“Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi”

Orman Ekosistem Hizmetlerinin Amenajman Planlarına Entegrasyonu Teknik Raporu

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü

Orman Ekosistem Hizmetlerinin Amenajman Planlarına Entegrasyonu Teknik Raporu: Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü

(c) Her hakkı saklıdır.

Kaynakça Bilgisi: Pamukçu Albers, P., Lise, Y., Balkız, Ö. 2019. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Amenajman Planlarına Entegrasyonu Teknik Raporu: Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.

Fotoğraflar: © Yıldıray Lise

Bu yayın, kaynağı aynen belirtilmek koşuluyla telif hakkı sahibinin yazılı izni olmadan eğitim amaçlı ve ticari olmayan diğer amaçlarla çoğaltılabilir.

Bilgi için:

www.ogm.gov.tr

www.tr.undp.org

www.dkm.org.tr

www.entegreormanyonetimi.com

Orman Ekosistem Hizmetlerinin Amenajman Planlarına Entegrasyonu Teknik Raporu: Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü; Küresel Çevre Fonu (GEF) finansal desteği ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile iş birliği içinde yürütülen “Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi” kapsamında Doğa Koruma Merkezi Vakfı tarafından hazırlanmıştır.

Ekosistem hizmetleri çalışmalarımız sırasında masabaşı ve arazi çalışmalarımızda bizlere yardımcı olan Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Daire Başkanlığı Takip ve Kontrol Şube Müdürü Tamer ERTÜRK’e, Dış ilişkiler, Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı Dış Kaynaklı Projeler Şube Müdürü Ramazan BALI’ya, Odun Dışı Ürün ve Hizmetler Dairesi Başkanı Özgür BALCI’ya, Envanter Planlama Şube Müdürü Galip Çağtay TUFANOĞLU’na, Ekosistem Hizmetleri Şube Müdürü Umut Ahmet ŞEKERCAN’a, Ekoturizm Şube Müdürü Alper AKGÜN’e ve Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı Stratejik Planlama Şube Müdürü Alper Tolga ARSLAN’a teşekkür ederiz..

ÖNSÖZ

Kısa adı “Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi” olan “Türkiye’de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanları Entegre Yönetim Projesi”, Küresel Çevre Fonu (GEF) finansal desteği ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile iş birliği içinde yürütülmektedir. Proje ile Akdeniz ormanlarında iklim değişikliği ve biyolojik çeşitlilik fonksiyonlarını ön planda tutan örnek bir entegre orman yönetim modelinin geliştirilmesi, Akdeniz ormanlarında karbon tutumunun artırılması ve sera gazı emisyonunun azaltılmasına katkı sağlanması hedeflenmektedir.

“Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi” kapsamında orman ekosistem ürün ve hizmetlerinin haritalanması ve planlama çalışmalarının orman amenajman planlarına entegrasyonuna yönelik bilgi ve veri üretilmesi çalışmaları, proje ortağı Doğa Koruma Merkezi Vakfı tarafından yürütülmektedir. Bu çalışmalar kapsamında projenin 5 pilot orman işletme müdürlüğünde orman ekosistemi tarafından farklı sektörlere sağlanan ürün ve hizmetlerin mekânsal olarak haritalanması; yereldeki uzmanların bilgisinin sürece dahil edilmesi; Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında haritaların oluşturulması; orman fonksiyonlarının ve hizmetlerinin Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri (SOY-KG) ile ilişkilendirilmesi; üretilen bilginin orman amenajman planlarına nasıl entegre edilebileceği sürecinin tanımlanması ve nihai haritalar ile planlama önerilerinin oluşturulması hedeflenmiştir.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü özelinde orman ekosisteminin farklı sektörlere sağladığı faydaların haritalanması çalışmalarına bölgedeki uzmanların bilgisinin en etkin şekilde dahil edilmesi için toplantılar yapılmıştır. Toplantılarda yürütülecek tartışma ve değerlendirmelere destek sağlaması amacıyla bir de kitapçık hazırlanmıştır. Kitapçıkta ekosistem ürün ve hizmetleri tanımlanmış, orman ekosistemlerinin sağladığı ürün ve hizmetler ile orman fonksiyonlarının ilişkisi ve Akdeniz ormanlarının sağladığı ekosistem hizmetleri anlatılmıştır. Ayrıca Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki orman ekosisteminin bölgedeki tarım, hayvancılık ve turizm gibi diğer hangi sektörlere nasıl katkı verdiğine dair örnekler verilmiştir. Son olarak proje çerçevesinde Köyceğiz’de gerçekleştirilecek haritalama çalışmasının odaklandığı ekosistem ürün ve hizmetlerine yer verilmiştir.

YÖNETİCİ ÖZETİ

Son yıllarda ekosistem ürün ve hizmetlerinin haritalandırılması ve çok sektörlü planlama çalışmalarında mekansal bir planlama aracı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Türkiye'nin Akdeniz ormanları, odun ve odun dışı orman ürünleri, karbon tutma ve biyolojik çeşitlilik değerlerinin yanı sıra birçok farklı sektöre ekosistem ürün ve hizmetleriyle katkı sağlamaktadır. "Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi" kapsamında yapılan bu çalışmada Türkiye'de ilk kez 5 orman işletme müdürlüğü orman ekosistemlerinin farklı sektörlere nasıl katkı verdiğine dair bilgi bir mekânsal haritalama kapsamında ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda yapılan literatür çalışmaları, uzman görüş ve alan deneyimleri doğrultusunda değerlendirmeler, modelleme çalışmaları, arazide yerinde doğrulama çalışmaları ve uzmanların bir araya getirildiği çalıştaylar, çalışmanın başlıca yöntemini oluşturmaktadır. Söz konusu orman ekosistemi hizmetlerinin mevcut ve potansiyel durumu masabaşında yapılan literatür araştırmaları ve model çalışmaları ile haritalandırılmıştır. Yerel yönetici ve uzmanlarla bilgi desteği almak ve alan deneyimlerini toplamak için yapılan toplantılar ve haritalar üzerinde çalışmalar ile arazide yapılan doğrulama çalışmaları doğrultusunda ekosistem hizmetleri haritaları nihai hale gelmiştir.

Orman ekosistemleri, ayrıntılı çalışılan ekosistemler arasında gelmekte; orman ekosistemleri hizmetlerinin ormanların planlanmasına ve yönetimine entegrasyonu, ulusal ve uluslararası ölçekte gittikçe önem kazanmaktadır. Orman ekosistemleri ürün ve hizmetlerinin belirlenmesi, haritalanarak mekânsal bilgi üretilmesi ve bu bilginin ormancılık, tarım ve hayvancılık, içme suyu ve turizm ve rekreasyon sektörlerinden faydalandığı ve katkısının belirlenmesi planlama sürecinde orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimine yönelik önemli bir planlama aracıdır. 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.

Haritalama çalışmalarında izlenebilecek yol şu şekilde özetlenebilir:

I. Orman İşletme Müdürlüğünde orman ekosistem hizmetleri ve hangi sektörlere nasıl fayda sağladığı belirlemek,

II. Ulusal ve uluslararası literatür incelenerek uygun ekosistem hizmetleri modelleme ve haritalama yaklaşım ve yöntemleri belirlemek.

III. Bazı ekosistem hizmetleri için modelleme çalışmalarını yapmak,

IV. Ormancılık ve ilgili diğer sektörler (örn. tarım ve turizm) ile ilgili uzmanlardan bilgi desteği almak ve alan deneyimlerini toplamak için çalıştay ve toplantılar düzenlemek,

V. Belirlenen yöntemler doğrultusunda seçilen hizmetlerle ilgili arazide doğrudan veri toplamak ve toplanan bu verilerin analiz ve değerlendirmelerini modelleme çalışmalarında kullanmak,

VI. Ekosistem hizmetlerini mekânsal olarak haritalamak ve orman ekosistemlerinin farklı sektörlere olan katkılarını belirlemek,

VII. Modelleme çalışmaları sonucunda çıkan bulguları, orman işletme müdürlüğü uzmanlarıyla birlikte arazi çalışmaları ve çalıştaylarla son haline getirmek,

VIII. Ekosistem hizmetlerinin orman amenajman planlarına entegrasyonu için öneriler geliştirilerek planlarda yer alması sağlamak.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nde gerçekleştirilen ekosistem hizmetleri çalışmaları bu kitapta yer almaktadır. Kitabın birinci bölümünde, ekosistem hizmetlerinin tanımı, sınıflandırması ve örnekleri verilmiştir. Ekosistem hizmetlerinin haritalanması ve mekansal olarak değerlendirilmesinin ve orman amenajman planlarına entegrasyonunun gerekliliği anlatılmıştır. Proje alanı ve arazi kullanımları ile ilgili genel bilgiler ikinci bölümde verilmiştir. Üçüncü bölümde, ormanların tedarik hizmetleri, düzenleyici hizmetler ve kültürel hizmetleri başlıkları altında değerlendirilen orman ekosistem hizmetlerinin çalışma kapsamında yapılan masabaşı ve arazi çalışmaları, toplantılar ve bu çalışmaların bulguları yer almaktadır. Kitabın dördüncü bölümünde ise orman ekosistem hizmetlerinin sektörlere olan katkılara ve bu kapsamdaki yönetim ve planlama önerilere yer verilmektedir.

İçindekiler

1. GİRİŞ 9
2. GENEL BİLGİLER 12
2.1. Proje Alanı 12
2.2. Arazi Kullanımı 16
3. YÖNTEM VE BULGULAR 19
3.1. Tedarik Hizmetleri 22
3.1.1. Biyolojik hammadde (Odun üretimi) 22
3.1.2. Odun dışı orman ürünleri 23
3.1.3. Yem ve otlatma için uygun otsu bitki örtüsü varlığı 26
3.1.4. İçme ve kullanma suyu (Tatlısu) 27
3.2. Düzenleyici Hizmetler 30
3.2.1. Erozyon kontrolü (Toprak koruma) 30
3.2.2. Suyun akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi 40
3.2.3. Karbon tutumu 61
3.2.4. Zararlıların azaltılması 67
3.2.5. Biyolojik çeşitliliğin sağlanması 68
3.2.6. Hava kalitesinin düzenlenmesi 70
3.3. Kültürel Hizmetler 73
3.3.1. Turizm ve rekreasyon 73
4. SONUÇ VE ÖNERİLER 85
4.1. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Ormancılık Sektörüne Etkileri 87
4.2. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Tarım ve Hayvancılık Sektörüne Etkileri 88
4.3. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Turizm ve Rekreasyon Sektörüne Etkileri 89
4.4. Orman Ekosistem Hizmetlerinin İçme ve Kullanma Suyu Sektörüne Etkileri 90
KAYNAKÇA 91
EKLER 94

Şekil Listesi

Şekil 1. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nün coğrafi konumu. 12
Şekil 2. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nün coğrafi konumu. 13
Şekil 3. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü uydu görüntüsü. 13
Şekil 4. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü orman işletme şeflikleri. 14
Şekil 5. Proje alanı yükseklik dağılımı. 15
Şekil 6. Proje alanı eğim grupları. 16
Şekil 7. Proje alanı arazi kullanım tipleri. 17
Şekil 8. Köyceğiz orman ekosistemi tarafından sağlanan biyolojik hammadde (Köyceğiz OİM amenajman planları, 2017). 23
Şekil 9. Köyceğiz orman ekosistemi önemli odun dışı orman ürünlerinin dağılımı ve bal ormanı. 24
Şekil 10. Yem ve otlatma için uygun bitki örtüsü varlığı. 26
Şekil 11. Alt havzalar ve akarsular. 28
Şekil 12. Köyceğiz orman ekosisteminde bulunan içme ve kullanma suyu tedariği hizmetini sağlayan su kaynakları. 29
Şekil 13. Köyceğiz ormanları hidrolojik orman fonksiyonları. 30
Şekil 14. Köyceğiz orman ekosistemi toprak kaybı riski haritası. 34
Şekil 15. Köyceğiz orman ekosistemi toprak koruma hizmeti. 35
Şekil 16. Köyceğiz orman ekosistemi toprak kaybı riski ve genel orman fonksiyonları. 35
Şekil 17. Kargıcak çayı mikrohavzası toprak kaybı riski. 36
Şekil 18. Sel-taşkın riskinin havzalar arasındak karşılaştırmalı dağılımı. 45
Şekil 19. Köyceğiz ormanları su tutumu hizmeti dağılımı. 50
Şekil 20. Sarıöz arkı mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler. 52
Şekil 21. Sarıöz arkı mikrohavzası alınacak sel-taşkın riski ve toprak kaybı önlemi. 53
Şekil 22. Kargıcak çayı mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler. 54
Şekil 23. Kargıcak çayı mikrohavzası alınan sel-taşkın riski ve toprak kaybı önlemi. 55
Şekil 24. Kargıcak çayında yapılan seddeler. 56
Şekil 25. İnecik çayı mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler. 57
Şekil 26. Yuvarlakçay mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler. 58
Şekil 27. Köyceğiz ormanları mevcut ve potansiyel turizm ve rekreasyon hizmetleri. 77
Şekil 28. EcoTrail yürüyüş ve bisiklet rotaları ile rotaların geçtiği meşcereler. 79
Şekil 29. Kavakarası yürüyüş rotası. 81
Şekil 30. Meşcere haritasında Kavakarası yürüyüş parkuru. 83
Şekil 31. Topografik haritada Kavakarası yürüyüş parkuru. 83
Şekil 32. Ekoturizm alanı çevresi korunan alanlar. 84

Tablo Listesi

Tablo 1. Köyceğiz OİM sınırları içindeki arazi kullanım tipleri (Köyceğiz OİM amenajman planı, 2013). 16

Tablo 2. Köyceğiz OİM orman alanlarının ve orman dışı alanların verileri (Köyceğiz OİM amenajman planları, 2013). 18

Tablo 3. Toprak erodibilite faktörü (K) değerleri (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü). 32

Tablo 4. Bitkisel ürün faktörü (C) değerleri (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü). 33

Tablo 5. Köyceğiz ormanları için toprak koruma önerileri. 38

Tablo 6. Biyolojik çeşitlilik ve toprak korumaya yönelik müdahaleler ve sınırlandırmalar tablosu. 39

Tablo 7. Hidrolojik toprak gruplarının belirlenmesindeki kriterler (Özdemir (2007) deki HTG'lere ait tablo geliştirilerek revize edilmiştir.). 48

Tablo 8. Arazi kullanımları için su tutumlarının hesaplanması. 49

Tablo 9. Toplam plan ünitesi ormanlarında karbon birikim miktarının hesaplanması (Köyceğiz Amenajman Planları/Tablo 8, 2013). 61

Tablo 10. Toplam plan ünitesi ormanlarında biyokütle ve karbon miktarının hesaplanması (Köyceğiz Amenajman Planları, Tablo 8, 2013). 62

Tablo 11. Köyceğiz OİM orman alanları için 2017 yılı için karbon tutumu. 63

Tablo 12. Ölü örtü karbon miktarı katsayıları. 65

Tablo 13. Topraktaki organik karbon stokunun hesaplanması. 65

Tablo 14. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı için karbon hesapları. 66

Tablo 15. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı meşcereler için silvikültürel müdahale olması durumunda hektardaki değerler örnek tablosu. 66

Tablo 16. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı meşcereleri için silvikültürel müdahale olması durumunda alandaki yaklaşık değerler örnek tablosu. 67

Tablo 17. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı meşcereleri için hesaplanan karbon stok ve karbon stok değişimi değerleri. 67

Tablo 18. Biyolojik çeşitlilik çalışmaları için hedef türler ve tehlike kategorileri. 68

Tablo 19. Köyceğiz OİM orman alanları 2013 yılı için Oksijen üretim miktarı (Köyceğiz Amenajman Planları/Tablo 8, 2013). 70

Tablo 20. Toplam plan ünitesinde biyokütle artım miktarının ve Oksijen üretiminin hesaplanması (Köyceğiz Amenajman Planları/Tablo 8, 2013). 71

Tablo 21. Köyceğiz OİM orman alanları 2017 yılı için Oksijen üretim miktarı. 71

Tablo 22. Köyceğiz yürüyüş ve bisiklet yolları ekoturizm ve rekreasyon fonksiyonu bölmeler için öneriler. 80

Tablo 23. Köyceğiz OİŞ yürüyüş ve bisiklet yolları ekoturizm ve rekreasyon fonksiyonu bölmecikler için öneriler. 80

Kısaltma Listesi

C	Bitkisel ürün faktörü
CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
K	Toprak erodibilite faktörü
OBM	Orman Bölge Müdürlüğü
ODÜH	Odun Dışı Ürün ve Hizmetler
OİM	Orman İşletme Müdürlüğü
OİŞ	Orman İşletme Şefliği
SOY-KG	Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri

1. GİRİŞ

Ekosistemler, canlı ve cansız çevrenin hem kendi aralarındaki hem de birbirleri ile olan ilişki ve etkileşimlerinin bütünüdür. Ekosistemlerin insanlara sağladığı yararlar ise "ekosistem hizmetleri" olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle, ekosistem hizmetleri, mevcut ekosistemlerden, insanların talepleri ve ihtiyaçları doğrultusunda sağladığı ürün ve hizmetlerin tümüdür.

Dünya üzerinde toplam kaç tane ekosistem hizmeti olduğu hala tam olarak bilinmese de, bu konudaki en önemli yayınlardan sayılan "Binyıl Ekosistem Değerlendirmesi Raporu"nda ekosistem hizmetleri 4 grupta ele alınmaktadır (MEA, 2005; diğer sınıflama tipleri için bkz Ek-1):

1. Tedarik hizmetleri
2. Düzenleyici hizmetler
3. Kültürel hizmetler
4. Destekleyici hizmetler

Tedarik hizmetleri, ekosistemlerden doğrudan sağlanan ürünlerdir. Gıda üretimi, biyolojik hammadde ve su üretimi ekosistemlerin sağladığı bazı tedarik hizmetleridir. **Düzenleyici hizmetler** ise, doğal süreçlerin sonuçlarından elde edilen hizmetlerdir. Hava kalitesinin düzenlenmesi, iklimin düzenlenmesi ve su akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi gibi hizmetler ekosistemleri düzenleyici hizmetlerinden birkaçıdır. **Kültürel hizmetler,** rekreasyon, ekoturizm veya estetik değerler gibi ekosistemlerin insanlara kültürel ya da manevi olarak verdikleri hizmetlerdir. **Destekleyici hizmetler** ise tüm ekosistem hizmetlerini destekleyen doğal unsur ve süreçlerdir. Net birincil üretim ya da su döngüsü destekleyici hizmetlere örnek olarak verilebilir.

İnsanların ekosistemler üzerindeki bu talep ve ihtiyaçları gün geçtikçe artmakta; bu artış, ekosistemler ile insanlar arasındaki bağlantı olan ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir bir yaklaşımla ele alınması ihtiyacını gerektirmektedir. Doğal kaynakların sürdürülebilir bir yaklaşımla kullanılması ise ancak ekosistemlerin ve ekosistemlerden sağlanan hizmetlerin belirlenmesi ve durumunun ortaya konması ile mümkündür. Ekosistemler ve ekosistem hizmetlerinin belirlenmesinden sonraki aşama ise koruma-kullanma ilkesinde planlama ve yönetim kararları vermektir.

Ekosistemlerin ve ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi, doğal etkiler ve özellikle arazi örtüsü üzerinde insan aktivitelerinin sonuçları olarak ortaya çıkan ve ekosistemleri ve/veya ekosistem hizmetlerini doğrudan veya dolaylı olarak etkileyen arazi kullanımları ve arazi kullanım değişiklikleri göz önüne alındığında çok sektörlü,

çok ölçekli ve çok yaklaşımlı yöntemleri beraberinde getirmekte; hizmetlerin haritalanması ve mekânsal olarak değerlendirilmesi ihtiyacını doğurmaktadır.

Bu çalışmada orman ekosistemlerinin sağladığı ürün ve hizmetler planlama araçları olarak kullanılmış; orman ekosistemlerinin hizmetleri haritalanmış ve farklı sektörlere (ormancılık, tarım ve hayvancılık, avcılık, içme ve kullanma suyu, turizm ve rekreasyon) olan katkıları belirlenmiştir. Yapılan çalışma literatür verilerinin değerlendirilmesi, geliştirilen model ve yöntemlerle orman ekosistem hizmetleri haritalarının hazırlanması, arazi çalışmaları ve yereldeki uzmanların katkı ve değerlendirmeleri ile modelleme çalışmalarının son haline getirilmesi aşamalarından oluşmaktadır. Elde edilen haritaların orman amenajman planlarına nasıl entegre edilebileceğinin bu süreçte tanımlanması hedeflenmiş, bu kapsamda üretilen teorik bilgilerin ormancılık uygulamaları pratiğine aktarılmasının yolları aranmıştır.

Proje kapsamında orman ekosistem hizmetlerinin haritalanması ve planlama çalışmalarına entegrasyonu çalışmaları, proje ortağı Doğa Koruma Merkezi Vakfı tarafından yürütülmüştür. Bu çalışmalarda orman ekosistemlerinin sağladığı hizmetler planlama sürecinde etkin olarak kullanılmıştır. Çalışmaların temel hedefi, pilot alanlardaki orman ekosistemlerinin farklı sektörlere (ormancılık, tarım ve hayvancılık, içme ve kullanma suyu, turizm ve rekreasyon, avcılık) olan katkılarının belirlenmesi ve orman amenajman planlarına orman ekosistemlerinden sağlanan hizmetlere yönelik öneriler yapılmasıdır. 5 pilot alanda yapılan modelleme ve arazi çalışmaları ile;

I. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğünde orman ekosistem hizmetleri ve hangi sektörlere nasıl fayda sağladığı belirlendi.

II. Ulusal ve uluslararası literatür incelenerek uygun ekosistem hizmetleri modelleme ve haritalama yaklaşım ve yöntemleri belirlendi. Modelleme çalışmaları, orman ekosistemlerinin suyun akışının ve miktarının düzenlenmesi (su tutumu ve sel-taşkın riskinin azaltılması), toprak kaybının azaltılması ve rekreasyon ve turizm potansiyelinin haritalandırılması için yapıldı.

III. Ormancılık ve ilgili diğer sektörler (örn. tarım ve turizm) ile ilgili uzmanlardan bilgi desteği almak ve alan deneyimlerini toplamak için çalıştay ve toplantılar düzenlendi.

IV. Belirlenen yöntemler doğrultusunda seçilen hizmetlerle ilgili arazide doğrudan veri toplandı ve modelleme çalışmalarında kullanıldı.

V. Ekosistem hizmetleri mekânsal olarak haritalandı ve orman ekosistemlerinin farklı sektörlere olan katkıları belirlendi. Altlık coğrafi veriler ve orman amenajman haritaları kullanılarak tarımsal zararlıların kontrolü, tozlaşma ve diğer ekosistem hizmetlerinin (biyolojik hammadde –odun üretimi-, odun dışı orman ürünleri, yem ve otlama için uygun otsu bitki örtüsü varlığı, içme ve kullanma suyu -tatlısu-) haritaları hazırlandı. Orman ekosistemlerinin sağladığı karbon tutumu ve hava kalitesinin düzenlenmesi hizmetleri ise mevcut ve önceki amenajman planları hesaplamalarının karşılaştırmasıyla değerlendirildi. Modelleme çalışmaları sonucunda çıkan bulgular, orman işletme müdürlüğü uzmanlarıyla birlikte arazi çalışmaları ve çalıştaylarla son haline getirildi.

VI. Ekosistem hizmetlerinin orman amenajman planlarına entegrasyonu için öneriler geliştirilerek planlarda yer alması sağlandı.

Ayrıca Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü orman ekosistemlerinin turizm ve rekreasyon hizmeti çalışmaları kapsamında EcoTrail yürüyüş ve bisiklet rotalarının çevresindeki bölmeciklere yapılan masabaşı ve arazi çalışmaları sonucunda amenajman planlarında “doğa spor alanları” fonksiyonu verilmiştir. Kavakarası ekoturizm alanı “doğa yürüyüş parkuru” (yaklaşık 19 km) için “Ekoturizm Alanı Yönetim Planı” hazırlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Proje Alanı

"Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi" kapsamında ekosistem hizmetlerinin orman amenajman planlarına entegrasyonu çalışmaları DKM tarafından Muğla Orman Bölge Müdürlüğü Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarında gerçekleştirilmiştir.

Muğla Orman Bölge Müdürlüğü (Şekil 1), 1951 yılında Muğla, Aydın ve Denizli illerini kapsayacak şekilde kurulmuştur. 1967 yılında Bölge Müdürlüğü sınırları Aydın ve Muğla illeri mülki sınırlarını içine alacak şekilde düzenlenmiştir. Coğrafi olarak kuzeyinde İzmir Orman Bölge Müdürlüğü, doğusunda Denizli, Isparta ve Antalya Orman Bölge Müdürlükleri, güneyinde Akdeniz, batısında ise Ege Denizi yer almaktadır.

Şekil 1. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü'nün coğrafi konumu.

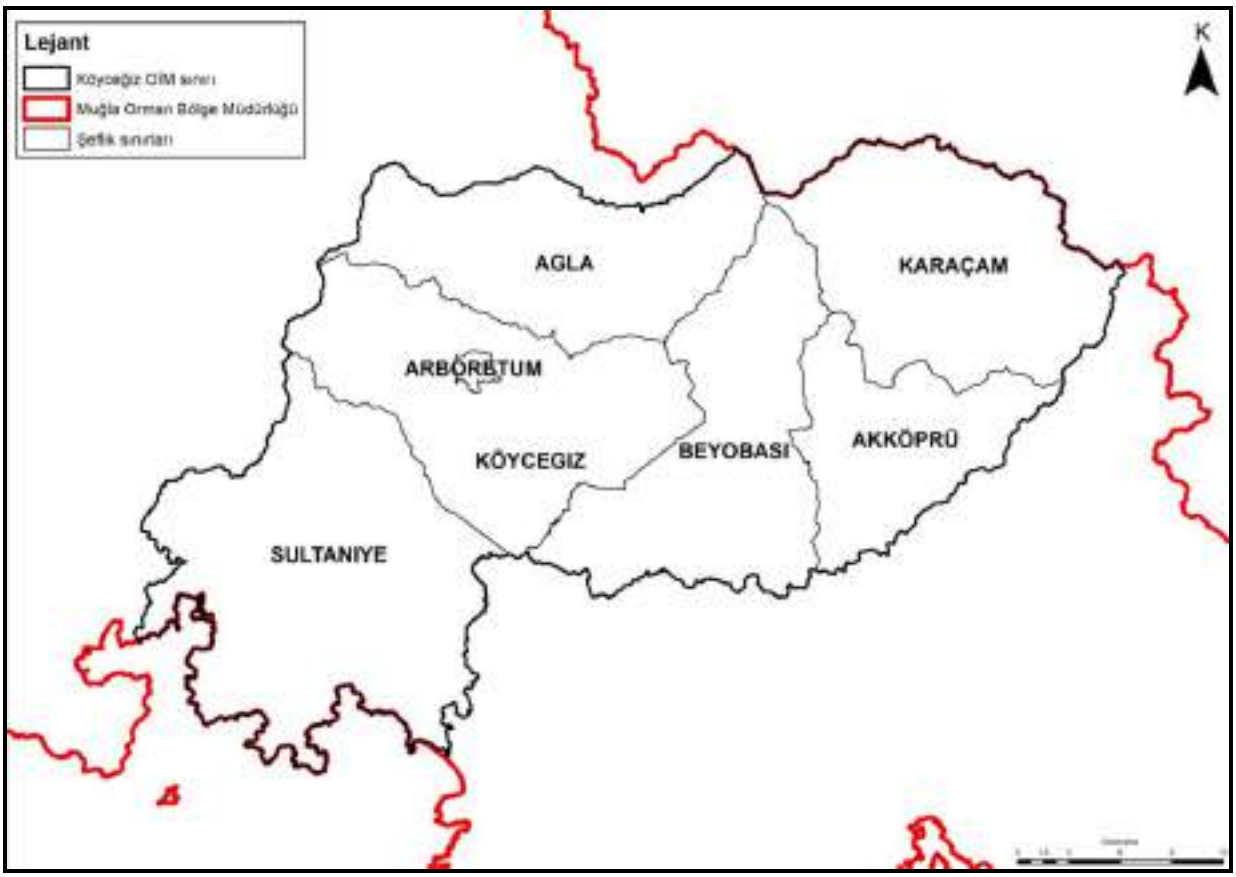
Proje alanı, Muğla Köyceğiz'de Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarıdır (Şekil 2 ve Şekil 3). Yaklaşık 1.185 km² lik bir alana sahip olan proje alanı 36º 47' ve 36º 6' kuzey enlemleri ile 28º 24' ve 29º 4' doğu boylamları arasında yer almaktadır. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nün güneyinde Dalaman Orman İşletme Müdürlüğü (Muğla Orman Bölge Müdürlüğü), doğusunda Çameli Orman İşletme Müdürlüğü ve Acıpayam Orman İşletme Müdürlüğü (Denizli Orman Bölge Müdürlüğü), kuzeyinde Eskere Orman

İşletme Müdürlüğü (Denizli Orman Bölge Müdürlüğü) ve Yılanlı Orman İşletme Müdürlüğü (Muğla Orman Bölge Müdürlüğü) ve batısında ise Muğla Orman İşletme Müdürlüğü ve Marmaris Orman İşletme Müdürlüğü (Muğla Orman Bölge Müdürlüğü) yer almaktadır.

Şekil 2. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nün coğrafi konumu.

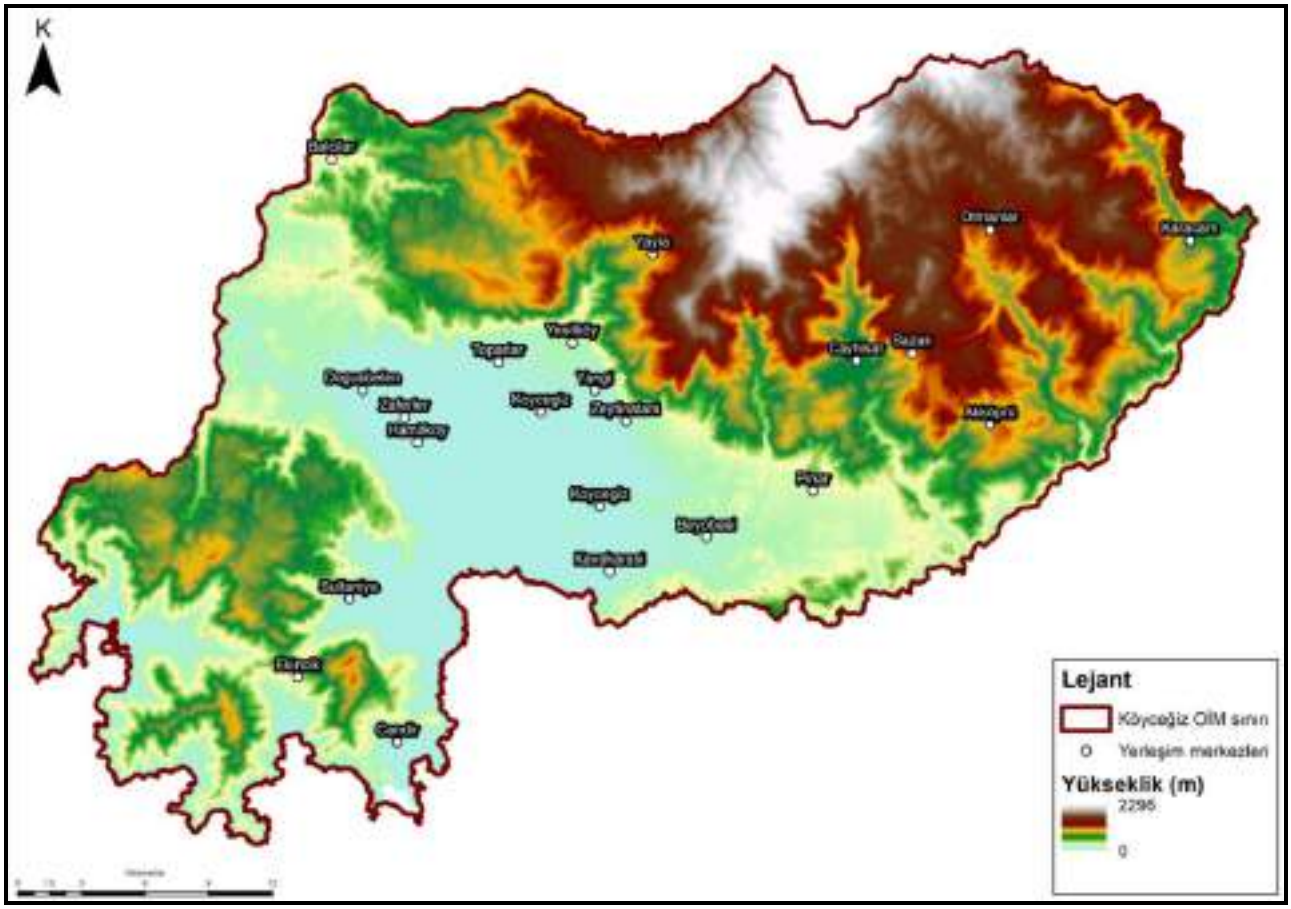
Şekil 3. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü uydu görüntüsü.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü, Ağla, Akköprü, Beyobası, Karaçam, Köyceğiz, Sultaniye ve Yunus Emre Arboretum Orman İşletme Şeflikleri sınırlarını kapsamaktadır (Şekil 4).



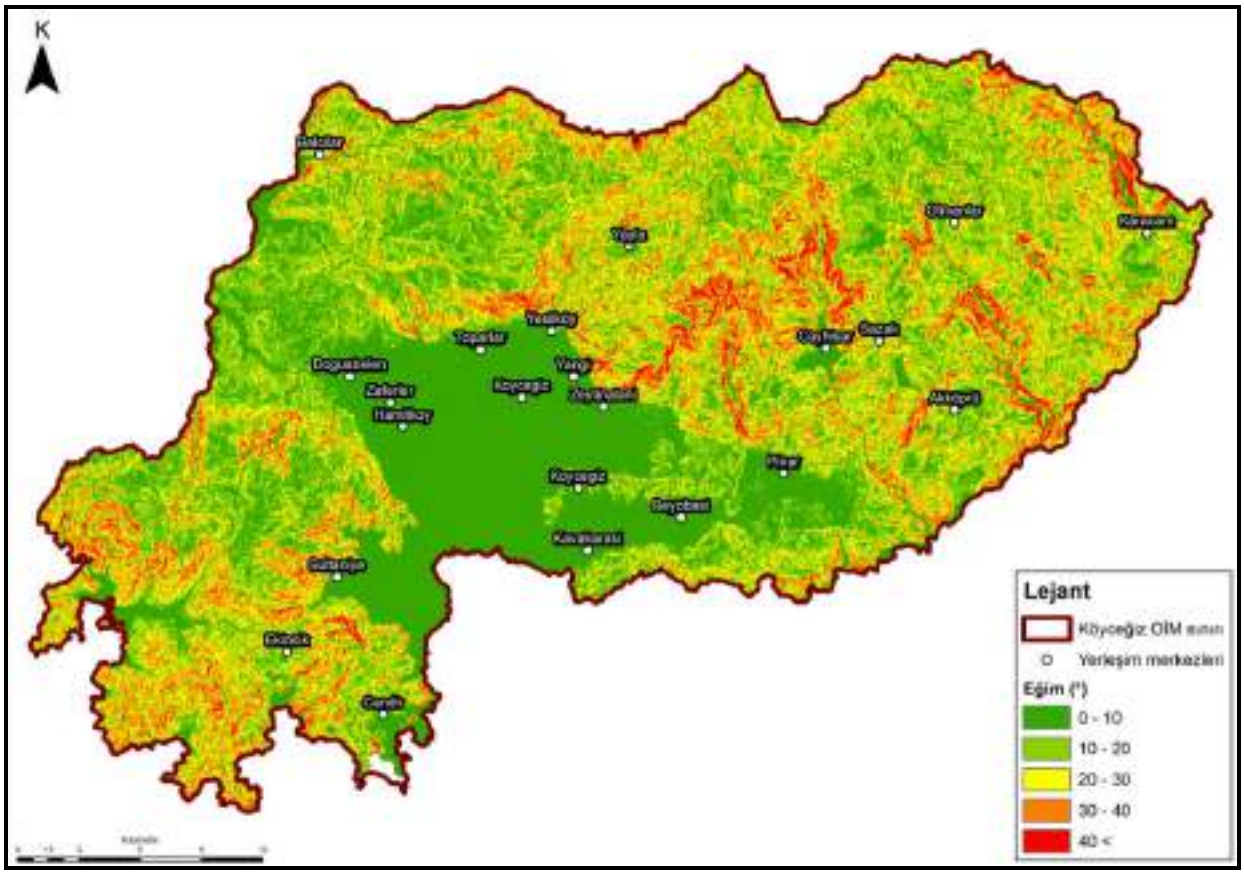
Şekil 4. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü orman işletme şeflikleri.

İşletme müdürlüğü sınırları içinde yükseklik 0 ila 2.296 m arasında değişmektedir (Şekil 5). Sandras Dağı, alandaki en yüksek rakımı oluştururken, Köyceğiz Gölü ve çevresi en düşük rakımda bulunmaktadır.



Şekil 5. Proje alanı yükseklik dağılımı.

Sınır içinde düz alanlar olduğu gibi %70 eğime kadar eğimli alanlar da mevcuttur (Şekil 6). Alandaki ortalama eğim ise yaklaşık %17'dir.



Şekil 6. Proje alanı eğim grupları.

