bu havzalar, ilgili kurum, kuruluş veya uzmanlarca belirlenmiş ya da teklif edilmiş sulama suyu toplama havzaları ya da baraj, göl ve göletlerin sulama suyu toplama havzalarıdır. Bu havzalar içindeki ormanlık alanlar “kullanma suyu koruma hedefi” verilerek yönetilmelidir. Eğer seçilebilecek alan kriterleri verilecek olan hidrolojik fonksiyon (kullanma suyu koruma hedefi) için uygun değilse kullanma suyu temini için su kaynağının bulunduğu havzada başka bir alt havza ya da mikrohavza bulunmalıdır.

Bu havzalarda öncelikle **boşluklu ormanların (baltalık ya da koru)** olup olmadığı belirlenmelidir. Boşluklu baltalık ormanlara öncelik verilmek üzere bu ormanlarda alt havza veya mikrohavza kullanma suyu fonksiyonu olarak ayrılabilir. Eğer yoksa **verimli baltalık ormanlar**, verimli baltalık ormanlar da yoksa **yapraklı ağırlıklı karışık koru ormanlarının** havzada olup olmadığı belirlenmelidir. Eğer yapraklı ağırlıklı karışık orman yoksa alt havza ya da mikrohavza kullanma suyu fonksiyonu olarak ayrılabilir, ancak silvikültürel müdahaleler uygulanarak optimal yapıya getirilmelidir. Havzada verimli baltalık ormanlar ya da yapraklı ağırlıklı karışık koru ormanları varsa bu ormanların bölgeye göre **tabakalı, tepe kapallılığı düşük ve az göğüs yüzeyine sahip ağırlıklı olarak genç meşcereler** olması beklenir. Havzadaki ormanlar bu özelliklere sahip ise alt havza ya da mikrohavza kullanma suyu fonksiyonu olarak ayrılabilir. Eğer orman bu özelliklerde değilse silvikültürel müdahaleler uygulanarak optimal yapıya getirilmelidir.



Tablo 4.4’te kullanma suyu koruma hedefi için optimal orman yapısı flora, bölge ve alt bölgelere göre verilmiştir.

Tablo 4.4 Kullanma suyu koruma hedefi için optimal orman yapısı.

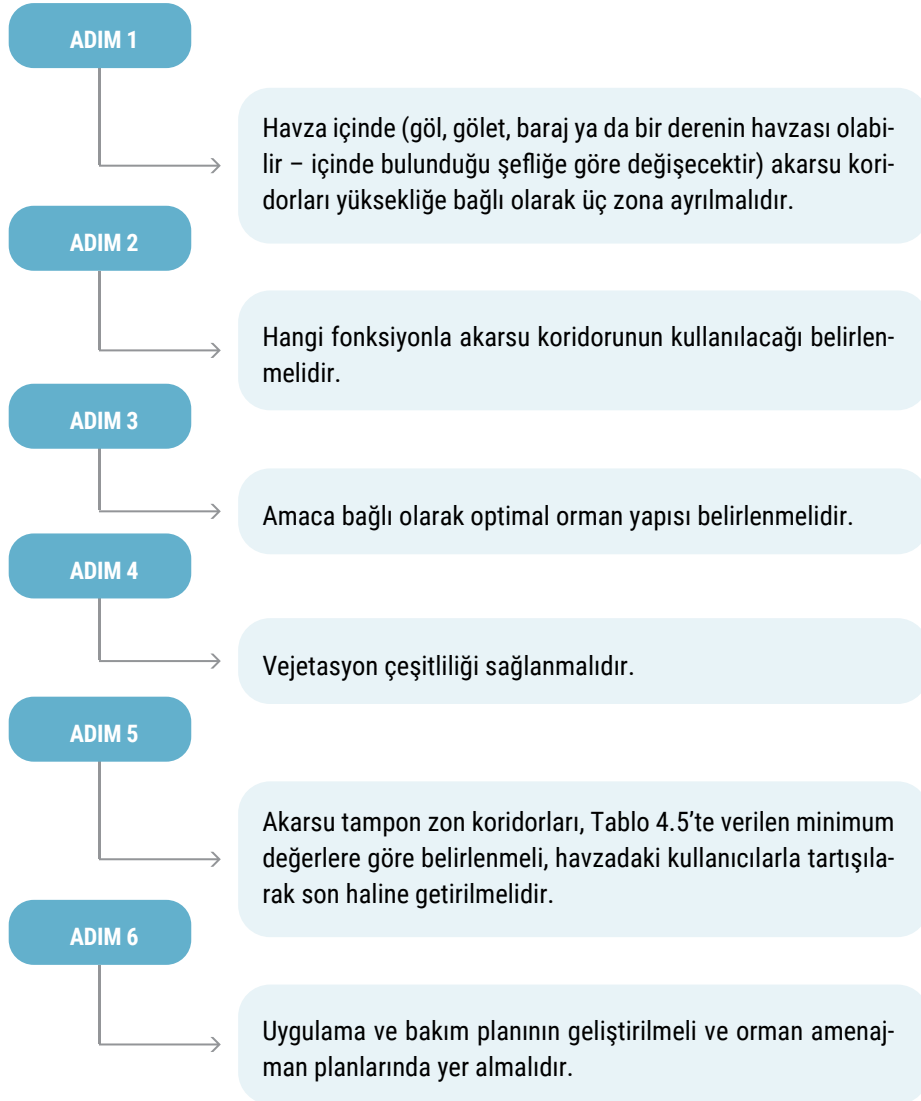
Flora	Bölge	Alt Bölge	Mevcut Ağaç Türleri		Doğal orman ya da plantasyon orman	Orman Formu (Baltalık ya da koru ormanı)	Orman yoğunluğu, sıklığı	Tabakalılık	Göçüs yüzeyi (az ya da fazla)	Optimal Orman Yapısı (Yapraklı ağırlıklı lbrelili karışık ormanlar)
			İbrelili türler	Yapraklı türler						
Avrupa-Sibya Florası	Karadeniz ormanları	Marmara ormanları	Karaçam, Kızılçam, Ardıç	Meşe, Gürgen, Kayın, Kestane, Ihlamur	Doğal	Koru	Genç meşçere	Tabakalı	Az	Gürgen+Meşe+Karaçam Gürgen+Meşe+Kızılçam
			Karaçam, Sarıçam, Göknaar, Ardıç*, Kızılçam*	Gürgen, Meşe, Kayın, Kestane, Ihlamur	Doğal	Koru	Genç meşçere	Tabakalı	Az	Meşe+Karaçam Meşe+Ardıç
		Orta Karadeniz ormanları	Ardıç, Karaçam, Sarıçam	Meşe, Gürgen, Kayın	Doğal	Koru	Genç meşçere	Tabakalı	Az	Gürgen+Kayın+Karaçam Gürgen+Kayın+Sarıçam
		Doğu Karadeniz ormanları	Ladin, Sarıçam, Göknaar	Kayın, Kestane, Meşe, Kızılağaç	Doğal	Koru	Genç meşçere	Tabakalı	Az	Kayın+Ladin Kayın+Kestane+Sarıçam Kayın+Kestane+Göknaar
Akdeniz Florası	Batı Anadolu ormanları	Ege orman vejetasyonu	Ardıç, Karaçam, Fıstıklıçamı, Kızılçam	Meşe	Doğal	Koru	Genç meşçere	-	Az	Meşe+Kızılçam Meşe+Karaçam
		Güney Anadolu orman vejetasyonu	Kızılçam, Ardıç, Sedir, Karaçam, Göknaar	Meşe	Doğal	Koru	Genç meşçere	-	Az	Meşe+Kızılçam Meşe+Karaçam
	Doğu Anadolu ve İç Anadolu ormanları	İç Anadolu	Ardıç, Karaçam, Sarıçam	Meşe	Doğal	Koru	Genç meşçere	-	Az	Meşe+Sarıçam Meşe+Karaçam
İran-Turan Florası	Doğu Anadolu ve İç Anadolu ormanları	Doğu Anadolu	Ardıç, Sarıçam	Meşe	Doğal	Koru	Genç meşçere	-	Az	Meşe+Sarıçam
		Güneydoğu Anadolu Bölgesi	Ardıç, Kızılçam	Meşe	Doğal	Koru	Genç meşçere	-	Az	Meşe+Kızılçam

* Alanda var ama çok az

4.4 Silvikültürel Uygulama Önerileri

Öneri 8 Akarsu koridorlarında önerilen silvikültürel uygulamalar

Akarsu koridorlarında yer alan ormanlar için su yönetimini güçlendirecek öneriler 6 adımdan oluşmaktadır:



Akarsu koridorları su kirliliği açısından en hassas alanlardır. Bu nedenle akarsu koridorları tampon zonlarında, vejetasyon çeşitliliği artırılmalı, rejenerasyon teşvik edilmeli ve/veya odunsu moloz miktarı artırılmalıdır (Forests to Faucets, 2013).

Tablo 4.5 Akarsu koridorları tampon zonları için genişlik önerileri.

Akarsu Koridoru ve Tampon Zonunun Amacı													Tampon Zonları			
Açıklama	Hidrolojik fonksiyon koruma hedefi	Akarsu kenarı stabilizasyonu (İslahı)	Akarsu gölgelenmesi ve sıcaklığının düzenlenmesi	Karasal yaban hayatı*	Erozyon önleme	Sediment azaltma	Azot ve fosfor tutulması	Sucul yaban hayatı	Sel ve taşkın önleme	Zon 1 (m)	Zon 2 (m)	Zon 3 (m)	Toplam (m)			
Havzanın aşağı kısmı	Eğimin düşük olduğu, alt rakımdaki, havzanın çıkışına yakın, genelde tarım alanları ve geçirimsiz alanların bulunduğu bölge	İçme suyu koruma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	15	25	10	50			
		Kullanma suyu koruma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	15	20	5	40			
Havzanın orta kısmı	Havzanın orta kısmı gerekiyorsa değerlendirilebilir.	İçme suyu koruma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	20	10	40			
		Kullanma suyu koruma	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	10	15	5	30			
Havzanın üst kısmı	Eğimin yüksek olduğu (%80'in altında), üst rakımdaki, havzanın sırt kısmına yakın, genelde ormanlar ya da kayalık, taşlık gibi alanların bulunduğu bölge	İçme suyu koruma		✓	✓					5	15	10	30			
		Kullanma suyu koruma		✓	✓					5	10	5	20			

* Karasal yaban hayatı için akarsu koridoru tampon zonu genişliğini Hawes ve Smith (2005) 91 metreden fazla olarak belirlemişlerdir. Önemli türlerin olduğu orman alanlarında tampon zon daha geniş alınmalıdır.

Tampon Zon 1

İçme Suyu Koruma ve Kullanma Suyu Koruma

Tampon zon genişlik aralığı: 5 - 15 m

Vejetasyon kompozisyonu: Doğal ağaç ve ağaççıklar

Yönetim: Akarsu kenarı stabilizasyonu ve hastalıklı ya da böcek zararı gören ağaçların kaldırılması hariç yapılan uygulamalar dışında hiçbir ormancılık uygulamasının yapılması.

Tampon Zon 2

İçme Suyu Koruma

Tampon zon genişlik aralığı: 15 - 25 m

Vejetasyon kompozisyonu: Doğal ağaç ve ağaççıklar

Yönetim: Sağlıklı büyümenin sağlanması için bazı ağaçların çıkarılması

Kullanma Suyu Koruma

Tampon zon genişlik aralığı: 10 - 20 m

Vejetasyon kompozisyonu: Doğal ağaç ve ağaççıklar

Yönetim: Sağlıklı büyümenin sağlanması için bazı ağaçların çıkarılması

Tampon Zon 3

İçme Suyu Koruma

Tampon zon genişlik aralığı: 10 m

Vejetasyon kompozisyonu: Çayır ve otsu bitkiler

Kullanma Suyu Koruma

Tampon zon genişlik aralığı: 5 m

Vejetasyon kompozisyonu: Çayır ve otsu bitkiler



Öneri 9

İçme suyu havzalarında önerilen silvikültürel uygulamalar

Tür Çeşitliliğinin Sağlanması

- İbrelili ağırlıklı karışık ormanların oluşturulması,
- Ağaç tür çeşitliliğinin yerel türler gözetilerek sağlanması,
- Doğal veya yapay gençleştirmede ibrelili ormanlarda %40 yapraklı karışımı, yapraklı ormanlarda %40 ibrelili karışımı olacak şekilde karışımının düzenlenmesi,
- Sınırlı sayıda yaşlı ve dikili kuruların alanda bırakılması (2-3 adet/ha),
- Egzotik türlerin kullanılmaması,
- Orman altı bitki örtüsünün süzülme ve azot sabitlemedeki rolü gereği korunması.

Kapalılığın Korunması

- Tıraşlama kesimden uzak durarak devamlı kapalı orman sisteminin korunması,
- Alt ve orta yamaçlarda %70-90, üst yamaçlarda %60-80 kapalılığın sağlanması.

Odun Üretiminin Sınırlandırılması

- Odun üretiminin, meşcere servetinin hacim olarak %15-25 ile sınırlandırılması.

Rejenerasyon

- Doğal gençleştirme yapılması,
- Düzenli meşcerelerin gençleştirilmesi,
- Genç ağaçların büyümeleri için küçük ölçekli gençleştirme kesimlerinin yapılması.

Gençleştirme ve Orman Bakımı

- Hidrolojik fonksiyon tanımlanmış tensil sahalalarında, orman ekosisteminin devamlılığının sağlanması için 5 hektardan daha büyük sahalarda tıraşlama kesim yapılmaması. Ancak zorunlu hallerde 5 hektardan büyük sahalarda tıraşlama kesimi yapılacak ise türe yönelik özel gençleştirme planı yapılması ve toprak kaybını engelleyecek tüm tedbirler alınması (Örneğin: Kızılçam tıraşlama kesiminde daha sık dal serme uygulaması yapılması).
- Özellikle içme suyu koruma havzalarında mümkün olduğunca tıraşlama kesimden uzak durulması,
- Meşe ve kayın gibi uzun yaşayan türlerin tercih edilmesi ile yapılacak kesimlerin ve kesim sıklıklarının azaltılması,
- Aralama kesimlerinden çok geniş alanlarda (eğimli alanlarda) kaçınılması ya da kesimlerin azaltılması,

- Meşcerelerde kademeli kesim tercih edilmesi (örneğin plan boyunca iki kere),
- Yetiştirme ortamı koşullarının değişik yaşlı orman kurmaya uygun olmaması halinde örneğin gölgeye dayanamayan saf meşe veya kızılçam meşcerelerinin hâkim olduğu su havzalarında hidrolojik fonksiyon görecektir ormanın, uzun idare süresi ile siper kesimlerine ve küçük miktarda orman formuna göre işletilmesi.

Toprak Verimliliğinin Sağlanması

- Toprağın zayıf olduğu bu alanlarda toprağı zenginleştirecek, organik maddesini artıracak doğal ağaç, çalı, otsu türlerinin kullanılması ve toprağın zenginleştirilmesi,
- Toprak işlemeden kaçınılması.

Akarsu Koridoru Vejetasyonunun Korunması

- Akarsu koridorlarının doğal bitki örtüsüne müdahale edilmemesi,
- Özellikle dere vejetasyonunda yer alan yapraklı türlerin olduğu gibi korunması ve gerekirse mevcut türlerin ıslah edilmesi,
- Sürekli ve mevsimsel derelerin 25 m'lik tampon bölgesi içerisinde sınırlı müdahale yapılması

Toprak ve Suyun Korunması

- Orman yol yapımından kaçınılması ya da sınırlandırılması,
- Besin kaynaklarına bitişik sığ yeraltı suları üzerindeki meşcerelerin aktif büyüme dönemlerinde (80 yıl ya da daha az sıklıkta) yönetimi,
- İçme suyu kuyularının da birer rezervuar olarak ele alınması ve çevresinde belirli bir mesafede orman yönetiminin bakım hariç sınırlandırılması,
- Su Çerçeve Direktifi'nde belirtilen 50'den fazla kişiye içme suyu temin edilen her kaynak için koruma alanı oluşturulması,
- Gübreleme yapılmaması,
- Herbisit kullanılmaması,
- Pestisit yerine biyolojik mücadele yapılması,
- Fungisit ve insektisit uygulanmaması,
- Toprağın ağaç kesim makinelerinden en aza indirilmesi,
- Biyolojik olarak parçalanabilir yağlar kullanılması.

Diğer Önlem ve Uygulamalar

- Yaban hayatının kontrolü,
- Mevcut alanda bulunan orman ekosistemindeki endemik ve tıbbi aromatik bitki özellikleri taşıyan türlerin münferit ve/veya gruplar halinde muhafaza edilerek biyolojik çeşitliliğin korunması.



Öneri 10

Kullanma suyu havzalarında önerilen silvikültürel uygulamalar

Kullanma suyu havzalarında önceki bölümlerde de bahsedildiği gibi su kalitesinden daha çok miktar esas alınmaktadır. Ancak su verimini, su kalitesini de koruyarak ya da iyileştirerek arttırmak mümkündür. **İçme suyu için verilen önerilerin tümü kullanma suyu için de geçerlidir.** Aşağıda yer alan öneriler, kullanma suyu havzalarında farklı olarak uygulanabilecek hususları içermektedir:

Tür Çeşitliliğinin Sağlanması

- Eğer kullanma suyu havzasında **su sıkıntısı varsa ve erozyon ve sel-taşkın riski yoksa**, yapraklı türler ya da mümkünse yapraklı türlerin baskın olduğu karışık ormanların teşvik edilmesi (her dem yeşil türler meşcere göğüs yüzeyinin %30'dan azını oluşturmali),
- Tohumdan gençleştirmenin teşvik edilmesi.

Gençleştirme ve Aralamanın Kontrollü Bir Şekilde Yapılması

- Hidrolojik fonksiyon tanımlanmış tensil sahalalarında, orman ekosisteminin devamlılığın sağlanması için 5 hektardan daha büyük sahalarda tıraşlama kesim yapılması önerilmektedir. Ancak zorunlu hallerde 5 hektardan büyük sahalarda tıraşlama kesimi yapılacak ise türe yönelik özel gençleştirme planı yapılmalı ve toprak kaybını engelleyecek tüm tedbirler alınmalıdır.(Örneğin: Kızılcım tıraşlama kesiminde daha sık dal serme uygulaması yapılmalı).
- Kullanma suyu koruma havzalarında tensil alanlarının minimum 5 hektarlık parçalara bölünerek uygulamaların yapılması,
- Verimsiz buharlaşmanın (transpirasyon) önlenmesi için meşcerelerde yapılacak olan aralama kesimlerinin ve budamaların meşcere geçişlerinde daha az yapılması.

Toprak, Suyun ve Meşcere Bütünlüğünün Korunması

- Kenar etkisi sebebiyle küçük meşcereler daha fazla suyu buharlaşma ile kaybeder. Bunu önlemek için meşcere bütünlüklerinin korunması, ormanların yollar ve diğer sebeplerle parçalanmasının önlenmesi.

Akarsu koridoru vejetasyonunun korunması

- Akarsu koridorlarındaki ormanların (alüviyal ormanlar) kullanma suyu havzalarında su miktarını gözeterek şekilde yönetilmesi:

Geniş yapraklı meşcerelerde:

- Kızılağaç, söğüt gibi türlerin düzenli rejenerasyonu,
- Tüm eğik veya canlılığını yitiren ağaçların hızla kesilmesiyle meşcere stabilitesinin korunması,

- Işığın suya ulaşmasına imkan tanıyacak seyrek orman örtüsünün korunması (%50'nin altında çok fazla otun bulunmamasına dikkat edilmesi),

İğne yapraklı meşcerelerde:

- Akarsu ile ibreli meşcere arasında otsu ve geniş yapraklı türlerden oluşan bir tampon bölgenin oluşturulması (nehir boyunca 2 ya da 3 çizginin kesilmesi ya da meşcerelerin açılması ve yapraklı türlerin dikilmesi)

Öneri 11

Hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanlarda yönetim ve silvikültürel uygulama önerileri

Amenajman Heyetine Sunulacak Rapor Önerileri

- **“Ormanların su ile ilişkili ekosistem hizmetleri raporu”**: Yukarıda bahsedilen ve ihtiyaç duyulan “yetiştirme muhiti haritalarının”, “akarsu koridorları için uygulama ve bakım planının”, “içme ve kullanma suyu havzaları koruma planlarının” ve “orman-su kaynakları havzaları koruma planlarının” bir bütünü oluşturmak amacıyla bu planlar geliştirilebilir.
- **“Ormanların su ile ilişkili ekosistem hizmetleri raporu”**nda havzadaki yüzey ve yeraltı su kaynakları, tampon zonlar, tampon zonlar için bakım önerileri, toprak ve eğime göre havza içinde su döngüsü, kirlilik, kuyular ile suyun kaybı, yeraltı suyundan faydalanma şekilleri, mevcut ya da yapılacak olan yol ya da akarsu geçişleri için en iyi yönetim planlarının uygulanması, uzun dönem orman ağaç türlerinin yönetimi, havzanın hangi amaçla yönetileceği, havzanın daha iyi duruma gelmesi amacıyla yapılacak teknik ve sosyal işlerin (seddeler, toprak muhafaza, halkın bilgilendirilmesi vb.) ekonomik değerlendirmesi gibi bilgiler yer alabilir.
- Havzada 2-3 baraj varsa ya da bu barajlar aynı dere üzerindeki kollardaysa **koruma planlarının birlikte** hazırlanması önemlidir.
- Su havzaları **koruma planları** ile **taşkın risk yönetim planlarının** birbirleriyle ilişkilerinin kurulması da önem taşımaktadır.

4.5 Genel Öneriler

Hidrolojik fonksiyon gören ormanlarda içme ve kullanma suyu havzası ya da sulak alan ve su kaynakları koruma havzası ayrımı yapmadan ormanlarda yapılacak olan uygulamalar aşağıdaki ilkeleri gözetmelidir.