2.2. Arazi Kullanımı

Köyceğiz OİM 2013 amenajman planlarındaki meşcere tiplerinden faydalanılarak arazi kullanımları sınıflandırılmıştır (Tablo 1). Alanda orman alanları alansal olarak en fazla yer (%81,57) kaplarken, orman alanlarını tarım alanları (daha çok narenciye), su yüzeyleri (Köyceğiz Gölü vd.) ve geçirimsiz alanlar izlemektedir (Tablo 1, Şekil 7).

Tablo 1. Köyceğiz OİM sınırları içindeki arazi kullanım tipleri (Köyceğiz OİM amenajman planı, 2013).

Arazi kullanımı/ Arazi örtüsü	**Meşcere tipleri**	**Alan (ha)**	**Alansal oran (%)**
Orman alanları	Boşluklu kapalı meşcereler, normal kapalı meşcereler, özel ağaçlandırmalar, kadastro dışı ormanlık alanlar, boşluklu kapalı maki alanları, 3 kapalı maki alanları	96666	81,57
Mera alanları	Ağaçsız orman toprakları (taşlı)	1229	1,04
Tarım alanları	Tarım arazileri	10135	8,56
Geçirimsiz yüzeyler	Orman deposu, iskan alanları	2617	2,21
Maden alanları	Ocaklar	2	0,00
Su yüzeyleri	Su, bataklık alanlar	6816	5,75
Kayalık, taşlık	Taşlık	344	0,29
Kum	Kum	691	0,58
Toplam Alan		**118.500**	**100**

Arazi kullanım tipleri tablosunda (Tablo 1) makilikler, orman alanları ile birlikte ele alınmıştır; alanları ve alansal oranları orman alanları ile birlikte verilmiştir. Ancak çalışmada alanın daha iyi tanımlanabilmesi ve modellerde daha iyi sonuç alınabilmesi amacıyla orman ile maki habitatları birbirinden ayrı olarak ele alınmıştır. Boşluklu kapalı makilikler ile 3 kapalı makilikler alanının yaklaşık %0,17'sini (207 ha) kaplamaktadır. Şekil 7'de makilikler ayrı bir katman olarak arazi kullanım tipi olarak gösterilmiştir.

Köyceğiz OİM 2013 amenajman planlarındaki meşcere tiplerinden faydalanılarak belirlenen arazi kullanımları, farklı arazi kullanımlarındaki ekosistem hizmetlerinin belirlenmesi ve değerlendirilmesi amacıyla analiz ve modellerde kullanılmıştır. Şekil 7'deki arazi kullanımı/örtüsü işletme içi için Köyceğiz OİM 2013 amenajman planları, işletme dışı için ise eski amenajman planları ve 2012 CORINE arazi sınıflaması kullanılarak belirlenmiştir.

Şekil 7. Proje alanı arazi kullanım tipleri.

Köyceğiz OİM 2013 amenajman planlarındaki şefliklere ait orman alanlarının ve orman dışı alanların alansal verileri ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. Köyceğiz OİM orman alanlarının ve orman dışı alanların verileri (Köyceğiz OİM amenajman planları, 2013).

Orman İşletme Şeflikleri	Normal kapalı orman (ha)	Boşluklu kapalı orman (ha)	Orman alanı (ha)	Ormansız alan (ha)	Toplam alan (ha)	Ormanlık alanlar için mülkiyet
Ağla	13.371,9	3.218,8	16.590,7	732,2	17.322,9	Devlet mülkiyeti
Akköprü	8.421,7	1.828,7	10.250,4	1.249,7	11.500,1	Devlet mülkiyeti
Beyobası	11.457,3	3.579,2	15.036,5	4.160,9	19.197,4	Devlet mülkiyeti
Karaçam	14.302,2	3.659,3	17.961,5	1.676,0	19.637,5	Devlet mülkiyeti
Köyceğiz	7.109,6	3.543,7	10.653,3	10.188,4	20.841,7	Devlet mülkiyeti ve özel orman*
Sultaniye	9.805,7	8.195,1	18.000,8	3.827,2	21.828,0	Devlet mülkiyeti
Marmaris Milli Parkı	3.090,8	4.231,6	7.322,4	69,5	7.391,9	
Arboretum	201,5	176,4	377,9	24,2	402,1	
Toplam	**67.760,7**	**28.432,8**	**96.193,5**	**21.928,09**	**118.121,6**	

* Özel orman olarak planlanan alanların (Çayırköy, Gülpınar Özel Sığla Ormanı ve Kulak-Hacılar Yurdu Özel Sığla Ormanı) alansal büyüklüklerine bu tablodaki alan hesaplarına dahil edilmemiştir.

Köyceğiz OİM 2013 amenajman planlarına göre Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü alanı 118.121,6 hektardır. Bu alanın 96.193,5 hektarı devlet ormanı, 253,10 hektarı özel orman ve 21.928,1 hektarı ise ormansız alandır. Özel orman alanları hariç yapılan hesaplamaya göre toplam alanın %81,44'ü orman alanı ve %18,56'sı ormansız (açıklık) alandır. 96.193,5 hektarlık devlet ormanının 67.760,7 hektarı normal kapalı orman, 28.432,8 hektarı da boşluklu kapalı ormandır.

3. YÖNTEM VE BULGULAR

Ülkemizdeki orman alanlarının sürdürülebilir yönetimi için uygulanan "Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Planlama" yaklaşımı, ormanın bir ekosistem olarak ele alınmasını ve bu çerçevede farklı tipteki fonksiyonlarının tanımlanıp buna göre yönetilmesini amaçlamaktadır. Bu yaklaşım, orman ekosisteminin bir bütün olarak yönetilmesini ve farklı açılardan öncelikli unsurlarının da korunmasına imkan vermektedir. Ormanların sağladığı ekonomik, sosyal ve kültürel fonksiyonları gözetecek şekilde hayata geçirilen bu planlama yaklaşımı, ormanların içinde ve civarında yaşayan insanların ihtiyaçlarının da gözetilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca, fonksiyonel ormancılık yaklaşımı, ekosistem hizmetlerinin ormanların planlanmasına entegrasyonu için ideal bir ortam da sağlamaktadır.

Fonksiyonel planlamada orman alanları; ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel ana orman fonksiyonları altında farklı işletme amaçları ve koruma hedefleri ile yönetilmektedir. Bu işletme amaçları, ekosistem hizmetleri ile doğrudan ilişkilidir. Örneğin; ormanın sağladığı düzenleyici hizmetlerden "Erozyon kontrolü (Toprak koruma)", ormanların fonksiyonel planlanmasında "Ekolojik" ana orman fonksiyonu altında "Erozyon önleme" genel orman fonksiyonu altında detaylandırılmaktadır. Bir başka örnek; orman ekosisteminin sağladığı tedarik hizmetlerinden "Biyolojik hammadde (Odun üretimi)", fonksiyonel planlamada "Ekonomik" ana orman fonksiyonu altında "Orman Ürünleri Üretimi" olarak; düzenleyici hizmetlerinden "Suyun temizlenmesi", fonksiyonel planlamada "Sosyokültürel" ana orman fonksiyonu altında "Hidrolojik" olarak tanımlanmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki orman ekosistemlerinin insanlara sunduğu hizmetlerin farklı sektörlere olan etkileri değerlendirilmiştir. Yapılan çalışmada orman ekosistem hizmetlerinin haritalandırılması için kullanılan yöntemler 4 ana başlıkta toplanabilir:

i. Modelleme çalışmaları,

ii. Uzman görüş ve deneyimlerinin toplanması (Çalıştay ve toplantıların gerçekleştirilmesi, belirli varsayım ve öngörülere dayalı değerlendirme ve haritalama çalışmaları),

iii. Arazi çalışmaları ve yerinde doğrulama,

iv. Ekosistem hizmetlerinin haritalanması ve amenajman planlarına entegrasyon için öneri geliştirme.

Çalışmaların temel hedefi, orman işletme müdürlüğü içindeki orman ekosistemlerinin farklı sektörlere sağladığı faydaların mekânsal birer harita haline dönüştürülmesidir. Bu yapılırken müdürlük sınırları içindeki ormanlardan hangi ürün ve hizmetlerin sağlandığı belirlenmiş, bu ürün ve hizmetlerden hangileri için hangi kurumların bilgi ve veri sahibi olduğu irdelenmiştir. Çalışma kapsamında alanda ve kurumlar aracılığıyla

bilgi ve veriye ulaşılabilecek ürün ve hizmetlerin haritalanmasına karar verilmiştir. Bu ilk adımın ardından, ilgili ekosistem ürün ve hizmetinin mekânsal olarak haritalanabilmesi için bugüne kadar yapılmış çalışmaların neler olduğu, nasıl araç ve yöntemlerin kullanıldığı ulusal ve uluslararası literatür verilerinin araştırılması ile belirlenmiştir. Tüm çalışmalar sırasında Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ortamında harita üretebilmek amacıyla ArcGIS Programı etkin olarak kullanılmıştır.

Orman ekosistem hizmetlerinin farklı sektörlere nasıl katkı verdiğini mekânsal olarak görebilmek amacıyla; bazı hizmetler için detaylı modelleme çalışmaları yapılmıştır. Modelleme çalışmaları için literatür verileri araştırılmış, uygun yaklaşım ve yöntemler belirlenmiş ve ulusal ve uluslararası mevcut veriler değerlendirilmiştir. Mevcut veriler belirlenen yaklaşım ve yöntemler ile birlikte kullanılarak CBS ortamında haritalar üretilmiştir. Çalışmada modelleme çalışmaları, orman ekosistemlerinin suyun akışının ve miktarının düzenlenmesi (su tutumu ve sel-taşkın riskinin azaltılması), toprak kaybının önlenmesi hizmetlerinin ve turizm potansiyelinin haritalandırılması için yapılmıştır. Modelleme çalışmaları sonucunda çıkan bulgular, arazi çalışmaları yapılarak yerinde değerlendirilmiş; ayrıca orman işletme müdürlüğü çalışanları ile birlikte yapılan çalıştayda tartışılmıştır. Modelleme çalışmaları dışında amenajman planları ve uzman görüş ve deneyimleri de değerlendirmelerde kullanılmıştır. Ayrıca altlık coğrafi veriler kullanılarak tarımsal zararlıların kontrolü, tozlaşma ve diğer orman ekosistem ürün ve hizmetlerinin haritalandırılması gerçekleştirilmiştir.

Masabaşı çalışmaları sonucunda çıkan bulgular, arazi çalışmaları yapılarak yerinde değerlendirilmiş; üretilen bilgilerle ilgili hem ormancılık sektörü uzmanlarından hem de diğer sektörlerle ilgili konularda (örn. tarım ve turizm) uzmanlardan bilgi almak için ise iki adımlı bir çalıştay programı geliştirilmiştir. Çalıştayda Köyceğiz orman ekosistem hizmetleri ve bu hizmetlerin ormancılık ve diğer sektör ile ilişkisi Orman Genel Müdürlüğü uzmanları ve işletme müdürlüğü çalışanları ile birlikte ele alınmıştır. Bu kapsamda Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nde 22-23 Kasım 2016 tarihleri arasında bir çalıştay gerçekleştirilmiştir. Çalıştayın ilk gününde orman ekosistemlerinin tarımsal zararlıları azaltma, tozlaşma, turizm, rekreasyon, avcılık, odun dışı orman ürünleri, otlatma ve içme ve kullanma suyu ile ilgili konularda farklı uzmanlıklardan katılımcılarla grup çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Bu çalıştayda DKM ekibi tarafından hazırlanan soruların yardımıyla katılımcılar ile birlikte arazi kullanım ve meşcere haritaları üzerinde çalışılmış ve mümkün olduğu kadar uzmanların mekânsal (harita üzerinde) bilgi vermesi hedeflenmiştir. Çalıştayın ikinci gününde ise, Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü uzmanlarıyla birlikte orman ekosistemleri ve hizmetleri üzerine detaylı görüşmeler yapılmış, özellikle modelleme çalışmalarının sonuçları değerlendirilmiş ve öneriler toplanmıştır.

Ayrıca elde edilen bulguların orman amenajman planlarına nasıl entegre edilebileceği konusunda görüşler alınarak öneriler geliştirilmiştir.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nde bölgenin ekoturizm değerleri üzerinde görüşülmesi amacıyla 12-13 Mayıs 2017 tarihleri arasında Köyceğiz Ekoturizm Çalıştayı gerçekleştirilmiştir. Çalıştay sonunda ekoturizmin gelişmesi için öneriler geliştirilmiş, "Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi" kapsamında "Ekoturizm Alanı Yönetim Planı" hazırlama sürecinde "Ekoturizm Fonksiyonlu Alanların İdaresine Ait Usul Ve Esaslar" başlıklı 308 no'lu tebliğin uygulanabilmesi için Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki şefliklerin orman amenajman planlarının revizyonu sürecinde ekoturizm işletme amacı (ikinci fonksiyon da olabilir) ayrılmasının gerektiği vurgulanmıştır. Bu süreçte DKM turizm uzmanları alanı değerlendirmiş aynı zamanda The Eco Trails Projesi kapsamında hazırlanan yürüyüş ve bisiklet yollarını da değerlendirmeye almışlardır. Değerlendirme sonucunda yürüyüş ve bisiklet yollarının geçtiği bölmelere ekoturizm ve rekreasyon fonksiyonu verilmiştir. Aynı zamanda, Kavakarası ekoturizm alanı "doğa yürüyüşü parkuru" için ekoturizm alanı yönetim planı DKM tarafından hazırlanmıştır.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nde yapılan bir diğer çalıştay da 3-4 Ağustos 2017 tarihleri arasında gerçekleştirilen Orman Amenajman Planlarına Biyolojik Çeşitliliğin Entegrasyonu Çalıştayıdır. Bu çalıştayda DKM tarafından yapılan biyolojik çeşitlilik çalışmalarının orman amenajman planlarına nasıl dahil edileceği Orman Genel Müdürlüğü ve işletme çalışanları ile birlikte değerlendirilmiştir. Çalıştayda aynı zamanda ekosistem hizmetleri için geliştirilen öneriler üzerinde tartışılmış, hizmetlerin orman yönetiminde nasıl rol oynayacağı ve orman amenajman planlarına ne şekilde dahil edileceği konuşulmuştur.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde farklı sektörlerin yararlandığı orman ekosistem hizmetleri Ek-2'de gösterilmiştir. Belirlenen her bir ekosistem hizmetine, Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar 299 nolu Tebliğ (2017)'deki Orman Fonksiyonları, İşletme Amaçları ve Koruma Hedefleri Tablosundaki ana orman fonksiyonu, genel orman fonksiyonları ve işletme amaçları/koruma hedefleri tanımlanmıştır. Bu hizmetlerin ormancılık, tarım ve hayvancılık, turizm ve rekreasyon (avcılık dahil) ve içme ve kullanma suyu sektörlerine olan katkılarının olup olmadığı değerlendirilmiştir. Yapılan bu çalışma ile orman ekosisteminin barındırdığı hizmetlerin tanımlanması, mekânsal dağılımlarının belirlenmesi ve sektörlere olan katkısının belirlenmesi ile ekosistem hizmetleri yaklaşımının orman amenajman planlarına entegre edilmesi hedeflenmiştir.

Aşağıda MEA (2005) tanımı ve sınıflandırmasına uygun olarak 3 farklı grupta (tedarik hizmetleri, düzenleyici hizmetler ve kültürel hizmetler) Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki orman

ekosistemlerinin farklı sektörlere sağladığı her bir ekosistem hizmetinin haritalanması için kullanılan yöntem ve sonuçlar detaylandırılmaktadır.

3.1. Tedarik Hizmetleri

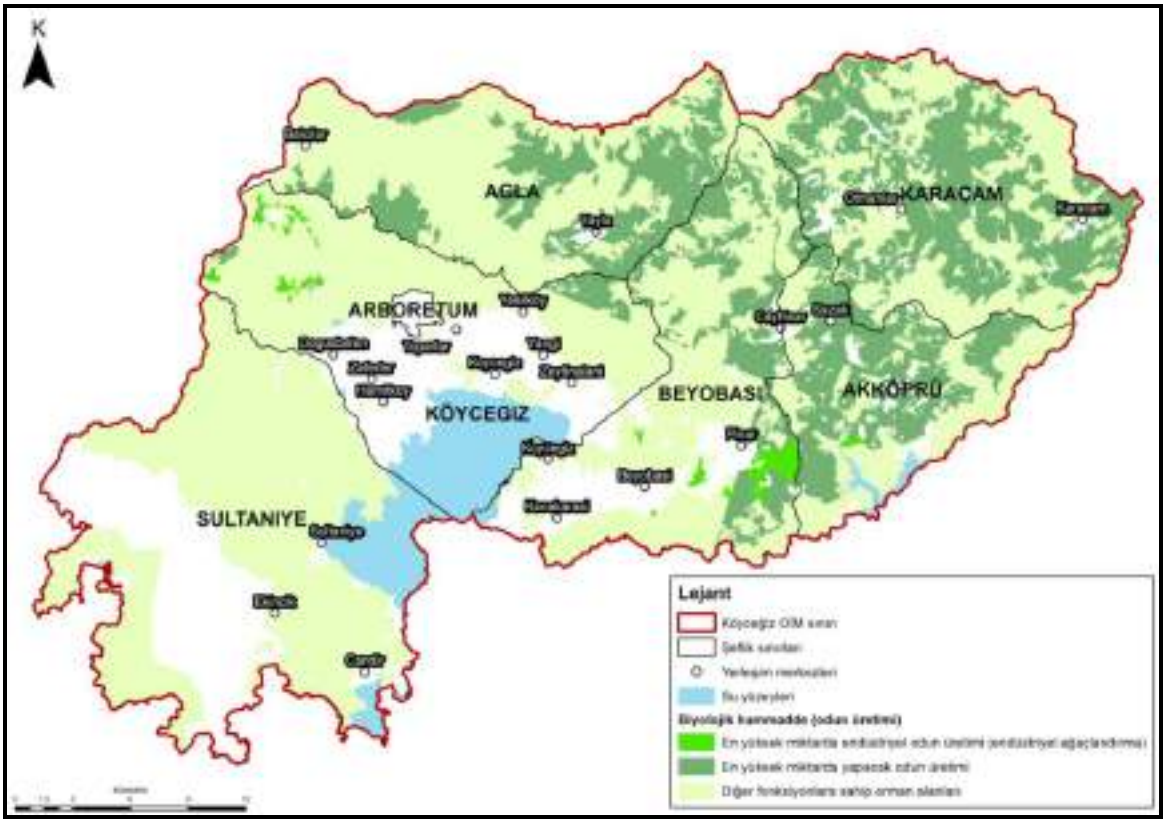
Tedarik hizmetleri, ekosistemlerden doğrudan sağlanan ürünler olarak nitelendirilebilir. Ekosistem hizmetleri arasında en çok bilinen ve üzerinde en çok çalışma yürütülen hizmetlerdir. Bu çalışmada Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki orman ekosistemlerinin sağladığı tedarik hizmetlerinden biyolojik hammadde (odun üretimi), odun dışı orman ürünleri, yem ve otlama için uygun otsu bitki örtüsü varlığı ve içme ve kullanma suyu (tatlısu) ele alınmıştır.

3.1.1. Biyolojik hammadde (Odun üretimi)

Ormancılık faaliyetlerinin bir alanda gerçekleştirilmesine olanak sağlayan en önemli unsur, o alanın barındırdığı ağaç varlığına bağlı olarak yapılan odun üretimidir. Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Ekonomik*" ana orman fonksiyonu altında "*Orman Ürünleri Üretimi*" genel orman fonksiyonu altında işletme amacı "*Odun üretimi*" olarak detaylandırılmaktadır.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde 2017 yılı amenajman planına göre *"En yüksek miktarda endüstriyel odun üretimi (endüstriyel ağaçlandırma) (1109+ağaç türü kodu)"* ve *"En yüksek miktarda yapacak odun üretimi (1111+ağaç türü kodu)"* olan bölmeler biyolojik hammaddeyi sağlamaktadır. İşletme amacı üretim olan ve diğer fonksiyonlara sahip olan orman alanları Şekil 8'de gösterilmiştir.

Şekil 8'de üretim olan yerler mevcutta biyolojik hammaddenin sağlandığı, mevcutta üretim olmayan diğer fonksiyonlara sahip yerler ise potansiyel olarak biyolojik hammaddenin sağlanabileceği yerleri göstermektedir.



Şekil 8. Köyceğiz orman ekosistemi tarafından sağlanan biyolojik hammadde (Köyceğiz OİM amenajman planları, 2017).

Köyceğiz OİM 2017 amenajman planlarına göre sağlanan mevcut biyolojik hammadde; kızılçam ve karaçamdan sağlanan odun üretimidir. Sağlanan biyolojik hammaddenin (*en yüksek miktarda endüstriyel odun üretimi* ve *en yüksek miktarda yapacak odun üretimi*) ormancılık sektörü ile doğrudan ilişkisi bulunmaktadır (Ek-2).

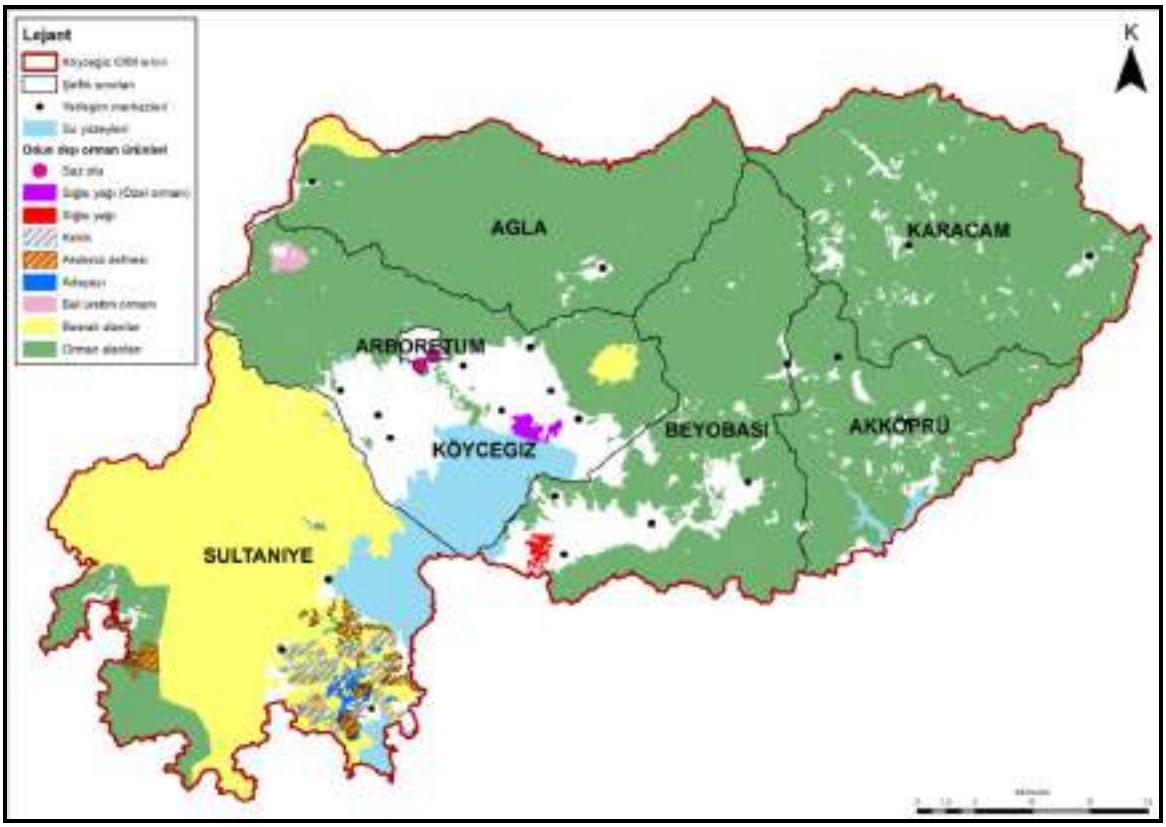
3.1.2. Odun dışı orman ürünleri

Ormanlarımızın barındırdığı odun dışı orman ürünlerinin sayısı net olarak bilinmese de Akdeniz Bölgesi'nin odun dışı orman ürünleri açısından en yüksek çeşitliliğe sahip bölge olduğu bilinmektedir. Odun dışı orman ürünleri; ağaçlar, ağaççıklar, çalılar, otsu bitkiler, soğanlı yumrulu bitkiler, yosunlar, likenler, mantarlar ve üretim artıklarından oluşabilmektedir. Son yıllarda önem kazanan bal ormanları da bu kapsamda ele alınmaktadır.

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Ekonomik*" ana orman fonksiyonu altında "*Orman Ürünleri Üretimi*" genel orman fonksiyonu altında işletme amacı "*Odun dışı orman ürünleri üretimi*" olarak detaylandırılmaktadır.

Ülkemizde çok az olmakla birlikte, özellikle Avrupa ülkelerinde odun dışı orman ürünlerinin gözlenmesi ve/veya toplanmasına yönelik turizm uygulamaları (örn. temalı yürüyüşler, mantar turları) yapılmaktadır. Bir diğer deyişle, bir orman ekosisteminin barındırdığı odun dışı orman ürünlerinin varlığı, bölgedeki turizm faaliyetlerine olumlu katkı sağlayabilmektedir.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde odun üretimi dışında orman ekosistemlerinden bitkisel (Odun dışı orman ürünleri yönetim planları, 2013-2022) ve hayvansal ürünler elde edilmektedir. Alanda basralı alanlar mevcut olduğu gibi bal üretim ormanlarından da arıcılar yararlanmaktadır (Şekil 9).



Şekil 9. Köyceğiz orman ekosistemi önemli odun dışı orman ürünlerinin dağılımı ve bal ormanı.

- Basralı alanlar, bal üretim ormanları ve arıcılık: Orman alanları polen kaynağıdır. Özellikle sığla ve kızılağaç bölgede çok iyi polenleşmeyi sağlamaktadır. Köyceğiz'de arıcılık özellikle püren balı üretmek için yapılmaktadır. Çalıştayda elde edilen bilgilere göre; Çandır, Sultaniye ve Köyceğiz köyleri arıcılığı profesyonel yaparken; Yangı, Zeytinalanı ve Pınar köyleri arıcılık konusunda bu köylere göre daha amatör olarak arıcılık yapmaktadır. Arıcılık aynı zamanda Ekincik, Balcılar, Beyobası, Toparlar, Akköprü ve Hamitköy'de de yapılırken; Yayla ve Zaferler köylerinde arıcılık yoktur. Gezginci arıcılar Döğüşbelen köyünü tercih etmektedir. Yerel arıcılar, kışlatmak için Haziran-Ağustos ayları arasında arıları Otmanlar

köyüne ve serin olduğu için sığla ormanlarına götürürken; gezginci arılar bu aylarda buraya gelmeyi tercih etmemektedirler.

Püren balı, Pınar, Sultaniye, Beyobası, Balcılar ve Sazak'ta alçak rakımlarda (400 m), makilik etrafında, kızılçam altında ya da serpenti kayalık yapısında fundanın *(Erica sp.)* yayılış gösterdiği verimsiz topraklarda üretilmektedir.

Köyceğiz OİŞ Balcılar'da bal ormanı eylem planı kapsamında bal ormanı bulunmaktadır. Sultaniye OİŞ'nde askeri alan hariç her yer basralı alandır. Ağla OİŞ'nde ise 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12 ve 13 numaralı bölmeler basralı alanlardır.

- Sığla yağı: Sığla ağaçları (*Liquadambar orientalis*) çoğunluğu Köyceğiz'de olmak üzere Marmaris ve Fethiye arasında orman formunda bulunmakta ve orman ekosistemi oluşturmaktadır. Yaklaşık 604 ha sığla ormanı mevcuttur. Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde sağlık ve kozmetik sektöründe kullanılan ekonomik değeri olan bir ürün olan sığla yağı ve sığla buhuru üretilmektedir. Köyceğiz, sığla yağının Türkiye'de üretilen tek yeridir. Köyceğiz Gölü'nün kuzeydoğusunda yer alan özel ormanlarda sığla yağı üretilmektedir. Ayrıca Beyobası Orman İşletme Şefliği 178, 179 ve 180 numaralı bölmelerde sığla yağı hasılat planına göre üretilmektedir. 2017 yılında 2000 kg sığla yağı ve buhurunun üretim işçiliği ihale edilerek üretim başlatılmıştır.

- Diğer odun dışı orman ürünleri: Çıntar, kuzu göbeği mantarı, kekik, çam fıstığı, salep ve adaçayı orman ekosistemlerinden sağlanan diğer odun dışı orman ürünleridir. Sandras Dağı'nda limon kekiği ve kara kekik yetişmekte; ancak üretimi yapılmamakta, yöre insanları tarafından toplanmaktadır. Memecik zeytini de yine bölgede yaygın olan zeytin türüdür. Püren çalısından (Funda – *Erica sp.*) süpürge yapılmaktadır. Beyobası ve Pınarköy'de dut yetiştirilmekte; ipekböcekçiliği yapılmaktadır. 2016 yılında 10 ton defne, 7 ton kekik, 9.024 kg fıstıkçamı kozalağı ve 5,5 ton saz otu üretimi yapılmıştır.

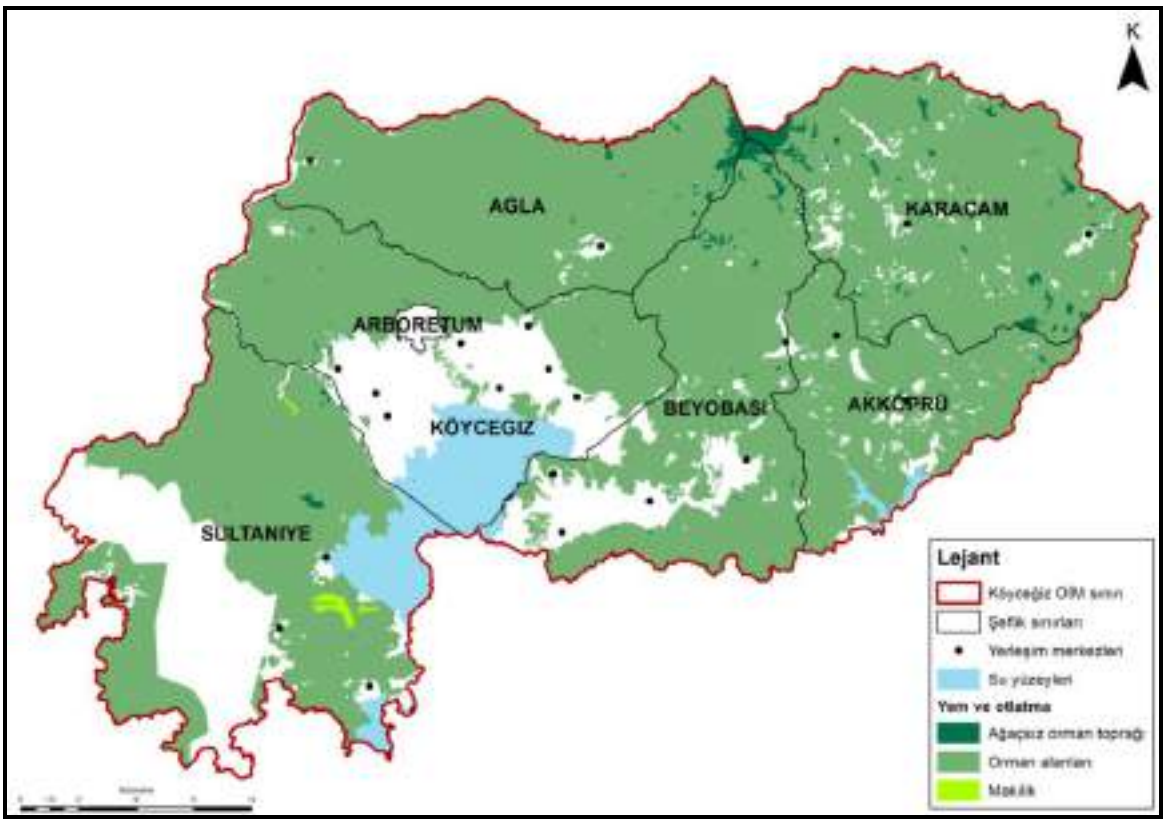
İşletme sınırları dahilinde bal üretim ormanının kurulması, kekik ve adaçayı gibi ürünlerin toplanması ve sığla ormanlarında sığla yağı ve buhurunun üretilmesi ormancılık sektörü (odun dışı orman ürünleri üretimi) ile ilişkilidir (Ek-2). Köyceğiz'de odun dışı orman ürünlerinin turizm ve rekreasyon sektörü ile günümüzde doğrudan ilişkisi ise bulunmamaktadır. Ancak orman ekosisteminin barındırdığı odun dışı orman ürünlerinin varlığı, bölgedeki gelecekte gerçekleştirilecek turizm faaliyetlerine olumlu katkı sağlayabilecektir.

3.1.3. Yem ve otlatma için uygun otsu bitki örtüsü varlığı

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Ekonomik*" ana orman fonksiyonu altında "*Orman Ürünleri Üretimi*" genel orman fonksiyonu altında işletme amacı "*Otlatma alanları*" olarak detaylandırılmaktadır.

Orman içi açıklıklar, otlatma planları kapsamında otlatma faaliyetlerinde kullanılabilecek alanlardır. Bu kapsamda orman alanlarının yakınlarındaki köylerde gerçekleştirilen hayvancılık faaliyetleri, orman alanlarında var olan otsu ve odunsu bitki örtüsüyle doğrudan desteklenmektedir. Bu köyler, diğerlerine kıyasla ormanların sağladığı bu hizmetten daha fazla faydalanmaktadır.

Köyceğiz OİM 2017 yılı amenajman planlarına göre sınırlar içinde tescilli mera yoktur. *"Ağaçsız orman toprağı (OT, OT-T* ve *T)"* yem ve otlatma için uygun bitki örtüsü varlığının olduğu yerlerdir (Şekil 10). Orman alanlarının ve makilik alanların bir kısmı da otlatma amacı ile kullanılmaktadır.



Şekil 10. Yem ve otlatma için uygun bitki örtüsü varlığı.

Çalıştay sonucuna göre, Çöven yaylasında ve Dikencik mevkiinde yaylacılık yapılmaktadır. Bölgede büyükbaş hayvancılığın en çok yapıldığı Pınar köyde, kapalı sistemde (hayvanlar ahırda) yapılmaktadır. Çayhisar, Sazak, Pınar, Otmanlar, Sultaniye ve Yayla'da küçükbaş hayvancılık vardır. Küçükbaş hayvanlar için otlatma alanları orman dışı alanlardır. Her şefliğe ait otlatma planları bulunmaktadır.

İşletme sınırları dahilinde orman içi açıklıklarda ve ormana yakın mera alanlarında yapılan otlatma faaliyetleri tarım ve hayvancılık sektörü ile doğrudan ilişki kurmaktadır (Ek-2). Otlatma faaliyetleri ormancılık sektörünü de etkilerken; ormancılık sektörü de otlatma faaliyetlerini etkilemektedir. Örneğin; otlatma yapılan orman içi açıklıklar ormancılık faaliyetlerini kısıtlarken; üretim izni verilen orman alanlarında otlatma faaliyetleri yasaklanmaktadır.

3.1.4. İçme ve kullanma suyu (Tatlısu)

Orman ekosistemlerindeki göller, akarsular, dereler ve yeraltı suyu gibi su kaynaklarının varlığı, otsu ve odunsu bitki örtüsünün büyümesini etkilemekte ve böylelikle ormancılık faaliyetlerini doğrudan desteklemektedir. Bu su kaynaklarının varlığı, tarım ve hayvancılık faaliyetlerinin gerçekleştirilmesini de doğrudan etkilemektedir. Orman ekosistemlerinde bulunan su kaynaklarının varlığı görsel değerlerinin yanında, su sporları ve turizm tesisleri (kamp alanları gibi) için su temini için önemli alanlardır. Bu alanlarda balıkçılık, rafting, kano ve yüzme gibi rekreasyon faaliyetleri de yapılabilmektedir. Benzer şekilde orman ekosisteminin barındırdığı su kaynakları belirli hayvan türlerinin bir alanda bulunmasına olanak sağlıyorsa, doğa koruma ve turizm faaliyetlerini olumlu etkileyebilmektedir.

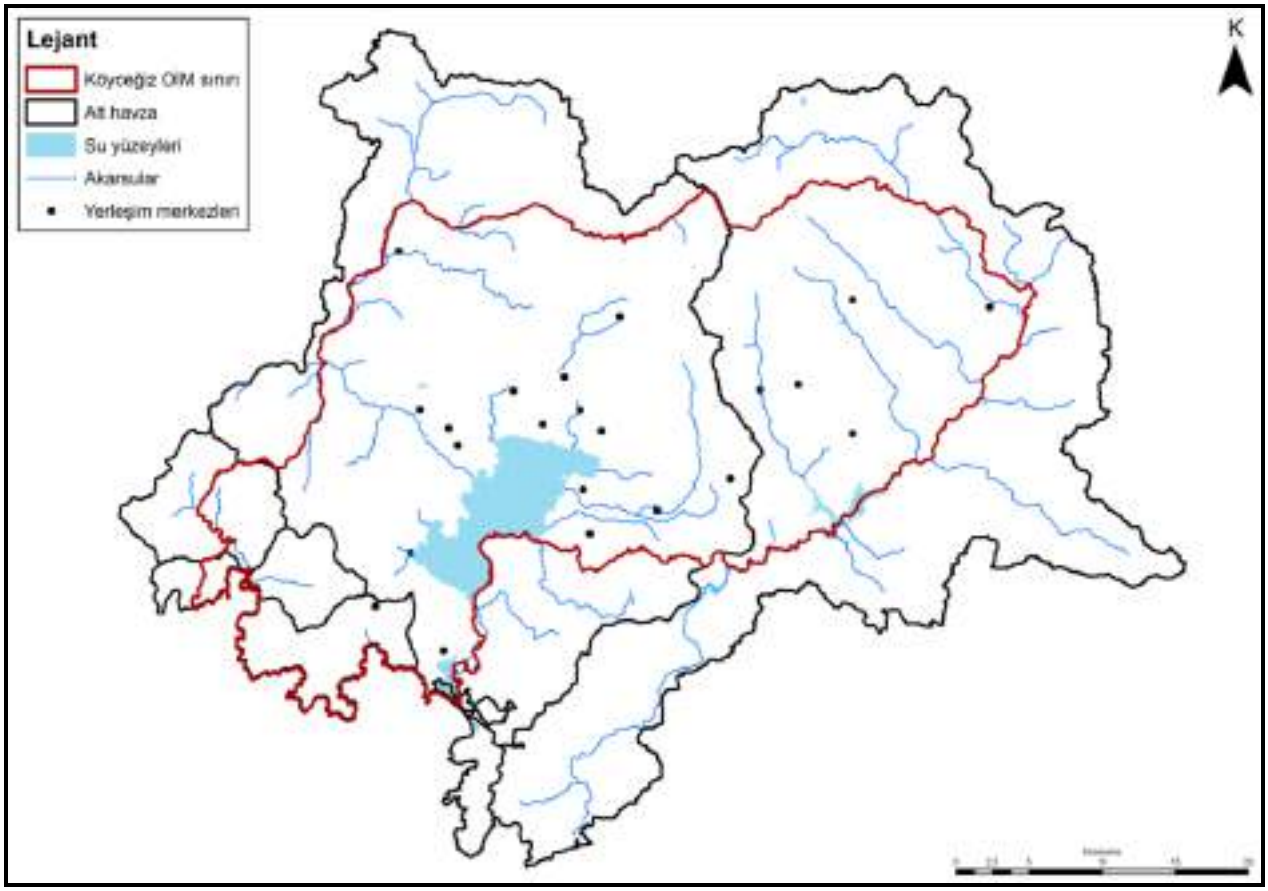
Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Ekonomik*" ana orman fonksiyonu altında "*Orman Ürünleri Üretimi*" genel orman fonksiyonu altında "*Su ve Mineral Ürünler*" işletme amaçları altında ve *"Sosyokültürel"* ana orman fonksiyonu altında *"Hidrolojik"* genel orman fonksiyonu altında *"İçme Suyu Koruma", "Kullanma Suyu Koruma"* ve *"Su Kaynaklarını Koruma"* koruma hedefleri altında detaylandırılmaktadır.

Köyceğiz'de %60 salma ve %40 artezyenden su çekilerek kullanma suyu tedarik edilmektedir. Burada tarım alanları çoğu yerde olduğu gibi taban arazilerindedir. Tarım için kullanılacak olan su sondajla ve artezyenle çıkarılmaktadır. Yukarı köylerde ise orman içi sulardan faydalanılmaktadır. Orman içindeki su 2 km'ye kadar hortumla taşınabilmektedir. Çalıştayda ilgili uzmanlar orman içindeki suyun kullanılmasının nedeninin sondajlamanın pahalı olduğundan kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Köyceğiz'de içme suyu oldukça kalitelidir. Ağla ve Beyobası OİŞ sınırlarındaki su alım noktaları Şekil 6'da işaretlenmiştir. Kargıcak deresinden Yeşilköy, Köyceğiz Merkez, Yangı ve Toparlar köyleri için;

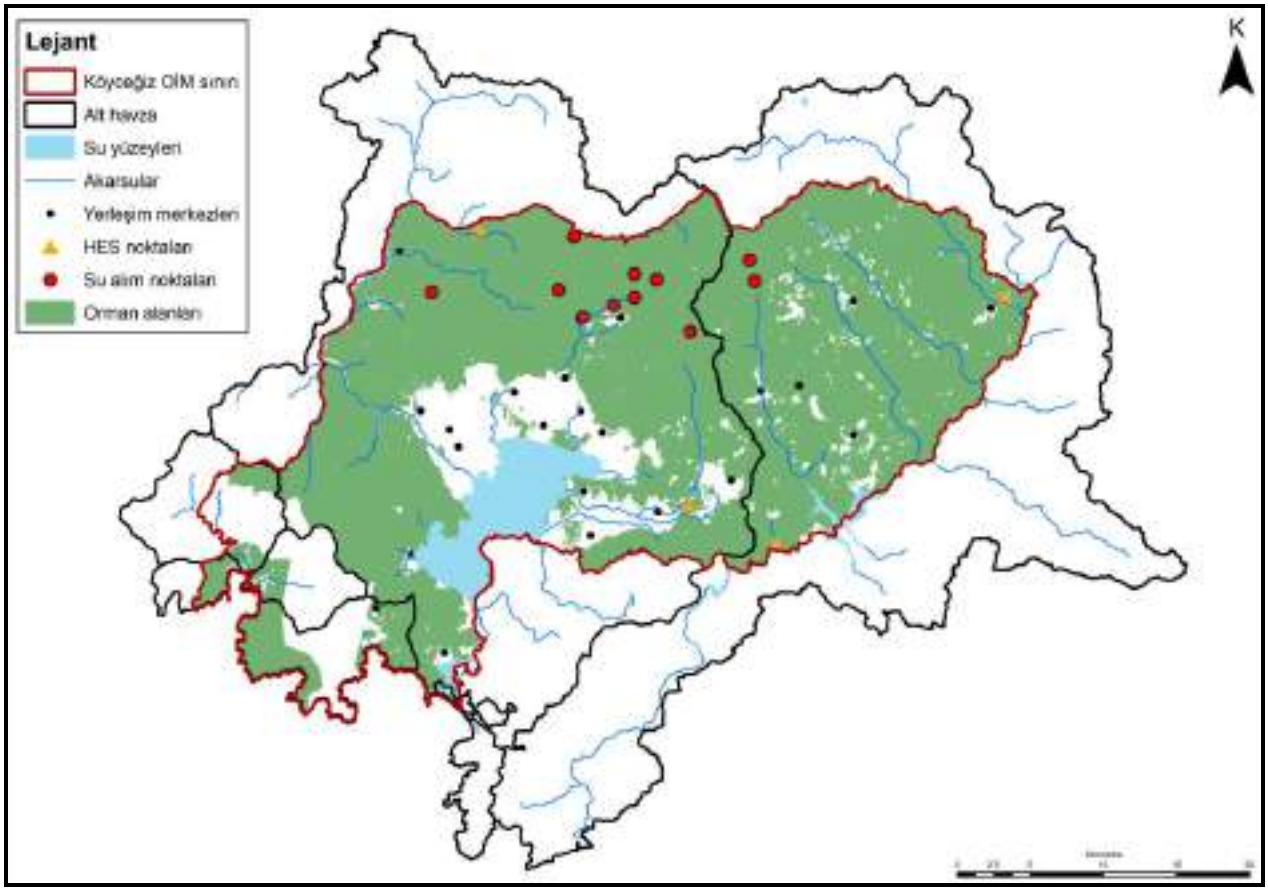
Yuvarlakçay'dan Beyobası, Zeytinalan, Pınar ve Köyceğiz köyleri için ve Namnam deresinden Döğüşbelen, Hamitköy ve Zaferler (su bentten alınıyor) için su alımları yapılmaktadır. Yapılan yeni bir proje ile içme suyu Muğla ve Milas'a gönderilecektir. Alanda 2 tane de içme suyu fabrikası bulunmaktadır.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü'nde sınırları içinde bulunan ve farklı sektörleri olumlu etkileyen su kaynaklarının haritalanması için alt havza ve mikro havzaların belirlenmesinde topografya haritasındaki eş-yükselti eğrileri ve dereler altlık veri olarak kullanılmıştır (Şekil 11).



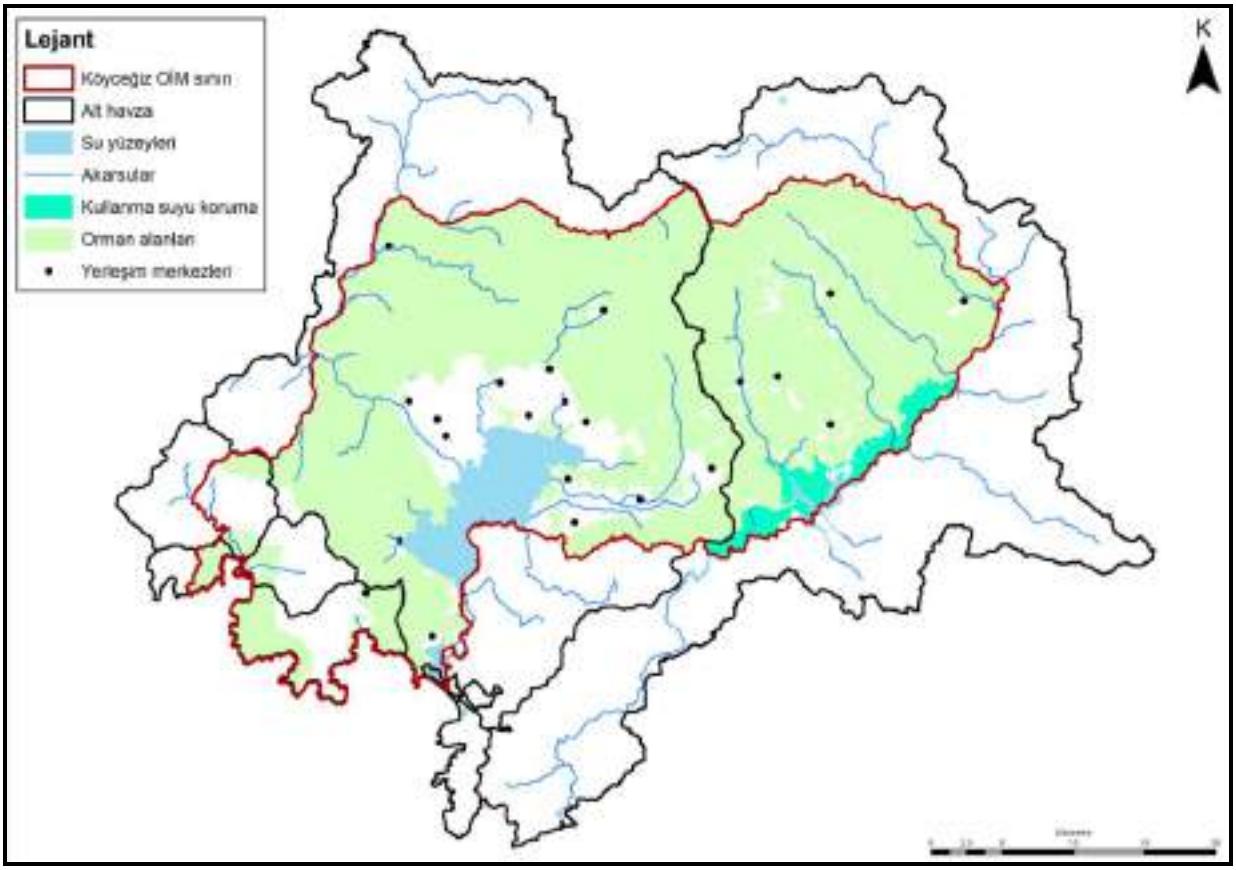
Şekil 11. Alt havzalar ve akarsular.

Orman amenajman haritalarında detaylandırılan devamlı ve kuru dereler CBS ortamında haritalara entegre edilmiştir. Böylece orman alanları ile birlikte içme ve kullanma suyu tedariğinin mekânsal olarak gösterilmesi amacıyla haritalanmıştır (Şekil 12).



Şekil 12. Köyceğiz orman ekosisteminde bulunan içme ve kullanma suyu tedariği hizmetini sağlayan su kaynakları.

Köyceğiz OİM 2017 amenajman planlarında Akköprü OİŞ batısında Dalaman Çayı'nın şeflik sınırlarını oluşturduğu alanda kullanma suyu koruma fonksiyonu verilmiştir (Şekil 13). Bu alan dışında Köyceğiz OİM sınırlarında hidrolojik fonksiyon verilen herhangi bir orman alanı yoktur.



Şekil 13. Köyceğiz ormanları hidrolojik orman fonksiyonları.

İçme ve kullanma suyu (tatlısu) tedariği, orman ekosistemlerinin içme ve kullanma suyu sektörünün kendisine başta olmak üzere; ormancılık, tarım ve hayvancılık, turizm ve rekreasyon ve avcılık sektörlerine sağladığı başlıca hizmetlerdendir (Ek-2).

3.2. Düzenleyici Hizmetler

Düzenleyici hizmetler, tedarik hizmetlerinden farklı olarak doğadan doğrudan sağlanan hizmet ve ürünleri değil, doğal süreçlerin sonuçlarından elde edilen faydaları içermektedir. Bu çalışmada, Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırlarındaki orman ekosistemlerinin sağladığı düzenleyici hizmetlerden erozyon kontrolü (toprak koruma), suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi (sel-taşkın önleme ve su tutumu), karbon tutumu, zararlıların azaltılması, biyolojik çeşitlilik ve hava kalitesinin düzenlenmesi ele alınmıştır.

3.2.1. Erozyon kontrolü (Toprak koruma)

Bir alanda erozyon ile toprak kaybını insan faaliyetleri kaynaklı etkilerin arttırdığı bilinmektedir. Doğal bitki örtüsüne sahip ekosistemler ise toprağı korumaktadır. Özellikle orman ekosistemleri barındırdıkları bitki örtüsünün varlığı sayesinde erozyon kontrolünde önem taşımakta ve toprak kaybını en aza indirmektedir.

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "Ekolojik" ana orman fonksiyonu altında "*Erozyon önleme*" genel orman fonksiyonu altında detaylandırılmaktadır.

Orman ekosistemi, orman alanının kendisini, civar yerleşimleri ve diğer alanları (tarım ve mera alanları gibi) erozyon riskine karşı etkin koruyabilen bir ekosistemdir. Topografya (eğim ve yamaç uzunluğu), arazi kullanımı, yağış, toprağın erozyona olan eğilimi (toprak tipi ve toprak özellikleri kombinasyonu) ve bitki örtüsü gibi unsurların şekillendirdiği erozyon riskinin yüksek olduğu alanlardaki orman alanları, bu kapsamda büyük önem taşımaktadır. Orman ekosistemleri aynı zamanda toprak taşınması sırasında sediment ve diğer maddelerin dere, göl ve barajlara ulaşmasını önlemekte, içme ve kullanma suyu sağlayan su yüzeylerini bu şekilde korumaktadır.

Erozyon riskinin yüksek olduğu alanlardaki bütünlüğü olan ve parçalanmaya uğramamış orman parçalarının korunması ve rehabilite edilmesi büyük önem taşımaktadır. Amenajman planlarının bu tip alanların korunmasını kendisine odak olarak alması, orman ekosisteminin farklı sektörlere doğal olarak sağladığı bu hizmetin artırılmasını ve iyileştirilmesini mümkün kılacaktır.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki ormanların erozyon kontrolü (toprak koruma) hizmeti yıllık ortalama toprak kaybının hesaplanması ile haritalandırılmıştır. Bu yaklaşıma göre toprak kaybının/riskinin yüksek olduğu alanlarda sağlanan toprak koruma hizmeti düşüktür. Yıllık toprak kaybı Revize Evrensel Toprak Kaybı Denklemi (Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE) ile hesaplanmıştır. Denklem aşağıda verilmiştir:

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

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 ve P: Toprak koruma önlemleri faktörüdür.

Yağış erozivite (erozyon) indeksi (R indeksi), yağışın potansiyel erozyon yaratma/yapabilme ölçüsüdür. R indeksi, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nden alınan erozyon haritalarından ölçek küçültülerek hazırlanmıştır. Meteoroloji istasyonları verilerine göre; yağışın toplam enerjisinin (E) 30 dakikalık en yüksek yağışın şiddeti (I30) ile çarpılması sonucunda hesaplanmaktadır.

$$R = E \times I30 / 100$$

$$I = (h*60) / t$$

$$E = E_g$$

$$E_g = E_u \times h$$

$$E_u = 210.3 + 80 \log I$$

R: Yağış erozivite (erozyon) indeksi (ton/m/ha); E ve E_g: Yağışın kinetik enerjisi (ton/m/ha); I30: 30 dk. Iık yağış intensitesi (cm/s); I: Yağış intensitesi (cm/s); h: Yağış miktarı (cm); t: Yağış süresi (dakika) ve E_u: Birim kinetik enerji (t-m/ha/cm) dir.

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 diğ., 2000). Bu nedenle iklim, topografya ve ana madde farklılıkları nedeniyle birbirinden ayrılan büyük toprak grupları ve toprak özellikleri kombinasyonu rol oynamaktadır. K faktörü verileri (Tablo 3), Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nden alınan erozyon haritalarından yararlanılarak hazırlanmıştır.

Tablo 3. Toprak erodibilite faktörü (K) değerleri (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü).

Büyük toprak grupları	**Toprak özellikleri kombinasyonu**	***K* faktörü**
Hidromorfik alüvyal topraklar (H)	Hv*	0.13
	Hk*	
Alüvyal toprak (A)	2, 4	0.37
	5	0.60
Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E)	15, 16, 19, 20, 23, 24, 28, 29	0.70
Kolüvyal Topraklar (K)	1, 7, 8	0.13
	4, 5, 9, 16, 17	0.19
	13, 14, 18, 26	0.37
	21, 27	0.60
	23	0.70
Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N)	10	0.37
	11	0.60
	15, 19, 20, 23, 24, 25, 28	0.70
Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar (P)	6	0.19
	23	0.70
Irmak taş yatakları, çıplak kaya, kıyı kumulları, yerleşim		0

* Hv: Doğal halde bulunan bozuk drenajlı yerler, tuzlu alkali; Hk: Doğal halde bulunan bozuk drenajlı yerler, hafif tuzlu alkali

Bitkisel ürün faktörleri (C faktörü), bitki örtüsü ve arazi kullanımlarının erozyon açısından etkisini belirlemede rol oynamaktadır. C faktörü verileri, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü'nden alınan erozyon haritalarından yararlanılarak hazırlanmıştır (Tablo 4). Bu haritalara göre C faktöründe arazi kullanımları rol oynadığından C faktörleri en yeni arazi kullanımları (Köyceğiz OİM amenajman planları, 2013) için yeniden belirlenmiştir.

Tablo 4. Bitkisel ürün faktörü (C) değerleri (Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü).

Arazi kullanımı/örtüsü	***C* faktörü**
Yerleşim alanları	0
Çıplak kaya	
Sazlık, bataklık, su yüzeyleri	
Irmak taşkın yatakları, kum	
Fundalık	0.10
Mera	
Orman	
Çayır	0.15
Bahçe (kuru)	0.40
Muz	
Sulu tarım	
Sulu tarım (yetersiz)	
Zeytin	
Kuru tarım (nadaslı)	0.45
Kuru tarım (nadassız)	1.00

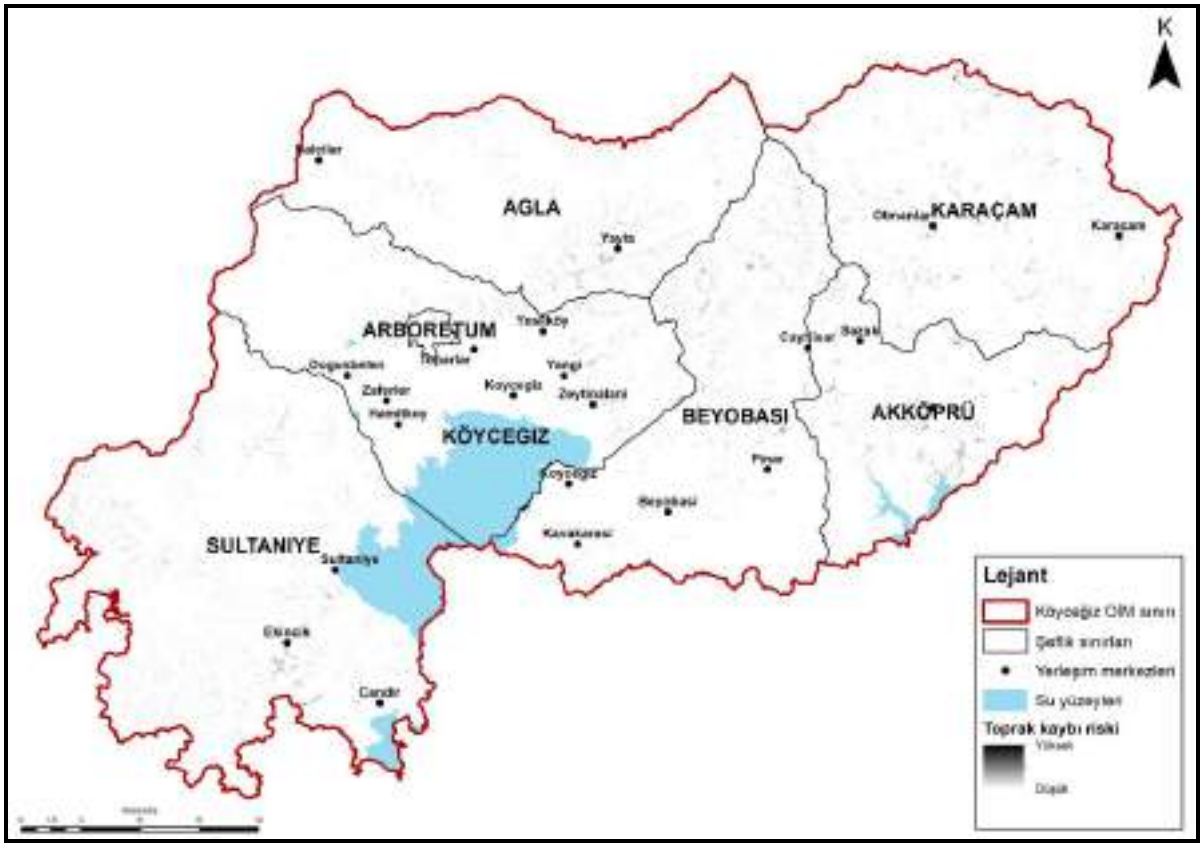
Yamaç uzunluğu faktörü (LS faktörü), yüzeysel akışın bulunduğu ya da oluştuğu noktadan uzaklaştıkça mesafeyle ters orantılı olarak eğimin genelde azaldığı yatay mesafedir. ArcGIS programında Map Algebra/Raster Calculator aracında aşağıda verilen eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

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 (Flow accumulation); slp: Eğim (Slope in degrees)

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

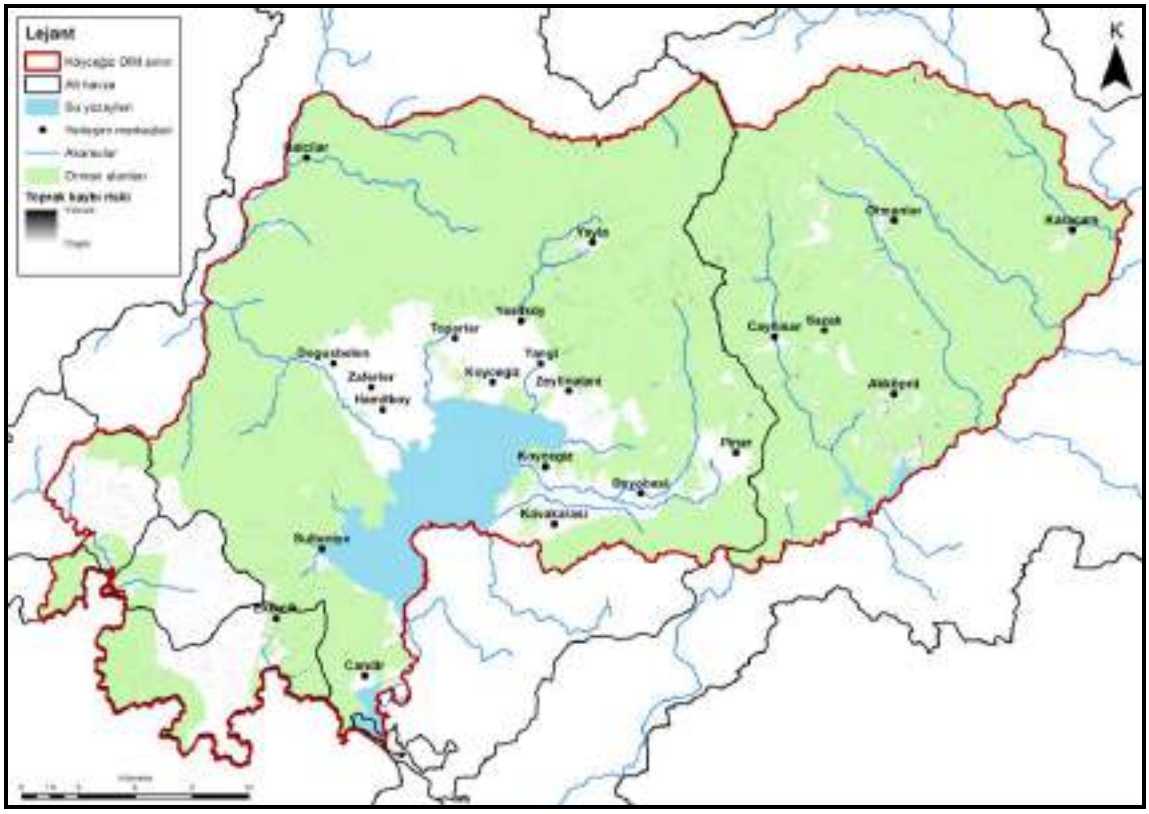
RUSLE modelinin tüm bileşenleri (faktörleri) ArcGIS programında Map Algebra/Raster Calculator aracında birbirleri ile çarpılarak tek bir toprak kaybı dağılım haritası oluşturulmuştur (Şekil 14).



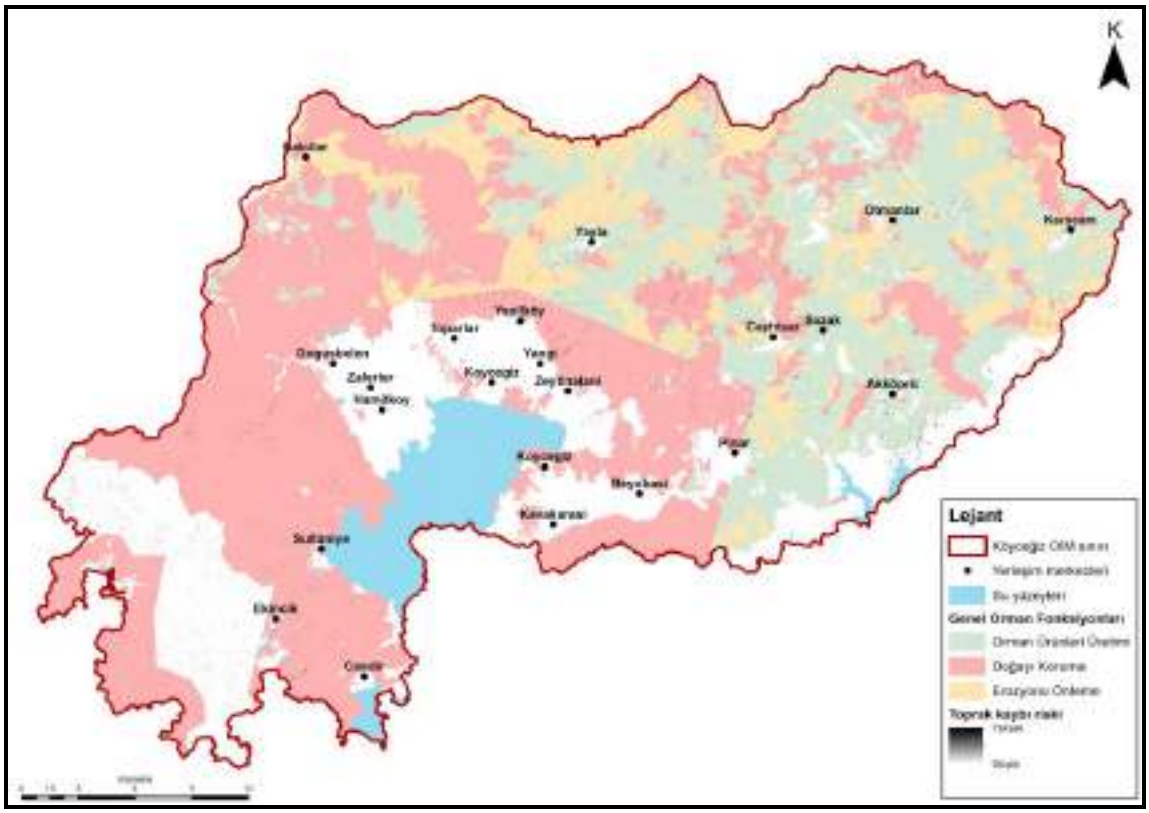
Şekil 14. Köyceğiz orman ekosistemi toprak kaybı riski haritası.

Toprak kaybı riski alanda tek bir yerde toplanmamakta ve alanda dağılım göstermektedir. Toprak kaybı riskinin olduğu yerler, toprak koruma hizmetinin düşük olduğu alanlardır. Ormanların olduğu alanlarda toprak koruma hizmeti en yüksek, toprak kaybı riski ise en düşüktür. Elde edilen toprak kaybı riski haritası, meşcere haritasındaki orman alanları ile orman alanlarının sağladığı toprak koruma hizmetini haritalandırabilmek amacıyla üst üste çakıştırılmıştır (Şekil 15).

Haritalama çalışmasında alt havzalar ölçeğinde toprağın taşınma yönü göz önüne alınarak toprak kaybı riskinin olduğu yerler belirlenmiş; özellikle havzaların üst kısımlarında toprak kaybı riskinin olduğu yerlerde orman alanlarının amenajman planlarındaki fonksiyonlarına bakılmıştır (Şekil 16). Buradaki amaç; havzaların üst kısımlarında insan etkisiyle ortaya çıkabilecek erozyon riskini en aza indirebilmek; orman alanlarındaki bütünlüğü ise 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.



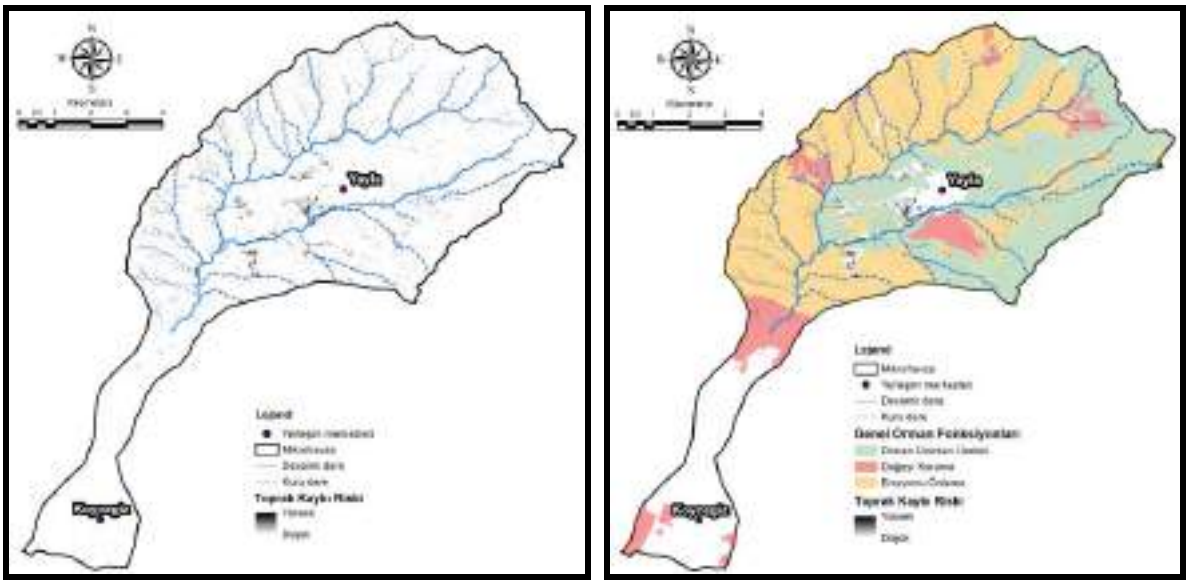
Şekil 15. Köyceğiz orman ekosistemi toprak koruma hizmeti.



Şekil 16. Köyceğiz orman ekosistemi toprak kaybı riski ve genel orman fonksiyonları.

Amenajman planlarına öneriler, erozyon kontrolü ve suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi hizmetlerinin birlikte değerlendirilmesi ile belirlenmiştir. Orman amenajman planlarına verilen toprak koruma önerileri, aynı zamanda suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi (sel-taşkın riskinin azaltılması ve su tutumu hizmeti) de sağlayacaktır. Orman amenajman planlarındaki işletme amaçları/koruma hedefleri değerlendirilerek özellikle toprak kaybının yüksek ve toprak koruma hizmetinin düşük olduğu alanlardaki bölme ve bölmecikler için odun üretimi verilen bölmecikler öncelikli olmak üzere değerlendirme yapılmıştır. Bu alanlardaki işletme amaçları için öneriler planlama heyeti ve orman işletme müdürlüğü yetkilileriyle birlikte geliştirilmiştir.

Köyceğiz'de toprak kaybı riskini artıran ve erozyon ile birlikte ele alınması gereken bir başka risk sel ve taşkındır. Sel ve taşkının en çok yaşandığı Namnam deresi, Kargıcak çayı, Zeytinalanı ve Yuvarlakçay mikrohavzalarının üst kısımlarındaki toprak kaybı riskinin olduğu alanlar ile orman fonksiyonların birbirleri ile uyumuna bakılmıştır. Örneğin; Kargıcak çayı havzasının üst kısmının yarısı erozyon önleme fonksiyonunda iken; diğer yarısının çoğunluğu orman ürünleri üretimi fonksiyonuna sahiptir (Şekil 17). Üretim verilen kısım da erozyon riski taşımaktadır. Ancak Köyceğiz OİM 2013 amenajman planına göre odun üretimi için verilen etalar oldukça düşüktür.



Şekil 17. Kargıcak çayı mikrohavzası toprak kaybı riski.

Sultaniye Orman İşletme Şefliği'nin tamamı "doğayı koruma" fonksiyonundadır. Ağla Orman İşletme Şefliği'nde özellikle şefliğin üst kısmında ve ana derelerin doğusunda üretim yapılmaktadır. Alan alt havzalara ayrıldığında üretim yapılan havza Köyceğiz Gölü'nün havzasının alt havzasıdır. Bu alt havzada %75 oranında orman alanı mevcuttur. Bu oran diğer havzalara göre azdır. Müdürlük sınırında alansal

olarak %90 ve üstü orman alanı içeren havzalar vardır. Bu ormanların %9'u boşluklu kapalı meşcereler, %11'i ise 3 kapalıdır. Engebelilik de diğer alt havzalara göre orta düzeydedir. Havzanın ortalama eğimi diğer havzalara göre düşük olmasına rağmen Sandras Dağı'ndan birdenbire inen bir yükseklik söz konusudur. Yüksekliğin indiği yerde ise Köyceğiz yerleşim alanları mevcuttur. Alanın çok fazla yağış alması ve gölün taşması ile Köyceğiz merkez sel ve taşkın riski altındadır. Sedde (Kargıcak çayının çıkışı) ve toprak muhafaza (Köyceğiz şefliği 89-94 dahil arasındaki bölmeciklerde toprak muhafaza) önlemleri alınmıştır. Erozyon riski de bu alanda oldukça yüksektir.

İşletme sınırları dahilinde orman ekosistemlerinin sağladığı erozyon kontrolü (toprak kaybı riskinin en aza indirilmesi) hizmeti ormancılık, tarım ve hayvancılık ve içme suyu sektörleri ile doğrudan ilişkilidir (Ek-2).

Ekosistem Hizmetleri için Amenajman Heyetine Öneriler

Köyceğiz OİM 2017 amenajman planlarına; planların revizeleri süresince, yapılan modelleme ve arazi çalışmaları doğrultusunda orman ekosistemlerinin toprak koruma hizmeti ile ilgili öneriler yapılmıştır. Değerlendirme ve önerilerde orman ekosistemlerinin sadece toprak koruma hizmeti değil; aynı zamanda sel ve taşkın önleme ve su tutumu hizmetleri de ele alınmıştır. Orman ekosistemlerinin suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlemesi ile ilgili bilgiler aşağıdaki başlıklarda verilmiştir.

İlk öneri Kargıcak çayı mikrohavzası için bir *mikrohavza rehabilitasyon projesinin* hazırlanmasıdır. Amenajman planlarında bu konu ile ilgili öneri yer almıştır. Ayrıca ilgili kurumlar ile de bu öneri paylaşılmıştır. Bir diğer öneri de Kargıcak çayı mikrohavzasında *bazı bölmecikler için ikinci veya üçüncü fonksiyon olarak "erozyon önleme" orman fonksiyonu altında "toprak koruma" koruma hedefinin* verilmesidir. Ağla OİŞ 2017 amenajman planında toprak koruma hedefine ilişkin DKM ekibinin önerileri yer almıştır. "Toprak koruma" fonksiyon önerilerine göre Ağla OİŞ 2013 ve 2017 amenajman planlarının karşılaştırılması Tablo 5'te gösterilmektedir.

Tablo 5. Köyceğiz ormanları için toprak koruma önerileri.