Havza Bazında Çalışma

- **Havza bazında çalışma yapmak:** Derelerin, doğal göl veya göletlerin, içme ve kullanma suyu göl ve göletlerinin havzalarını esas almak. Orman işletme müdürlüğü ya da şeflikleri gibi idari sınırların değil, doğal sınırların temel alınması
- Orman bölge müdürlüğü ölçeğinde veya orman işletme müdürlüğü ölçeğinde **havza sınırlarının önceden belirlenmesi** ve tebliğe konulması
- Havza sınırlarının hazırlanıp amenajman heyetlerine üst ölçekte de verilmesi (Böylece plancılar sadece kendi plan üniteleri olan şeflikleri düşünmez, tüm havzayı dikkate alırlar)
- **Su koruma alanlarının belirlenmesi ve haritalandırılması**
- **Yeraltı suyu koruma alanlarının oluşturulması**
- **Amenajman planlarında yeraltı suyu ve yüzey suyu etkileşiminin dikkate alınması**
- **Havzadaki tüm yerleşim birimlerinde yaşayan insanların şeflikler tarafından “içme ya da kullanma suyu havzası”nda yaşadıklarının bildirilmesi ve bu konuda farkındalığın artırılması.** Bu farkındalık, diğer arazi kullanımlarındaki uygulamaları da etkileyecektir.
- Akarsu koridorlarının **fonksiyonuna, havzanın özelliklerine ve akarsuyun genişliğine** göre oluşturulması, bu **koridorlarda ormancılığın en az yapılması ve bozulmuş koridorların restore edilmesi**
- **Aşağı ve yukarı havzadaki ekolojik şartların farklılığının gözetilmesi ve buna dayanarak farklı orman yönetimi uygulamalarının belirlenmesi**
- **Akış rejimi ve değişkenliğinin korunması**
- Toprak ve iklimsel özellikleri uygun, su fazlası olan yerlerde **yağmur hasadının yapılması ile temiz suyun baraja taşınmasının sağlanması**
- **Sağlıklı bir havza için havzadaki orman alanının en az %70 olması**
- **Sağlıklı akarsular için havzadaki orman alanının %45-60 olması**
- Sağlıklı bir havza için **akarsu yataklarının ve koridorlarının iyi durumda olması**
- Sağlıklı bir havza için **taşkın yataklarının hidrolojik bağlantısının sağlanması**
- Büyük kentlerde su havzalarının geçirimsiz yüzeyi fazladır. Orman alanları ve diğer kentsel yeşil altyapı (yeşil kuşak, park, bahçe, koru, rekreasyonel yeşil açık alanlar, bi-

siklet yolları vb.) nüfusa göre hesaplanmalı ve uygun olan araziler ağaçlandırılmalıdır. Kentlerde kişi başına düşen yeşil alan miktarının artırılması

- Mümkün olduğunca **gri altyapı yerine yeşil altyapı** alternatiflerinin kullanılmasının tercih edilmesi (yeni bir su filtreleme tesisi yerine **havza koruma**, atıksu arıtma tesislerinin yeni teknolojilerin kullanılması yerine **orman tampon zonları oluşturulması ya da** geleneksel atıksu arıtma tesisleri yerine **su yüzeyleri ve su sulak alanların** oluşturulması gibi)

Kurumlar Arası İş Birliği ve Bazı Tanımsal Değişiklikler

- **İlgili kurumların iş birliği içinde çalışması** (İl Su ve Kanalizasyon İdaresi, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü, Devlet Su İşleri, Orman Genel Müdürlüğü, Doğa Koruma ve Milli Parklar Genel Müdürlüğü, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Tarım Reformu Genel Müdürlüğü, Bitkisel Üretim Genel Müdürlüğü, Hayvancılık Genel Müdürlüğü, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü, Sivil Toplum Kuruluşları ve Üniversiteler)
- Çevre Düzeni Planı ve diğer mekânsal planlarda içme, **kullanma suyu havzaları ya da diğer su ile ilgili fonksiyonların sağlandığı havzalar ormanlarla ilişkisini gözeterek şekilde gösterilmelidir.** Yapılacak olan yeni uygulamalar (inşaat, park, havalimanı vb.) **havza sınırları ve bu havzalarda yer olan orman varlığı dikkate alınarak** planlanmalıdır.
- **Muhafaza ormanlarının** mutlak koruma alanı ilan edilmesi için gerekli çalışmaların yapılması
- **Yeraltı suyu kaynaklarının hidrojeolojik beslenme bölgelerinin de mutlak koruma alanı ilan edilmesi** (Eğirdir Gölü havzası örneğinde olduğu gibi).
- **İçme-kullanma suyu havzası koruma planının hazırlanmasında** orman mühendislerinin de yer alması (İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik 28 Ekim 2017 Sayı: 30224)
- 29/6/2012 tarihli ve 28338 sayılı Resmî Gazete'de yayımlanan İçme Suyu Elde Edilen veya Elde Edilmesi Planlanan Yüzeysel Suların Kalitesine Dair Yönetmelik hükümlerine göre **yerüstü içme-kullanma suyu kaynağı kalitesinin A1 kategorisine getirilmesi** (İçme-Kullanma Suyu Havzalarının Korunmasına Dair Yönetmelik 28 Ekim 2017 Sayı: 30224) amacıyla doğal alanlarda yapılan çalışmalarda orman mühendislerinin de yer alması

Sürdürülebilir Orman Yönetimi

Orman Yapısı ve Vejetasyonun Sürdürülebilirliği

- **Mevcut vejetasyonun sürdürülebilirliğinin sağlanması**
- Orman yapısının mümkünse **tabakalı, doğal ya da doğala yakın, diri ve ölü örtü gelişiminin iyi ve bitki türlerinin çeşitli** olması
- Silvikültürel uygulamaların belirlenmesinde meşcere yaşının değil, **göğüs yüzeyi ve tabakalılığın** esas alınması

- Kesimden sonra dal ve çürük kerestelerin **alandan bırakılması**
- **Boşluklu orman alanlarının rehabilitasyonunun** sağlanması
- Fırtınalarda **meşcerenin dayanıklılığının** sağlanması
- Hem su kalitesi hem de toprak koruması açısından **mümkün olduğu kadar ağaçlandırmanın** yapılması
- Çıplak zeminden kaçınmak için **doğal rejenerasyonun** tercih edilmesi ve yönetilmesi
- Uygun olan arazi kullanımlarının ağaçlandırılarak **orman alanlarına dönüştürülmesi**
- Bitki örtüsünde **keskin değişimlerin** yapılmaması
- Hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanlarda şiddetli müdahaleden kaçınılması

Toprak Koruma Önlemleri

- Özellikle eğimin fazla olduğu yerlerde toprak özelliklerinin tanımlanması amacıyla “**yetiştirme muhiti haritalarının**” yapılması ve bu haritalardan amenajman planı yapımı sürecinde istifade edilmesi
- Toprakta **organik madde miktarının artırılması**
- Toprak **derinliğinin artırılması**
- Toprak **erozyonunun en aza indirilmesi**
- Toprak erozyonuna ve heyelana duyarlı alanlardaki **ormanların korunması ya da ağaçlandırma çalışmalarının yapılması**
- Gereken yerlerde **sediment kapanları** yapılması
- **Kesim makineleri ile toprak sıkışmasını önleme** (alandan kesim makine trafiğinin iyi organize edilmesi, düşük basınçlı tekerleklerin kullanılması, iyi hava koşullarında ve kuru toprakta çalışılması gibi)
- Zeminin **kuru olduğu dönemlerde hasat işlemlerinin** yapılması
- Şiddetli yağış sırasında ve yağışın hemen sonrasında mekanik operasyonların, yüksek erozyon riski ve/veya düşük taşıma kapasitesine sahip topraklarda yapılmaması
- Hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarında erozyona sebep olacak **yolların mümkün olduğu kadar az olması ve trafiğin kontrollü bir şekilde yönetilmesi**
- Akarsu koridoru tampon zonunda **teraslama, makineli diri örtü temizliği ve toprak işleme gibi faaliyetlerin** yapılmaması
- **Orman yollarının ve sürütme yollarının açılmasında orman yapısının mümkün olduğu kadar bozulmaması**

- Derelerin sürütme yolu olarak kullanılmasından kaçınılması
- Kazara oluşabilecek **kirletici risklerinden kaçınılması** (benzin, yağ gibi)
- **Kullanılmayan yolların kapatılması** ve mümkünse **eski haline döndürülerek ağaçlandırılması**

Gençleştirme

- Kümülatif etkileri en aza indirecek ve sonraki rotasyonların aynı yaştaki yapıya sahip olmasını sağlayacak şekilde **aşamalı gençleştirme** yapılması
- Hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanlarda tensil yapılması, gerekiyorsa **tensil bloklarının boyutlarının en aza** indirilmesi
- **Kesilen ağaçların istifleneceği rampaların tampon zonlara göre** belirlenmesi
- Devamlı akarsular ve mevsimlik su yüzeylerine komşu alanlarda üretim amaçlı kesim yapılmaması

Su Kalitesinin Korunması

- Orman arazilerindeki sucul sistemler üzerindeki besin yükünü azaltmak için **havzadaki gübre, pestisit, herbisit veya diğer kimyasal ve biyolojik madde kullanım oranlarının kontrol** edilmesi
- Orman ölü ve diri örtüsündeki **su kirleticilerin filtrelenmesi** ile **su yüzeylerinde sedimentasyonun azaltılması**

4.6 İzleme ve Araştırma Önerisi

Öneri 12

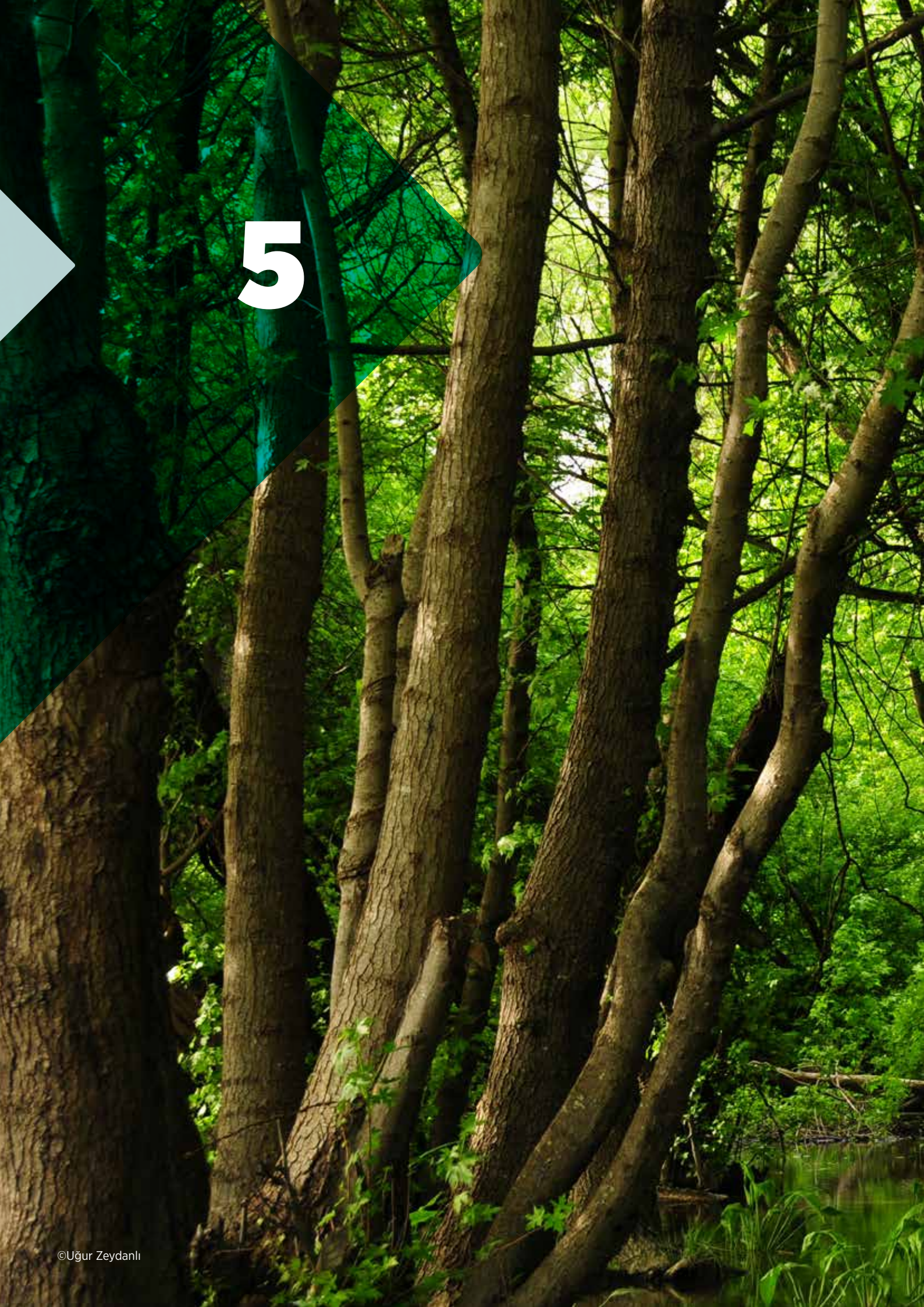
Hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanlarda yapılan silvikültürel uygulamaların etkisini görebilmek amacıyla izleme

Hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanlarda amenajman planları süresince ve sonrasında yapılan silvikültürel uygulamaların etkisini görebilmek amacıyla izleme ile ilgili bir proje hazırlanmalı ve bir izleme sistemi oluşturulmalıdır. Ormanlarda su kalitesi, su miktarı ve toprak kaybına yönelik olacak olan izlemeyi ilgili orman işletme müdürlüğü ile birlikte üniversiteler, ormancılık araştırma enstitüleri ya da sivil toplum kuruluşları yapabilir. İzmir Bayındır ormanları için Ege Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ve İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü ile bir arada çalışabilir.