BLM NO	MES TIP	Şeflik/Mikrohavza	2013 Amenajman Planı			2017 Amenajman Planı		
			FONK1	FONK2	FONK3	FONK1	FONK2	FONK3
130	Çkcd3-2	Ağla/Kargıcak	111102	215502	Yok	111102	215502	**221302**
130	BÇk	Ağla/Kargıcak	111102	215502	Yok	111102	215502	**221302**
133	Çkcd1-2	Ağla/Kargıcak	111102	215502	Yok	111102	215502	**221302**
181	Çkcd2-1	Ağla/Kargıcak	111102	341002	Yok	111102	**221302**	341002
181	ÇkÇzcd3	Ağla/Kargıcak	111102	341002	Yok	111102	**221302**	341002
209	Çzbc2	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
210	BÇz	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
210	ÇzÇncd1-1	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
210	Çzcd3	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
211	ÇzÇncd1-2	Ağla/Kargıcak	111101	Yok	Yok	111101	**221301**	Yok
211	ÇzÇncd1-1	Ağla/Kargıcak	111101	Yok	Yok	111101	**221301**	Yok
211	Çkcd3-2	Ağla/Kargıcak	111102	Yok	Yok	111102	**221302**	Yok
211	ÇkÇzcd3	Ağla/Kargıcak	111102	Yok	Yok	111102	**221302**	Yok
212	Çkb3	Ağla/Kargıcak	111102	Yok	Yok	111102	**221302**	Yok
223	ÇzÇncd1	Ağla/Kargıcak	111101	Yok	Yok	111101	**221301**	Yok
224	Çzcd2-3	Ağla/Kargıcak	111101	Yok	Yok	111101	**221301**	Yok
224	Çzc3-2	Ağla/Kargıcak	111101	Yok	Yok	111101	**221301**	Yok
224	Çzcd3	Ağla/Kargıcak	111101	Yok	Yok	111101	**221301**	Yok
225	ÇzÇncd1-2	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
225	ÇzÇncd1-1	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
225	Çzbc3-1	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
227	Çkcd1	Ağla/Kargıcak	111102	341001	Yok	111102	**221302**	341002
227	Çzcd3	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
227	Çzc3	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
235	ÇzÇncd1	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
235	Çzcd3-2	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
235	Çzcd3-1	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
236	Çkcd2-1	Ağla/Kargıcak	111102	341001	Yok	111102	**221302**	341002
236	Çzcd3	Ağla/Kargıcak	111101	341001	Yok	111101	**221301**	341001
236	Çkcd3	Ağla/Kargıcak	111102	341001	Yok	111102	**221302**	341002
237	Çkcd2	Ağla/Kargıcak	111102	341001	Yok	111102	**221302**	341002

Üretim fonksiyonu dışında (endüstriyel ağaçlandırma da dahil) fonksiyona sahip olan bölmeciklere hiç öneri yapılmamıştır. Tensil, gençlik bakımı, sıklık bakımı ve ayıklama verilen alanlar ile bazı 3 kapalı meşcereler ve tabakalı meşcerelere toprak koruma ile ilgili de herhangi bir öneri yapılmamıştır. Bölmecik, erozyonun olabileceği yerden daha büyük bir alan kaplıyorsa bu bölmecikler de göz ardı edilmiştir.

Köyceğiz sel-taşkın riskinin azaltılması, su tutumu ve toprak kaybının önlenmesi için amenajman planlarına öneriler biyolojik çeşitliliğin ve ekosistem hizmetlerinin amenajman planlarına entegrasyonu çalıştayından önce işletme müdürlüğü ile paylaşılmış; Orman Genel Müdürlüğü Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı'ndan toplantı ve çalıştaylara katılan teknik ekiple masabaşında ve arazide çalışılmıştır.

Yukarıda bahsedilen öneriler dışında çalışmada değerlendirilen bir başka konu ise **biyolojik çeşitlilik modelleme ve haritalama çalışmaları** sonucunda önerilen "koruma alanları"nın ve "koridor"ların, ekosistem hizmetleri önerileri ile çakışıp çakışmadığının belirlenmesidir. Ağla OİŞ'de 130 – BÇk, 130 – Çkcd3-2 ve 133 – Çkcd1-2 bölmecikleri biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyonu

çalışmalarında "ikinci uygulama zonu – kısıtlı uygulama alanı" olarak önerilen bölmeciklerdir. İkinci uygulama zonuna giren koruma öncelikli alanlar, kısıtlı üretime konu edilecek alanlar olarak belirlenmiştir. Bu çakışan bölmeciklere dair planlarda 23/1 nolu tabloya eklenen reçeteler (Tablo 6), toprak koruma ve su akışının zamanlanması ve düzenlenmesi hizmetlerini de ele alınarak hazırlanmıştır.

Tablo 6. Biyolojik çeşitlilik ve toprak korumaya yönelik müdahaleler ve sınırlandırmalar tablosu.

Bölme No	Meşcerede bulunan koruma öncelikli türler	Uyulması gereken kısıtlar ve tedbirler	Özel önlemler
130 Çkcd3-2	Kurt, karakulak, bozayı, orman ağaçkakanı, Anadolu sıvacısı	• Ağaç türlerinin biyolojik özelliklerinin elverdiği ölçüde karışık meşcere kuruluşları ve tabii yapısı korunmalıdır. • Orman içi açıklıklardaki otsu, çalı örtüsü ve yapraklı türler korunmalıdır. • Maki vejetasyonu (boylu makilikler, garig/frigana gibi kısa makilikler) ile her türlü çalılık ve ağaççık türleri ormanaltı vejetasyonu oluşturacak şekilde korunmalıdır. • Hektarda en az 5 adet dikili haldeki yaşlı ağaçlar ile ölü, kuru, kovuklu ve yatık ağaçlar alanda bırakılmalıdır. Özellikle d çağındaki doğal yaşlı karaçam bireyleri korunmalıdır. • Her türlü silvikültürel müdahalede; ender bulunan, kıymetli ve tehlike altındaki türler korunmalıdır. • Aralama müdahalelerinde Mutedil Aralama ilkeleri takip edilmelidir. • Doğal vejetasyon içindeki yabani meyve ağaçları münferit veya gruplar halinde muhafaza edilmelidir. • Silvikültürel müdahaleler sırasında ve sonrasında kesme ve sürütme işlemlerinde meşcerede kalan ağaçların ve toprağın en az zarar görecek şekilde uygulama yapılmasına dikkat edilir. • Dikili satış ihale sözleşmeleri hazırlanırken, bu tabloda belirtilen zaman dilimlerine uyulur.	23/1 nolu tabloda BÇ6 reçete numarası ile birlikte açıklama yazılmıştır. • Ormandan komşu alanlara (açıklık, sulak alan, mera, tarım arazisi vb.) geçişteki doğal perde yapısı, ara katmanlar (ağaççık ve çalılar) ve habitatlar arası bağlantılılık korunmalıdır. • Reçeteye tabi alanların doğal bütünlüğünü sekteye uğratabileceği düşünülen çalışmaların yapılmasına (taş ocağı açılması vb.) izin verilmemesine dikkat edilir. • Tensil alanlarında, ormanların gençleştirilmesi doğal gençleşme potansiyelinden yararlanarak olanaklı olduğunca doğaya yakın şekilde, yani doğal gençleştirme ile sağlanmalıdır. • Tensil alanlarında, ağaçlandırmanın (ekim ve dikim yoluyla) kaçınılmaz olduğu durumlarda mümkün olduğu kadar alandaki tohumlar veya o tohumlardan üretilmiş fidanlar kullanılmalıdır. • Tensil alanlarında, tıraşlama kesimlerinden kaçınılmalıdır. Mümkün oldukça tek ağaç ya da grup şeklinde yararlanma yapılmalıdır. • Orman ekosistemi hizmetleri çalışmasının sonuçları doğrultusunda; fazla göğüs yüzeyine sahip değişik yaşlı, tabakalı ve meşcere sıklığı yüksek ormanlar meşcerenin ana yapısını oluşturmalıdır. Meşcere kuruluşunun sürekli korunabilmesi için kapalılık kırılmamalıdır. Ayrıca tıraşlama ve sürütme yapılmamalıdır. • Karaçam meşceresine karışan sedir, kızılçam, kokulu ardıç ve akçaağaç benzeri ekosisteme değer katan türler mutlaka korunmalıdır. • Dikili satış ihale sözleşmeleri hazırlanırken, bu tabloda belirtilen zaman dilimlerine uyulur.
133 Çkcd1-2	Kurt, bozayı, bozçıvgın, Anadolu sıvacısı	• Ağaç türlerinin biyolojik özelliklerinin elverdiği ölçüde karışık meşcere kuruluşları ve tabii yapısı korunmalıdır. • Orman içi açıklıklardaki otsu, çalı örtüsü ve yapraklı türler korunmalıdır. • Maki vejetasyonu (boylu makilikler, garig/frigana gibi kısa makilikler) ile her türlü çalılık ve ağaççık türleri ormanaltı vejetasyonu oluşturacak şekilde korunmalıdır. • Orman kenarlarındaki doğal kademeli vejetasyon geçişleri korunmalıdır. • Hektarda en az 5 adet dikili haldeki yaşlı ağaçlar ile ölü, kuru, kovuklu ve yatık ağaçlar alanda bırakılmalıdır. Özellikle d çağındaki doğal yaşlı karaçam bireyleri korunmalıdır. • Toprak koruma faaliyetleri kapsamında tabakalılık korunmalı, meşcere kapalılığı kırılmamalıdır.	23/1 nolu tabloda BÇ4 reçete numarası ile birlikte açıklama yazılmıştır. • Ormandan komşu alanlara (açıklık, sulak alan, mera, tarım arazisi vb.) geçişteki doğal perde yapısı, ara katmanlar (ağaççık ve çalılar) ve habitatlar arası bağlantılılık korunmalıdır. • Reçeteye tabi alanların doğal bütünlüğünü sekteye uğratabileceği düşünülen çalışmaların yapılmasına (taş ocağı açılması vb.) izin verilmemesine dikkat edilir. • Tensil alanlarında, ormanların gençleştirilmesi doğal gençleşme potansiyelinden yararlanarak olanaklı olduğunca doğaya yakın şekilde, yani doğal gençleştirme ile sağlanmalıdır. • Tensil alanlarında, ağaçlandırmanın (ekim ve dikim yoluyla) kaçınılmaz olduğu durumlarda mümkün olduğu kadar alandaki tohumlar veya o tohumlardan üretilmiş fidanlar kullanılmalıdır. • Tensil alanlarında, tıraşlama kesimlerinden kaçınılmalıdır. Mümkün oldukça tek ağaç ya da grup şeklinde yararlanma yapılmalıdır. • Dikili satış ihale sözleşmeleri hazırlanırken, bu tabloda belirtilen zaman dilimlerine uyulur.

Ağla OİŞ'de 130 – Çkcd3-2 ve 133 – Çkcd1-2 bölmecikleri, Kargıcak mikrohavzasının üst kısmında ve derelerin hemen yakınında yer almaktadır. Bölmecikler, "erozyon önleme" fonksiyonu verilmiş bölmeciklere komşudur. Bu havzada %75 oranında orman alanı mevcuttur. Bu ormanların %9'u boşluklu kapalı meşcereler, %11'i ise 3 kapalı meşcerelerdir. Engebelilik de diğer alt havzalara göre orta düzeydedir. Eğim, diğer havzalara göre düşüktür, ancak Sandras Dağı'nda birdenbire inen bir yükseklik söz konusudur. Yüksekliğin indiği yerde ise Köyceğiz yerleşim alanları mevcuttur. Havzanın üst kısmında yapılacak olan herhangi bir ormancılık faaliyeti aşağısını da etkileyecektir. Modellere göre, toprak kaybı riski bu bölmeciklerde fazladır. Yağışın çok olduğu dönemlerde meşcere ve silvikültürel müdahaleler mikrohavzada sel-taşkın riskini etkileyecektir.

Toprak koruma ve su akışının zamanlanması ve düzenlenmesi hizmetleri açısından öneriler, fazla göğüs yüzeyine sahip değişik yaşlı, tabakalı ve meşcere sıklığı yüksek ibreli ormanlar ana meşcere yapısını oluşturmalıdır. Meşcere kuruluşunun sürekli korunması için kapalılık kırılmamalıdır. Traşlama yapılmamalı, sınırlı müdahale (toprak koruma için idare süresi uzatılmalı vs) yapılmalıdır. Gençleştirme yapılacaksa, bölmeciğin tümünde değil, en fazla 5 ha lık bir alanda yapılmalı ve gençleştirme süresi uzun tutulmalıdır. Bakım müdahaleleri yapılabilir. Özellikle zararlılar ve yangına karşı önlemler alınmalı. Alanda sürütme yapılmamalıdır. Boşluklu kapalı meşcerede (130 - BÇk) toprak korumaya yönelik ağaçlandırma yapılabilir.

3.2.2. Suyun akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi

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., 2014). 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 düşmesini sağlamaktadır. Topografya, toprak, yağış, arazi kullanımı, eğim ve yüzey akışları gibi fiziksel ve hidrolojik unsurların şekillendirdiği sel ve taşkın riskinin yüksek olduğu alanların çevresindeki orman alanları, bu kapsamda büyük önem taşımaktadır.

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Ekolojik*" ana orman fonksiyonu altında "*Erozyon önleme*" genel orman fonksiyonu altında detaylandırılmaktadır.

Sel ve taşkın riskinin yüksek olduğu alanlardaki bütünlüğü olan ve parçalanmaya uğramamış orman parçalarının korunması ve rehabilite edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu şekilde uzun vadede bu ekosistem hizmetinden sağlanan faydanın sürdürülebilirliği sağlanarak orman ekosisteminin farklı sektörlere doğal olarak sağladığı bu hizmetin artırılmasını ve iyileştirilmesini mümkün kılabilmektedir.

Bu çalışmada suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi, sel-taşkın önleme hizmeti ve su tutumu hizmeti başlıkları altında incelenmiştir. Önce işletme sınırlarındaki alt havzalar için sel-taşkın riski haritası oluşturulmuş, daha sonra mikrohavzalar ölçeğinde su tutumu hizmeti değerlendirilmiştir. Amenajman planlarına öneriler ise erozyon kontrolü ve suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi hizmetlerinin birlikte değerlendirilmesi ile belirlenmiştir.

3.2.2.1. Sel-taşkın önleme hizmeti

Orman ekosistemlerinin sağladığı ve birçok farklı sektörü doğrudan etkileyen hizmetlerden birisi sel ve taşkın önlemedir. Bir havza içindeki orman alanları, suyun seviyesinin yükselmesini ve çevreye yayılmasını önleyerek sel ve taşkın riskini azaltmaktadır. Sel ve taşkın riski her havzada mevcuttur. Ancak bu risk meteorolojik, topografik ve hidrolojik faktörlerin etkisi ile az ya da çok olabilmektedir. Bir havza içinde bu riskin görülebileceği en riskli alan, yan derelerin hemen hemen hepsinin ana dereye ulaştığı, havzanın alt kısmı ve ana derenin çevresidir. Havzanın bu kısmı insan aktivitelerinin yoğunlaştığı, tarımsal ekosistemlerin, kentsel alanların, yolların vb. havzanın diğer kısımlarına göre daha fazla olduğu alanlardır. Bu alanlarda insanların ekosistemlerden ya da arazi kullanımlarından hizmet talepleri ve buna bağlı aldıkları hizmetler de farklı olabilmektedir.

Orman ekosistemlerinin sağladığı ve birçok farklı sektörü doğrudan etkileyen hizmetlerden birisi sel ve taşkın önlemedir. Bir havza içindeki orman alanları, suyun seviyesinin yükselmesini ve çevreye yayılmasını önleyerek sel ve taşkın riskini azaltmaktadır. Sel ve taşkın riski her havzada mevcuttur. Ancak bu risk meteorolojik, topografik ve hidrolojik faktörlerin etkisi ile az ya da çok olabilmektedir. Bir havza içinde bu riskin görülebileceği en riskli alan, yan derelerin hemen hemen hepsinin ana dereye ulaştığı, havzanın alt kısmı ve ana derenin çevresidir. Havzanın bu kısmı insan aktivitelerinin yoğunlaştığı, tarımsal ekosistemlerin, kentsel alanların, yolların vb. havzanın diğer kısımlarına göre de daha fazla olduğu alanlardır. Bu alanlarda insanların ekosistemlerden ya da arazi kullanımlarından hizmet talepleri ve buna bağlı aldıkları hizmetler de farklı olabilmektedir.

Sel-taşkın riskinin fazla başka bir deyişle sel-taşkın önleme hizmetinin az olduğu belirlenen havzalardaki orman alanlarında ormancılık faaliyetleri, içme suyu sektörü ve orman alanlarının yakınlarında yapılan tarım ve hayvancılık bu hizmetin etkilediği sektörlerdir.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içindeki sel-taşkın riski için oluşturulan model, alt havza ve mikro havza ölçeğinde olmak üzere iki farklı ölçekte uygulanmıştır. Sel-taşkın riskinin hesaplanması için kullanılan hidrolojik ve fiziksel faktörler genel olarak havza içindeki arazi kullanımına, eğime, drenaja ve

vejetasyon yoğunluğuna göre değerlendirilmiştir. Modelde değerlendirilen alt havzalara ilişkin hidrolojik ve fiziksel faktörler alt havza alanı (ha), alt havzanın ortalama eğimi (%), orman yoğunluğu (%), boşluklu kapalı meşcere yoğunluğu, 3 kapalı meşcere yoğunluğu, engebelilik, geçirimsiz alan yoğunluğu, konsantrasyon zamanı, drenaj yoğunluğu ve dere sıklığıdır.

Modelde kullanılan hidrolojik ve fiziksel faktörler sel-taşkın riskine pozitif (riski artıran) ya da negatif (riski azaltan) yönde etki etmektedir.

Pozitif yönde etki eden, yani sel-taşkın riskini artıran faktörler: Eğim, geçirimsiz yüzey yoğunluğu ve boşluklu kapalı meşcere yoğunluğu olarak öngörülmüştür. Eğimin yüksek olması sel-taşkın riskini artırmaktadır. Geçirimsiz yüzeyler, depo, iskan, maden ocağı, yollar ve taşlık alanlardır. Bu alanlar ya tamamen geçirimsizdir ya da topraktaki infiltrasyon (suyu süzme) çok düşüktür. Bu durum yağışla gelen suyun infiltre olmamasına ve suyun daha fazla yüzeysel akışa geçmesine neden olmaktadır. Bu da sel-taşkın riskini artırmaktadır. Boşluklu kapalı meşcere, %10 ve altı kapalılığa sahip olan meşcerelerdir. Boşluklu kapalı meşcere alanların da intersepsiyon (bitkiler tarafından tutulan yağış sularının buharlaşması) diğer meşcerelere göre daha az olduğundan dolayı sel-taşkın riskini artırmaktadır.

Negatif yönde etki eden, yani sel-taşkın riskini azaltan faktörler: Orman yoğunluğu, 3 kapalı meşcere yoğunluğu, engebelilik, konsantrasyon yoğunluğu, drenaj yoğunluğu ve dere sıklığı olarak öngörülmüştür. Orman alanları ve özellikle 3 kapalı meşcere alanları, infiltrasyonun ve intersepsiyonun fazla olduğu alanlardır. Yani toprak suyu tutmakta; bitkiler tarafından tutulan yağış sularının buharlaşması yüksek oranda sağlanmaktadır. Bu sebeple sel-taşkın riskini azaltan faktörler olarak ele alınmıştır. Engebelilik ise yine sel-taşkın riskini negatif etkileyen bir faktördür. Bir havzada engebelilik ne kadar yüksekse sel-taşkın riski o kadar azdır. Su, arazinin engebeliliğinden dolayı hem uzun süre akmakta, hem de sürtünme ile hızı azalmaktadır. Drenaj yoğunluğu ve dere sıklığı, yağışların akışa dönmesini ve bu akışların sağlığını göstermektedir. Orman yoğunluğu, drenaj yoğunluğu ve/veya dere sıklığı fazla olan bir alt havzada akışların debisinin değişmesi (sel) ya da akış yüksekliğinin değişerek kanal dışına çıkması (taşkın) ihtimali azalmaktadır. Yani bir havzada orman alanları ve devamlı dereler fazla ise sel ve taşkın riski orman alanının ve devamlı derenin daha az olduğu bir havzaya göre daha azdır. Konsantrasyon zamanı ise, yağışın akışa ne kadar çabuk geçtiği ile ilgilidir. Yüzeysel akışın, havzanın en uzak noktasından çıkış noktasına varması için geçen süredir. Yağış şiddetinin sızma kapasitesini aşması için gereken süre, yüzey birikintilerinin dolması için geçen süre, yüzeysel akışın akarsu ağına varması için geçen süre ve akarsu ağında, suyun çıkış noktasına varması için geçen sürenin toplamına eşittir. Konsantrasyon zamanı ne kadar fazla ise o kadar az sel-taşkın riski taşıyor demektir.

Faktörlerin hesaplanması:

- Ulusal alt havza sınırları kullanılmıştır. Bu **alt havzaların alanları** Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) kullanılarak ArcGIS programında havzalardaki arazi kullanım yoğunluklarının belirlenmesi için hesaplanmıştır.

- Sel-taşkın riskini artıran **eğim** için, ArcGIS programında yapılan yüzey analizleri sonucu her bir havza için o havzanın ortalama eğimi (derece) kullanılmıştır. Bu durumda en dik alanlar, sel-taşkın riskinin en kuvvetli olduğu alanlardır.

- Sel-taşkın riskini artıran **geçirimsiz yüzey yoğunluğu** ise ArcGIS programında amenajman planları meşcere haritasından gruplanarak hazırlanan arazi kullanım tipi haritası üzerinden her bir alt havza için geçirimsiz yüzey yoğunluğunun alt havza alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

- Sel-taşkın riskini artıran **boşluklu kapalı meşcere yoğunluğu** ise ArcGIS programında amenajman planları meşcere haritasından gruplanarak hazırlanan arazi kullanım tipi haritası üzerinden her bir alt havza için boşluklu kapalı meşcere alanının alt havza alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

- Sel-taşkın riskini azaltan **orman yoğunluğu** ise ArcGIS programında amenajman planları meşcere haritasından gruplanarak hazırlanan arazi kullanım tipi haritası üzerinden her bir alt havza için orman alanının alt havza alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

- Sel-taşkın riskini azaltan **3 kapalı meşcere yoğunluğu** ise ArcGIS programında amenajman planları meşcere haritasından gruplanarak hazırlanan arazi kullanım tipi haritası üzerinden her bir alt havza için 3 kapalı meşcere alanının alt havza alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

- Sel-taşkın riskini azaltan **engebelilik** için, ArcGIS'te engebelilik yüzeyi Riley Terrain Roughness Index algoritması kullanılarak oluşturulmuştur:

Focal statistics → Input = DEM, Neighborhood = Rectangle, Size = 3×3, Units = Cells, Statistics Type = Minimum, Output filename = dem3x3min

Focal statistics → Input = DEM, Neighborhood = Rectangle, Size = 3×3, Units = Cells, Statistics Type = Maximum, Output filename = dem3x3max

SquareRoot(Abs((Square("dem3x3max") – Square("dem3x3min")))

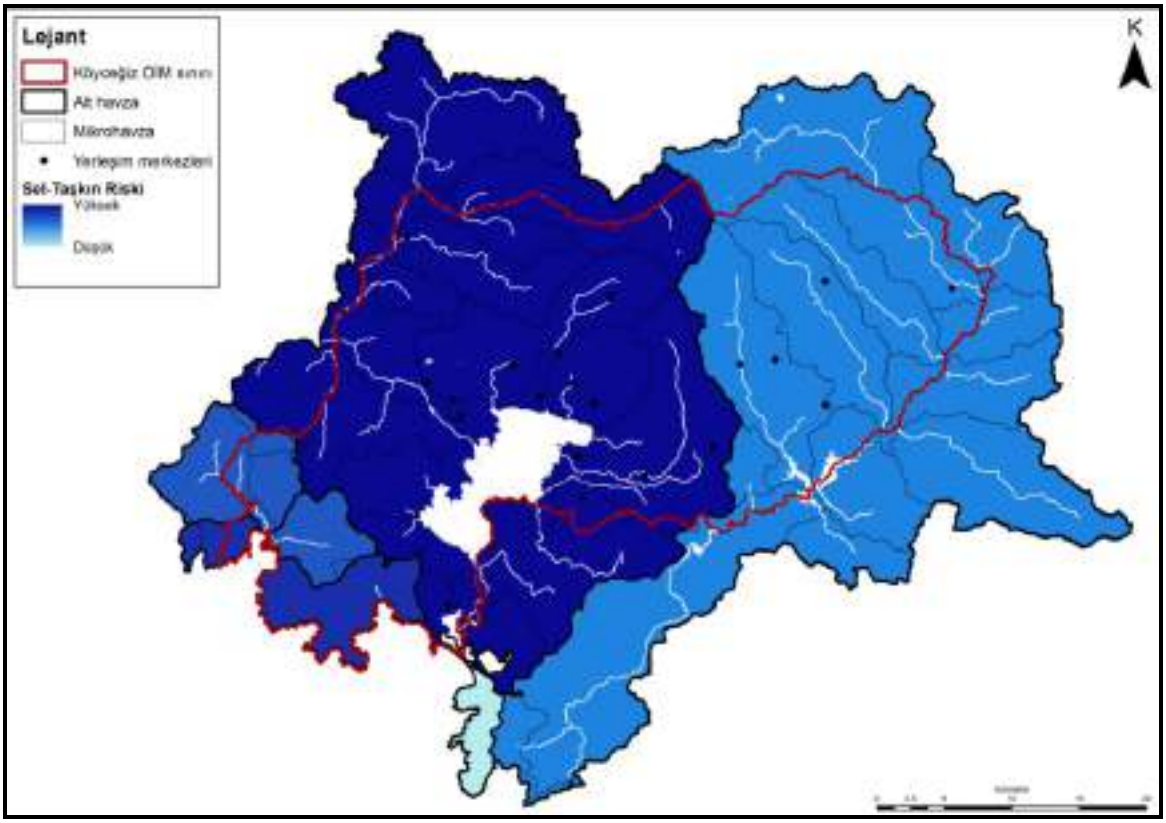
- Sel-taşkın riskini azaltan **konsantrasyon zamanı,** SMADA programı[1] ile her bir alt havza için tek tek belirlenmiştir. Konsantrasyon zamanı, yüzeysel akış mesafesi, ana dere uzunluğu, havzanın eğimi, yağış şiddeti ve yüzeysel akış mesafesi arazi kullanımını dikkate alınarak hesaplanmıştır.

- Sel-taşkın riskini azaltan **drenaj yoğunluğu,** her bir alt havza için dere uzunluklarının bulunduğu alt havzanın alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

- Sel-taşkın riskini azaltan **dere sıklığı,** alt havzadaki çatallanma oranları hesaplanarak belirlenen toplam dere sayısının alt havzanın alanına bölünmesiyle elde edilmiştir.

Projede uygulanan yöntem, alt havzaların birbirleri ile sel-taşkın riski açısından karşılaştırılmasını sağlamaktadır. Puanlamada her bir faktörün değerlerini eşit aralıklara böldükten sonra 1'den 5'e kadar puan verilmiştir. Köyceğiz ormanları için yapılan arazi çalışmaları ve çalıştay sonuçlarına göre konsantrasyon yoğunluğu, drenaj yoğunluğu ve dere sıklığı haricinde tüm faktörler eşit ağırlıkta değerlendirilmiştir. Bu üç hidrolojik faktör alan için hesaplanmasına rağmen; faktörlerin Köyceğiz Gölü havzasında diğer faktörler kadar önem taşımadığı görülmüş ve modelde kullanılmamıştır. Her bir alt havzanın her faktöre göre bir puanı olmuş ve bunlar toplandığında en yüksek puanı taşıyan alt havza, en yüksek riske sahip alt havza olarak tanımlanmıştır (Şekil 18).

[1] SMADA: Stormwater Management and Design Aid, http://smadaonline.com/ (Ziyaret tarihi: 24.11.2016).



Şekil 18. Sel-taşkın riskinin havzalar arasındak karşılaştırmalı dağılımı.

Uygulanan modelde eğimin, boşluklu kapalı meşcere yoğunluğunun ve geçirimsiz yüzey yoğunluğunun diğer havzalara göre fazla; orman yoğunluğunun, 3 kapalı meşcere yoğunluğunun ve engebeliliğin diğer havzalara göre az olduğu alanlar, sel-taşkın riski taşıyan alt havzalardır. Riskin yüksek olduğu alt havzalar, ölçeğin bölmecik düzeyine yaklaşması için mikrohavzalara ayrılarak; hidrolojik toprak grupları, yağış ve kuru ve devamlı derelerin bilgisi kullanılarak arazi kullanımları için su tutumu hesaplanmıştır. Ayrıntılı bilgisi bu raporun "3.2.2.2. Su tutumu hizmeti" başlığı altında verilmektedir. Böylece sel-taşkın riskinin yüksek olduğu alt havzada, toprak ve iklimsel veriler kullanılarak su tutumuna etki eden faktörler (arazi kullanımı, toprağın su tutma kapasitesi, toprak nemliliği vb.) detaylandırılmıştır. Bölmecikler ile bu üç hizmetin üst üste çakıştırılması sonucunda toprak koruma ile suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi hizmetleri için öneriler verilmiştir. Orman amenajman planlarına verilen toprak koruma önerileri, aynı zamanda suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi (sel-taşkın riskinin azaltılması ve su tutumu hizmeti) de sağlayacaktır.

Köyceğiz, Rize'den sonra Türkiye'de en fazla yağış alan yerdir[2]. Özellikle Eylül ve Ekim aylarında ani ve hızlı yağışlar yağmakta; en çok yağış ise Aralık ve Ocak aylarında yağmaktadır. Köyceğiz Gölü havzası uygulanan modelde ve mevcutta sel ve taşkın riskinin diğer alt havzalara göre en fazla olduğu havzadır. Bunun sebebi havzadaki orman alanı yoğunluğunun (%75) diğer havzalara göre az olması, bu ormanların %9'unun boşluklu kapalı meşcerelerden oluşmasıdır. Ayrıca bu ormanların sadece %11'i 3 kapalı meşcerelerden oluşmaktadır. Eğim diğer havzalara göre düşük olmasına rağmen Sandras Dağı'ndan birdenbire inen bir yükseklik söz konusudur. Yüksekliğin indiği yerde ise Köyceğiz yerleşim alanları mevcuttur. Havzanın çok fazla yağış alması ve gölün taşması sebebi ile Köyceğiz sel ve taşkın riski taşımaktadır.

Bu havzadaki orman alanlarının kapalılığının arttırılması ya da kırılmaması, değişik yaşlı tabakalı ormanların oluşturulması ve doğal ve ibreli türlerin restorasyon uygulamalarında kullanılması sel-taşkın riskinin azaltılması için önem taşımaktadır. Orman yönetimine özellikle bu havzada dikkat edilmelidir. Tıraşlama kesimden uzak durulmalı, ormanlara müdahale sınırlı olmalıdır.

3.2.2.2. Su tutumu hizmeti

Suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesinde, arazi kullanımına bağlı doğal faktörler (odunsu ve otsu bitki örtüsü, ölü örtü ve toprak gibi) su tutma hizmetinde önemli rol oynamaktadır. Su tutumunun özellikle orman ve 3 kapalı maki ekosistemlerinin daha fazla olduğu havzalarda sel-taşkın riski azalmakta, yağış bu ekosistemlerdeki doğal faktörler tarafından tutulmaktadır.

Su tutumu hizmetinin az, sel-taşkın riskinin fazla olduğu belirlenen havzalardaki orman alanlarında ormancılık faaliyetleri, içme suyu sektörü ve orman alanlarının yakınlarında yapılan tarım ve hayvancılık bu hizmetin etkilediği sektörlerdir.

Sel-taşkın riskinin fazla olduğu belirlenen alt havzalarda daha detaylı çalışılarak, arazi kullanımlarına bağlı su tutumu hizmeti mikrohavza ölçeğinde haritalandırılmıştır. CBS ortamında Köyceğiz amenajman planları haritasından alınan devamlı ve kuru dereler ile mikrohavzalardaki akışlar değerlendirilmiştir.

Arazi kullanımlarına göre su tutumları Soil Conservation Service Curve Number (SCS CN) (SCS, 1956, 1964, 1972, 1993) modeli ile belirlenmiştir. Bu model, ampirik bir model olup; yağışın ne kadarının yüzeysel akışa geçtiğini ne kadarının toprak ve bitkiler tarafından tutulduğunun hesaplanmasında kullanılmaktadır

[2] Güney Ege Kalkınma Ajansı "Muğla Su Ayak İzi ve Temiz Su Eylem Planı" kapsamında hazırlanan rapor, http://geka.gov.tr/Dosyalar/o_1adq6a8sj4al1o918upf6d1j648.pdf (Ziyaret tarihi: 13.06.2017).

(Mockus, 1949; McCuen, 1982; Yu, 1998; Mishra ve Singh, 1999; Pamukçu ve ark., 2014). Yani yağış-yüzeysel akış-kayıp ilişkisini kurmaktadır. Model işletme sınırları dahilinde alt havza ve mikrohavza ölçeğinde su tutumlarının hesaplanmasında kullanılmıştır.

Model için kullanılan veriler:

- Arazi kullanımı/örtüsü (2013 amenajman planı meşcere haritasından alınmıştır.)
- Hidrolojik toprak grupları (HTG)
- 1 saatlik maksimum yağış miktarı (Köyceğiz için 100 yıllık)

Hidrolojik toprak grupları, büyük toprak grupları ve toprak özellikleri kombinasyonuna göre belirlenmektedir (Tablo 7).

Tablo 7. Hidrolojik toprak gruplarının belirlenmesindeki kriterler (Özdemir (2007) deki HTG'lere ait tablo geliştirilerek revize edilmiştir.).

Büyük Toprak Grupları	**Toprak Özellikleri Kombinasyonu**						
Kırmızı Sarı Podzolik Topraklar (P) **Kireçsiz Kahverengi Orman Toprakları (N)** **Kırmızı Kahverengi Akdeniz Toprakları (E)**	Eğim (%)		Derinlik (cm)				
			Derin 90 +	Orta derin 90-50	Sığ 50-20	Çok sığ 20-0	Litozolik
	A 0-2		1	2	3	4	25
	B 2-6		5	6	7	8	26
	C 6-12		9	10	11	12	27
	D 12-20		13	14	15	16	28
	E 20-30		17	18	19	20	29
	F 30+		21	22	23	24	30
Kolüvyal Topraklar (K)	Eğim (%)	Bünye	Derin	Orta derin	Sığ	Çok sığ	Litozolik
	A 0-2	İnce	1	2	3		32
		Orta	4	5	6		
		Kaba	7	8	9		
	B 2-6	İnce	10	11	12		33
		Orta	13	14	15		
		Kaba	16	17	18		
	C 6-12	İnce	19	20	21		34
		Orta	22	23	24		
		Kaba	25	26	27		
	D 12-20	Çeşitli	28	29	30	31	35
Alüvyal Topraklar (A)	Drenaj			Bünye			
				İnce	Orta	Kaba	Çok kaba
	İyi drene olmuş			1	2	3	
	Yetersiz drenaj			4	5	6	
	Fena drenaj			7	8	9	
	Aşırı drenaj						10
Hidromorfik Alüvyal Topraklar (H)	Drenaj-Tuz-Alkali Kombinasyonu						
			Tuz-alkali				
	Bünye	Drenaj	Tuzsuz	Hafif tuzlu	Tuzlu	Alkali	Hafif tuzlu alkali	Tuzlu alkali
	Karışık bünyeli	Doğal halde bulunan bozuk drenajlı yerler	H	Hh	Hs	Ha	Hk	Hv
		Bir drenaj çalışması yapılmış fakat halen yetersiz drenajlı	Hy	Hhy	Hsy	Hay	Hky	Hyy
		Bir drenaj çalışması yapılmış fakat halen kötü drenajlı yerler	Hf	Hhf	Hsf	Haf	Hkf	Hyf
Kum, dere yatakları								
Geçirimsiz alanlar								
Taşlık (çıplak kaya)								
Renk kodları	**A**		**B**		**C**		**D**	

A grubu topraklar nemli olsalar bile kum veya çakıl içeriklerinden dolayı yüksek geçirgenlik değerine sahiptir. Bu topraklarda su taşınımı yüksek değerlerdedir. B grubu topraklar orta derecede geçirgenlik özelliklerine sahiptir. C grubu topraklar orta ince ve ince tekstüresahip olduklarından yavaş geçirgenlik oranına sahiptir. D grubu topraklar çok düşük geçirgenlik özelliklerine sahiptir. Yüksek kil içeriğine sahip bu topraklar yüzeydeki kil tabakasından dolayı su iletkenliği çok yavaştır (Özdemir, 2007).

SCS CN modeline göre aşağıda gösterilen formüle göre arazi kullanımları için hesaplanan su akışları ve su tutumları Tablo 8'de gösterilmiştir.

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

$$Ia = S0.2$$

$P \leq Ia$ ise $Q = 0$ ya da $P > Ia$ ise $Q = (P - Ia)^2/(P - Ia + S)$

$$F = P - Q$$

S: Toprağın maksimum su tutma kapasitesi (inch); Ia: Toprağın yağış öncesi doygunluğu (inch); Q: Akış (inch); P: Maksimum yağış değeri (inch/hour); F: Su tutumu (mm).

Tablo 8. Arazi kullanımları için su tutumlarının hesaplanması.

Köyceğiz için arazi kullanımları	HTG	CN Değeri	S (inch)	Ia (inch)	P (mm/s)	P (inch/hour)	Q (inch)	Q (mm)	F (mm)
Geçirimsiz alanlar	B	98	0.20	0.04	82.3	3.24	3.01	76.39	5.91
Tarım alanları	D	85	1.76	0.35	82.3	3.24	1.79	45.51	36.79
Orman alanları*	D	79	2.66	0.53	82.3	3.24	1.37	34.72	47.58
Mera alanları**	D	84	1.90	0.38	82.3	3.24	1.72	43.58	38.72
Çıplak kaya	D	94	0.64	0.13	82.3	3.24	2.58	65.60	16.70
Makilik***	D	83	2.05	0.41	82.3	3.24	1.64	41.71	40.59
	D	77	2.99	0.60	82.3	3.24	1.24	31.51	50.79
Ocak	D	98	0.20	0.04	82.3	3.24	3.01	76.39	5.91
Kum	A	63	5.87	1.17	82.3	3.24	0.54	13.65	68.65

Arazi kullanımlarına ait su akışlarının hesaplanmasında tabloda verilen HTG değerleri esas alınmıştır. Toprak ve arazi kullanım çakıştırmaları işletme sınırları içerisinde yapılmış, sınır dışındaki alanlar da buna göre değerlendirilmiştir.