4.7 Hidrolojik Fonksiyon Gören, Sulak Alan ve Su Kaynakları Koruma Havzalarındaki Orman Dışı Alanlarda Yapılması Gerekenler

- Toprağın sıkışmasının engellenmesi.
- Toprakta organik maddenin artırılması.
- Toprak derinliğinin artırılması.
- Toprak erozyonunun en aza indirilmesi.
- Tampon zonlarda gübrelemenin yapılmaması.
- Gübrelemenin vejetasyon gelişiminin görüldüğü dönemde yapılması.
- Vatandaşların ağaç dikimine özendirilmesi ve teşviklerin artırılması, ağaçlandırmanın mümkün olmadığı bölgelerde toprağı korumak amacıyla bitkilendirme yapılması ve bitki yataklarının oluşturulması.
- Aşırı gübrelemeden kaçınılması, gübre miktarının ve niteliğinin analizlerin sonuçlarına göre belirlenmesi.
- Kazara oluşabilecek kirletici risklerinden kaçınılması (benzin, yağ gibi) için gerekli tedbirlerin alınması.
- Yeraltı suyu ve yüzey suyu etkileşiminin dikkate alınması.
- Yol drenajlarının ve dere geçişlerinin uygun şekilde tasarlanması ve gerekiyorsa mevcut drenaj sistemlerinin onarılması.
- Organik tarım faaliyetlerine veya iyi tarım uygulamalarına geçilmesinin teşvik edilmesi.
- Havzadaki potansiyel kirlilik kaynaklarının envanterinin çıkarılması ve izlenmesi.

- Su kaynaklarının hassasiyetinin belirlenmesi ve kamunun bilgilendirilmesi.
- Yayılı kirliliği önlemek amacıyla iyi yönetim uygulamalarının yaygınlaştırılması (Örneğin Ertürk, 2018):
 - i) Toprak erozyonu ve beraberindeki besin maddesi kayıplarını önlemek için teraslama, malçlama, örtü bitkisi, koruyucu toprak işleme (doğrudan ekim, sürmeden tarım) ve toprak düzenleyici gibi uygulamalarla toprak yüzey şartlarının iyileştirilmesi;
 - ii) Vadi özellikleri taşıyan ekilebilir alanlarda ya da geniş arazilerdeki eğimlerde akışı engellemek için yüzey suları boyunca yeşil bantlar ile tampon şeritler oluşturulması,
 - iii) Su ile doymuş alanlarda erozyonla bitki besin maddesi kayıplarını azaltmak için, teraslar, hendekler ve bitkilendirilmiş su yolları gibi uygulamalarla akışın güvenli tahliyesinin sağlanması;
 - iv) Eğimli araziler için toprak stabilizasyonu için toprak yüzeyindeki su hareketinin kontrol edilmesi gerekir. Bunun için şeritvari ekim, kontur ekim, sırta ekim, teraslama gibi uygulamalarla yüzey akış hacmi ve hızı azaltılarak erozyonun, dolayısıyla erozyonla bitki besin maddesi kayıplarının önüne geçmek mümkün olacaktır.

A large, bold white number '5' is centered in the upper half of the image. It is overlaid on a background of a dense forest with tall, slender trees and lush green foliage. A large, semi-transparent teal geometric shape, resembling a stylized arrow or a large 'V', points towards the right and is positioned behind the number '5'.

5



SONUÇ

Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi kapsamında, orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonunun hem toprak koruma ve hem de su verimi açısından birlikte değerlendirilerek orman amenajman planlarına entegrasyonu için gerekli altyapı geliştirilmiştir. Bu amaçla İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarında hidrolojik fonksiyonun amenajman planlarına entegrasyonu için yaklaşımlar ve karar ağaçları geliştirilmiş, silvikültürel uygulamalar amenajman planlarına bölmecik düzeyinde reçeteler olarak entegre edilmiştir. Ulusal ve uluslararası yaklaşımların ve uygulama yöntemlerinin bulunduğu Ormanların Hidrolojik Fonksiyonlarının Orman Amenajman Planlarına Entegrasyonu Kılavuzu hazırlanmış, OGM teknik personelinin ve yereldeki Orman İşletme Şefliği çalışanlarının hidrolojik fonksiyonunun uygulanması konusunda kapasitesinin artırılması için çalıştay ve toplantılar düzenlenmiştir.

Projenin en önemli çıktısı, idari sınırlar ile yönetilen ormanların, hidrolojik fonksiyon açısından havza ölçeğinde değerlendirilmesi ve amenajman planlarında bu şekilde yer almasıdır. Bu amaçla su odaklı yönetilecek olan ormanlarda, su kaynağının havzası ve alt havzaları belirlenmeli ve idari sınırlar ile beraber değerlendirilerek hidrolojik fonksiyon verilecek bölmecikler saptanmalıdır. Havza ölçeğinde, akarsu koridorlarının ve tampon zonlarının devamlılığı su odaklı yönetilecek olan ormanlarda ön planda tutulmalıdır.

Projede ormanlarda toprak kaybı ve su verimi birlikte değerlendirilmiştir. İki fonksiyonu da birlikte değerlendirerek (model, yaklaşım vs.) su akışının mevcut vejetasyona rağmen fazla olduğu ve erozyon ile toprak kaybı riskinin diğer bölmeciklere göre daha fazla olduğu riskli alanlar saptanmıştır. Bu yaklaşımla havzada ve ormanlarda su rejimi düzenlenirken, su miktarı ve su kalitesi korunmaktadır.

Projede modeller oluşturularak belirlenen toprak kaybı ve su tutumu açısından riskli alanlar, Orman Amenajman Başmühendisliği ve Orman İşletme Müdürlüğü yetkilileriyle birlikte Orman İşletme Şefliği özelinde arazide ve yapılan toplantılarda değerlendirilmiştir. Masa başında oluşturulan modellerin arazi çalışmalarıyla kontrol edilmesi ve yereldeki uzmanlarla yapılan çalışmalar modellerin belirsizliğini azaltmaktadır.

Projenin bir diğer önemli çıktısı da ormanların hidrolojik fonksiyonları açısından havza ölçeğinden bölmecik ölçeğine inilmesi ve bunun amenajman planlarında yer almasıdır. Riskli bölgelerde bölmecik düzeyinde su tutumunu artıracak ve toprak kaybı riskini azaltacak silvikültürel uygulamalar için reçeteler geliştirmiş ve Orman İşletme Şefliği orman amenajman planlarına entegre edilmiştir.

Projenin somut çıktılarının yanı sıra DKM uzmanları tarafından OGM'nin Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı'na orman amenajman planlarına genel tanım önerileri, her biri için ayrı ayrı hidrolojik fonksiyon görece, su odaklı yönetilecek ve hidrolojik fonksiyon dışında su ile ilgili diğer fonksiyonlar için ormanlarda seçilme kriterleri ve amaç kuruluş önerileri, hidrolojik fonksiyon görece ormanlarda optimal orman yapısı önerileri, içme suyu ve kullanma suyu koruma hedefleri için optimal orman yapısının belirlenmesine yönelik karar ağaçları, bölgesel optimal orman yapıları ve silvikültürel uygulama önerileri (akarsu

koridorlarında, içme ve kullanma suyu havzalarında, hidrolojik fonksiyon gören, sulak alan ve su kaynakları koruma havzalarındaki ormanlarda) geliştirilmiştir.

Bu proje ile ormanların hidrolojik fonksiyonlarının, su kaynağının bulunduğu havzaya göre değerlendirilmesi gerektiğinin önemi bir kez daha ortaya koyulmuştur. Amenajman planları öncesinde su kaynağı havzasında orman-su ilişkisine yönelik bir ön çalışma yapılmalıdır. Ayrıca ulusal ve uluslararası literatür çalışmaları ve Bayındır ormanlarında uygulanan bu proje ile ormanlarda hidrolojik fonksiyona yönelik yapılan silvikültürel müdahalelerin sadece su kalitesine ya da su miktarına odaklanarak değil, her iki faktörü de göz önünde bulundurarak değerlendirilmesi gerektiği de ortaya koyulmuştur. Böyle bir yaklaşım, toprak yapısını ve suyu koruduğu gibi orman yapısını ve vejetasyonun da sürdürülebilirliğini sağlayacaktır.

Silvikültürel müdahalelerin uygulandıktan sonra sonuçlarının izlenip değerlendirilmesi su yönetimi uygulamalarının geliştirilmesi açısından kritik bir katkı sağlayacaktır. Bununla ilgili bir proje hazırlanmalı ve bir izleme sistemi oluşturulmalıdır.

Suyun miktarı ve kalitesinde ormanların etkisi büyüktür. Ancak özellikle içme suyu havzasında yaşayan insanların farkındalığının artırılması büyük önem taşımaktadır.

Kaynakça

- Ardel, A., Kurter, A., Dönmez, Y. 1969. Klimatoloji tatbikatı. İstanbul Üniversitesi
- Arnoldus, H.M.J. 1977. *Methodology used to Determine the Maximum Potential Average Soil Loss Due to Sheet and Rill Erosion in Morocco*. Assessing Soil Degradation, FAO Soils Bulletin, 34, 8-9.
- Asan, Ü., 1991. İdare sürelerinin orman fonksiyonları yönünden irdelenmesi. Or. Müh. Der., Sayı 2, s. 8-9.
- Asan, Ü., 1999. Orman kaynaklarının çok amaçlı kullanımı ve planlama sistemleri. *Ormanların çok amaçlı planlanması toplantısı*, Tebliğler Kitabı, 5-6 Mayıs, Bolu, 33-40.
- Asan, Ü., 2014. *Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (2014-2033)*. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü, Karadere Orman İşletme Müdürlüğü, Handüzü Orman İşletme Şefliği.
- Asan, Ü. ve Şengönül, K., 1987. Orman formlarının fonksiyonel açıdan karşılaştırılması. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 37 (4), 52-67.
- Aussenac, G., 1975. *Converts forestiers et facteurs du climat: leurs interactions, conséquences écophysiologiques chez quelques résineux*. These d'Etat, Nancy, 234 p.
- Aussenac, G. ve Boulangeat, C. 1980. Interception des Precipitations et Evapotranspiration Reelle dans Des Peuplements de Feuillu (*Fagus silvatica* L.) et de Resineux (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco). *Annales des Sciences Forestieres*, 37(2), 91-107.
- Baker, T.G. ve Attiwill, P.M., 1987. Fluxes of elements in rain passing through forest canopies in South-Eastern Australia. *Biogeochemistry*, 4, 27-39.
- Balazs, A., 1983. Ein kausalanalytischer Beitrag zur Quantifizierung des Bestands- und Nettoniederschlags von Waldbeständen. *Verlag Beitrage zur Hydrologie*. Kirchzarten.
- Balcı, N., 1958. Elmalı barajının siltrasyondan korunması imkanları ve vejetasyon - su düzeyi münasebetleri üzerine araştırmalar. *Doktora tezi (yayınlanmamış)*.
- Biao, Z., Wenhua, L., Gaodi, X., Yu, X., 2010. Water conservation of forest ecosystem in Beijing and its value. *Ecological Economics*, 69, 1416-1426.
- Bosch, J.M. ve Hewlett, J.D., 1982. A review of catchment experiments to determine the effect of vegetation changes on water yield and evapotranspiration. *Journal of Hydrology*, 55, 3-23.

- Burhin, N.P., 1984. Interception of rainfall by the canopy of montane forest in Caucasus Mineral Springs Region. *Lesnoe Khozyaistvo*, 10, 46-47.
- Brechtel, H.M., 1988. *Interzerption*. Allgemeine Hydrologie-Grundlagen der Quantitativen Hydrologie, 1-28.
- Calder, I. R. ve Newson, M. D., 1979. Land use and upland water resources in Britain – a strategic look. *Water Resources Bulletin*, 16, 1628-1639.
- Cislaghi, A., 2017. Assessing shallow landslide susceptibility of vegetated hillslopes through a physically-based spatially-distributed model. PhD Thesis. Università Degli Studi Di Milano, PhD School in Environmental Sciences.
- Crockford, R.H. ve Richardson, D.P., 1990. Partitioning of rainfall in a eucalypt forest and pine plantation in Southeastern Australia: IV. the relationship of interception and canopy storage capacity, the interception of these forests, and the effect on interception of thinning the pine plantation. *Hydrological Processes*, 4, 169-188.
- Cummins, T. ve Farrell, E.P., 2003. Biogeochemical impacts of clearfelling and reforestation on blanket peatland streams I. phosphorus. *Forest Ecology and Management*, 180: 545-555.
- Çepel, N., 1965. *Orman topraklarının rutubet ekonomisi üzerine araştırmalar ve Belgrad Ormanı'nın bazı karaçam, kayın, meşe meşcerelerinde intersepsiyon, gövdeden akış ve toprak rutubeti miktarlarının sistematik ölçmelerle tespiti*. T.C. Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayını. Sıra No: 418. Seri No: 4.
- Çepel, N., 1967. Interzeption in einem Buchen-einem Eichen und einem Kiefernbestand des Belgrader Waldes Bei Istanbul. *Forstw. Cbl.*, 86 Jahrg., H.5, 301-314.
- Çepel, N., 1971. Toprak yüzüne varan yağış miktarına bitkilerin yaptığı etki ve Belgrad Ormanında yapılan bir araştırmaya ait 5 yıllık sonuçlar. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 21, Sayı 2.
- Çepel, N., 1978. *Orman Ekolojisi*. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayını No: 2479/257.
- Çepel, N., 1986. Barajların yukarı yağış havzaları için arazi kullanım planlamasının ekolojik esasları. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, Seri B, Cilt 36, Sayı 2.
- Çepel, N., 1993. *Toprak-su-bitki ilişkileri*. İ.Ü. Yayın No: 3974, Enstitü Yayın No: 5, ISBN 975-404-320-5, 236 s.
- Değerliyurt, M., 2013. Antakya Şehri ve Yakın Çevresinde Meydana Gelen Erozyonun Coğrafi Dağılışı ve Analizi. *Electronic Turkish Studies*, 8(8), 1745-1764.
- Delfs, J., Friedrich, W., Kieseckamp, H., Wagenhoff, A., 1958. Der Einfluß des Waldes und des Kahlschlages auf den Abflußvorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag: Ergebnisse der ersten 5 Jahre der forstlich-hydrologischen Untersuchungen im Oberharz (1948-1953). – Aus dem Walde 3, Mitt. aus der Nds. Landesforstverwaltung. Hannover, 1-223.
- Dillaha, T.A., Reneau, R.B., Mostaghimi, S., Lee, D., 1989. Vegetative Filter Strips for Agricultural Nonpoint Source Pollution Control. *Transactions of the ASAE*, 32(2): 513-519.
- Doğan, O., Cebel, H., Küçükçakar, N., Akgül, S., 2000. *Türkiye Büyük Toprak Gruplarının Erozyona Duyarlılık "K" Faktörleri*. KHGM APK Dairesi Başkanlığı, Toprak ve Su Kaynakları Araştırma Şube Müdürlüğü, Yayın no: 111, Rehber no: 17, Ankara.

Domingo, F., Puigdefabrigas, J., Moro, M.J., Bellot, J., 1994. Role of vegetation cover in the biochemical balances of a small forested catchment in southeastern Spain. *J. Hydrol.*, 159:275-289.

Douglass, J.E, 1967. Effects of Species and Arrangement of Forests on Evapotranspiration. international Symposium on Forest Hydrology. Proceedings of a National Science Foundation Advanced Science Seminar Held at the Pennsylvania State University, University Park, Pennsylvania.

Dudley, N. ve Stalton, S. (eds.), 2003. Running Pure: The importance of forest protected areas to drinking water. Washington/Gland: World Bank/WWF Alliance for Forest Conservation and Sustainable Use.

Eidmann, F.E., 1959. Die Interception in Buchen-und Fichtenbeständen; Ergebnis mehrjähriger Untersuchungen im Rothaargebirge (Sauerland). Presented at the Symposium of Hannoversch-Münden, pp. 5-25.

Dunin, F.X., O'Loughlin, E.M., Reyenga, W., 1988. Interception loss from eucalypt forest: lysimeter determination of hourly rates for long term evaluation. *Hydrological Processes*, 2: 315-329.

Eliades, M., Bruggeman, A., Lubczynski, M. ve Christou, A., 2016. The influence of *Pinus brutia* on the water balance of fractured mediterranean mountain environments. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 18, EGU2016-824, 2016.

Enderlein, R., Bernardini, F., 2005. Nature for water: Ecosystem services and water management. *Natural Resources Forum*, 29, 253-255.

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015. Ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama, hidroloji ve toprak koruma terimleri sözlüğü.

Ernst, C., 2004. *Protecting the Source. Land Conservation and the Future of America's Drinking Water*. Report by The Trust for Public Land and the American Water Works Association. San Francisco, CA. Postel, S., Thompson, B. 2005. Watershed protection: Capturing benefits of nature's water supply services. *Natural Resources Forum* 29. Pp 98-108.

FAO, 2018. Forest and Water. <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/tool-box/modules/forest-and-water/basic-knowledge/en/?type=111>

Forest Stewardship, 2014. Watershed Management. Penn State Extension, Number 10, (Internet sitesi: <https://extension.psu.edu/forest-stewardship-watershed-management>).

Forests to Faucets, 2013. Protecting Upstream Forests for Clean Water Downstream. A Guide for Etowah River Communities, Water Providers and Forest Landowners. A Report by: Katherine Edmonds (American Rivers), Mike DeBonis (The Forest Guild), and Pam Sunderland (Mountain Conservation Trust of Georgia).

Forgeard, F., Gloaguen, J.C., Touffet, J., 1980. Interception des précipitations et apport au sol d'éléments minéraux par les eaux de pluie et les pluviocessivats dans une hêtraie atlantique et dans quelques peuplements résineux en Bretagne. *Annales des Sciences Forestières*, 37(1), 53-71.

Ghaffarzadeh, M., Robinson, C.A. ve Cruse, R.M., 1992. *Vegetative filter strip effects on sediment deposition from overland flow*. Madison, WI: Agronomy Abstracts, ASA. 324 pp.

Grizzetti, B. Lanza, D., Lique, C., Reynaud, A., Cardoso, A.C., 2016. Assessing water ecosystem services for water resource management. *Environmental Science & Policy*, 61, 194-203.

Gülcü, S., Çelik, S., Serin, N., 2007. Su kaynakları çevresinde uygulanan ormancılık faaliyetlerinin su üretimi ve kalitesine etkileri. *TMMOB 2. Su Politikası Kongresi*, Bildiriler Kitabı, 61-69.

Hall, R.L., 2003. Interception loss as a function of rainfall and forest types: stochastic modelling for tropical canopies revisited. *Journal of Hydrology*, 280: 1- 12.

Hawes, E. ve Smith, M., 2005. *Riparian buffer zones: Functions and recommended widths*. Rep. to the Eightmile River Wild and Scenic Study Committee. Prepared by Ellen Hawes and Markelle Smith Yale School of Forestry and Environmental Studies http://www.eighmileriver.org/resources/digital_library/appendicies/09c3_Riparian%20Buffer%20Science_YALE.pdf. (Ziyaret tarihi: 28.02.2018).

Hawkins, R.H., Jiang, R., Woodward, D.E., Hjelmfelt, A.T., Van Mullem, J.A., 2002. Runoff Curve Number Method: Examination of the Initial Abstraction Ratio. Proceedings of the Second Federal Interagency Hydrologic Modeling Conference, Las Vegas, Nevada. 42 (3): 629-643. doi:10.1111/j.1752-1688.2006.tb04481.x.

Hlásny, T., Kočický, D., Mareta, M., Sitková, Z., Barka, I., Konôpka, M., Hlavatá, H., 2015. Effect of deforestation on watershed water balance: Hydrological modelling-based approach. *Lesn. Cas. For. J.*, 61: 89-100

Horner, R.R. ve Mar, B.W., 1982. Guide for water quality impact assessment of highway operations and maintenance. Water Qual. Rep. No. 141. WA-RR-39. 14. Dep. Civil Eng., Univ. Washington, Seattle.

Hutton, S.A., Harrison, S.S.C. ve O'Halloran, J., 2008. *An evaluation of the role of forests and forest practices in the eutrophication and sedimentation of receiving waters*. Water Framework Directive Western River Basin District, Programme of Measures, Forest and Water National Study Forests and Surface water Eutrophication - Sedimentation Literature Review.

İhtisas Grubu Raporu, 2014. Orman Amenajmanı ve Fotogrametri İhtisas Grubu 2014 Yıl Sonu Raporu, Ekosistem Tabanlı, Fonksiyonel Orman Amenajman Plan Yapımı Alt Çalışma Grubu Faaliyet Raporu.

İmamoğlu, A., Bahadır, M., Dengiz, O., 2017. Alaca Havzasında Uygulanan RUSLE Erozyon Modelinde, C Faktörünün (Arazi Örtüsü/Arazi Kullanımı) Zamansal Değişimi ve Toprak Kaybına Etkisi. *The Journal of Academic Social Science Studies, International Journal of Social Science*, Doi number: <http://dx.doi.org/10.9761/JASSS7252>, Number: 61, p. 321-336.

İrvem, A. ve Tülücü, K., 2004. Coğrafi Bilgi Sistemi ile Toprak Kaybı ve Sediment Verimi Tahmin Modelinin (EST) Oluşturulması ve Seyhan-Körkün Alt Havzasına Uygulanması. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, No:13.