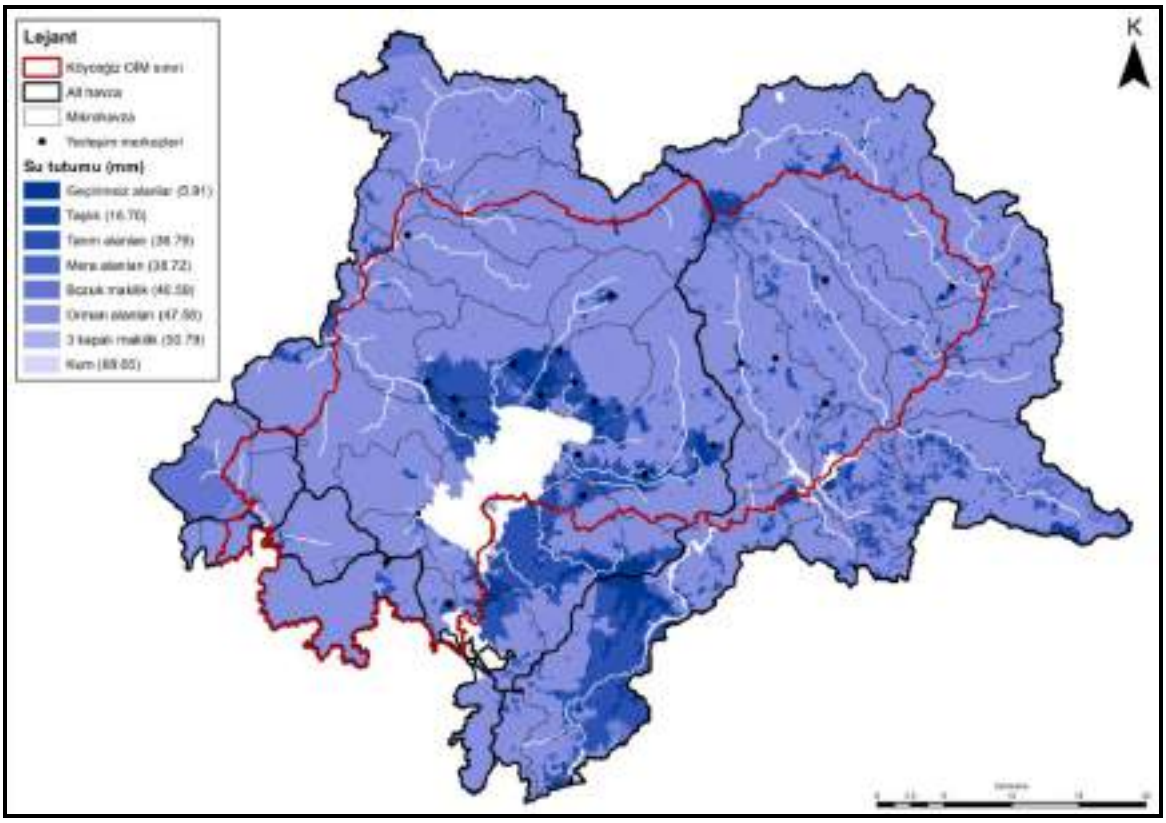
* Orman alanları için "orta" hidrolojik durum için HTG belirlenmiştir. Orman alanlarında otlatma vardır fakat herhangi bir yakılma/yanma yoktur. Toprak üzerinde ölü örtü bulunmaktadır.

* Mera alanları için "orta" hidrolojik durum için HTG belirlenmiştir. %50-75 yer örtüsünün varlığını ve aşırı derece bir otlatmanın olmadığı mera alanlarıdır.

*** Makilik için "zayıf" ve "orta" hidrolojik durum için HTG belirlenmiştir. Alanda yer alan maki (Bmak) %40'tan daha az yer kaplamakta (CN: 83); Mak3 ise 3 kapalı makiliklerdir (CN:77).

Bataklık, tuz bataklıkları ve su yüzeyleri için CN değeri 0 (sıfır) alınmıştır. Orman alanlarında yangının olmadığını ancak otlatmanın olduğu varsayılmıştır. Köyceğiz arazi kullanımlarının su tutumlarının hesaplanması için hidrolojik toprak grupları ve CN değerleri değerlendirildiğinde su tutumunun en fazla olduğu alanlar kum (kumsal, kumluk) olan alanlardır. Bu alanlarda akış düşük, geçirgenlik yüksektir. Kum alanlarını makilik (orta durumda – Mak3), orman alanları, makilik (zayıf durumda - Bmak), mera alanları, tarım alanları, çıplak kaya, ocak ve geçirimsiz alanlar izlemektedir.

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 Şekil 19'da gösterilmiştir. Modele dayalı yapılan hesaplamalara göre kumsal/kumluk gibi alanlar yağışın yaklaşık %83'ünü tutmaktadır. Bu alanları yağışın yaklaşık %62'sini tutan ve alansal olarak az bir alan kaplayan 3 kapalı makilik alanlar ve yağışın %58'ini tutan orman alanları izlemektedir.

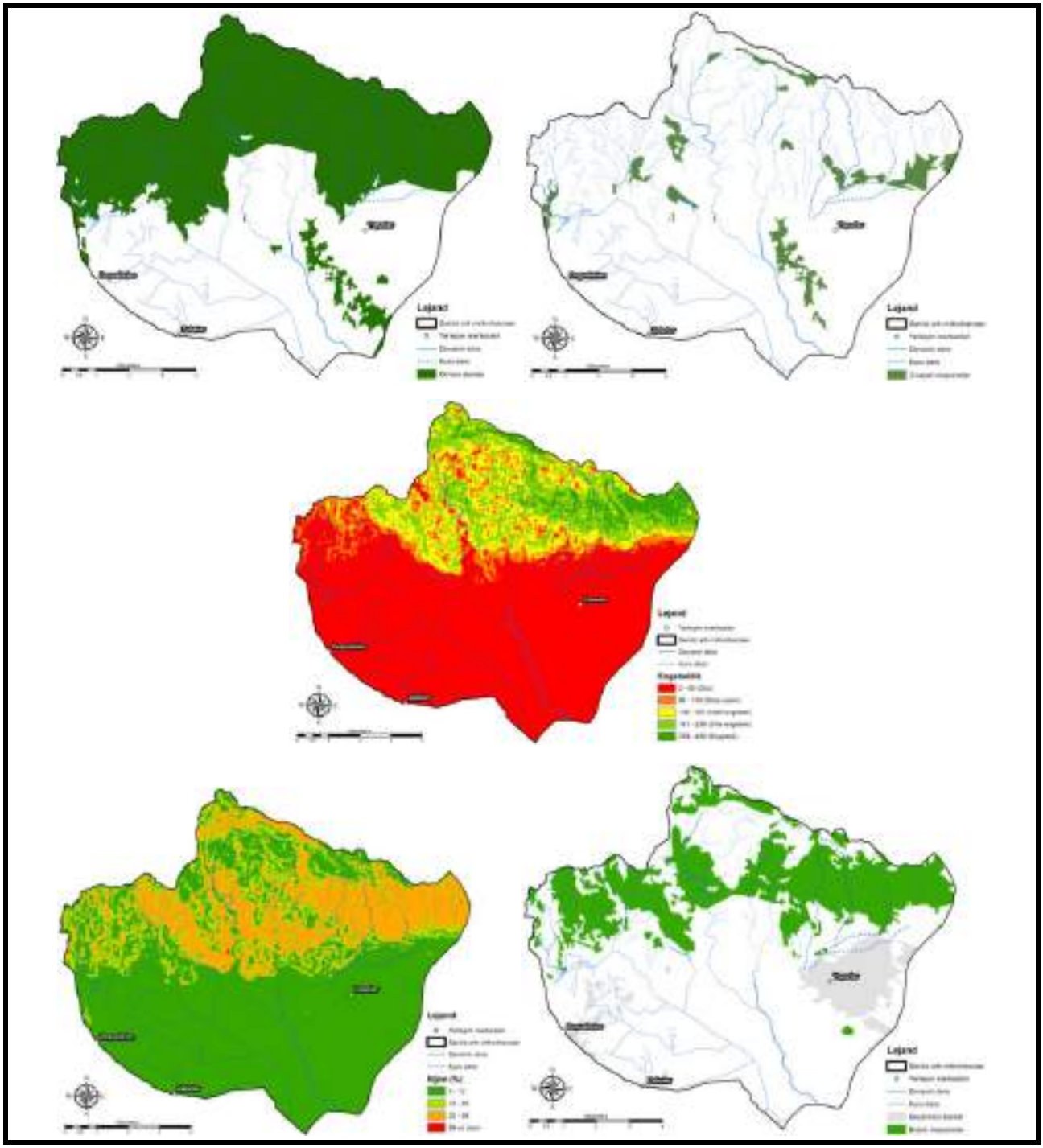


Şekil 19. Köyceğiz ormanları su tutumu hizmeti dağılımı.

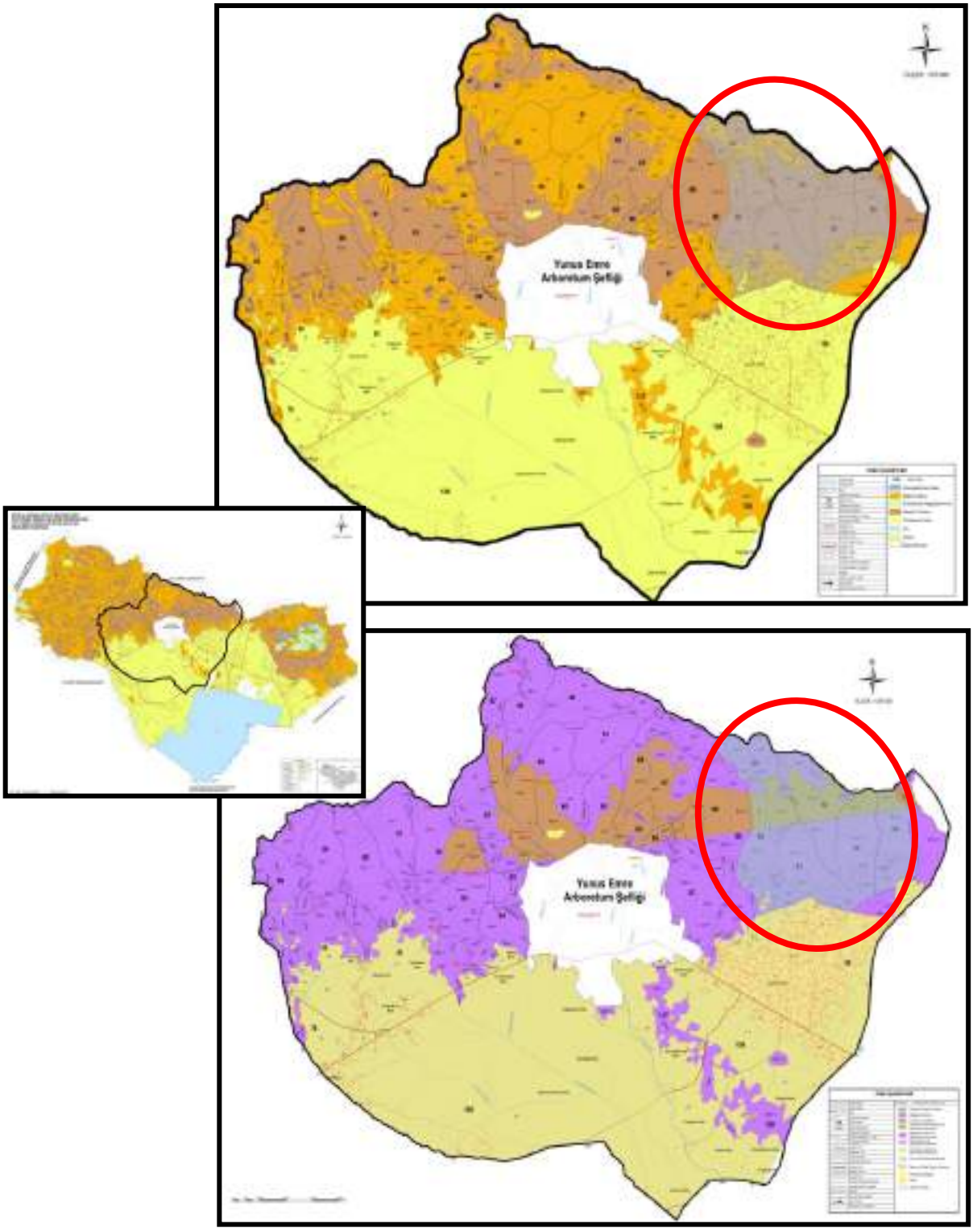
Çalışma sonucunda oluşturulan su tutumu haritası, fonksiyon haritasındaki işletme amaçları ile üst üste çakıştırılmıştır. İşletme sınırının içine girdiği alt havzalar ve bu alt havzalardaki mikrohavzaların üst ve yan taraflarında tampon görevi gören orman alanlarının fonksiyonları ile su tutumunun az, su akışının ise fazla

görüldüğü alanların uyumuna bakılmıştır. Arazi kullanımlarına bakıldığında göl kıyısına yakın, tarım alanlarının, geçirimsiz yüzeylerin en fazla olduğu, eğimin birden düzleştiği Sarıöz arkı, Kargıcak çayı, Namnam deresi, İnecik çayı (Zeytinalanı'nın olduğu mikrohavza) ve Yuvarlakçay mikrohavzaları sel-taşkın riskini taşımaktadır.

Köyceğiz OİŞ'nde Sarıöz arkı mikrohavzası için sel ve taşkın riskini etkileyen faktörler Şekil 20'de gösterilmiştir. Sel taşkın riskini azaltmak amacıyla eğimin yüksek olduğu 89-94 dahil arasındaki bölmeciklerde toprak muhafaza önlemi alınmış ve yaklaşık 500 ha bir alanda ağaçlandırma yapılması planlanmıştır (Şekil 21). Toparlar Köyü'nün kuzeyindeki yan derelerde de tel kafes seddeler kullanılarak, toprak koruma önlemleri alınması planlanmıştır.

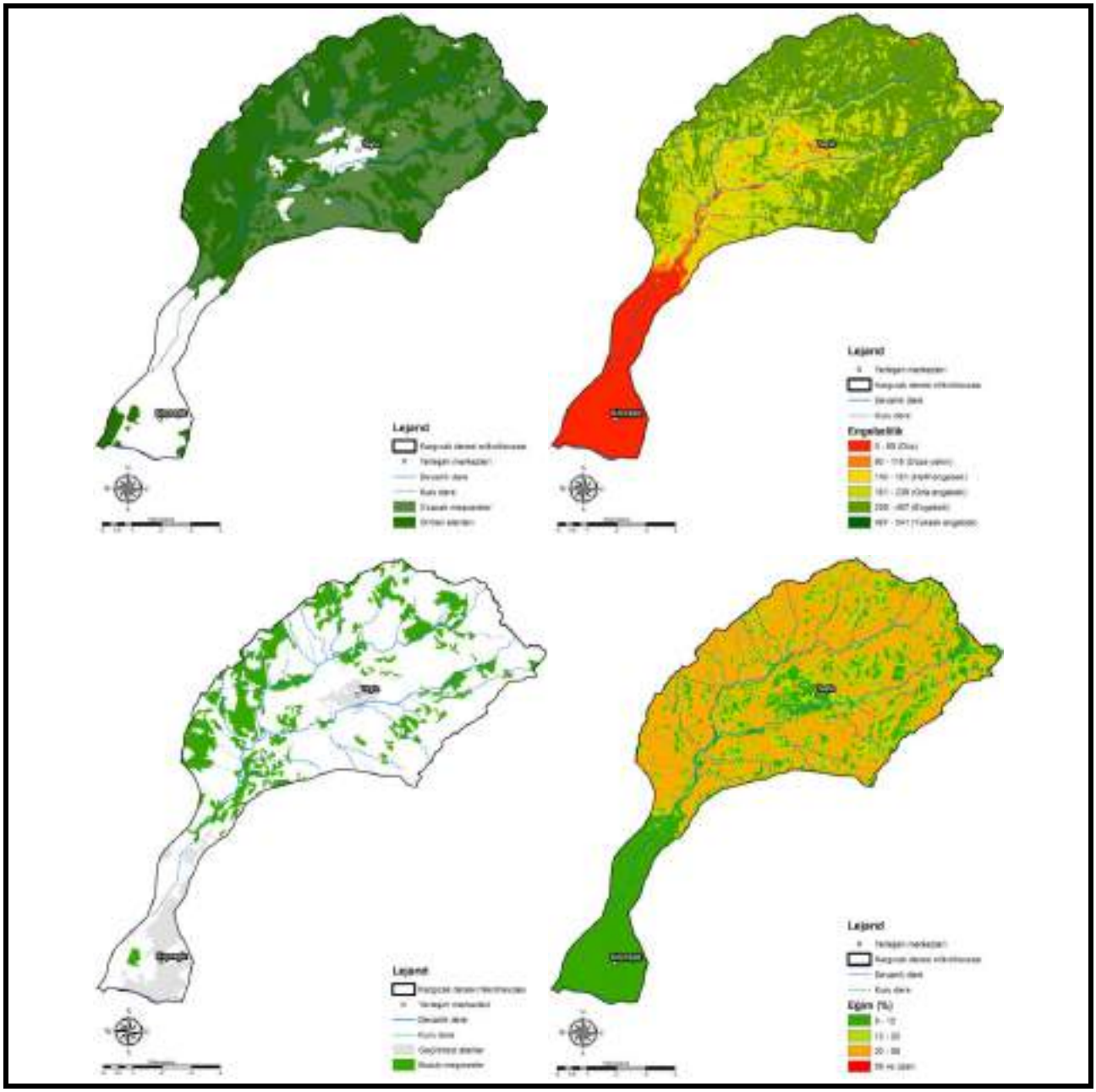


Şekil 20. Sarıöz arkı mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler.



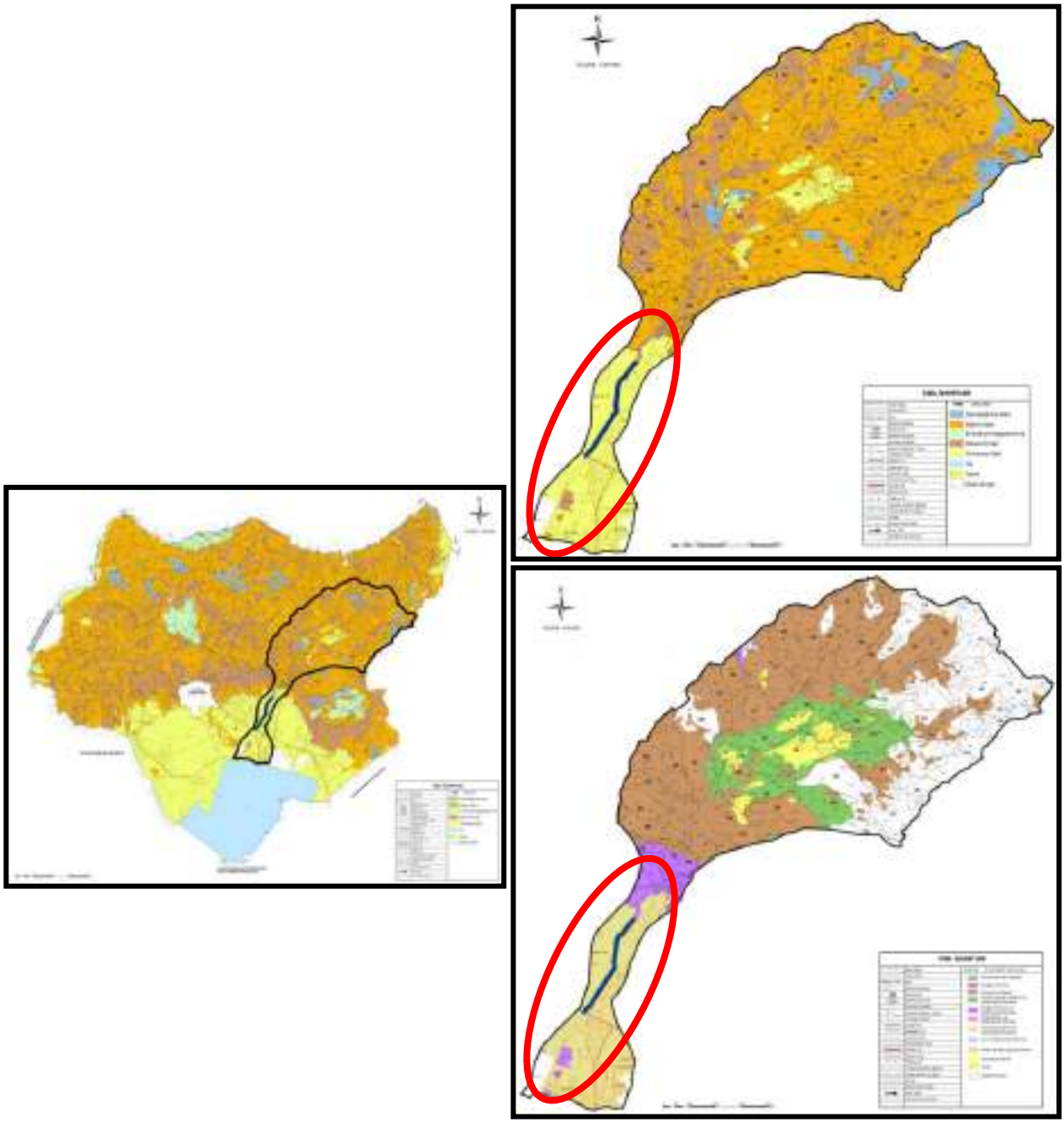
Şekil 21. Sarıöz arkı mikrohavzası alınacak sel-taşkın riski ve toprak kaybı önlemi.

Kargıcak çayı mikrohavzası Ağla OİŞ ve Köyceğiz OİŞ sınırları içinde bulunmaktadır. Kargıcak çayı için gözlem süresince (2008-2016) ortalama akımı 1.614 m^3/sn dir (DSİ, 2016). Havzada en yüksek akış Şubat 2015'te ölçülmüştür. Bu havzada yüksekliğin bir anda ve orman dışı bir alana düşmesi (Şekil 22) sel-taşkın riskine en büyük etkendir. Yağış, toprakta infiltre olacak kadar bir zaman bulamadığı gibi geçirimsiz alanda (Köyceğiz merkez) direkt yüzeysel akışa geçmektedir.



Şekil 22. Kargıcak çayı mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler.

Köyceğiz'de 2012 ve 2014 yıllarında aşırı yağış sonucunda Kargıcak çayı havzasının alt kısmında (Köyceğiz merkez) sel ve taşkın meydana gelmiştir. Bunun üzerine Kargıcak çayının alt ve üst kısmına seddeler yapılmış (Şekil 23); suyun akış hızının yavaşlatılması sağlanmıştır. Ancak havzanın yukarısından gelen toprak ve sediment hala aşağıya taşınmakta; seddeler bu gelen toprak ve kayalarla dolmaktadır (Şekil 24).

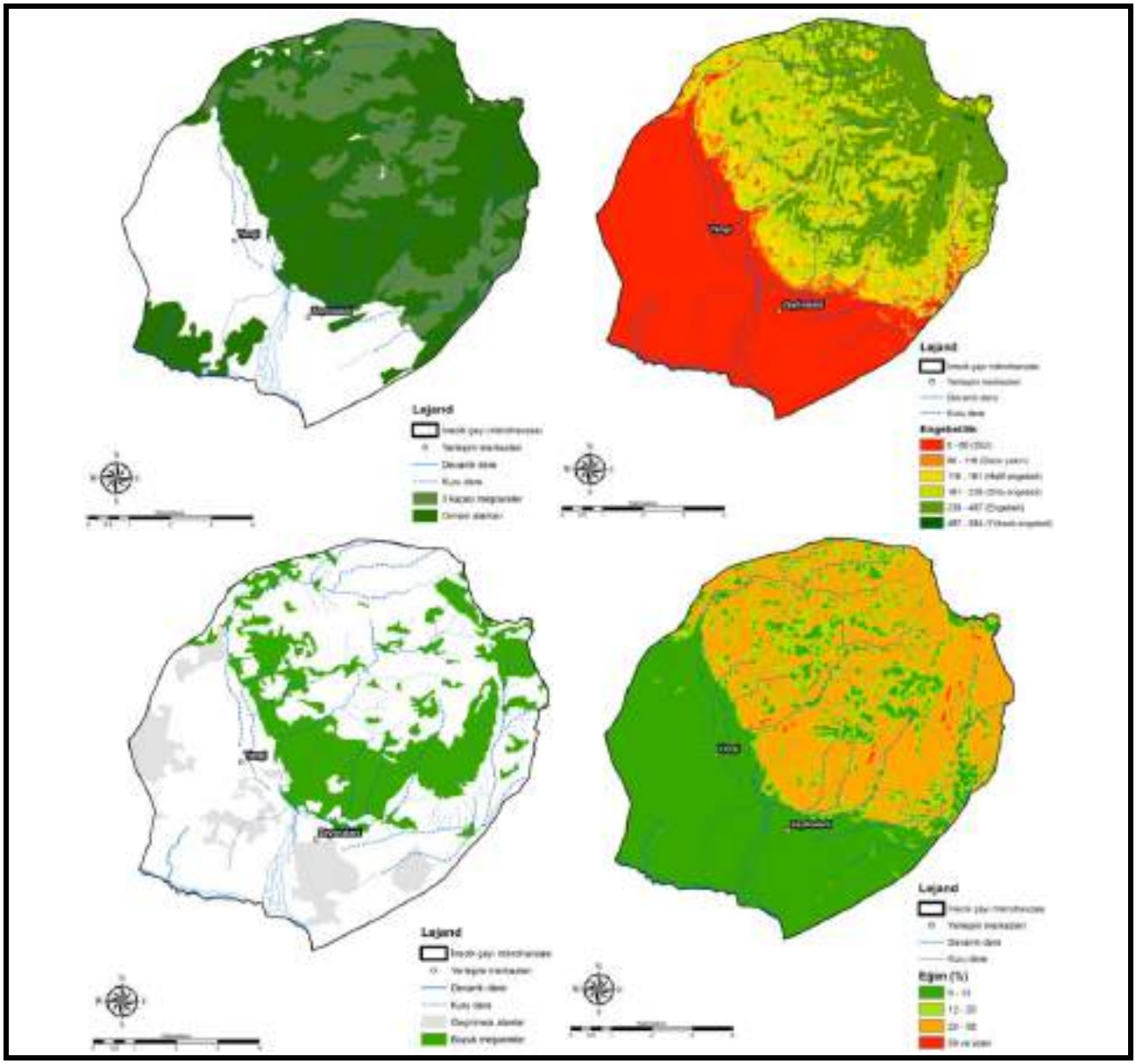


Şekil 23. Kargıcak çayı mikrohavzası alınan sel-taşkın riski ve toprak kaybı önlemi.

Şekil 24. Kargıcak çayında yapılan seddeler.

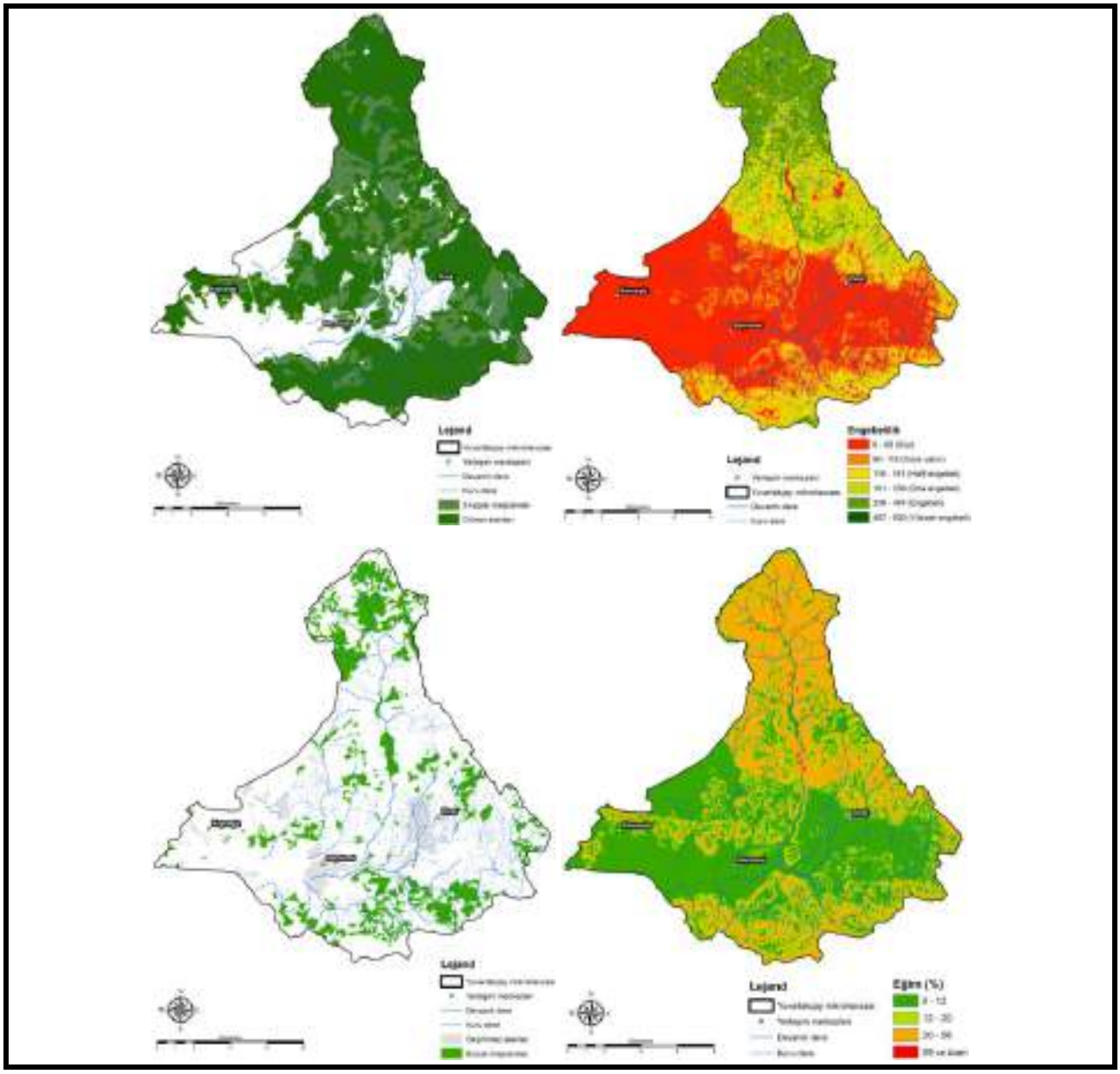
Kargıcak çayı mikrohavzasının üst kısmında heyelanlı bölgede de tensil alınmıştır. Özellikle risklerin olduğu yerlerde tensilden uzak durulması ve mümkün olduğunca üretim en aza indirilmelidir. Derelerin her iki yamacını belirli bir yüksekliğe kadar mutlak korumaya ayırmak gerekmektedir.

İnecik çayı mikrohavzası (Şekil 25) da 2012 ve 2014 tarihlerinde olan sel ve taşkından etkilenen havzalardan biridir. Orman alanlarının olduğu havzanın üst kısmında eğim %58'e kadar çıkmaktadır. Yangı ve Zeytinalanı'nın olduğu aşağı kesimde eğim düz hale gelmektedir. Zeytinalan'da yerleşim ve tarım arazilerini korumak adına derenin güzergahı değiştirilmiştir. Ancak tekerrür eden sel, Zeytinalanı ve çevresinde daha fazla zarar verebilir.



Şekil 25. İnecik çayı mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler.

Yuvarlakçay mikrohavzası (Şekil 26), sel taşkın riskinin fazla olabileceği belirtilen havzalar içinde en az riske sahip olan havzadır. Yuvarlakçay için gözlem süresince (1991-1992) ortalama akımı 1.574 m^3/sn, toplam akış ise 1.416.147 mm dir (DSİ, 2016). Yuvarlakçay Memba'da 2006-2016 yılları arasında aylık yapılan akım ölçümlerine göre ortalama akım 4.685 m^3/sn dir (DSİ, 2016). Havzada en yüksek akış ocak ayında gerçekleşmektedir. Havzanın diğer havzalara göre yüzey alanın geniş olması, orman alanlarının varlığı, engebeliliğin ve eğimin kademeli geçişi sel taşkın riskini azaltan faktörlerdir.



Şekil 26. Yuvarlakçay mikrohavzası için sel-taşkın riskini etkileyen faktörler.

DSİ (2016)'ye göre; Namnam deresinin gözlem süresince (1980-1999) ortalama akımı 9.686 m^3/sn, toplam akış ise 528.589 mm dir. Havzada en yüksek akış ocak ayında gerçekleşmektedir. Namnam çayı için Ekincik köprüsü istasyonunda yapılan ölçümlere göre 2008-2016 yılları arasında ortalama akım 7.375 m^3/sn dir. Çayda yaz aylarında göllenme görülmektedir.

Sel ve taşkın riski olan bir dere de Namnam deresini besleyen Yol deredir. Köyceğiz OİŞ meşcere haritasına bakıldığında; havzanın aşağı kısmına gelen derelerin orman içinden geldiği, dere kolları etrafının

boşluklu kapalı meşcere olduğu görülmektedir. Derenin aşağı kısmında yerleşim yeri mevcuttur. Fonksiyon haritasına bakıldığında ise; dere boyunca yetişme yeri çok kötü olduğundan verilen genel orman fonksiyonu "Doğayı koruma"dır. Burada normal etanın yarısı verilmiş durumdadır.

Namnam deresini besleyen Boğa deresinde de zaman zaman sel ve taşkın yaşanmaktadır. Meşcere haritasına bakıldığında; orman içinden gelen derelerin devamlı dere oldukları, derenin güney kolunun daha çok boşluklu kapalı meşcereden geçtiği görülmektedir. Derenin havzasında gençleştirme alanları ve endüstriyel odun üretimi söz konusudur. Derenin aşağısı ise tarım ve yerleşim alanlarından oluşmaktadır. Çalıştayda burası için yeni baraj planı olduğu söylenmiştir. Fonksiyon haritasına bakıldığında ise; odun üretimi yapılan yerlerin çevrelerinde dahil olmak üzere dere boyunca verilen genel orman fonksiyonu ya "Doğayı koruma" ya da "Erozyonu önleme"dir. Erozyonu önleme fonksiyonun sebebi toprak korumadır, daha düşük eta verilmekte daha az üretim yapılmaktadır. Doğayı koruma fonksiyonun verilme sebebi ise meşcerelerin yetişme yerinin çok kötü olmasıdır.

Köyceğiz OİM sınırlarının içine girdiği alt havzalar için erozyon koruma ve su akışının zamanlanması ve düzenlenmesi hizmetlerinin daha iyi sağlanabilmesi yani erozyon riskinin azaltılması, toprak kaybının en aza indirilmesi, su tutumunun hem kaliteli hem de verimli olması ve sel ve taşkın riskinin en aza indirilmesi için orman amenajman planları yapılırken bu riskler değerlendirilmelidir.

Köyceğiz'de 2010 ve 2011 olan sel ve taşkında hem vatandaş hem de kamu zarara uğramıştır. 2014'teki sel ve taşkında ise kamu zararıyla sınırlı kalmıştır. Ormandaki gelirin zarara dönüşmemesi amacıyla doğal çözümler ile ekosistem tabanlı bir yaklaşım ile orman yönetimi ele alınmalıdır. Toprak kaybı (erozyon ya da heyelan sebebiyle) ve sel ve taşkın risklerinin fazla olduğu yerlerde tensil verilmemeli, üretim yapılacaksa en aza indirilmelidir. Havzaların üst kısımlarında riskler göz önünde bulundurularak yapılacak olan her uygulama havzanın aşağısındaki akışa da yansıyacaktır.

Yayla köyünün çevresi ve güneyi ile kayalık arazi olduğu için Zeytinalan sel-taşkın ve erozyon riski açısından fazla riskli alanlardır.

Kargıcak çayı mikrohavzası başta olmak üzere risklerin yüksek olduğu mikrohavzalar ve bölmeciklerde yapılabilecek uygulamalar:

- ✓ Kargıcak çayı mikrohavzasında dere kenarlarına verilebilecek koruma zonu ve/veya risklerin yüksek olduğu yerlerdeki tensil alanlarının azaltılması Köyceğiz merkeze havzanın yukarından gelen akışı yavaşlatacaktır. Bu uygulamalar doğal çözümler sunmakta, ekosistem ve ekosistem

hizmetlerini göz önünde bulundurmaktadır. Aynı mikrohavzada dereye yapılan seddeler de suyun akışını yavaşlatacak mekanik çözümlerden biridir. Bu mekanik çözümlerde yol ağlarının ve sanat yapılarının tek bir derede veya dere çevresinde toplanmamasına dikkat edilmelidir.

- ✓ Kargıcak çayı kollarında (özellikle sağ kol etrafında toprak kaybı daha yüksek olduğundan) yapılacak uygulamalara ek olarak yan kollarda ağaçlandırma da yapılabilir. Yine aynı şekilde Harman deresi (Zeytinalanı'nın olduğu İnecik mikrohavzasında) kollarında da toprak tutucu bitkilerle ağaçlandırma yapılabilir. Tüm müdürlükte heyelan olan bölmeler toprak korumaya ayrılmalıdır.