Jontos, R., 2004. Vegetative buffers for water quality protection: an introduction and guidance document. Connect Assoc Wetl Sci White Pap Veg Buffers Draft version 1:22

Jordan, G., Rompaey, A. V., Szilassi, P., Csillag, G., Mannaerts, C., Woldai, T. 2005. Historical Land Use Changes and Their Impact on Sediment Fluxes in the Balaton Basin (Hungary). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 108: 119-133.

Kalıpsız, A., 1982. *Orman Hasılat Bilgisi*. İ.Ü. Orman Fak. Yayınları, Yayın No: 3052/328.

Karanfil, T. ve Chow, A., 2019. Fuel Reduction Techniques as Effective Forested Watershed Management Practices against Wildfire: Drinking Water Quality Aspects. Sonuç ra-

poru. United States Environmental Protection Agency resmi internet sitesi: https://cfpub.epa.gov/ncer_abstracts/index.cfm/fuseaction/display.abstractDetail/abstract/10493/report/0 (Ziyaret tarihi: 11.12.2018).

Keleş, S., 2015. Uzman raporu. UNDP Orman Amenajman Planlarında Su Fonksiyonunun Geliştirilmesi Projesi.

Kimmins, J.P., 1987. *Forest Ecology: A foundation for sustainable management*. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey, ISBN 0-02-364071-5, 596 s.

Komatsu, H., Tanaka, N., Kume, T., 2007. Do coniferous forests evaporate more water than broad-leaved forests in Japan. *Journal of Hydrology*, 336, 361-375.

Köck, R. ve Hochbichler, E., 2012. Adaptive forest management for drinking water protection under climate change. *EGU General Assembly 2012*, held 22-27 April, 2012 in Vienna, Austria., p.5499.

Köse, A., 2015. İçme suyu havzalarının korunmasına yönelik diğer ülke mevzuatları ile ülkemiz mevzuatının karşılaştırılması ve öneriler geliştirilmesi. *Uzmanlık tezi*. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Ankara.

Lee G., S. ve Lee K., H., 2006. Scaling Effect for Estimating Soil Loss in the RUSLE Model Using Remotely Sensed Geospatial Data in Korea. *The Journal Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.3, 135-157.

Lefèvre, F., Palahi, M., Dupuy, J.-L., Fady, B., Gonzalez Martinez, S., Huc, R., Muys, B., Rigolot, E., 2013. Adaptive management and restoration practices in mediterranean forests. State of Mediterranean Forests 2013, FAO - Food and Agriculture Organisation, 177 p., 2013, 978-92-5-107984-3. <hal-01594318>

Leonardi, S., Rapp, M., Failla, M., Guarnaccia, D., 1993. Interception of rainfall, input and leaching of nutrients within two Castanea sativa Mill stands at the Etna volcano. *International Journal of Mountain Ecology*, Vol. 2, No: 1-2.

Link, T.E., Unsworth, M., Marks, D., 2004. The dynamics of rainfall interception by a seasonal temperate rainforest. *Agricultural and Forest Meteorology*, Volume 124, Issues 3-4, Pages 171-191.

Loustau, D., Berbigier, P., Granier, A., 1992: Interception loss, throughfall and stemflow in a maritime pine stand. II. an application of gashs analytical model of interception. *Journal of Hydrology*, 138, 469-485.

Lowrance, R., 1992. Groundwater nitrate and denitrification in a coastal plain riparian forest. *Journal of Environmental Quality*, 21: 401-405

Lynch, J.A., Corbett, E.S., Mussalem, K., 1985. Best management practices for controlling nonpoint-source pollution on forested watersheds. *J. Soil & Water Conserv.*, 40: 164-167.

Madison, C.E., Blevins, R.L., Frye, W.W., Barfield, B.J., 1992. Tillage and grass filterstrip effects upon sediment and chemical losses. *low Agronomy abstracts*. ASA, Madison, WI, 331.

Managing Forests for Water, 2015. A Guide to Developing a Forest Watershed Management Plan. , North Carolina Forest Service. <https://www.ncforestservice.gov/publications/WQ0115.pdf>

McCuen, R., 1982. *A Guide to Hydrologic Analysis using SCS Methods*. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

- MEA, 2005. *Ecosystems and human well-being: biodiversity synthesis, Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington, DC.
- Mısır, M. ve Başkent, Z.E., 2002. Çok amaçlı orman amenajman planlarının amaç programla yöntemi ile düzenlenmesi. *Orman amenajmanında kavramsal açılımlar ve yeni hedefler sempozyumu*, Sempozyum Bildirileri, İstanbul, İ.Ü. Or. Fak. s. 164-174.
- Mishra, S.K. ve Singh, V.P., 1999. Another Look at the SCS-CN Method. *J. Hydrologic. Eng. ASCE*, 4(3), 257-264.
- Mockus, V., 1949. *Estimation of Total (Peak Rates of) Surface Runoff for Individual Storms*. Exhibit A of Appendix B, Interim Survey Report Grand (Neosho) Ri Watershed, USDA.
- Molchanov, A.A., 1963. *The hydrological role of forests*. Israel Program for Scientific Translations.
- Ovington, J.D., 1954. A comparison of rainfall in different woodlands. *Forestry*, 27(1): 41-53.
- Özdemir, H., 2007. Havran Çayı Havzasının (Balıkesir) CBS ve Uzaktan Algılama Yöntemleriyle Taşkın ve Heyelan Risk Analizi. *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Coğrafya Anabilim Dalı, İstanbul.
- Özdemir, M., Tonbul, C., Serengil, Y., Yurtseven, İ., Pamukçu Albers, P., İnan, M. 2018. Ormanların su ve toprak koruma fonksiyonlarının planlamaya yönelik değerlendirmesi: marmara bölgesi örnek çalışması. Proje Sonuç Raporu. T.C. Orman Genel Müdürlüğü ve Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü.
- Özer, Z., 1990. *Su Yapılarının Projelendirilmesinde Hidrolojik ve Hidrolik Esaslar* (Teknik Rehber), Ankara.
- Özhan, S., 1982. *Belgrad Ormanı'ndaki bazı meşcerelerde evapotranspirasyonun deneysel olarak saptanması ve amprik modellerle karşılaştırılması*. İ.Ü. Orman Fak. Yayınları, No: 2906/311.
- Özhan, 1994 (1998). Havzalarda otlak ve orman amenajmanının su verimine ve kalitesine etkileri adlı makaleye ilişkin bir açıklama. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, 44 (3-4), 65-76.
- Özhan, S., Hızal, A., Gökbülak, F., Serengil, Y., 2008. Ormancılık su üretimi ilişkisi. *Baraj Havzalarında Ormancılık I. Ulusal Sempozyumu*, K.Maraş, Bildiriler Kitabı, 57-76.
- Özşahin, E., 2014. Tekirdağ İlinde CBS Tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Erozyon Risk Değerlendirmesi. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*, 11(3), 45-56.
- Öztürk, D., 2009. CBS Tabanlı Çok Ölçütlü Karar Analizi Yöntemleri ile Sel ve Taşkın Duyarlılığının Belirlenmesi: Güney Marmara Havzası Örneği. *Doktora tezi*, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeodezi ve Fotogrametri Anabilim Dalı Uzaktan Algılama ve Coğ. Bil. Sis. Programı, İstanbul.
- Özyuvacı, N., 1976. *Arnavutköy deresi yağış havzasında hidrolojik durumu etkileyen bazı bitki-toprak-su ilişkileri*. İ.Ü. Yayın No: 2082, O.F. Yayın No: 221. İstanbul.
- Pamukçu Albers, P., Lise, Y., Balkız, Ö., Demirbaş Çağlayan, S., Zeydanlı, U. 2018. Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi: Bir Planlama Aracı Olarak Orman Ekosistemi Ürün ve Hizmetleri. Basılmamış yayın. Doğa Koruma Merkezi Vakfı. Ankara.
- Pamukçu, P., 2015. Ekosistem Hizmetlerinin Peyzaj Planlama Sürecine Entegrasyonu. *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Pamukçu, P., Erdem, N., Serengil, Y., Randhir, T.O., 2016. Ecohydrologic modelling of water resources and land use for watershed conservation. *Ecological Informatics*, Volume 36: 31-41.
- Pamukçu, P., Serengil, Y., Yurtseven, I., 2014. Role of Forest Cover, Land Use Change and Climate Change on Water Resources in Marmara Basin of Turkey. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 8, 480-486.
- Pektezel, H., 2015. Gelibolu Yarımadası'nda CBS Tabanlı Rusle (3D) Yöntemiyle Erozyon Duyarlılık Analizi. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, Yıl: 3, Sayı: 17, s. 131-151.
- Penman, H.L., 1963. Vegetation and hydrology. Technical Communication No. 53. Harpenden, England: Commonwealth Bureau of Soils. 125 pp.
- Pontailleur, J.Y., Nizinski, J., Saugier, B., 1988. Bilan de Leau et Evapotranspiration de Forêts Feillues. *Studies on Water Transport in the Soil-Plants-Atmosphere system (edited by R.Calvet)*, 329-355.
- Pott, C.A. ve Fohrer, N., 2017. Best management practices to reduce nitrate pollution in a rural watershed in Germany. Melhores práticas de manejo para reduzir a poluição por nitrato em uma bacia hidrográfica rural na Alemanha. *Revista Ambiente & Agua*, 12(6): 888-901.
- Renard, K.G., Foster, G.R., Weesies, G.A., 1997, Predicting soil erosion by water: A guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). Agricultural Handbook No. 703, USDA, Washington.
- Richter, B.D., Mathews, R., Harrison, D.L., Wigington, R., 2003. Ecologically sustainable water management: Managing river flows for ecological integrity. *Ecological Applications*, 13 (1), 206-224.
- Riedl, O. ve Zachar, D., 1984. *Forest amelioration*. Elsevier, New York.
- Rutter A.J., Morton A.J., Robins P.C., 1975. A predictive model of rainfall interception in forests. II Generalization of the model and comparison with observations in some coniferous and hardwood stands. *Journal of Applied Ecology*, 12: 367-380.
- SAI, 2010. *Water Conservation Technical Briefs*. TB11 – Use of conservation riparian buffer to preserve water quality. Sustainable Agriculture Initiative Platform.
- Saksa, P.C., Conklin, M.H., Battles, J.J., Tague, C.L., Bales, R.C., 2017. Forest thinning impacts on the water balance of Sierra Nevada mixedconifer headwater basins. *Water Resources Research*, 53: 5364-5381, doi:10.1002/2016WR019240.
- SCS. 1956. 1964. 1972. 1993. *Hydrology – National Engineering Handbook*. Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, D.C.
- Serengil, Y., Özhan, S., 2001. Temporal and spatial variations of nitrogen and phosphorus concentrations on a suburban creek near Istanbul in Turkey. *Silva Balcanica*, Issue No:1, pp:63-70.
- Serengil, Y., Özyuvacı, N., 2002. Water quality management in Balabandere creek catchment. *Int. Journal of Water*, Vol.2, No:2/3. Interscience Enterprises, UK.
- Serengil, Y., 2015. Uzman raporu. UNDP Orman Amenajman Planlarında Su Fonksiyonunun Geliştirilmesi Projesi.
- Shisler, J.K., Jordan, R. A., Wargo, R.N., 1987. Coastal wetland buffer delineation. New Jersey Dep. of Environmental Protection.