- ✓ Kargıcak çayı mikrohavzası için özel bir koruma fonksiyonu verilebilir. Havzayla ilgili yapılacaklar ormancılık ve havza yönetimi uzmanlarıyla sınıflandırıldıktan sonra bu sınıflandırmaya göre koruma fonksiyonu (erozyon-toprak koruma gibi) önerilebilir. Tanımlanan fonksiyonun amacı geniş tutulmalı, riskleri göz önünde bulundurmalı ve sorunlara doğal çözümler sunulmalıdır. Dere ıslah sınıfı olarak ayrı bir işletme sınıfı da verilebilir.

- ✓ Hızlı akışa müdahale etmek amacıyla dere yataklarının daraltılmaması ve dere akış yönünün değiştirilmemesi gerekmektedir. Mikrohavzalarda sel, taşkın, erozyon ve heyelana yönelik çalışmalar ve riskleri azaltıcı uygulamalar yapılıp, ana derelere suyun daha yavaş ulaştırılması amaçlanmalıdır. Hem ormancılık hem de diğer sektörlerin bakış açıları bu yönde olmalıdır. Mikrohavza rehabilitasyon projeleri ve toprak muhafaza projeleri özellikle risklerin yüksek olduğu mikrohavzalarda yapılabilir.

- ✓ Risklerin yüksek olduğu boşluklu kapalı meşcere alanlarına müdahale edilmemeli, korunmalı ve gerekiyorsa alandaki mevcut türler ile restore edilmelidir.

- ✓ Basralı alanlarda tensil bölmelerinde alan küçültülmekte; daha az alana tensil verilmektedir. Özellikle Kargıcak çayı mikrohavzası başta olmak üzere risk olan yerlerde tensil alanları küçültülmelidir. Dere kenarlarında ve taşlık alanlara tensil verilmemektedir. Dereye bitişik yerlerdeki meşcerelerde kesinlikle gençleştirme/tensil verilmemelidir. Ancak aynı bölme içindeki derelerden uzaklaşan meşcerelerde gençleştirme verilebilir.

- ✓ 5 hektardan fazla olan bir alan eğer hidrolojik fonksiyona sahip ise tensil yapılmamaktadır. Sel-taşkın ve erozyon risklerine direkt ya da indirekt etki eden/edebilecek olan orman fonksiyonları (başta üretim fonksiyonu – tensil için) verilirken buna dikkat edilmelidir.

Orman ekosistemlerinin su akışının zamanlanması ve düzenlenmesi hizmeti ormancılık, tarım ve hayvancılık ve içme ve kullanma suyu sektörleri ile doğrudan ilişkilidir (Ek-2).

3.2.3. Karbon tutumu

Ormanlar, turbalıklar, okyanuslar ve göller gibi karbonu önemli oranda tutan alanların (karbon yutaklarının) varlığı, atmosfere sera gazı salımını düzenlemekte; hem yerel hem de küresel ölçekte iklimin düzenlenmesini sağlamaktadır. Ağaçların karbon tutumu da, iklim koşulları, ağaç türlerinin genetik özellikleri, fiziksel özellikleri (boyları, çapları vb.) ve hacim artımları gibi faktörlere göre değişmektedir.

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Ekolojik*" ana orman fonksiyonu altında "*İklim koruma*" genel orman fonksiyonu altında detaylandırılmaktadır.

Köyceğiz orman işletme şefliklerine ait servet ve orman alanlarının alanları göz önüne alınarak 2013 yılı için amenajman planlarında (bkz: Köyceğiz OİM amenajman planları, Tablo 8, 2013) karbon tutumu hesaplanmış olarak bulunmaktadır. Tablo 9'da şefliklere göre ormanlarda tutulan karbon miktarı verilmiş; Tablo 10'da ise karbon havuzlarındaki biyokütle miktarlarının ve bu biyokütle miktarlarına göre nasıl karbon miktarının hesaplanacağı formüllerle gösterilmiştir.

Tablo 9. Toplam plan ünitesi ormanlarında karbon birikim miktarının hesaplanması (Köyceğiz Amenajman Planları/Tablo 8, 2013).

İşletme Şefliği	Ağaç türü	Servet (m^3)	Biyokütle Miktarı (Ton)				Karbon Miktarı (Ton)		
		Dikili gövde hacmi (DGH)	Toprak üstü biyokütle (TÜBK)	Toprak altı biyokütle (TABK)	Toprak üstü ölü ve diri örtü (TÜODBK)	Toplam (TGBK)	Toplam biyokütle içindeki (TBKM)	Orman toprağındaki (OTKM)	Toplam orman ekosistemindeki (TKM)
Ağla	Yapraklı	6.639	5.311	797	2.443	8.551	3.848	2.232	6.080
	İğne yapraklı	1.516.303	860.653	172.131	413.114	1.445.898	650.654	377.379	1.028.033
	Toplam	**1.522.942**	**865.964**	**172.928**	**415.557**	**1.454.449**	**654.502**	**379.611**	**1.034.113**
Akköprü	Yapraklı	0	-	-	-	-	-	-	-
	İğne yapraklı	1.097.565	622.978	124.595	299.029	1.046.602	470.971	273.163	744.134
	Toplam	**1.097.565**	**622.978**	**124.595**	**299.029**	**1.046.602**	**470.971**	**273.163**	**744.134**
Beyobası	Yapraklı	49.333	39.467	5.919	18.154	63.540	28.593	16.584	45.177
	İğne yapraklı	1.344.107	762.915	152.583	366.199	1.281.697	576.764	334.523	911.287
	Toplam	**1.393.440**	**802.382**	**158.502**	**384.353**	**1.345.237**	**605.357**	**351.107**	**956.464**
Karaçam	Yapraklı	8.952	7.162	1.074	3.294	11.530	5.188	3.009	8.197
	İğne yapraklı	1.825.799	1.036.324	207.265	497.436	1.741.025	783.461	454.407	1.237.868
	Toplam	**1.834.751**	**1.043.486**	**208.339**	**500.730**	**1.752.555**	**788.649**	**457.416**	**1.246.065**
Köyceğiz	Yapraklı	61.725	49.380	7.407	22.715	79.502	35.776	20.750	56.526
	İğne yapraklı	521.996	296.285	59.258	142.217	497.760	223.992	129.915	353.907
	Toplam	**583.721**	**345.665**	**66.665**	**164.932**	**577.262**	**259.768**	**150.665**	**410.433**
Sultaniye	Yapraklı	12.401	9.921	1.488	4.564	15.973	7.188	4.169	11.357
	İğne yapraklı	985.219	559.211	111.842	268.421	939.474	422.763	245.203	667.966
	Toplam	**997.620**	**569.132**	**113.330**	**272.985**	**955.447**	**429.951**	**249.372**	**679.323**

Tablo 10. Toplam plan ünitesi ormanlarında biyokütle ve karbon miktarının hesaplanması (Köyceğiz Amenajman Planları, Tablo 8, 2013).

	Yapraklı ağaçlar için hesaplama	**İğne yapraklı ağaçlar için hesaplama**
TÜBK	DGH x (a) x (c)	DGH x (b) x (d)
TABK	TÜBK x (e)	TÜBK x (f)
TÜODBK	(TÜBK+TABK) x (g)	(TÜBK+TABK) x (g)
TGBK	TÜBK + TABK + TÜODBK	TÜBK + TABK + TÜODBK
TBKM	TGBK x (h)	TGBK x (h)
OTKM	TBKM x (j)	TBKM x (j)
TKM	TBKM + OTKM	TBKM + OTKM

*Serveti (Ster) biriminden (m^3) birimine çevirme emsali 0,50 alınacaktır. Karbon birikim miktarının hesaplanmasında kullanılan katsayılar (Asan, 1995).

a= **0,64** Yapraklılar için daha önce saptanmış fırın kurusu ağırlığı (ton)

b= **0,47** İğne yapraklılar için daha önce saptanmış fırın kurusu ağırlığı (ton)

c= **1,25** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, yapraklı türlerde toprak üstü biyokütleye çevirme faktörü (ton)

d= **1,20** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, iğne yapraklı türlerde toprak üstü biyokütleye çevirme faktörü (ton)

e= **0,15** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, yapraklı türlerde toprak altı biyokütleye çevirme faktörü (ton)

f= **0,20** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, iğne yapraklı türlerde toprak altı biyokütleye çevirme faktörü (ton)

g= **0,40** Göğüs çapı < 8 cm olan ağaçlar ile ağaççık, çalı, süceyrat ve ölü örtüye ait biyokütleye çevirme katsayısı (ton)

h= **0,45** Canlı cansız biyokütleyi karbon miktarına dönüştürme katsayısı (1 ton fırın kurusu bitkisel madde içinde 0,45 ton karbon bulunur)

j= **0,58** Orman toprağındaki karbon miktarına dönüştürme faktörü

Köyceğiz OİM revize edilen amenajman planlarında karbon tutumu yeni katsayılar ile hesaplanmıştır. Hesaplamalar doğrulama amacıyla yeniden yapılmış ve Tablo 11'deki karbon tutumu sonuçları hesaplanmıştır.

Tablo 11. Köyceğiz OİM orman alanları için 2017 yılı için karbon tutumu.

KÖYCEĞİZ ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	Ağaç türü grupları	Orman alanı	Dikili kabuklu gövde hacmi	Karbon havuzları					Plan ünitesi genel toplamı
				Toprak üstü canlı biyokütle karbon miktarı	Toprak altı biyokütle karbon miktarı	Ölü odun karbon miktarı	Ölü örtü içindeki karbon miktarı	Toprak içindeki organik karbon miktarı	
		(ha)	(m^3)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)	(ton)
Ağla	Yapraklı	72	6.633	2.283	548	22	272	6.141	9.266
	İğne yapraklı	13.300	1.476.416	423.923	122.938	3.907	99.214	1.018.210	1.668.192
	Normal Kpl.Tpl.	**13.372**	**1.483.049**	**426.206**	**123.486**	**3.929**	**99.486**	**1.024.351**	**1.677.457**
	Yapraklı	3	6	2	1	0	3	61	67
	İğne yapraklı	3.216	39.876	11.450	4.580	106	5.982	61.552	83.669
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**3.219**	**39.882**	**11.452**	**4.581**	**106**	**5.984**	**61.614**	**83.736**
	Toplam	**16.591**	**1.522.931**	**437.658**	**128.066**	**4.035**	**105.470**	**1.085.964**	**1.761.193**
Akköprü	Yapraklı	0	0	0	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	8.422	1.078.074	309.547	89.769	2.853	62.827	644.773	1.109.768
	Normal Kpl.Tpl.	**8.422**	**1.078.074**	**309.547**	**89.769**	**2.853**	**62.827**	**644.773**	**1.109.768**
	Yapraklı	0	0	0	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	1.829	18.380	5.277	2.111	49	3.401	35.001	45.840
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**1.829**	**18.380**	**5.277**	**2.111**	**49**	**3.401**	**35.001**	**45.840**
	Toplam	**10.251**	**1.096.454**	**314.825**	**91.880**	**2.901**	**66.228**	**679.774**	**1.155.608**
Beyobası	Yapraklı	235	49.233	16.944	4.067	166	883	19.967	42.026
	İğne yapraklı	11.198	1.297.450	372.537	108.036	3.433	83.539	857.334	1.424.878
	Normal Kpl.Tpl.	**11.434**	**1.346.683**	**389.481**	**112.102**	**3.599**	**84.421**	**877.301**	**1.466.904**
	Yapraklı	17	110	38	17	0	16	358	430
	İğne yapraklı	3.566	44.977	12.914	5.166	119	6.632	68.244	93.074
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**3.582**	**45.087**	**12.952**	**5.183**	**119**	**6.648**	**68.602**	**93.504**
	Toplam	**15.016**	**1.391.770**	**402.433**	**117.285**	**3.718**	**91.069**	**945.903**	**1.560.408**
Karaçam	Yapraklı	25	8.952	3.081	739	30	95	2154	6.100
	İğne yapraklı	14.281	1.790.546	514.119	149.095	4.738	106.539	1.093.384	1.867.875
	Normal Kpl.Tpl.	**14.307**	**1.799.498**	**517.200**	**149.834**	**4.768**	**106.634**	**1.095.538**	**1.873.975**
	Yapraklı	0	0	0	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	3.655	34.914	10.025	4.010	92	6.798	69.955	90.880
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**3.655**	**34.914**	**10.025**	**4.010**	**92**	**6.798**	**69.955**	**90.880**
	Toplam	**17.962**	**1.834.412**	**527.225**	**153.844**	**4.861**	**113.433**	**1.165.493**	**1.964.856**
Köyceğiz	Yapraklı	231	61.693	21.232	5.096	208	867	19.610	47.013
	İğne yapraklı	6.879	485.422	139.379	40.420	1.284	51.318	526.664	759.066
	Normal Kpl.Tpl.	**7.110**	**547.115**	**160.611**	**45.516**	**1.492**	**52.185**	**546.274**	**806.079**
	Yapraklı	5	34	12	5	0	5	112	134
	İğne yapraklı	3.538	36.593	10.507	4.203	97	6.580	67.713	89.100
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**3.543**	**36.627**	**10.519**	**4.208**	**97**	**6.585**	**67.826**	**89.235**
	Toplam	**10.653**	**583.742**	**171.130**	**49.724**	**1.589**	**58.770**	**614.100**	**895.314**
Sultaniye	Yapraklı	215	12.401	4.268	1.024	42	806	18.219	24.359
	İğne yapraklı	9.591	938.137	269.367	78.117	2.482	71.548	734.279	1.155.794
	Normal Kpl.Tpl.	**9.806**	**950.538**	**273.635**	**79.141**	**2.524**	**72.354**	**752.499**	**1.180.152**
	Yapraklı	96	0	0	0	0	90	2.044	2.133
	İğne yapraklı	8.099	47.088	13.520	5.408	125	15.064	155.009	189.126
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**8.195**	**47.088**	**13.520**	**5.408**	**125**	**15.153**	**157.053**	**191.259**
	Toplam	**18.001**	**997.626**	**287.156**	**84.549**	**2.649**	**87.507**	**909.551**	**1.371.412**

2013 ve 2017 yılları için şefliklerdeki biyokütle karbonu için iki farklı yöntem ve birbirinden farklı katsayılar kullanıldığından karşılaştırma yapılmamıştır.

Aşağıda 2017 yılı için Köyceğiz ormanlarının karbon tutumu hesaplamalarının nasıl yapıldığı ile ilgili bilgi verilmiştir.

Toprak üstü canlı biyokütle karbonunun (AGBC) hesaplanmasında,

AGBC = Dikili gövde hacmi x $BCEF_S$ x CF

Dikili gövde hacmi = Her ağaç türü veya ağaç türü grubu için toplam dikili kabuklu gövde hacmi (m^3), $BCEF_S$ = Ticari değeri olan artım stok hacminin toprak üstü biyokütlesine genişletmek için biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörü (ton toprak üstü biyokütle artışı / m^3 büyüyen stok hacmi), CF = Kuru maddenin karbon fraksiyonu (ton C / ton kuru madde).

Hesaplamada $BCEF_S$ yapraklı meşcereler için 0,717 ve iğne yapraklı meşcereler için 0,563 katsayıları kullanılmıştır (Tolunay, 2013; NIR Turkey, 2017).

Hesaplanan toprak üstü biyokütle (AGB), biyokütleyi karbon miktarına dönüştürme katsayısı (CF) ile çarpılmıştır. Bu katsayı, IPCC Kılavuzlarında (2006) yapraklı ormanlar için 0,48 ve ibreli ormanlar için 0,51 olarak belirlenmiştir.

Dikili kabuklu gövde hacimleri ise yukarıda da açıklandığı üzere 2017 amenajman planlarından alınmıştır. Toprak üstü toplam biyokütle ile karbon stok miktarları normal kapalı ve boşluklu kapalı ormanlar için ayrı ayrı olarak hesaplanmıştır.

Toprak altı canlı biyokütle karbonunun (BGBC) hesaplanmasında,

BGBC = AGBC x R

R= Kök/Gövde oranı: Toprak altı biyokütlenin toprak üstü biyokütleye oranı (ton toprak altı biyokütle kuru madde / ton toprak üstü biyokütle kuru madde).

Türkiye'nin bulunduğu iklim kuşağı ve ormanlarda bulunan ortalama servet dikkate alınarak; kök/gövde oranı ibreli normal kapalı ormanlar için 0,29; yapraklı normal kapalı ormanlar için 0,24; ibreli boşluklu kapalı ormanlar için 0,40 ve yapraklı boşluklu kapalı ormanlar için 0,46 olarak belirlenmiştir.

Ölü odun karbon miktarının (DWC) hesaplanmasında,

Köyceğiz OİM 2017 Amenajman Planlarına göre ölü odun (dikili kuru ve devrik) biyokütle miktarı, ibreli ve yapraklı ormanlardaki toprak üstü canlı biyokütlenin %1'i olarak hesaplanmaktadır.

DWC = AGB x 0,01 x 0,47

Ölü örtü karbon (LC) miktarının hesaplanmasında,

Tolunay ve Çömez (2008) tarafından ülkede yapılan çalışmaların derlenmesi sonucunda elde edilen birim alandaki (ton/ha) ölü örtü karbon miktarları (Tablo 12) kullanılmıştır.

Tablo 12. Ölü örtü karbon miktarı katsayıları.

Ağaç türü grupları	Normal kapalı ormanlarda ölü örtüdeki karbon miktarı	Boşluklu kapalı ormanlarda ölü örtüdeki karbon miktarı*
	(ton/ha)	(ton/ha)
İbreliler	7,46	1,86
Yapraklılar	3,75	0,93
Maki	1,70	0,42
Ağırlıklı ortalama	5,86	1,46

* Normal kapalı ormanlardaki ölü örtü karbon miktarının ¼'ü olarak alınmıştır.

LC = Orman alanı (ha) x ölü örtü karbon miktarı (ton/ha)

Denklemdeki orman alanı, ormanın iğne yapraklı veya yapraklı olmasına göre ilgili miktarların alınması ile hesaplanmıştır.

Topraktaki organik karbon (SC) miktarının belirlenmesi,

Normal veya boşluklu kapalı orman alanlarında ormanın ibreli veya yapraklı olmasına göre orman alanı belirlenir. Orman alanı ile Tablo 13'te verilen katsayılar çarpılır.

Tablo 13. Topraktaki organik karbon stokunun hesaplanması.

Kategoriler	Normal kapalı orman		Boşluklu kapalı orman	
	Alan	Topraktaki organik karbon stoku	Alan	Topraktaki organik karbon stoku
	(ha)	(ton)	(ha)	(ton)
İbreliler	F1	F1 x 76,56	F3	F3 x 19,14
Yapraklılar	F2	F2 x 84,82	F4	F4 x 21,20

"Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi"nde biyolojik çeşitlilik entegrasyon çalışmaları kapsamında belirlenen "biyolojik çeşitlilik birinci derece koruma zonunda (mutlak koruma alanlarında)" amenajman süresi boyunca herhangi bir silvikültürel müdahale öngörülmemektedir. Normal koşullar altında meşcereye göre yapılması gereken silvikültürel müdahaleler (kaç ağacın çıkarılacağı) amenajman planlarında (bkn: Amenajman planları Tablo No: 13) verilmektedir. Bu noktadan hareketle, "biyolojik çeşitlilik birinci derece koruma zonu (mutlak koruma alanları)" meşcereleri ve bu meşcerelerin alanları göz önünde bulundurularak; eğer müdahale olsaydı kaç tane ağacın çıkacağı ve ne kadar servetin kaybedileceği yaklaşık olarak hesaplanmıştır. Toprak üstü ve altı biyokütle karbon tutumu normal ve boşluklu kapalı

ormanlarda ibreli ve yapraklı ormanlar için hesaplanmıştır. Bu hesaplamalarda boşluklu kapalı meşcerelerde rehabilitasyonun olmadığı ancak ağaçların %10'unun kesileceği varsayılmıştır. Ayrıca hektardaki artımdan meşcere tipi ve yaşına göre de karbon kazancı hesaplanmıştır (Tablo 14).

Tablo 14. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı için karbon hesapları.

Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü Şeflikler	Mutlak koruma alanları	Müdahale olsaydı kaç tane ağaç çıkacağı*	Müdahale olsaydı çıkan ağaçların hacmi	Toprak üstü canlı biyokütle karbon miktarı	Toprak altı biyokütle karbon miktarı	Biyokütle için karbon stoklarının yıllık artımı	
	(ha)	(tane)	(m^3)	(ton C)	(ton C)	(ton C)	(ton CO_2)
Ağla	259,40	6.267	1.832	575	172	142,35	521,94
Akköprü	17,80	471	117	34	10	19,50	71,51
Beyobası	360.20	5.696	802	361	100	413,65	1.516,73
Karaçam	89,50	261	104	127	38	40,00	146,68
Köyceğiz	336,90	8.130	1.304	526	130	451,68	1.656,14
Sultaniye	3.154,90	17.884	2.496	2.466	740	843,45	3.092,66
Toplam	**4.218,70**	**38.708**	**6.654**	**4.088**	**1.191**	**1.910,63**	**7.005,66**

*Sadece normal kapalı meşcereler

Silvikültürel müdahale olsaydı kaç ağaç çıkacağı normal kapalı meşcereler için amenajman planları Tablo 13'te verilmektedir. Ancak boşluklu kapalı meşcereler için böyle bir bilgi mevcut değildir. Bu nedenle hesaplamalarda boşluklu meşcerelerin %10'unun alandan uzaklaştırılacağı varsayılmıştır. Tablo 15, her bir şeflik için amenajman planlarındaki hektardaki değerlerini, Tablo 16 silvikültürel müdahale olsaydı alandaki yaklaşık kalan ve çıkan ağaçların adet ve hacim değerlerini, Tablo 17 ise karbon stoklarını ve stok artım değerlerinin hesaplama mantığını göstermektedir.

Tablo 15. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı meşcereler için silvikültürel müdahale olması durumunda hektardaki değerler örnek tablosu.

İşletme Şefliği - Mutlak koruma alanlarında meşcereler				Hektardaki değerler						
Ağaç türü grup	Meşcere tipi	Alan	Ağaç türü	1 ha'da kaç tane ağaç kalacağı	1 ha'da kaç tane ağaç çıkarılacağı	1 ha'da ağaç sayısı	1 ha'da kalan ağaçların hacmi	1 ha'da çıkan ağaçların hacmi	1 ha'daki hacim	1 ha'daki artım
		(ha)		(tane)	(tane)	(tane)	(m^3)	(m^3)	(m^3)	(m^3)
Boş-İğn	BSAr		S							
Boş-İğn			Ar							
Nor-İğn	Çzbc3		Çz							
Nor-Yap			M							

Tablo 16. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı meşcereleri için silvikültürel müdahale olması durumunda alandaki yaklaşık değerler örnek tablosu.

Alandaki yaklaşık değerler				
Alandaki yaklaşık ağaç sayısı	Müdahale olsaydı kaç tane ağaç çıkacağı	Alandaki yaklaşık hacim	Müdahale olsaydı çıkan ağaçların hacmi	Alandaki yaklaşık artım
(tane)	(tane)	(m^3)	(m^3)	(m^3)

Tablo 17. Biyolojik çeşitlilik mutlak koruma alanı meşcereleri için hesaplanan karbon stok ve karbon stok değişimi değerleri.

Ağla - Mutlak koruma alanlarında meşcereler					2017 yılı Karbon stok değerleri				Biyokütle karbon stok değişimi	
Ağaç türü grupları	Meşcere tipi	Alan	Son alanlar	Ağaç türü	Toprak üstü canlı biyokütle karbon miktarı	Toprak altı biyokütle karbon miktarı	Plan ünitesi genel toplamı	Plan ünitesi genel toplamı		
		(ha)	(ha)		(ton C)	(ton C)	(ton C)	(ton CO_2)	(ton C / yıl)	(ton CO_2 / yıl)
Boş-İğn	BSAr			S						
Boş-İğn				Ar						
Nor-İğn	Çzbc3			Çz						
Nor-Yap				M						

Orman ekosistemlerinin karbon tutumu hizmeti ormancılık sektörü ile doğrudan ilişkilidir (Ek-2).

3.2.4. Zararlıların azaltılması

Ormanlar, tarım zararlılarıyla beslenen kuşlar, yarasalar, örümcekler ve memeliler gibi doğal avcı türlere yaşama ortamı sağlayarak tarım zararlılarının azaltılmasına katkı sağlayan ekosistemlerdir. Doğal özelliklerini koruyan ve çeşitliliği yüksek ormanların diğerlerine kıyasla bu hizmeti daha fazla sağladığı kabul edilmektedir. Bu tip orman parçalarının yakınlarındaki tarım arazileri, tarım zararlılarıyla doğal mücadele hizmetinden doğrudan faydalanabilmektedir. Çok küçük orman parçalarının (örn. <0,5 ha) birleştirilmesi, ağaç tür çeşitliliğinin artırılması ve orman altı bitki örtüsünün korunmasına yönelik önlemlerin alınması orman ekosisteminin desteklediği zararlıların azaltılması hizmetini iyileştirebilmektedir.

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Ekolojik*" ana orman fonksiyonu altında "*Doğayı koruma*" genel orman fonksiyonu altında detaylandırılmaktadır.

Köyceğiz'de unlu bit, kırmızı örümcek ve beyaz sinek ile mücadele edilmektedir. Predotor böceklere orman alanları konaklama sağlamaktadır. Uğur böcekleri, çekirgelerin bazıları (Afrika çekirgesi gibi) ve karıncalar doğal mücadele böcekleridir. Ancak özel olarak diğer alanlardan fazla göründükleri bir yerin olmadığı uzmanlar tarafından belirtilmiştir. Köyceğiz'de gerçekleştirilen çalıştayda uzmanlardan alınan bilgiler doğrultusunda bu kapsamda harita hazırlanmamasına karar verilmiştir.

3.2.5. Biyolojik çeşitliliğin sağlanması

DKM tarafından biyolojik çeşitliliğin orman amenajman planlarına entegrasyonu çalışmaları kapsamında yapılan arazi çalışmaları ile Köyceğiz ormanları hedef türleri ve diğer biyolojik çeşitlilik unsurlarına ait kayıtlar toplanmıştır. Hedef türler ve tehlike kategorileri Tablo 18'de verilmiştir.

Tablo 18. Biyolojik çeşitlilik çalışmaları için hedef türler ve tehlike kategorileri.

Tür Adı (Türkçe)	Tür Adı (Latince)	Tehdit Kategorisi	Habitat Bilgileri
Büyük memeli			
Kurt	*Canis lupus*	LC	Ormanlar, açık araziler, kayalık yamaçlar, göl, nehir ve sulak alan kıyıları gibi çok çeşitli habitatları kullanırlar. Ancak özellikle yavrulama ve yavru büyütme döneminde sık ve kapalı, bazen yuva için uygun kayalıkların bulunduğu ve su kaynaklarına yakın alanları tercih ederler. Aynı zamanda bu alanlarda yılın 3-5. ayları arasında insan aktivitesinin de olmaması önemlidir.
Alageyik	*Dama dama*	LC (Küresel) CR (Ülkesel)	Deniz seviyesinden 800 metreye kadar, kızılçam ormanları, makilikler, sık çalılık alanlar, meşelik ve zeytinlikler gibi Akdeniz'e özgü orta ve yüksek kapalılıktaki orman ve ağaçlık alanları kullanırlar. Kayalık ve çok taşlı yerlerde pek bulunmaz; daha çok orman içi ve orman içi açıklık bölgelerdeki toprak alanlarda, hafif taşlı yerlerde, çayırlık alanlarda bulunurlar. Özellikle sıcak yaz aylarında yaşadıkları bölgede su kaynağının bulunması çok önemlidir. Kışların sert geçtiği bölgelerde doğal olarak bulunmaz, kışları ılık ve yağışlı iklimleri tercih eder.
Karakulak	*Caracal caracal*	LC	Genelde 1800 m.ye kadar olan ibreli ormanlar ve makilikleri tercih ederler. Akdeniz Bölgesi'ndeki makilikler ve kızılçam ormanları karakulağın ana habitatıdır.
Yaban keçisi	*Capra aegagrus*	VU	Kayalık ve sarp yamaçlara sahip dağlarda, kayalık kokurdanlık alanlarda yaşarlar ancak yüksek ormanlık alanları da kullanırlar.
Bozayı	*Ursus arctos*	LC	Az da olsa engebeli ve saklanmak için yeterli örtünün bulunduğu her türlü ortam bozayıya yaşam alanı sağlar. Genel olarak besinin olduğu orman açıklıkları, alpin taşlık ve kayalık alanlar ile gündüz saklanabileceği kapalılığı yüksek ibreli ve yaprak döken ormanlık alanlarda ve insan etkisinden uzak alanlarda yaşamayı tercih eder. Sürekli ya da mevsimlik olarak kullandığı bir yuvası bulunmaz, ancak eğimli yamaçlardaki sık ormanlıkları gündüz dinlenmek için kullanır.
Küçük memeli			
Sertderili yarasa	*Pipistrellus nathusi*	LC	Orman alanlarını (iğne yapraklı ve geniş yapraklı ormanlar) tercih eder. Yaz mevsiminde ağaç kovukları ve yarıklarda tünerken kış mevsiminde kayalıklarda, mağara çatlaklarında ve ağaç kovuklarında geçirirler.
Balkan uzunkulaklı yarasası	*Plecotus kolombatovici*	LC	Akdeniz kıyı şeridinde ülkelerin karstik yapılarında, kaya çatlaklarında ve mağaralarda yaşar. Köyceğiz'de ise orman içi terkedilmiş madenlerinden birinde örneğe rastlanmıştır.
Büyük nal burunlu yarasa	*Rhinolophus ferrumequinum*	LC	Tünemek için mağaraları orman içi terkedilmiş binaları, yapay oyukları kullanan bir türdür. Beslenmek için ise ormanlık alanlarda özellikle riperian (akarsu kıyı habitatları) alanları tercih eder.
Kuş			
Anadolu sıvacısı	*Sitta krueperi*	NT	Ötücü kuş türleri içerisinde ibreli doğal yaşlı ve olgun ibreli ormanlara özelleşmiş, ağaç gövdelerinde beslenen ve yine gövde üzerinde üreyen bir orman kuşudur. İndikatör bir kuş türü olup, bulunduğu ormanın sağlıklı bir orman olduğunu belirtmektedir.
Boz çıvgın	*Phylloscopus orientalis*		Yaprak döken meşe ormanları ve nadiren de yaprak döken dere habitatlarını tercih etmektedir.
Akkuyruklu kartal	*Haliaeetus albicilla*		Doğal ve yaşlı ormanlada yuva yapar. Deniz kenarları ve tatlı su göllerinde avlanır.
Orman ağaçkakanı	*Dendrocopos major*	LC	Tür beslenmek için nadirde olsa daha genç ağaçlarda görülse de özellikle üremek için yaşlı ormanlara ihtiyaç duymaktadır.
Çakır kuşu	*Accipiter gentilis*	LC	Tür yaşam alanı olarak ormanlık alanları tercih ettiği gibi özelikle beslenme gibi ihtiyaçları bakımından orman içi ve orman çevresi açıklık alanlarda tek yada çift olarak görülür.

Sürüngen ve Çiftyaşarlar			
Pelasg kaya kertenkelesi	*Anatololacerta pelasgiana* (*oertzeni* yerine böyle güncellendi)	LC	Sık orman içi veya orman açıklıkları ile birlikte bu alanlarla bağlantılı açık arazilerde taş altları veya bitki köklerinde yuvalanırlar. Bulundukları alanlarda zemin vejetasyonu değişiklik gösterebilir, taşlık ve kayalıktır.
Fazıla'nın Karasemenderi	*Lyciasalamandra fazilae*	EN	Deniz seviyesinden 1000 metre yüksekliğe kadar bulunabilirler. Ormanlık alanlardaki kaya altlarında ve Akdeniz tipi vejetasyon gösteren yerlerde bulunurlar.
Kelebek			
Ağaç esmeri	*Kirinia roxelana*	LC	Çam ve geniş yapraklı ormanlar, sık çalılık alanlar ve zeytinlikler. *Poa, Bromus* ve *Melica* cinsleri başta olmak üzere çeşitli otlar.
Anadolu karameleği	*Hipparchia fatua*	LC	Orman açıklıkları ve kenarları. *Festuca* ve *Poa* cinsi bitkiler.
Bitki			
Çam kardikeni	*Acantholimon koeycegizicum* - ENDEMİK	CR	Serpantin anakayaç, dere yatakları
Aybala boğumluçayı	*Micromeria aybalae* - YENİ TÜR - ENDEMİK	CR	Habitat isteği bilgimiz yok.
Bey keçitırfılı	*Cytisus gueneri* - ENDEMİK	CR	Orman altı, açıklıklar, özelllikle kuzey yamaçlar
Çam porçağı	*Genista sandrasica* - ENDEMİK	EN	Orman altı açıklıkları,serpantin kayalıklar
Ana küreçiçeği	*Globularia anatolica* - ENDEMİK	CR	Karaçam orman açıklıkları, serpantin
Dalaman çaşırgöbeği	*Seseli serpentina* - ENDEMİK	EN	Serpantin, derin vadi yamaçları
Köyceğiz nakılı	*Silene koycegizensis* - ENDEMİK	CR	Makilikler, kalker
Çam kekiği	*Thymus cariensis* - ENDEMİK	CR	Kızılçam açıklıkları, makilikler

Karaçam, Akköprü, Beyobası ve Ağla Orman İşletme Şefliklerindeki **doğal yaşlı ormanlar,** Köyceğiz OİŞ'deki **orman içi su kaynağı, ağaç türü zenginliği** ve **sığla ormanları** müdürlük için belirlenen diğer biyolojik çeşitlilik unsurları (DBU) dır.

Çalıştayda ayrıca Cehennemdere Kanyonu'nun biyolojik çeşitlilik açısından önemli olabileceği konuşulmuştur. Ayrıca enklav orman olarak Karaçam OİŞ'de 31 numaralı bölmede alandaki en özel sedirlerin bulunduğu belirtilmiştir. Şeflikte ayrıca 106 numaralı bölmede asırlık kızılağaç meşcereleri Boyalıdere Kızılağaç Gen Ormanı'nı oluşturmaktadır.

Orman ekosistemlerinin biyolojik çeşitliliği sağlaması hizmeti ormancılık sektörü ile doğrudan ilişkilidir (Ek-2). Entegrasyon sonucunda hedef türlere yönelik önerilen koruma önerileri ormancılık uygulamalarını etkilemektedir.

3.2.6. Hava kalitesinin düzenlenmesi

Orman ekosistemleri oksijen üreterek ve kirli havayı temizleyerek hava kalitesini düzenlemektedirler.

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Sosyokültürel*" ana orman fonksiyonu altında "*Toplum Sağlığı*" genel orman fonksiyonu altında *"Hava Kirliliğini Önleme"* koruma hedefinde detaylandırılmaktadır.

Köyceğiz işletme şefliklerine ait servetler göz önüne alınarak Amenajman Planlarında (Tablo 8, 2013) oksijen üretim miktarı hesaplanmış olarak bulunmaktadır. Tablo 19'da şefliklere göre artımlar göz önüne alınarak biyokütle artım miktarları ve oksijen üretimi hesaplanmıştır. Tablo 20'de ise biyokütle artım miktarlarının ve bu biyokütle artım miktarlarına göre nasıl oksijen üretiminin hesaplanacağı formüllerle gösterilmiştir.

Tablo 19. Köyceğiz OİM orman alanları 2013 yılı için Oksijen üretim miktarı (Köyceğiz Amenajman Planları/Tablo 8, 2013).

İşletme Şefliği	Ağaç türü	m^3	Biyokütle Artım Miktarı (Ton)			(Ton)
		Yıllık cari artım (DGHA)	Toprak üstü biyokütle artımı (TÜBKA)	Toprak altı biyokütle artımı (TABKA)	Toplam (TBKA)	Oksijen üretimi (OÜ)
Ağla	Yapraklı	148	119	18	137	164
	İğne yapraklı	29.693	16.853	3.371	20.224	24.269
	Toplam	**29.841**	**16.972**	**3.389**	**20.361**	**24.433**
Akköprü	Yapraklı	0	-	-	-	-
	İğne yapraklı	28.036	15.913	3.183	19.096	22.915
	Toplam	**28.036**	**15.913**	**3.183**	**19.096**	**22.915**
Beyobası	Yapraklı	1.008	807	121	928	1.114
	İğne yapraklı	32.266	18.313	3.663	21.976	26.371
	Toplam	**33.274**	**19.120**	**3.784**	**22.904**	**27.485**
Karaçam	Yapraklı	55	44	6	50	60
	İğne yapraklı	31.119	17.662	3.532	21.194	25.433
	Toplam	**31.174**	**17.706**	**3.538**	**21.244**	**25.493**
Köyceğiz	Yapraklı	1.065	853	127	980	1.176
	İğne yapraklı	14.386	8.164	1.633	9.797	11.756
	Toplam	**15.451**	**9.017**	**1.760**	**10.777**	**12.932**
Sultaniye	Yapraklı	275	220	33	253	304
	İğne yapraklı	25.909	14.706	2.941	17.647	21.176
	Toplam	**26.184**	**14.926**	**2.974**	**17.900**	**21.480**

Tablo 20. Toplam plan ünitesinde biyokütle artım miktarının ve Oksijen üretiminin hesaplanması (Köyceğiz Amenajman Planları/Tablo 8, 2013).