- Stednick, J.D., 1996. Monitoring the effects of timber harvest on annual water yield. *J. Hydrol.* 176, 79-95.
- Sukachev, V.N. ve Dylis, N.V., 1968 (Çeviri: J.M. Maclean). *Fundamentals of forest biogeocoenology*. Oliver and Boyd, Ltd . Edinburgh. 115 p.
- Sylvamed, 2012. Working report on ecosystem services that Mediterranean forests provide in the water issue.
- Swanson R.H., 1978. Increasing water supply through watershed management. *Canadian Water Resources Journal*, 3:1, 85-93.
- Tağıl, Ş., 2007. Tuzla Çayı Havzasında (Biga Yarımadası) CBS-tabanlı RUSLE Modeli Kullanarak Arazi Degradasyonu Risk Değerlendirmesi. *Ekoloji*, 17, 65, 11-20.
- Tang, C.Y.,1993. Water and solute transport in a pinus forest. *Tracer in Hydrology* (Proceedings of the Yokohama Symposium, July 1993), IAHS Publ. No.215, 347-348.
- Trimble, G.R, Reinhart, K.G., Webster, H.H., 1963. Cutting the Forest to Increase Water Yields. *Journal of Forestry*, 61 (9), 635-640.
- Trimble, S.W., Weirich, F.H., Hoag, B.L., 1987. Reforestation and the reduction of water yield on the Southern Piedmont since circa 1940. *Water Resour. Res.*, 23, 425-437.
- Twery, M.J., Hornbeck, J.W., 2001. Incorporating water goals into forest management decisions at a local level. *Forest Ecology and Management*, 143 (1-3): 87-93
- UNDP, 2015. UNDP Orman Amenajman Planlarında Su Fonksiyonunun Geliştirilmesi Projesi.
- Uslu, S.,1969. Toprak koruması bakımından orman yangınlarının doğurduğu problemler. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi*, XIX (2): 37-74.
- Webb, A.A., Dragovich, D., Jamshidi, R., 2012. Temporary increases in suspended sediment yields following selective eucalypt forest harvesting. *Forest Ecology and Management*, 283, 96-105.
- Woodward, S.E. ve Rock, C.A., 1995. Control of residential stormwater by naturalbuffer strips. *Lake and Reservoir Management*, 11: 37-45.
- Xiao, Q., McPherson, E.G., Ustin, S.L., Grismer, M.E., Simpson, J.R., 2000. Winter rainfall interception by two mature open-grown trees in davis, California. *Hydrological Processes*, 14: 763-784.
- Yeşilkaya, Y., 1979. The interception of rainfall by forest canopies in south east Scotland. (*Doktora tezi yayınlanmamış*), University of Edinburgh Department of Forestry & Natural Resources.
- Young, R.A., Huntrods, T., Anderson, W., 1980. Effectiveness of vegetated bufferstrips in controlling pollution from feedlotrunoff. *Journal of Environmental Quality*, 9: 438-497.
- Yu, B.F. 1998. Theoretical Justification of SCS Method for Runoff Estimation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*, 124(6), 306-310.
- Zengin, H., 2009. Orman kaynaklarından fonksiyonel yaklaşım ile çok amaçlı faydalanmanın optimizasyonu. *Doktora tezi*, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Zengin, M., 1997. *Kocaeli yöresinde orman ekosistemlerinin hidrolojik ağaçlandırmalar yönünden karşılaştırılması*. Orman Bakanlığı Yayın No: 055, Müdürlük Yayın No: 217, ISSN 1300-395X.

Ekler

EK-1. Tanımlar

Aktüel kuruluş

299 no'lu tebliğ: Ormanın bugünkü durumunu ifade eder.

Ünal Asan sunumu: Bir işletme sınıfını meydana getiren meşcerelerin, envanter anındaki mevcut halleri ile alan, servet ve artım itibariyle aynı yaşlı ve maktalı ormanlarda yaş sınıflarına, değişik yaşlı ve düşey kapalı ormanlarda çap basamak ve sınıfları dağılımıdır.

Diri örtü

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Eski adıyla süceyrat olarak bilinen diri örtü, orman ekosistemlerinde meşcerayı oluşturan ağaç katmanlarının altında ya da ağaç gövdeleri üzerinde yaşama olanağı bulan yıllık ve çok yıllık otsu, yarı odunsu, odunsu ve sarilici taksonlardan oluşan canlı bitki kompozisyonlarıdır.

Evaporasyon

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Toprak, göl ve bitki yüzeylerindeki suyun güneş ve rüzgar etkisiyle buharlaşıp tekrar atmosfere dönmesidir.

Evapotranspirasyon

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Transpirasyon ve evaporasyonun ortak etkisiyle ortaya çıkan toplam su kaybıdır. Toprak içinde depolanan suyun miktarı, toprağın derinliği ve içindeki organik madde oranı ile sıkı bir ilişkiye sahiptir. Bitki ile örtülü bir toprak, toprağa giren yağış suyu miktarını çıplak toprağa oranla iki katına çıkarmaktadır. % 5- 10 oranında humusa sahip bir toprak, organik maddeleri az olan (% 1'e kadar) toprağa oranla, her 10 cm derinlik için su tutma kapasitesini 15 kat arttırabilmektedir.

Gövde akışı

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Yağışların ağaç gövdelerinden toprak yüzeyine doğru inmesidir. Gövde akışının hızı ve miktarı ağaç türüne bağlıdır. Gövde kabukları çam-

larda ve meşelerde görüldüğü gibi kalın, derin çizgili ve süngerimsi olması halinde akış az ve yavaş,göknar ve kayınlardakine benzer düzgün, sıkı ve ince olması halinde hızlı olur.

Humus

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Topraktaki organik maddelerin ayrışmasıyla un haline gelmiş organik maddedir. Organik maddelerin parçalanması değişmesi ve sentezi ile ortaya çıkar (Atalay, 2013). Bir başka anlatımla, ölü örtünün en altında yer alan şekilsiz, koyu renkli bir organik madde katmanıdır. Bu katman kimi yazarlar tarafından ölü örtünün üçüncü bir katmanı olarak da tanımlanmaktadır (Çepel, 1990).

İnfiltrasyon

299 no'lu tebliğ: Yağış sularının toprak yüzeyinden içeriye sızmasını ifade eder.

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Yere inen yağmur sularının ya da eriyen kar sularının toprağa sızmasıdır. Toprağa sızan su yüzeyaltı akış veya taban suyuna doğru perkolasyon gerçekleştirir. Toprağa sızan su yüzeyaltı akış veya taban suyuna doğru perkolasyon gerçekleştirir. Yeraltı suları infiltrasyon ile beslenir. Şöyle ki; yağış suyu toprak yüzeyine ulaştıktan sonar bu suyun bir bölümü veya tamamı yer çekimi, kapilar çekim ve göllenme durumunda basıncın da etkisiyle toprak içerisine sızar. İnfiltrasyon, birim zamanda (saatte) toprak yüzeyinden giren suyun derinliği ile (mm/sa) ölçülür. Suyun toprak yüzeyinden içeriye doğru en yüksek giriş hızı ise “infiltrasyon kapasitesi” olarak tanımlanır. Çıplak bir toprak yüzeyinde infiltrasyon şiddeti hiçbir zaman yağış şiddetini aşamaz, orman örtüsü ile kaplı alanlarda ise etkili yağış şiddetini geçemez. Bir toprağın infiltrasyon kapasitesini etkileyen etmenler; 1-toprağın tekstürü, 2- toprağın strüktürü, 3-toprak kolloidlerinin özellikleri, 4-toprağın nem kapsamı, 5-toprağın donması ve 6- organizmalar ve organik maddelerdir.

İntersepsiyon

299 no'lu tebliğ: Yağışların bir kısmının, bitkilerin toprak üstü kısımları tarafından tutularak tekrar buharlaşmasını ifade eder.

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Yağışların ağaç tepeleri tarafından tutularak henüz yere inmeden buharlaşma yoluyla tekrar atmosfere dönmesidir. İntersepsiyon miktarı, ağaçların üzerinde bulunan yaprakların toplam yüzey miktarına bağlıdır.

Gazipaşa Orman İşletme Şefliği 2016 Amenajman Planı: Orman örtüsünün yoğunluğu arttıkça su verimi de buna bağlı olarak azalmaktadır. Ormanlarda yağışın bir bölümü ağaçların tepe çatısı tarafından tutulmakta (intersepsiyon), buradan da toprağa ulaşmadan buharlaşmaktadır. Ayrıca ormanlar topraktaki suyun bir bölümünü de alarak terleme (transpirasyon) yolu ile kaybolmasına sebep olmaktadır. Ancak ormanın en önemli fonksiyonu su rejimini düzenlemesi, suyun az olduğu dönemlerde su kaynaklarını beslemesi ve suyun temizlenerek kalitesini arttırmasıdır.

Diri örtü intersepsiyonu, eğer orman tabanında odunsu veya otsu bitki örtüsü mevcutsa gerçekleşir, ölü örtü **intersepsiyonu** ise ölü örtünün kalınlığı, ayrışma durumu, tipine bağlı olarak değişir ve ormanda ölü örtünün varlığına göre bu miktar göz ardı edilebilir veya dikkate alınabilir. Örneğin, Belgrad ormanındaki meşe meşceresi altında gelişen ölü örtü ağırlığının % 380'i, kayın meşceresinde ise ağırlığının % 392'si kadar su tutabilmektedir

(Özhan, 1977). Ölü örtü intersepsiyonu en çok kış sonu ve ilkbaharda gerçekleşir (Özdemir ve ark., 2018).

Optimal kuruluş

299 no'lu tebliğ: Ormanın olması gereken ideal durumunu ifade eder.

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Ormandan beklenen fayda ve fonksiyonları en iyi biçimde yerine getirmek üzere, bu hizmetlerin görülmesine tahsis edilen işletme sınıflarında bir bütün halinde sahip olması gereken meşcere kuruluşlarının düzenli biçimde bulunması halidir.

Gazipaşa Orman İşletme Şefliği 2016 Amenajman Planı: Modern anlamdaki süreklilik prensibine uygun, orman işletmesinin amaçlarını gerçekleştirmeye yarayan, ekolojik ve ekonomik koşullara uyan, meydana getirilmesinde ormancılık bilimlerinin ve tekniğinin gücünün yettiği bir orman kuruluşu ve modelidir.

Ölü örtü

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Orman tabanında henüz çürümeye başlamış ve fakat tam olarak ayrışmamış yaprak, kozalak, gövde ve dal parçalarından oluşan bitkisel kütledir. Orman tabanında, yaprak çürüntü ve humus tabakalarının tümünü kapsar. Bu tabakalar orman toprağının üstünde yer alırlar. Humus tabakasının mineral toprağa karıştığı kesim (Ah-horizonu) ölü örtüden sayılmaz. Ölü örtü sadece organik madde tabakasına verilmiş genel isimdir (Kantarıcı, 2000). Ölü örtü kalınlığı ve bileşenlerinin, hem yüzeysel akışları geciktirmek ve hem de yağmur suları içindeki toz parçacıklarını, ağır metalleri ve zehirli bileşikleri süzerek toprağa geçmesini önledikleri için içme suyunun miktar ve kalitesi üzerinde büyük etkisi vardır.

Perkolasyon

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Süzülme, suyun toprak ya da sediment tabakaları içinde hareket etmesidir (Eler, 2004).

Su üretimi

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Hidrolojide “su üretimi” kavramı genellikle akışla havzadan çıkan suyu kapsamaktadır. Suyun, bir havzaya yağış halinde düştüğü nokta ile havza çıkışı arasında, değişik aşamalarda havza içinde geçirdiği sürecin genel ifadesidir. Bu süreçte suyun büyük bir kısmı yüzeysel, yüzeyaltı ve taban suyu akışı ile durgun su ortamlarına ulaşırken bir kısmı da anakayanın çatlaklarından daha derinlere sızarak yerkabuğunun derinliklerindeki akiferlere ulaşır. Bu bağlamda ormancılık açısından üretilen suyun dört özelliğinden bahsetmek gerekir ki bunlar; su kalitesi, su verimi, akış değişkenliği ve akış rejimidir.