	Yapraklı ağaçlar için hesaplama	**İğne yapraklı ağaçlar için hesaplama**
TÜBKA	DGHA x (a) x (c)	DGHA x (b) x (d)
TABKA	TÜBKA x (e)	TÜBKA x (f)
TBKA	TÜBKA + TABKA	TÜBKA + TABKA
OÜ	TBKA x (x)	TBKA x (x)

*Serveti (Ster) biriminden (m^3) birimine çevirme emsali 0,50 alınacaktır. Karbon birikim miktarının hesaplanmasında kullanılan katsayılar (Asan, 1995).

a= **0,64** Yapraklılar için daha önce saptanmış fırın kurusu ağırlığı (ton)

b= **0,47** İğne yapraklılar için daha önce saptanmış fırın kurusu ağırlığı (ton)

c= **1,25** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, yapraklı türlerde toprak üstü biyokütleye çevirme faktörü (ton)

d= **1,20** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, iğne yapraklı türlerde toprak üstü biyokütleye çevirme faktörü (ton)

e= **0,15** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, yapraklı türlerde toprak altı biyokütleye çevirme faktörü (ton)

f= **0,20** Dikili gövde hacmine karşılık olan biyokütleyi, iğne yapraklı türlerde toprak altı biyokütleye çevirme faktörü (ton)

x = **1,20** Biyokütle artımını üretilen oksijen miktarına dönüştürme faktörü

Köyceğiz OİM revize edilen amenajman planlarında Oksijen üretim miktarı normal kapalı ve boşluklu meşcereler için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Hesaplamalar doğrulama amacıyla yeniden yapılmış ve Tablo 21'deki Oksijen üretim miktarı sonuçları hesaplanmıştır.

Tablo 21. Köyceğiz OİM orman alanları 2017 yılı için Oksijen üretim miktarı.

KÖYCEĞİZ ORMAN İŞLETME MÜDÜRLÜĞÜ	**Ağaç türü grupları**		**Biyokütle artımı miktarı**			**Toplam Oksijen üretimi**
		Artım	**Toprak üstü**	**Toprak altı**	**Toprak üstü ve altındaki toplam biyokütle artımı**	
		(m^3)	(ton/yıl)	(ton/yıl)	(ton/yıl)	(ton/yıl)
Ağla	Yapraklı	148	105	25	130	156
	İğne yapraklı	28.629	15.488	4.492	19.980	23.976
	Normal Kpl.Tpl.	**28.777**	**15.593**	**4.517**	**20.110**	**24.132**
	Yapraklı	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	1.061	574	230	804	964
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**1.061**	**574**	**230**	**804**	**964**
	Toplam	**29.838**	**16.167**	**4.746**	**20.914**	**25.096**
Akköprü	Yapraklı	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	27.731	15.002	4.351	19.353	23.224
	Normal Kpl.Tpl.	**27.731**	**15.002**	**4.351**	**19.353**	**23.224**
	Yapraklı	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	274	148	59	208	249
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**274**	**148**	**59**	**208**	**249**
	Toplam	**28.005**	**15.151**	**4.410**	**19.561**	**23.473**
Beyobası	Yapraklı	1.008	715	172	886	1.063
	İğne yapraklı	31.047	16.796	4.871	21.667	26.001
	Normal Kpl.Tpl.	**32.055**	**17.511**	**5.042**	**22.554**	**27.064**
	Yapraklı	2	1	1	2	2
	İğne yapraklı	1.184	641	256	897	1.076
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**1.186**	**642**	**257**	**899**	**1.079**
	Toplam	**33.241**	**18.153**	**5.299**	**23.452**	**28.143**
Karaçam	Yapraklı	55	39	9	48	58
	İğne yapraklı	30.584	16.546	4.798	21.344	25.613

	Normal Kpl.Tpl.	**30.639**	**16.585**	**4.808**	**21.393**	**25.671**
	Yapraklı	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	539	292	117	408	490
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**539**	**292**	**117**	**408**	**490**
	Toplam	**31.178**	**16.877**	**4.924**	**21.801**	**26.161**
Köyceğiz	Yapraklı	1.065	755	181	936	1.124
	İğne yapraklı	13.250	7.168	2.079	9.247	11.096
	Normal Kpl.Tpl.	**14.315**	**7.923**	**2.260**	**10.183**	**12.220**
	Yapraklı	1	1	0	1	1
	İğne yapraklı	1.131	612	245	857	1.028
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**1.132**	**613**	**245**	**858**	**1.029**
	Toplam	**15.447**	**8.536**	**2.505**	**11.041**	**13.249**
Sultaniye	Yapraklı	278	197	47	244	293
	İğne yapraklı	24.325	13.160	3.816	16.976	20.371
	Normal Kpl.Tpl.	**24.603**	**13.357**	**3.864**	**17.221**	**20.665**
	Yapraklı	0	0	0	0	0
	İğne yapraklı	1.590	860	344	1.204	1.445
	Boşluklu Kpl.Tpl.	**1.590**	**860**	**344**	**1.204**	**1.445**
	Toplam	**26.193**	**14.217**	**4.208**	**18.425**	**22.110**

2013 ve 2017 yılları için şefliklerdeki Oksijen üretim miktarı için iki farklı yöntem kullanıldığından karşılaştırma yapılmamıştır. 2017 yılı için yapılan yıllık oksijen üretimi hesaplamalarında karbon tutumu hesabında olduğu gibi toprak altı ve toprak üstündeki biyokütle artımının her ağaç türü veya yapraklı – iğne yapraklı biçiminde iki ayrı tür grubu için fırın kurusu ağırlık cinsinden ayrı ayrı ele alınmıştır.

Köyceğiz OİM 2013 amenajman planlarında plan ünitesindeki ormanların toz tutma kapasiteleri hesaplanmamıştır. Ancak Köyceğiz OİM 2017 amenajman planlarına göre; ormanların toz tutma kapasitesini etkileyen yapısal özellikleri, ağaç türleri, orta yaş, orta boy, işletme şekli, düşey ve yatay kapalılıktır. Fakat en önemli etkenlerden biri, değişik ağaç türlerinin toplam yaprak yüzeyi ile yaprak şeklidir. Hava sirkülasyonuna daha çok imkân veren düşey kapalı formun, aynı yaşlı ve tek katlı ormanlara kıyasla havayı %15–25 oranında daha iyi filtre ettikleri tespit edilmiştir. Ormanların toz tutma kapasiteleri belirlenirken plan ünitelerindeki ormanları; ibreli / yapraklı / karışık olmak üzere üç gruba, genç (gelişim çağı a ve ab olanlar) ve yaşlı (gelişim çağı b, c ve d) olmak üzere iki gruba, kapalılık bakımından sık (tepe kapalılığı 0,41'den yukarı), seyrek (tepe kapalılığı 0,11'den 0,40'a kadar olan) ve boşluklu kapalı meşcereler (0,01'den 0,1'e kadar olan) olmak üzere üç gruba, katlılık bakımından tek/çok olmak üzere iki alt gruba ayırmak ve her grubun plan ünitesi içindeki toplam alanlarını belirlemek gerekir. Yine amenajman planlarına göre, orta yaşlı, tek katlı ve normal kapalı bir ormanın toz tutma kapasitesi aşağıdaki gibi hesaplanır:

İbreli ormanlar için [(30 + 35)/2 = 32,50 ton/ha/yıl],

Yapraklı ormanlar için [(68 + 42)/2 = 55,00 ton/ha/yıl],

İbreli ve yapraklı karışık ormanlar için [(30 + 35 + 68 + 42)/4 = 43,75 ton/ha/yıl]

olarak kabul etmek mümkündür. Bu miktarların seyrek meşcerelerde %75 ve genç meşcerelerde %75 oranında azalacağı, değişik yaşlı ve çok katlı meşcerelerde ise %15 oranında artacağı kabul edilmektedir.

Buna göre tek katlı, genç ve seyrek bir ibreli meşcerede birim alanda tutulan toz miktarı:

32,5 x 0,25 x 0,25 = 2,03 ton/ha/yıl iken

Gevşek kapalılıkta, yaşlı, çok katlı ve karışık bir meşcerenin toz tutma kapasitesi:

43,75 x 0,25 x 1,15 = 12,58 ton/ha/yıl olur.

Aynı meşcerenin normal kapalı olması durumunda tutulacak toz miktarı ise,

43,75 x 1,15 = 50,31 ton/ha/yıl

Orman ekosistemlerinin hava kalitesinin düzenlenmesi hizmeti tarım ve hayvancılık ile turizm ve rekreasyon sektörleri ile doğrudan ilişkilidir (Ek-2).

3.3. Kültürel Hizmetler

Kültürel hizmetler, insanların ekosistemlerle manevi olarak etkileşimlerini konu alan hizmetlerdir. İnsanların doğayla ilişkili hisler, estetik deneyimler, aldıkları ilham ve doğada gerçekleştirdikleri ekoturizm ve rekreasyon eylemlerinden aldıkları mutlulukla doğrudan ilişkilidir.

3.3.1. Turizm ve rekreasyon

Turizm faaliyetlerinin önemli belirleyicilerinden birisi, faaliyetlerin gerçekleştirildiği alanların barındırdığı estetik güzelliktir. Manzara seyir terası, yürüyüş rotaları, doğal peyzaj özellikleri (bitkilerin sonbaharda renklerinin değişmesi, farklı dokulardaki bitki türlerinin varlığı, vb.), kültürel peyzajlar gibi unsurların varlığı, doğal alanlarda gerçekleştirilen doğa turizmi faaliyetlerini doğrudan etkileyebilmektedir. Doğal alanlarda gerçekleştirilen turizm ve rekreasyon faaliyetleri, ormanın varlığına ve barındırdığı ağaç türlerine de bağlı olabilmektedir. Piknik faaliyetlerinin güneşten korunulabilecek ağaç gölgelerinde gerçekleştirilmesi veya özellikle yaşlı ormanlara yürüyüş faaliyetlerinin yapılması ormanların rekreasyon hizmetine örnek olarak verilebilir. Orman ekosistemi ve barındırdığı ağaçların varlığı bir alanda belirli av türlerinin yaşamasına olanak sağlıyorsa, bu da av turizmi faaliyetlerini doğrudan etkileyebilir.

Bu ekosistem hizmeti, ormanların fonksiyonel planlanmasında "*Sosyokültürel*" ana orman fonksiyonu altında "*Ekoturizm ve Rekreasyon*" genel orman fonksiyonu altında detaylandırılmaktadır.

Köyceğiz'de turizm 7-12 ay sürmektedir. Orman ekosistemlerinin sunduğu bir diğer hizmet ise turizm ve rekreasyondur. Köyceğiz'e bitki görmek için gelenler sığla ormanlarını görmek istemekte; aynı zamanda Çiçekbaba (Sandras) Dağı'na da çıkmaktadırlar.

Ormanların turizm ve rekreasyon hizmeti ile ilgili çalışmalar, toplantılarda tartışılmak üzere alanın turizm potansiyelinin modellemesi ile başlamıştır. Yapılan modelleme turizm ve rekreasyon hizmetinin sağlanabileceği yerleri belirli faktör ve varsayımlara dayalı olarak ortaya koymaktadır.

Orman ekosistemlerinin sağladığı turizm ve rekreasyon hizmetleri ormanların *doğal kapasitesine* göre değerlendirilmiştir. Doğal kapasite 4 faktörle ortaya konmuştur. Bu kapsamda, doğal kapasitenin değerlendirmesi için Coğrafi Bilgi Sistemleri aracılığıyla hazırlanan katmanlar üst üste çakıştırmak amacıyla faktörler "Raster Calculator/Map Algebra" da toplanmıştır.

1. Yabanıllık: Orman alanlarının yabanıllığını yansıtan dolayısıyla alanda doğal özelliğini koruyan, insan faaliyetleri ve etkisinden uzak yerler esas alınmıştır. Bu alanlar, yollar, geçirimsiz alanlar (yerleşim vb.), maden ocakları ve tarım alanlarından uzak alanlardır. Bu amaçla bu alanların mesafeleri için "*Euclidean Distance*" ile yüzey oluşturulmuştur. Her bir alan 0 ile 1 arasında derecelendirilmiştir.

0 ---------- 1

Yabanıllığın az olduğu alanlar (bu alanlara en yakın noktalar)

Yabanıllığın fazla olduğu alanlar

Yolların tiplerine göre genişlikleri belirlenmiş ve mesafe yüzeyleri yolların alanlarının esas alınması ile elde edilmiştir. Daimi araba yolu için 7 m, iki şeritli yol için 8 m, iki veya daha fazla şeritli yol için 15 m, tek şeritli geniş şose için 4 m ve yaz araba yolu için 7 m genişlik belirlenmiştir. Geçirimsiz alanlar, maden alanları ve tarım alanları için Köyceğiz OİM 2013 amenajman planları meşcere haritalarındaki arazi kullanımları esas alınmıştır.

2. Orman alanlarının varlığı ve kapalılık: Alandaki Milli Park dahil orman alanlarının müdürlük sınırlarında olması orman ekosistemlerinin sunduğu ya da sunabileceği turizm ve rekreasyon hizmetini artırmaktadır. Orman alanlarındaki kapalılık artıkça bu hizmetler de artmaktadır.

1 ---------- 3

Kapalılığın az olduğu alanlar Kapalılığın fazla olduğu alanlar

Köyceğiz OİM 2013 amenajman planları meşcere haritalarından orman alanları kapalılıklarına (0, 1, 2 ve 3 kapalı) göre "raster"a dönüştürülmüş, 1 ile 3 arasında derecelendirilmiştir.

3. Peyzaj değeri: İşletme sınırları dahilinde orman alanlarının peyzaj değeri açısından etkileyici, estetik fonksiyona sahip, fotoğrafik değeri yüksek, farklı jeomorfolojik oluşumları bünyesinde barındıran ve bitki örtüsü zenginliği fazla olabilecek alanlar eğim farklılıkları, yükseklik farklılıkları ve bitki türü çeşitliliği kullanılarak belirlenmeye çalışılmıştır.

1 ---------- 2

Peyzaj değeri az olan alanlar Peyzaj değeri fazla olduğu alanlar

Eğim ve yükseklik alandaki merkez ortalama istatistikleri ile belirlenmiş ve her iki yüzeyde 0 ila 1 arasında derecelendirilmiştir. Bitki türü çeşitliliği ise bölmeciklerdeki ağaç türü sayısına göre "raster"a dönüştürülmüş; 1 ila 2 arasında derecelendirilmiştir.

4. Su yüzeylerinin varlığı: Göl ve göletler orman ekosistem hizmetlerini direkt ve/veya dolaylı olarak etkileyebilmektedir.

0 ---------- 1

Su yüzeyinin az olduğu alanlar Su yüzeyinin fazla olduğu alanlar

Modele göre (Şekil 27), işletmenin kuzeydoğusu geçirimsiz alanlar, maden ocakları ve tarım alanlarından uzak, yol ağının diğer alanlara göre daha az dağıldığı, eğim ve yükseklik faktörleri ile bitki örtüsü çeşitliliğinin fazla olduğu, yüksek kapalılığa sahip meşcerelerin oluşturduğu orman alanlarını kapsamaktadır. Festivallerin yapıldığı, çadırla konaklamanın mümkün olduğu ve bisikletle de çıkılan Gökçeova Göleti'ne giden yol da bu alandan geçmektedir. Oluşturulan bu model, amenajman planında verilen fonksiyonları dikkate almamaktadır.

Orman ekosistemlerinin sağladığı turizm ve rekreasyon hizmetlerinin haritalandırılması için yerel yönetim ve uzmanlarla yapılan çalıştay sonucunda işletme sınırları içindeki orman ekosistemlerinin sağladığı turizm ve rekreasyon hizmeti ve avcılık değerlendirilmiştir. Şekil 27'de ayrıca çalıştayda öne çıkan turizm ve

rekreasyon faaliyetlerinin yerleri gösterilmektedir. Ekosistem hizmetleri çalıştayında öneri rota olarak Sultaniye OİŞ'nde Çandır-Ekincik yürüyüş rotası, Horozlar-Ekincik yürüyüş rotası (anayol hattı boyunca) ve Ekincik-Ölemez Yangın Gözetleme Kulesi yürüyüş rotası ön plana çıkmıştır. Beyobası OİŞ'nde Çiçekbaba zirve tırmanışı yapılmakta; göl kıyısında ve Yayla Köyü'nden Çövenli Yaylasına yürüyüş yapılmaktadır.

- Mesire yerleri: Köyceğiz OİŞ'de Balcılar Mesire Yeri, Kulakhacılar Mesire Yeri; Beyobası OİŞ'de Çamova Mesire Yeri (daha ilan edilmemiştir), Yuvarlakçay Mesire Yeri (C tipi mesire yeri); Y.E. Arboretum Şefliğinde Değirmendere (Toparlar Şelalesi) Mesire Yeri ve Kazancı Kırkahvesi Mesire Yeri; Akköprü OİŞ'de Değirmenbaşı Mesire Yeri, Ağla OİŞ'de Gökçeova Göleti Mesire Yeri (daha ilan edilmemiştir) ve Acılık Mesire Yeri (daha ilan edilmemiştir). Gökçeova Göleti'nde her sene Ayata Festivali düzenlemekte, festivale gidenler Yayla Köyü'nü kullanarak gölete ulaşmaktadır. Gölete yazın bisikletle çıkanlar olduğu gibi; kışın da yürümeye gelenler mevcuttur. Ayrıca gölet çevresinde yazın çadırlar kurulmaktadır.

- Dağcılık ve tırmanış rotası: Çiçekbaba Dağı dışında Cehennem deresi kanyonu önerilebilir.

- Orman içi turistik aktiviteler: Sultaniye OİŞ'de Dalyan-Çandır turistik rotasında Kaunos Kral Mezarlarının arkasında çekeklerle turistler gezdirilmektedir.

- Diğer doğal ve kültürel peyzaj değerleri: Sultaniye OİŞ'de Kaunos kral mezarları, Sultaniye Kaplıcaları, Ölemez Yangın Gözetleme Kulesi (seyir terası gibi, en güzel fotoğraf çekim yeri) ve aynı şeflik içinde 112 ve 134 numaralı bölmelerde seyir terasları bulunmaktadır. Beyobası OİŞ 54 numaralı bölmede bulunan daha ilan edilmemiş Çamova Mesire Yeri'nde daha önce yamaç paraşütü denenmiştir. Aynı mesire yeri için seyir terası da önerilebilir.

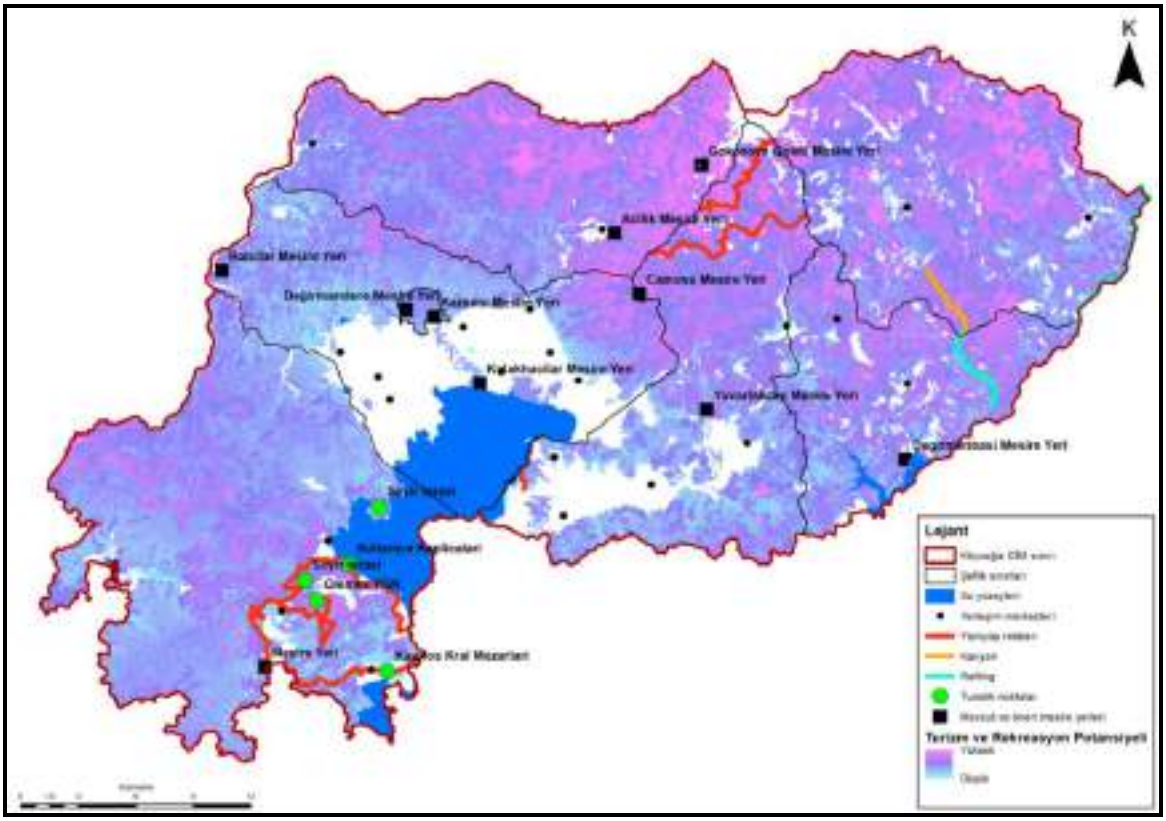
- Rafting: Akköprü OİŞ'de Cehennemdere Kanyonu'ndan Dalaman çayına Cehennem Deresi boyunca ve Karaçam ÖİŞ'de Dalaman çayı boyunca daha önceleri rafting yapılmaktaydı. .

- Sağlık turizmi: Sultaniye Kaplıcaları sağlık turizmi açısından tercih edilebilecek yerlerin başında gelmektedir. Apiterapi (arılarla yapılan tedavi) ve sığla terapisi de Köyceğiz için önerilebilir.

- Av turizmi: Kavakarası, Beyobası, Döğüşbelen, Zaferler ve Hamitköy'de avcılık yapılmaktadır. Döğüşbelen, Zaferler ve Hamitköy'ün üst kısımlarında da yoğun bir şekilde yapılmaktadır. Göçmen kuşları, keklik, tavşan, yaban keçisi ve yaban domuzu avlanmaktadır. Avcılar, daha çok Ortaca ve Köyceğiz'den gelmektedir.

- Kültür turizmi: Kaunos Kral Mezarları, ziyaret amaçlı Çiçekbaba (Eren) zirvesi ve Köyceğiz Gölü üzerindeki adalar yerli ve yabancı turistler tarafından tercih edilmektedir.

- Köyceğiz'de konaklama: Köyceğiz merkez dışında Ekincik, Sultaniye ve Çandır'da pansiyonlar bulunmaktadır.



Şekil 27. Köyceğiz ormanları mevcut ve potansiyel turizm ve rekreasyon hizmetleri.

Köyceğiz'de orman ekosistemleri dışında farklı ekosistemlerin sunduğu turizm ve rekreasyon olanakları ise:

- Köyceğiz-Dalyan arasında tekne turu;
- Sultaniye kaplıcaları;
- Ekincik plajı;
- Yayla köyü;
- Kuş gözlemciliği (Kuş gözlemi için belli bölgeleri var: Döğüşbelenin doğusundaki merada, göl ve göletlerin arkası, palmiye merkezinin arkası);

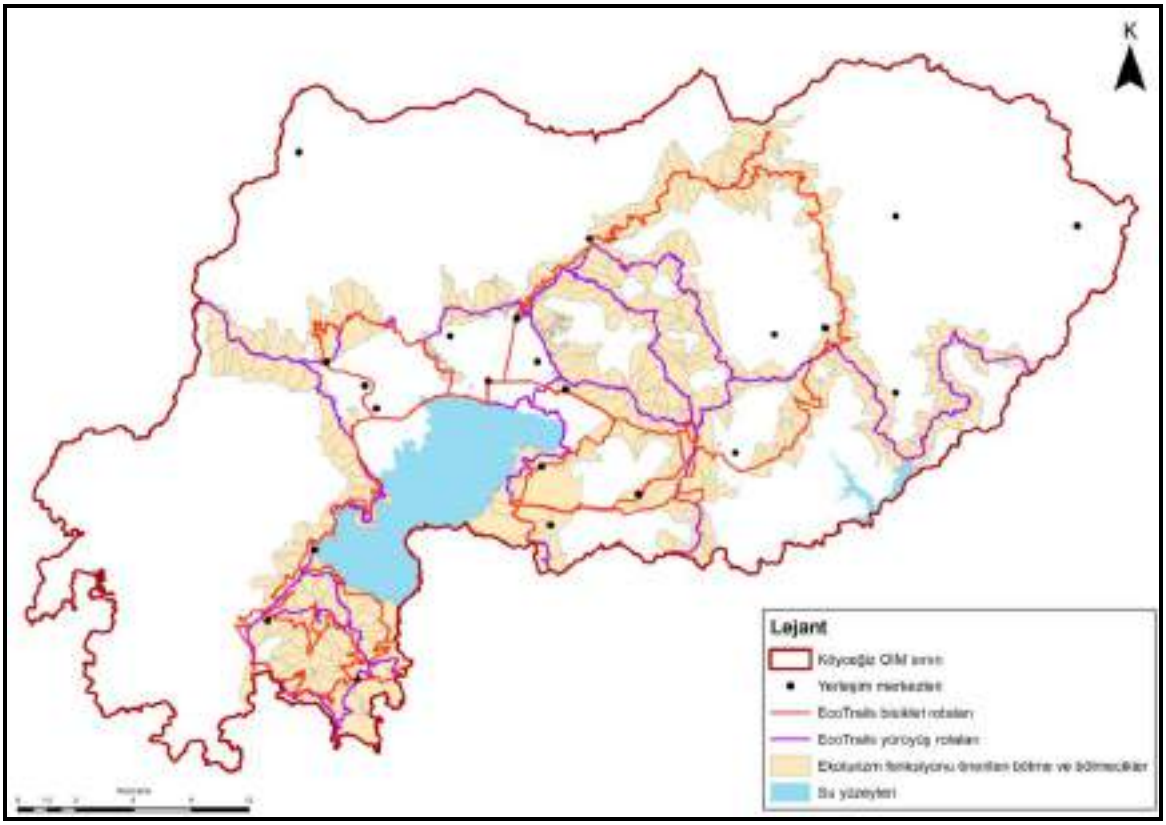
- Balıkçılık (Namnam deresi sportif balıkçılık).

EcoTrails projesi kapsamında bisiklet ve yürüyüş rotaları belirlenmiştir (Şekil 28). EcoTrail projesi kapsamında belirlenen öne çıkan bisiklet rotaları:

* Köyceğiz Gölü çevresi;
* Horozlar-Dalyan bağlantısı;
* Sığla ormanları çevresi;
* Ölemez tepesi için iki trans bir zirve rotası;
* Sandras dağı için 3 trans rota.

EcoTrail projesi kapsamında belirlenen öne çıkan yürüyüş rotaları ise:

* Karabörtlen kavşağı - Namnam köprüsü (Hamitköy);
* Namnam köprüsü (Hamitköy) - Sultaniye;
* Sultaniye - Ekincik;
* Sultaniye - Dalyan;
* Trans Ölemez ve Trans Ölemez - Kale;
* Ekincik - Dalyan;
* Deveuçtu - Adaboğazı - İztuzu;
* Döğüşbelen - Yeşilköy;
* Trans Panguduz;
* Yeşilköy - Yangı - Topgözü;
* Yuvarlakçay - Çaylı;
* Toparlar sığla yolu;
* Köyceğiz - Kavakarası;
* Köyceğiz - Yangı;
* Kavakarası - Ortaca;
* Ağla - Çayhisar üstü;
* Topgözü - Alan;
* Alan - Akköprü;
* Akköprü - Cehennem - Narlıköprü;
* Narlıköprü – Gürleyik.



Şekil 28. EcoTrail yürüyüş ve bisiklet rotaları ile rotaların geçtiği meşcereler.

Bu rotaların çevrelerindeki meşcerelere (Şekil 28) 2. ve 3. fonksiyon olarak "ekoturizm ve rekreasyon" fonksiyonu "3410 - Doğa Spor Alanları (Yürüyüş, kaya tırmanış, kuş gözlem alanları)" işletme amacı önerisi verilmiştir. "Ekoturizm ve rekreasyon" fonksiyonu önerilen yürüyüş ve bisiklet rotalarının geçtiği bölmeler Tablo 22'de, bölmecikler ise Tablo 23'te verilmiştir. Köyceğiz OİŞ'de rotaların geçtiği bölmelerde orman alanı olmayan bölmecikler ekoturizm ve rekreasyon fonksiyonu dışında tutulmuştur.

Tablo 22. Köyceğiz yürüyüş ve bisiklet yolları ekoturizm ve rekreasyon fonksiyonu bölmeler için öneriler.

Ağla Şefliği BLM_NO	Akköprü Şefliği BLM_NO			Beyobası Şefliği BLM_NO				Karaçam Şefliği BLM_NO	Sultaniye Şefliği BLM_NO			Köyceğiz Şefliği BLM_NO	
90	5	97	155	1	73	117	178	62	1	128	159	58	98
91	14	98	161	2	76	118	179	64	3	129	160	60	99
92	22	107	162	3	77	121	180	67	5	131	161	61	100
96	28	108	163	4	83	122	181	68	6	132	162	62	101
134	29	109	169	5	84	124	182	100	7	133	163	71	102
135	30	110	170	6	85	130	183	104	8	134	164	72	106
136	31	111	171	7	86	131	194	105	9	135	165	73	112
137	43	114	174	11	87	136	196	106	10	136	166	75	113
138	44	116	175	12	89	139	209	142	11	137	167	76	115
139	46	117	176	13	94	140	211	143	12	138	168	78	123
181	48	119	177	14	95	141	212	170	13	139	169	79	125
182	49	122	178	15	96	142	213	171	14	140	170	80	126
183	50	123	179	30	97	143	214	215	32	141	171	81	127
184	51	124	184	31	98	144	215	217	45	142	172	82	128
185	52	128	198	32	101	150		250	71	143	173	84	129
209	62	129		33	102	151		251	72	144	174	88	130
210	63	130		34	104	153		328	73	145	175	89	131
225	65	131		35	105	154		329	74	146	176	91	132
226	66	138		36	106	155		335	99	147	177	93	133
227	69	140		54	107	158		360	100	148	178	94	134
228	70	141		55	108	159		361	101	149			
233	71	146		58	109	160			102	150			
234	79	147		59	110	161			111	151			
235	88	148		60	111	162			112	153			
236	89	149		61	112	163			113	154			
237	90	150		67	113	170			122	155			
238	91	151		68	114	171			123	156			
240	92	152		69	115	172			124	157			
241	96	154		70	116	173			126	158			

Tablo 23. Köyceğiz OİŞ yürüyüş ve bisiklet yolları ekoturizm ve rekreasyon fonksiyonu bölmecikler için öneriler.

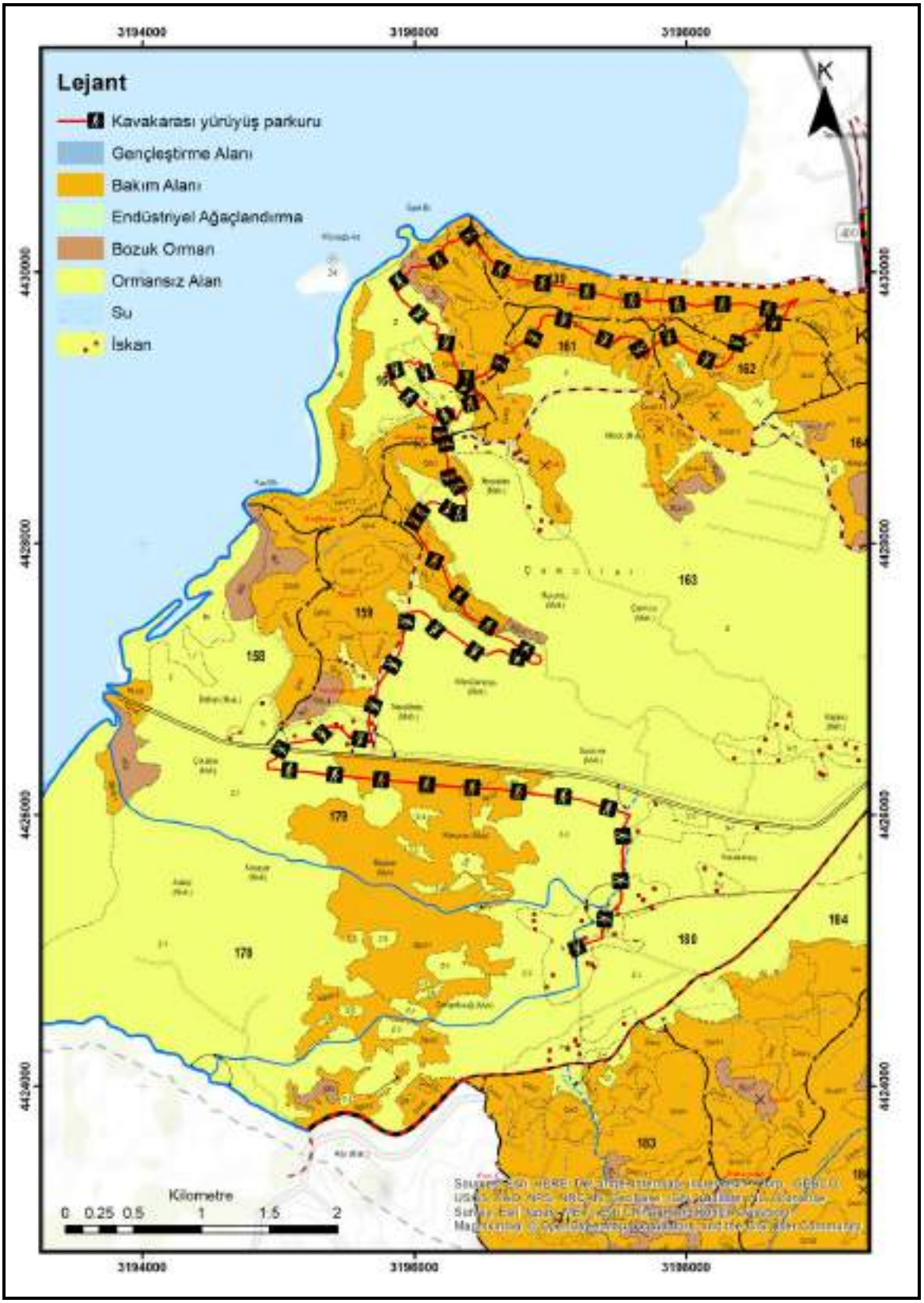
BLM_NO	MES_TIPI	BLM_NO	MES_TIPI	BLM_NO	MES_TIPI
69	Sğcd2	97	BÇz-2	108	BÇz
95	BÇz	97	BÇz-3	108	Çzd2-1
95	BÇz-T-2	97	BÇz-4	108	Çzd2-2
95	BÇz-T-1	97	BÇz-5	114	BÇz
95	OT	97	Çzd1-2	114	BÇz-T
95	Çfc2	97	Çzd1-3	114	Çzcd2-2
95	Çzab3	97	BÇz-1	114	Çzcd2-1
95	Çzb3	97	Çzcd2	124	BÇz-T
95	Çzbc1	97	Çzcd3	135	Sðcd3
95	Çzbc2-1	97	Çzd1-1	136	Sðcd2
95	Çzbc2-2	107	Çza	136	SðDþa
96	BÇz-T	107	Çzcd3	136	Sðbc3
96	Çfc2	107	BÇz-1	137	Sðbc3
96	Çzab2	107	BÇz-2	137	Sðcd3-1
96	Çzcd1	107	Çzd1-1	137	Sðcd3-2
96	Çzcd2	107	Çzd1-2	138	Sðcd3
96	Çzcd3	107	Çzd2-1	139	Sðbc3
96	Çzd1	107	Çzd2-2	139	Sðcd3
96	Çzd2	108	Çza	139	Sðcd2-1
96	BÇz-1	108	Çzcd1	139	Sðcd2-2
96	BÇz-2	108	Çzcd3		

“Doğa Spor Alanları (Yürüyüş, kaya tırmanış, kuş gözlem alanları)” işletme amacı önerisi verilen bölme ve bölmeciklere Köyceğiz OİM 2017 amenajman planlarında bu işletme amacı verilmiştir. Köyceğiz’de yapılan ekoturizm çalıştayı ve ODÜH Ekoturizm Şube Müdürlüğü ile yapılan görüşmeler çerçevesinde ekoturizm uygulama alanı olarak Kavakarası’nda belirlenen yürüyüş rotası (Şekil 29) için “Ekoturizm Fonksiyonlu Alanların İdaresine Ait Usul ve Esaslar” başlıklı 308 no’lu Tebliğ çerçevesinde “Ekoturizm Alanı Yönetim Planı” hazırlanmıştır.