Su verimi

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Ormanlık bir alanın veya orman alanı içeren bir havzanın belli bir sürede (genellikle yıllık bazda) düşen yağışın ne kadarının akışa dönüştüğünü veya taban suyuna dahil olduğunu belirten bir kavramdır.

Tepe çatısından damlama

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Yağışların, tamamen doymuş hale gelen tepe çatısından aşağı doğru damlama şeklinde akmasıdır.

Transpirasyon

299 no'lu tebliğ: Bitkilerin kökleri ile topraktan aldıkları suyu yapraklarından buhar hâlinde atmosfere vermesini ifade eder.

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Ekosistem tabanındaki toprakta mevcut su ve mineral maddeleri kökleri vasıtasıyla alan bitkiler, yapraklarına getirdikleri bu maddeleri havadaki CO₂, ışık ve sıcaklığın ve bünyelerinde bulundurdıkları klorofilin yardımıyla ilk organik madde olan glikoza dönüştürürler. Fotosentez olarak anılan bu süreçte toprak suyunun iki işlevi bulunmaktadır. Şöyle ki; su hem toprak içindeki mineral madde iyonlarını yapraklara taşır, hem de bünyesindeki hidrojenin CO₂ ile reaksiyona girerek glikozun oluşmasına katkı verir. Bitkilerin açıklanan süreç sırasında tükettikleri su, transpirasyon (fizyolojik buharlaşma) olarak anılır.

Yaprak yüzey endeksi

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Ağaç tepelerindeki yaprakların toplam yüzeyinin birim toprak yüzeyine oranıdır. İğne yapraklı ağaçların yaprak yüzey endeksi yapraklılardan fazladır. Bu nedenle, yaz kuraklığı olan bölgelerde intersepsiyon yönünden avantaj yapraklı ormanlardadır.

Yeraltı suları

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Yeraltında geçirimsiz bir katman üzerindeki taşlar, çatlak kayaların gözenekleri ile kumlu ve milli katmanların boşlukları içinde tutulan sudur (Atalay, 2013).

Yüzeysel akış

ETFOP Teknik Terimler Sözlüğü, 2015: Topoğrafya, toprak ve yağış özelliklerine bağlı olarak toprağa sızmayan yağış sularının toprak üstünde eğim yönünde akışına yüzeysel akış adı verilmektedir.

Gazipaşa Orman İşletme Şefliği 2016 Amenajman Planı & 299 no'lu tebliğ: Orman örtüsünün yoğunluğu arttıkça su verimi de buna bağlı olarak azalmaktadır. Ormanlarda yağışın bir bölümü ağaçların tepe çatısı tarafından tutulmakta (intersepsiyon), buradan da toprağa ulaşmadan buharlaşmaktadır. Ayrıca ormanlar topraktaki suyun bir bölümünü de alarak terleme (transpirasyon) yolu ile kaybolmasına sebep olmaktadır. Ancak ormanın en önemli fonksiyonu su rejimini düzenlemesi, suyun az olduğu dönemlerde su kaynaklarını beslemesi ve suyun temizlenerek kalitesini arttırmasıdır.

EK-2. Türkiye’de Tamamlanmış Projeler

Ormanların Su ve Toprak Koruma Fonksiyonlarının Planlama Sürecine Entegrasyonu: Marmara Bölgesi Örnek Çalışması (2013-2018)

Toprak ve su kaynaklarının korunması ülkemizdeki orman ekosistemlerinin düzenleyici hizmetlerinden ön plana çıkanlarıdır. Marmara Ormancılık Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü ile İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi’nin birlikte yaptığı bu çalışma ile ormancılık ihtiyaçlarına cevap veren ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planlarında, erozyonu önleme ve su koruma fonksiyonu gören ormanlık alanların tespitinde kullanılacak ülkemiz koşullarına uygun kriterler belirlenerek yapılacak planların etkin ve verimli olmasının sağlanması amaçlanmıştır. Çalışmalar kapsamında, Marmara Bölgesinde yer alan orman ekosistemlerinin, toprak koruma ve su üretimi hizmetleri tüm yönleri ile ele alınmıştır. Proje kapsamında ormanlık havzalarda hidroekolojik ölçmeler 2 yıl süreli arazi çalışmaları ile yapılmıştır. Hidrolojik, ekolojik, sosyal ve ekonomik değişkenlerin entegre edildiği bir Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) veri tabanı çalışması da aynı zamanda tamamlanmıştır. Bulgular ve referans kaynaklardan elde edilen sonuçların harmanlandığı bir proje raporu hazırlanmış (Özdemir, 2018), yapılan çalıştay ile Enstitü ve Müdürlüğe sunulmuştur. Proje ile Marmara Bölgesinde yer alan orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetiminde su ve toprak koruma fonksiyonlarını ön plana çıkarmaya yönelik iklim değişikliği risklerinin de dikkate alındığı örnek bir planlama altyapısı geliştirilmiştir.

Sürdürülebilir Arazi Planlama Çalışmalarını Destekleyecek Bir İklim Değişikliği-Ekosistem Hizmetleri Yazılımının Geliştirilmesi (2013-2016)

İstanbul gibi dalgalı bir topoğrafya ve heterojen bitki örtüsüne sahip bir kentte; düzenleyici (örn. sel-taşkın kontrolü), yarar sağlayıcı (örn. su üretimi), kültürel (örn. rekreasyon) ve destekleyici (su ve besin maddesi döngüleri) birçok ekosistem hizmeti farklı oranlarda insanlara sunulmaktadır. Bu 112Y096 nolu TÜBİTAK araştırma projesinde kapsam su ve iklimle ilgili ekosistem hizmetleri ile sınırlandırılmıştır. Su verimi (suyun miktarının düzenlenmesi), su kalitesinin düzenlenmesi, sel ve taşkın riskinin önlenmesi, toprak koruma (erozyonun önlenmesi) ve karbon tutumu hizmetleri her bir arazi kullanımı için değerlendirilmiştir. Bu ekosistem hizmetlerinin ölçülebilirliği, sayısallaştırılması, entegrasyonu ve son olarak da planlama süreçlerine dahil edilmesini kapsayan projede, çalışma alanı olarak İstanbul’da bulunan Alibeyköy, Kağıthane ve Sazlıdere havzaları seçilmiştir.

Projede 10 iş paketi yer almaktadır. Birinci iş paketinde çalışılacak alt havzaların belirlenmesi, ikinci pakette hidrolojik risk analizi, üçüncü pakette su kalitesi izlemesi ve dere etütleri, dördüncü ve beşinci paketlerde seçilen alt havzalarda ekosistem hizmetlerinin arazi ve CBS yöntemleriyle değerlendirmesi, altıncı pakette ise iklim değişikliği bileşeninin ele alınması planlanmıştır. Yediden ona kadarki dört iş paketinde ise; risk analizi ve ekosistem hizmetleri çalışmalarının planlama sürecine dahil edilmesi, daha sonra da iklim modülünün entegrasyonu sonrasında yazılımın hazırlanması ve test edilmesi yer almaktadır. Bu araştırma projesinin temel çıktısı özgün bir yazılımdır (<http://ekosistem.sinerjisoft.com.tr/>). Bu yazılımın geliştirilecek modeli ifade etmesi ve pratik bir planlama destek aracı olarak kullanılması amaçlanmıştır.

Ormanların Su Kullanımı Bağlamında Sürdürülebilir Orman Yönetimi Uygulamaları için Orman Genel Müdürlüğü'nün Kapasitesinin Geliştirilmesi Projesi (2012–2013)

Projenin ana hedefi, ormanların amenajmanı ve su kaynaklarının sürdürülebilirliğine yönelik politika ve stratejilerin gözden geçirilmesidir. Bu kapsamda, iklim değişikliğinin orman ve su etkileşimi üzerindeki potansiyel etkilerine, çölleşme ile biyolojik çeşitlilik kaybına ve iklim değişikliği uyum ve azaltım çalışmalarına katkı yapılması amaçlanmıştır. Ağaçlandırma ve yeniden ormanlaştırma programlarının; su kaynaklarının niteliği ve niceliği, sellerin azaltılması ve toprak üzerindeki etkileri açısından değerlendirilmesi, sürdürülebilir orman yönetimi, kamu ortaklıkları ve özel ortaklıklar aracılığıyla; ormanların, su, toprak ve yerel düzeyde meydana gelen suyla bağlantılı doğal afetlerin azaltılması açısından koruyucu işlevinin belirtilmesi, Sürdürülebilir Orman Yönetimi (SOY) kapsamında ekosistemlerin devamlılığına ve hizmetlerinin sürdürülebilir bir şekilde sağlanmasına katkıda bulunan orman ve su ekosistemi yönetimine ilişkin politika seçeneklerini belirlemek için paydaş toplantılarının düzenlenmesi, SOY kapsamındaki su ve orman ilişkisini güçlendirmek için var olan kurumsal düzenlemelerin geliştirilmesi amacıyla alternatiflerin oluşturulması, su ve orman etkileşimlerinin anlaşılması ve bu konudaki bilgilerin arttırılması için eğitim materyallerinin geliştirilmesi, araştırma ve yayım hizmetlerinin arttırılması, ormanların su ortamlarının iyileştirilmesi açısından potansiyelleri ve sürdürülebilir yönetimi hususlarında yerel yönetimlerle görüşerek farkındalığın arttırılması projenin faaliyetleridir.

Proje süresince büro çalışmalarının yanı sıra, toplantı ve çalıştaylar düzenlenmiş, yurtdışı teknik inceleme gezileri düzenlenmiştir. Projenin sonunda su ve orman etkileşimiyle ilgili teknik terimler sözlüğü, danışmanların hazırladığı sentez bir rapor ve uygulama alanı seçme kriterleri raporu hazırlanmıştır.

Orman ve Su Fonksiyonu Uygulama Projesi (2013–2014)

OGM Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı'nın yürüttüğü ve Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı Türkiye Ülke Ofisi'nin (UNDP Türkiye) uygulamasını yaptığı bu projenin ana hedefi, iklim değişikliği, orman-su etkileşimi konularında kapasite geliştirme ve pilot orman amenajman planının hazırlanmasıdır. Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğü Karadere Orman İşletme Müdürlüğü *Handüzü Orman İşletme Şefliği* ve Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü *Bostan Orman İşletme Şefliği* Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarına hidrolojik fonksiyonun entegrasyon, OGM, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ve Devlet Su İşleri (DSİ) katılımı ile teknik anlamda iyi uygulama örneklerinin ziyaret edilmesi, farkındalığın artırılması amacıyla iletişim ve teknik dokümanların hazırlanması ve OGM, Su Yönetimi Genel Müdürlüğü ve DSİ katılımı ile teknik çalıştayların düzenlenmesi projenin faaliyetleri arasındadır.



www.dkm.org.tr

Ormanların Su Fonksiyonu için Planlama Projesi

Proje; Doğa Koruma Merkezi ve Orman Genel Müdürlüğü ortaklığında yürütülmüştür. Proje kapsamında, orman ekosistemlerinin hidrolojik fonksiyonunun orman amenajman planlarına entegrasyonu için gerekli altyapının geliştirilmesi ve pilot bir çalışma ile uygulanması amaçlanmıştır.

Coca Cola Vakfı'nın desteğiyle başlayan çerçeve proje, Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı Küresel Çevre Fonu Küçük Destek Programı'nın desteğiyle İzmir Orman Bölge Müdürlüğü Bayındır Orman İşletme Müdürlüğü'nde uygulanmıştır.