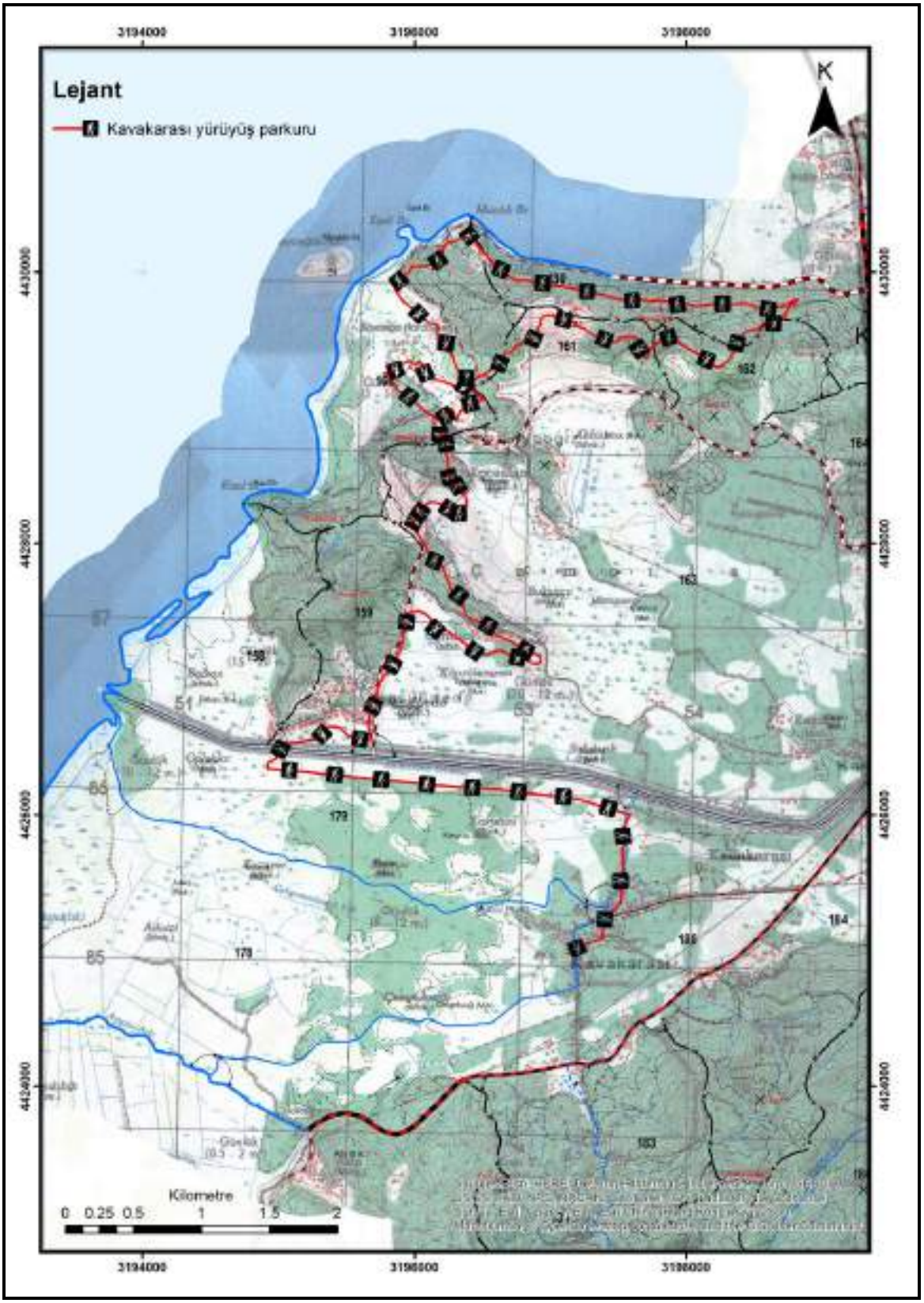
Şekil 29. Kavakarası yürüyüş rotası.

“Ekoturizm Alanı Yönetim Planı”nın ilk aşaması olarak “Ekoturizm Potansiyeli Değerlendirme Tablosu”nun doldurulması için DKM ekoturizm uzmanı, ODÜH Ekoturizm Şube Müdürünün bilgisi dahilinde 18-19 Ekim 2017 tarihlerinde Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü, OBM ODÜH Şube Müdürlüğü yetkilileri ve bölgede yürüyüş ve bisiklet rotaları çalışmaları yapan uzmanlarla arazi ve masabaşı çalışmaları yapmıştır. Çalışmada ekoturizm tebliğindeki değerlendirme tablosu doldurulmuş ve yürüyüş rotası nihai hale getirilmiştir. Bu çalışma sonucunda Kavakarası Ekoturizm Alanı (Doğa Yürüyüş Parkuru) Yönetim Planı ve

Plan Raporu hazırlanmıştır. Meşcere haritasında (Şekil 30) ve topografik haritada (Şekil 31) parkurun güzergahı verilmiştir.

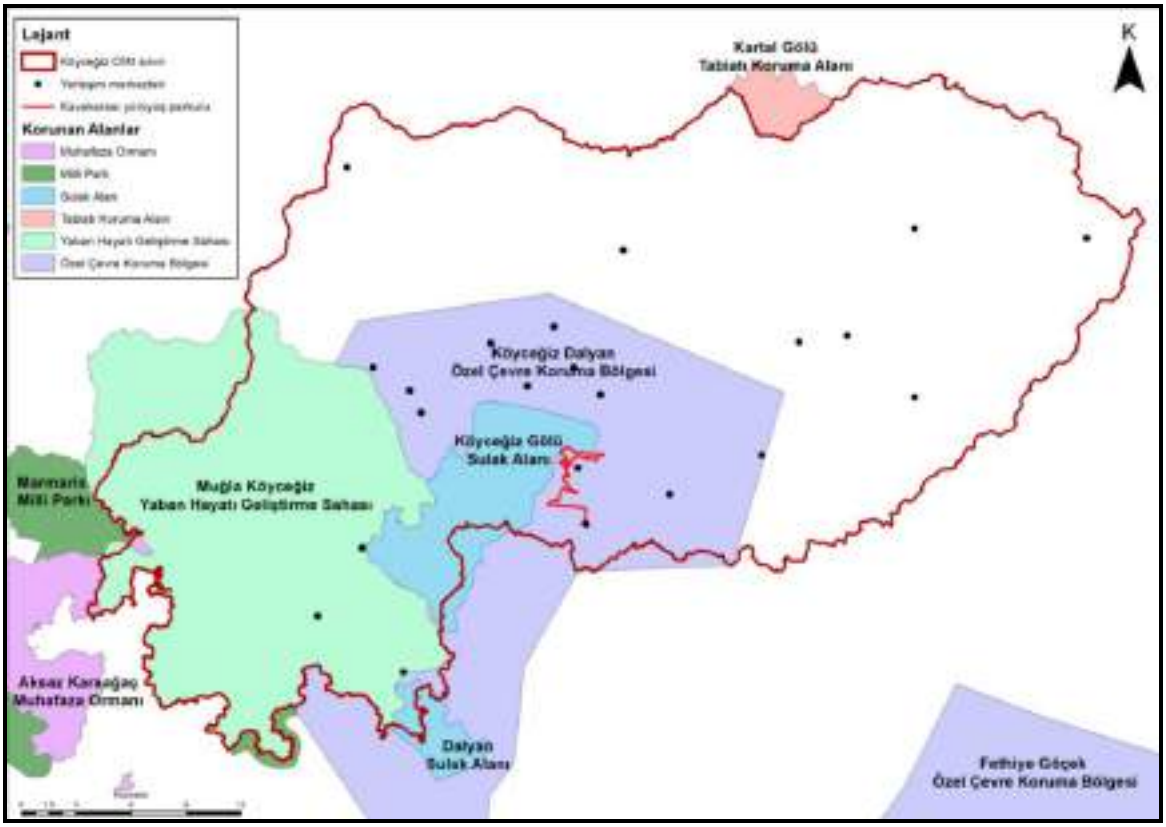


Şekil 30. Meşcere haritasında Kavakarası yürüyüş parkuru.



Şekil 31. Topografik haritada Kavakarası yürüyüş parkuru.

Ekoturizm alanının çevresinde, Muğla Köyceğiz Yaban Hayatı Geliştirme Sahası (YHGS), Marmaris Milli Parkı, Aksaz Karaağaç Muhafaza Ormanı ve Fethiye-Göçek ÖÇK korunan alanları bulunmaktadır (Şekil 32).



Şekil 32. Ekoturizm alanı çevresi korunan alanlar.

Orman ekosistemlerinin turizm ve rekreasyon hizmeti, turizm, rekreasyon ve avcılık sektörünün kendisi ile doğrudan ilişkilidir (Ek-2).

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Doğanın sağladığı ürün ve hizmetler, insan hayatını her alanda etkilemektedir. Bu konunun önemi, geçmişten bu yana bilinse de, ekosistem hizmetleri konusundaki farkındalık, bu katkıların ekonomik boyutunun ortaya konmasıyla birlikte büyük ölçüde artmıştır. Costanza ve ark. (1997) yılındaki araştırması, dünya üzerindeki ekosistemlerin sağladığı 17 hizmetin her yıl küresel ekonomiye ortalama "en az" 33 trilyon Amerikan Doları katkı sağladığını göstermiştir. Bu çalışmayla ilk kez doğanın sağladığı ürün ve hizmetlerin parasal karşılığıyla ilgili küresel ölçekte ekonomik olarak değerlendirilmiştir. Üstelik aynı dönemde Küresel Gayrı Safi Milli Hasıla (GSMH) 18 trilyon Amerikan Doları, yani ekosistemlerin sağladığı hizmetlerinin değerinin yalnızca yarısı kadardır. Bu kadar yüksek bir rakamın araştırma sonucunda çıkması büyük bir etki yaratmış; bu araştırmadan günümüze ekosistem ürün ve hizmetleriyle ilgili çalışmaların sayısı oldukça artmıştır. Ekosistem hizmetleri bugün itibariyle devlet kurumları, akademisyenler, sivil toplum kuruluşları ve özel sektör tarafından önemli bir konu olarak ele alınmaktadır.

Ekosistemlerin sağladıkları hizmetlerin belirlenebilmesi için ekonomik değerlendirme çalışmaları veya mekânsal olarak ekosistem hizmetlerinin dağılımının haritalanması üzerine birçok çalışma hayata geçirilmektedir (Editorial, 2013). Geçmişte ekosistem hizmetlerine yönelik araştırma yöntemleri kaba ölçekliyken (örn. Egoh ve ark., 2012; Martinez-Harms ve Balvanera, 2012); günümüzde analitik araçların bu konudaki kullanımı artmış ve çok sayıda sofistike yazılım geliştirilmiştir (örn. Invest Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs - InVEST ve Artificial Intelligence for Ecosystem Services - ARIES).

Ekosistem hizmetlerine yönelik üretilen bilgilerin tarım ve ormancılık gibi farklı sektörlerin planlama süreçlerine entegre edilmesine yönelik çalışmalar ise nispeten daha yenidir. Ancak bu çalışmaların sayıları da gittikçe artmaktadır (Bagstad ve ark., 2013; Daily ve ark., 2009; Ruhl ve ark., 2007; Sagie ve Ramon, 2015). Bu kapsamda, farklı araçlar geliştirilmektedir (Bagstad ve ark., 2011; Villa ve ark., 2011). Orman ekosistemi, bu açıdan en çok çalışılan ekosistemler arasında gelmektedir. Ekosistem ürün ve hizmetleriyle ilgili bilginin ormanların planlanması sürecinde göz önüne alınması, uluslararası ölçekte önem kazanan konular arasındadır. Özellikle de orman ekosisteminin farklı sektörlere nasıl katkı sağladığının irdelenmesi ve bu şekilde çok sektörlü bir planlama yaklaşımının geliştirilmesi ve sektörler arası uyumun sağlanması, günümüzde önemi artan ve yaygınlaşan konulardandır. Ülkemizde ekosistem hizmetleriyle ilgili bugüne kadar yapılan çalışmalar çoğunlukla ekonomik değerlendirmeler şeklinde gerçekleştirilmekteydi. Ancak son dönemde yapılan çalışmalarla, ekosistem hizmetleriyle ilgili üretilen bilginin bir planlama aracına dönüştürülmesine yönelik ilk adımlar atılmaya başlanmıştır.

Birden çok hizmetin birbirleri ve karşılıklı ilişkilerinin modellenmesi (Demestihas ve ark., 2018), ekonomik değerlendirmesi, haritalaması (Pueffel ve ark., 2018; Nikodinoska ve ark., 2018), hassasiyet analizi (Hooper ve ark., 2017), politika ve ilgili stratejilerde kullanılması (Bouwma ve ark., 2018; Prip, 2018), iklim değişikliği nedeniyle ekosistem hizmetlerinin kaybı (Asmus ve ark., 2017), Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (Wood ve ark., 2018), optimal arazi kullanımı (Wu ve ark., 2018), değer analizi çalışmaları (Rawlins ve ark., 2018), doğal afetler ekosistem hizmetleri üzerindeki etkileri (Schowalter ve ark., 2017) son zamanlarda ekosistem hizmetlerine yönelik yapılan çalışmalardır.

Son yıllarda ekosistem hizmetleri ile ilgili yapılan çalışmalar, bu hizmetlerin doğal kaynakların planlanması ve yönetimi süreçlerine nasıl entegre edilebileceğini ortaya çıkartmayı hedeflemektedir. Bu çalışmalar sonucunda ekosistem hizmetlerine yönelik üretilen bilginin tarım, doğa koruma, ormancılık, içme suyu, turizm ve balıkçılık sektörleriyle ilgili karar alma süreçlerinde de kullanılması planlanmaktadır. Ekosistemlerin sağladıkları hizmetlerin belirlenebilmesi için ekonomik değerlendirme çalışmaları, nicel olarak hizmetin ortaya konması veya mekânsal olarak ekosistem hizmetlerinin dağılımının haritalanması üzerine birçok çalışma yapılmaktadır.

Ayrıntılı çalışılan ekosistemler arasında olan orman ekosistemleri hizmetlerinin ormanların planlanmasına ve yönetimine entegrasyonu, ulusal ve uluslararası ölçekte gittikçe önem kazanmaktadır. Özellikle de orman ekosisteminin farklı sektörlere nasıl katkı sağladığının ya da nasıl etkilediğinin irdelenmesi ve bu şekilde çok sektörlü bir planlama yaklaşımının geliştirilmesi ve sektörler arası uyumun sağlanması, günümüzde önemi artan ve yaygınlaşan konular arasında gelmektedir.

Son dönemde ekonomik değerlendirme çalışmalarına ek olarak ekosistem hizmetleriyle ilgili üretilen çıktıların bir planlama aracına dönüştürülmesine yönelik adımlar atılmaya başlanmıştır. “Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi” nde 5 pilot orman işletme müdürlüğünde orman ekosisteminin farklı sektörlere nasıl katkı sağladığının irdelenmesi, bu yapılırken de bir araç olarak ekosistem ürün ve hizmetlerinin haritalanmasının kullanılması hedeflenmektedir.

Proje kapsamında Sürdürülebilir Orman Yönetimi (SOY) kriter ve göstergelerinin ülkemiz özelinde güncellenmesi süreci başlatılmıştır. SOY sürecinde ekosistem hizmetlerinin, ormancılık sektörü ve diğer sektörler arasında köprü görevi göreceği bilinmektedir (Avrupa Orman Enstitüsü, 2013).

Sürdürülebilir Orman Yönetimi Özel İhtisas Komisyonu Raporunda (Kalkınma Bakanlığı, 2014) ormancılık sektörünün sürekliliği açısından ekosistem hizmetlerinin izlenmesi ve değerlendirilmesine yardımcı olacak yöntem geliştirmeye yönelik araştırmalara ihtiyaç bulunduğuna dikkat çekilmektedir. Sektörler arası

köprüler kurmak amacıyla orman ekosistemi ürün ve hizmetleri bir planlama aracı olarak kullanarak orman amenajman planlarına entegrasyonu için çalışmalar proje kapsamında başlatılmıştır. Bu süreçteki deneyimler, farklı sektörlerin orman ekosisteminin sağladığı ürün ve hizmetlerden nasıl etkilendiğinin ortaya çıkarılması için üst ölçekli bir planlamanın gerekliliğini ortaya koymaktadır.

"Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi" kapsamında yapılan bu çalışmada Türkiye'de ilk kez bir orman işletme müdürlüğündeki orman ekosistemlerinin farklı sektörleri nasıl katkı verdiğine dair bilgiler mekânsal haritalama kapsamında ortaya konmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda yapılan literatür çalışmaları, uzman görüş ve öngörüleri doğrultusunda değerlendirmeler, modelleme çalışmaları, arazide yerinde doğrulama çalışmaları ve uzmanların bir araya getirildiği çalıştaylar, çalışmanın başlıca yöntemini oluşturmaktadır. Söz konusu orman ekosistemi hizmetlerinin mevcut ve potansiyel durumu masabaşında yapılan literatür araştırmaları ve model çalışmaları ile haritalandırılmıştır. Yerel yönetici ve uzmanlarla bilgi desteği almak ve öngörülerini toplamak için yapılan toplantılar ve haritalar üzerinde çalışmalar ile arazide yapılan doğrulama çalışmaları doğrultusunda ekosistem hizmetleri haritaları nihai hale gelmiştir.

4.1. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Ormancılık Sektörüne Etkileri

Yaklaşık %81'i orman ekosistemlerinden oluşan Köyceğiz'de, orman ekosistemlerinden sağlanan;

- kızılçam ve karaçamdan **yapacak ve yakacak odun (*biyolojik hammadde) üretimi:*** *orman amenajman planlarında odun üretimi olarak işletme amacı belirlenen yerler ve bu amaç dışında mevcutta fonksiyonu orman ürünleri üretimi olmayan başka fonksiyonlara sahip olan orman alanları biyolojik hammadde olarak odunun sağlanabileceği yerler,*

- basralı alanlar ve bal üretim ormanı ve ormanlardan sağlanan bitkisel ürünler gibi ***odun dışı orman ürünleri üretimi:*** *basralı alanlar ve bal üretim ormanlarında ve orman alanlarına yakın yerlerde arıcılık yapılması ve ormanlardan toplanan (kekik, adaçayı gibi) veya üretilen (sığla yağı ve buhuru) bitkisel ürünler,*

- orman içi açıklıklardaki otlatmanın ormancılık faaliyetlerini kısıtlaması ve üretim yapılan ormanlarda otlama faaliyetlerinin yasaklanması gibi etkiler sebebiyle ***yem ve otlatma için uygun otsu bitki örtüsü varlığı,***

- ormancılık faaliyetlerinin planlama amacına göre hidrolojik fonksiyonlara göre yapılması sebebiyle ***içme ve kullanma suyu (tatlısu),***

- orman ekosistemindeki koruma öncelikli hedef türler ve diğer biyolojik çeşitlilik unsurları (doğal yaşlı ormanlar, yüksek tür zenginliğine sahip ormanlar gibi) nedeniyle kısıtlanan ormancılık faaliyetleri sebebiyle ***biyolojik çeşitliliğin sağlanması (genetik kaynaklar),***

- toprak kaybı riski oluşturmayacak ve/veya en aza indirecek planlama anlayışına göre yapılan ormancılık faaliyetleri sebebiyle ***erozyon kontrolü/toprak koruma,***

- sel-taşkın riski oluşturmayacak ve/veya en aza indirecek ve su tutumunu sağlayacak planlama anlayışına göre yapılan ormancılık faaliyetleri sebebiyle ***suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi,***

- ormanların karbon stok ve stok değişimleri gözetilerek sera gazı emisyonlarını azaltıcı ormancılık faaliyetleri sebebiyle ***karbon tutumu***

hizmetleri ormancılık sektörünü doğrudan etkileyen ve ormancılık faaliyetlerinden doğrudan etkilenen hizmetlerdir. Orman ekosistemlerinin koruma-kullanma çerçevesinde sürdürülebilirliğinin sağlanması ve sosyo-ekonomik fayda sağlamak amacıyla ele alınan ekosistem hizmetlerinin göz önünde bulundurulduğu bir planlama anlayışı gerekmektedir. Nitekim, bu çalışma kapsamında belirlenen ve haritalanan ve aynı zamanda ormancılık sektörü ile ilişkili ekosistem hizmetleri ve bu hizmetlere yönelik bölmecik düzeyinde verilen öneri ormancılık faaliyetleri bu planlama anlayışını taşımakta, masabaşında, arazide ve toplantılarda yapılan çalışmaları, orman amenajman planlarına entegre ederek uygulamaları pratiğe dökmektedir.

4.2. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Tarım ve Hayvancılık Sektörüne Etkileri

Köyceğiz OİM sınırları içinde alansal olarak ikinci en büyük arazi kullanımı tarımdır. Köyceğiz'de orman ekosistemlerinden sağlanan;

- otlatma faaliyetlerinin orman içi açıklıklarda ve ormana yakın mera alanlarında yapılması sebebiyle ***yem ve otlatma için uygun otsu bitki örtüsü varlığı,***

- orman ekosistemlerinden tedarik edilen ***içme ve kullanma suyunun (tatlısu)*** tarımda ve hayvancılık faaliyetlerinde kullanılması sebebiyle,

- orman ekosistemlerinin toprak kaybını riskini oluşturmayacak ve/veya en aza indirecek şekilde yönetilmesi ile orman alanlarına yakın tarım alanlarının/narenciye bahçelerinin taşınan topraktan korunması sebebiyle ***erozyon kontrolü/toprak koruma,***

- orman alanlarına yakın tarım alanlarında/narenciye bahçelerinde sel-taşkın riski oluşturmayacak ve/veya en aza indirecek ve su tutumunu sağlayacak planlama anlayışına göre yapılan ormancılık faaliyetleri sebebiyle ***suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi***

hizmetleri tarım ve hayvancılık sektörünü doğrudan etkileyen ve tarım ve hayvancılık faaliyetlerinden doğrudan etkilenen hizmetlerdir. Tarımda birinci sırayı narenciye almaktadır. Orman ekosistem hizmetlerinin tarım alanlarının üzerindeki görünen birebir etkisi çok azdır. Bunun sebebi, konvansiyonel tarımdan çok narenciye yetiştiriciliği yapılmasıdır. Orman ekosistemlerinin koruma-kullanma çerçevesinde sürdürülebilirliğinin sağlanması ve sosyo-ekonomik fayda sağlamak amacıyla orman yönetiminin ekosistem hizmetlerini ve tarım sektörünü gözetecek şekilde bir planlama anlayışı önem taşımaktadır. Nitekim, bu çalışma kapsamında belirlenen ve haritalanan ve aynı zamanda tarım ve hayvancılık sektörü ile ilişkili ekosistem hizmetleri ve bu hizmetlere yönelik bölmecik düzeyinde verilen öneri ormancılık faaliyetleri bu planlama anlayışını taşımakta, masabaşında, arazide ve toplantılarda yapılan çalışmaları, orman amenajman planlarına entegre ederek uygulamaları pratiğe dökmektedir.

4.3. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Turizm ve Rekreasyon Sektörüne Etkileri

Köyceğiz'de orman ekosistemlerinden sağlanan;

- turizm ve rekreasyona yönelik etkileri Köyceğiz'de oldukça sınırlı olsa da ***odun dışı orman ürünleri,***

- orman ekosistemlerinden tedarik edilen ***içme ve kullanma suyunun (tatlısu)*** *turizm ve rekreasyon faaliyetlerinde kullanılması sebebiyle,*

- ormanlarda yapılan avcılık sebebiyle **av ürünleri ve avcılık,**

- sığla ormanları, Sandras dağı ormanları, orman içi tahsis edilen ya da tercih edilen (bazıları da önerilmiş durumda), orman içi doğa yürüyüş rotaları, dağcılık ve tırmanış, turistlere yönelik orman içi turistik aktiviteler ve manzara seyir terasları sebebiyle ***estetik ve rekreasyon ve turizm***

hizmetleri turizm ve rekreasyon ve avcılık sektörünü doğrudan etkileyen ve turizm ve rekreasyon faaliyetlerinden doğrudan etkilenen hizmetlerdir. Orman ekosistemlerinin koruma-kullanma çerçevesinde sürdürülebilirliğinin sağlanması ve sosyo-ekonomik fayda sağlamak amacıyla ele alınan ekosistem hizmetlerinin göz önünde bulundurulduğu bir planlama anlayışı gerekmektedir. Nitekim, bu çalışma kapsamında belirlenen ve haritalanan ve aynı zamanda turizm ve rekreasyon sektörü ile ilişkili ekosistem

hizmetleri ve bu hizmetlere yönelik bölmecik düzeyinde verilen öneri ormancılık faaliyetleri (öneri yürüyüş ve bisiklet rotalarının çevrelerindeki bölmeciklerde öneri ormancılık uygulamaları ve Kavakarası yürüyüş parkuru ekoturizm planının yapılması) bu planlama anlayışını taşımakta, masabaşında, arazide ve toplantılarda yapılan çalışmaları, orman amenajman planlarına entegre ederek uygulamaları pratiğe dökmektedir.

Sultaniye, Ekincik ve Çandır, Ecotrails projesi yürüyüş ve bisiklet rotalarının en çok geçtiği alanlardır. Ancak buralar arıcılığın da en fazla olduğu yerlerdir. Turizm ve arıcılık bu noktada çatışmaktadır.

4.4. Orman Ekosistem Hizmetlerinin İçme ve Kullanma Suyu Sektörüne Etkileri

Köyceğiz'de orman ekosistemlerinden sağlanan;

- ormancılık faaliyetlerinin planlama amacına göre hidrolojik fonksiyonlara göre yapılması sebebiyle ***içme ve kullanma suyu (tatlısu),***

- toprak kaybı riski oluşturmayacak ve/veya en aza indirecek planlama anlayışına göre yapılan ormancılık faaliyetleri sebebiyle ***erozyon kontrolü/toprak koruma,***

- sel-taşkın riski oluşturmayacak ve/veya en aza indirecek ve su tutumunu sağlayacak planlama anlayışına göre yapılan ormancılık faaliyetleri sebebiyle ***suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi,***

- orman ekosistemlerinin ***suyu temizlemesi***

hizmetleri içme ve kullanma suyu sektörünü doğrudan etkileyen ve içme ve kullanma suyu faaliyetlerinden doğrudan etkilenen hizmetlerdir. Orman ekosistemlerinin koruma-kullanma çerçevesinde sürdürülebilirliğinin sağlanması ve sosyo-ekonomik fayda sağlamak amacıyla ele alınan ekosistem hizmetlerinin göz önünde bulundurulduğu bir planlama anlayışı gerekmektedir. Nitekim, bu çalışma kapsamında belirlenen ve haritalanan ve aynı zamanda içme ve kullanma suyu sektörü ile ilişkili ekosistem hizmetleri ve bu hizmetlere yönelik bölmecik düzeyinde verilen öneri ormancılık faaliyetleri bu planlama anlayışını taşımakta, masabaşında, arazide ve toplantılarda yapılan çalışmaları, orman amenajman planlarına entegre ederek uygulamaları pratiğe dökmektedir.

KAYNAKÇA

Asan, Ü., 1995. Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi,* Seri B, 45, 1-2, 23-37, İstanbul.

Asmus, M.L., Nicolodi, J., Anello, L.S., Gianuca, K., 2017. The risk to lose ecosystem services due to climate change: A South American case. *Ecological Engineering,* In Press, Available online 29 December 2017.

Bagstad, K.J., Semmens, D.J., Waage, S. And Winthrop, R., 2013. A comparative assessment of decision-support tools for ecosystem services quantification and valuation. *Ecosystem Services*, 5: 27-39.

Bouwma, I., Schleyer, C., Primmer, E., Winkler, K.J., Berry, P., Young, J., Carmen, E., Špulerová, J., Bezák, P., Preda, E., Vadineanu, A., 2018. Adoption of the ecosystem services concept in EU policies. *Ecosystem Services,* 29: 213-222.

CICES, 2013. *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES v4.3).* http://cices.eu/, [Ziyaret tarihi: 22 Kasım 2013].

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hanna, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystems services and natural capital, *Nature*, 387: 253-260.

Daily, G.C., 1997. *Introduction: What are ecosystem services, Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems.* In: Daily, G.C., 1, Island Press, Washington, D.C., ISBN: 1-55963-475-8, 1-10.

Daily, G.C., Polasky, S., Goldstein, J., Kareiva, P.M., Mooney, H.A., Pejchar, L., Ricketts, T.H., Salzman, J., and Shallenberger, R., 2009. Ecosystem services in decision making: time to deliver. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7: 21–28.

de Groot, R., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., Willemen, L., 2010. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. *Ecological Complexity,* 7(3): 260-272.

Demestihas, C., Plénet, D., Génard, M., Garcia de Cortazar-Atauri, I., Launay, M., Ripoche, D., Beaudoin, N., Simone, S., Charreyron, M., Raynal, C., Lescourret, F., 2018. Analyzing ecosystem services in apple orchards using the STICS model. *European Journal of Agronomy,* 94: 108-119.

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.

Editorial, 2013. Best practices for mapping ecosystem services. *Ecosystem Services,* 13: 1–5.

Egoh, B., Drakou, E.G., Dunbar, M.B., Maes, J., Willemen, L., 2012. *Indicators for Mapping Ecosystem Services: A Review.* Publications Office of the European Union, Luxembourg.

Hooper, T., Beaumont, N., Griffiths, C., Langmead, O., Somerfield, P.J., 2017. Assessing the sensitivity of ecosystem services to changing pressures. *Ecosystem Services,* 24: 160-169.

Martinez-Harms, M.J., Balvanera, P., 2012. Methods for mapping ecosystem service supply: a review. International Journal of Biodiversity Science, *Ecosystem Services & Management,* 8: 17–25.

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.

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 individ storms.* Exhibit A of Appendix B, Interim Survey Report Grand (Neosho) Ri Watershed, USDA.

Nikodinoska, N., Paletto, A., Pastorella, F., Granvik, M., Franzese, P.P., 2018. Assessing, valuing and mapping ecosystem services at city level: The case of Uppsala (Sweden). *Ecological Modelling,* 368: 411-424.

NIR Turkey, 2017. *Turkey Greenhouse Gas Inventory Report, 1990 to 2015.* Annual Report submission under the "United Nations Framework Convention on Climate Change". Turkish Statistical Institute.

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.

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.

Pamukçu, P., 2015. Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu. *Doktora tezi,* İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Pueffel, C., Haase, D., Priess, J.A., 2018. Mapping ecosystem services on brownfields in Leipzig, Germany. *Ecosystem Services,* 30: 73-85.

Prip, C., 2018. The Convention on Biological Diversity as a legal framework for safeguarding ecosystem services. *Ecosystem Services,* 29: 199-204.

Rawlins, J.M., De Lange, W.J., Fraser, G.C.G., 2018. An Ecosystem Service Value Chain Analysis Framework: A Conceptual Paper. *Ecological Economics,* 147: 84-95.

Ruhl, J.B., Kraft, S.E., and Lant, C.L., 2007. *The Law and Policy of Ecosystem Services.* Island Press, Washington, DC.

Sagie, H. ve Ramon, U., 2015. Using an Agroecosystem Services Approach to Assess Tillage Methods: A Case Study in the Shikma Region. *Land,* 4: 938-956.

Schowalter, T.D., Noriega J.A., Tscharntke, T., 2017. Insect effects on ecosystem services—Introduction. *Basic and Applied Ecology,* In Press. Available online 27 September 2017.

SCS, 1956. 1964. 1972. 1993. *Hydrology – National Engineering Handbook.* Supplement A, Section 4, Chapter 10, Soil Conservation Service, USDA, Washington, D.C.

TEEB, 2010. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity Ecological and Economic Foundations.* Earthscan, London and Washington.

Tolunay, D., 2012. Türkiye'de ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayılar. *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50.Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı,* s. 240-251, Ankara, 2013.

Tolunay, D., 2013. Türkiye'de artım ve ağaç servetinden bitkisel kütle ve karbon miktarlarının hesaplamasında kullanılabilecek katsayılar. Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, 240-251.

Tolunay, D. ve Çömez, A., 2008. Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. *Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı,* s. 750-765, Hatay.

Villa, F., Bagstad, K., Johnson, G., Voigt, B., 2011. Scientific instruments for climate change adaptation: estimating and optimizing the efficiency of ecosystem services provision. *Economia Agrariay Recursos Naturales,* 11(1):54–71.

Wood, S.L.R., Jones, S.K., Johnson, J.A., Brauman, K.A., Chaplin-Kramer, R., Fremier, A., Girvetz, E., Gordon, L.J., Kappel, C.V., Mandle, L., Mulligan, M., O'Farrell, P., Smith, W.K., Willemen, L., Zhang, W., DeClerck, F.A., 2018. Distilling the role of ecosystem services in the Sustainable Development Goals. *Ecosystem Services,* 29: 70-82.

Wu, X., Wang, S., Fu, B., Liu, Y., Zhu, Y., 2018. Land use optimization based on ecosystem service assessment: A case study in the Yanhe watershed. *Land Use Policy,* 72: 303-312.

Yu, B.F., 1998. Theoretical justification of SCS method for runoff estimation. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering,* 124(6), 306-310.

EKLER

EK-1. Literatürde farklı kaynaklardaki tanımlarıyla dünya üzerindeki ekosistemlerin sağladığı ürün ve hizmetler (Kaynak: Pamukçu, 2015).

Tedarik Hizmetleri					
Costanza ve ark. (1997)	**Daily (1997)**	**MEA (2005)**	**de Groot ve ark. (2010)**	**TEEB (2010)**	**CICES (2013)**
Besin üretimi	-	Gıda	Gıda	Gıda	Biyokütle (Besin)
					Biyokütle (Tarımsal kullanım için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan materyaller)
Hammadde üretimi	-	Lif, kereste	Hammadde	Hammadde	Biyokütle (Direkt kullanım ve süreçler için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan lif ve diğer materyaller)
Su üretimi	-	Tatlısu	Su	Su	İçilebilir su (Besin)
					İçilemeyen su (Materyal)
Genetik kaynaklar	Biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesi	Genetik kaynaklar	Genetik kaynaklar	Genetik kaynaklar	Biyokütle (Tüm biotalar için genetik materyaller)
-	-	Biyokimyasallar	Tıbbi kaynaklar	Tıbbi kaynaklar	Biyokütle (Direkt kullanım ve süreçler için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan lif ve diğer materyaller)
-	-	Dekoratif kaynaklar	Dekoratif kaynaklar	Dekoratif kaynaklar	Biyokütle (Direkt kullanım ve süreçler için bitkilerden, alglerden ve hayvanlardan sağlanan lif ve diğer materyaller)
-	-	-	-	-	Enerji kaynakları (biyokütle)
-	-	-	-	-	Mekanik enerji (hayvan kaynaklı)

EK-1 (devam). Literatürde farklı kaynaklardaki tanımlarıyla dünya üzerindeki ekosistemlerin sağladığı ürün ve hizmetler (Kaynak: Pamukçu, 2015).

Düzenleyici hizmetler					
Costanza ve ark. (1997)	**Daily (1997)**	**MEA (2005)**	**de Groot ve ark. (2010)**	**TEEB (2010)**	**CICES (2013)**
Gaz düzenlenmesi	Havanın temizlenmesi	Hava kalitesini düzenleme	Hava kalitesini düzenleme	Hava kalitesini düzenleme	Gaz/hava akımları düzenleyici
Atık suyun düzenlenmesi	Suyun temizlenmesi	Suyun temizlenmesi ve arıtımı	Atık su kontrolü	Atık su kontrolü (su arıtımı)	(Biotalar sebebiyle) Atık, zehirli ve diğer zararlılar için düzenleyici
					(Ekosistemler sebebiyle) Atık, zehirli ve diğer zararlılar için düzenleyici
Suyun düzenlenmesi	Sel ve kuraklığın azaltılması	Su akışı kontrolü	Su akışının düzenlenmesi	Su akışı kontrolü	Sıvı akışları düzenleyici
				Ekstrem olayların azaltılması	
Erozyon kontrolü ve sedimentasyon azaltımı	-	Erozyon kontrolü	Erozyon önleme	Erozyon önleme	Kütlesel akışları düzenleyici
İklim düzenlenmesi	İklimin stabilizasyonu	İklim düzenleme	İklim düzenleme	İklim düzenleme	Atmosferik kompozisyon ve iklim düzenleme
(destekleyici hizmet)	*(destekleyici hizmet)*	*(destekleyici hizmet)*	Toprak verimliliğinin sağlanması	Toprak verimliliğinin sağlanması	Toprak formasyonu ve kompozisyonu
Tozlaşma	Tarımsal ürünlerin ve doğal vejetasyonun tozlaşması, besin taşınımı ve tohumların yayılması	Tozlaşma	Tozlaşma	Tozlaşma	Yaşam döngüsünün sağlanması, habitat ve gen havuzlarının korunması
Biyolojik kontrol	Tarımsal zararlı mücadelesi kontrolü	Zararlı kontrolü	Biyolojik kontrol	Biyolojik kontrol	Zararlı ve hastalık kontrolü

EK-1 (devam). Literatürde farklı kaynaklardaki tanımlarıyla dünya üzerindeki ekosistemlerin sağladığı ürün ve hizmetler (Kaynak: Pamukçu, 2015).

Düzenleyici hizmetler					
Costanza ve ark. (1997)	**Daily (1997)**	**MEA (2005)**	**de Groot ve ark. (2010)**	**TEEB (2010)**	**CICES (2013)**
-	-	Hastalık kontrolü	-	-	-
Habitat sağlama	-	Birincil üretim Besin döngüsü *(destekleyici hizmet)*	Fidanlık hizmeti (Habitat hizmeti)	Göçmen türlerin yaşam döngülerinin iyileştirilmesi (fidanlık dahil)	Yaşam döngüsünün sağlanması, habitat ve gen havuzlarının korunması
-	-	-	-	-	Toprak formasyonu ve kompozisyonu
-	-	-	Gen havuzu koruma (Habitat hizmeti)	-	Su şartlarının iyileştirilmesi
-	-	-	-	Genetik çeşitliliğin iyileştirilmesi (özellikle gen havuzlarının korunması)	Yaşam döngüsünün sağlanması, habitat ve gen havuzlarının korunması
-	Atıkların detoksifikasyonu ve ayrışımı	-	-	-	-
-	Güneşten gelen zararlı ışınlardan korunmanın sağlanması, ekstrem sıcaklıkların, rüzgarların ve dalgaların engellenmesi	-	-	-	-

EK-1 (devam). Literatürde farklı kaynaklardaki tanımlarıyla dünya üzerindeki ekosistemlerin sağladığı ürün ve hizmetler (Kaynak: Pamukçu, 2015).

Destekleyici hizmetler					
Costanza ve ark. (1997)	**Daily (1997)**	**MEA (2005)**	**de Groot ve ark. (2010)**	**TEEB (2010)**	**CICES (2013)**
Besin döngüsü	-	Birincil üretim	-	-	-
-	-	Besin döngüsü	-	-	-
Toprak formasyonu	Toprağın yenilenmesi ve veriminin artırılması	Toprak formasyonu	-	-	-
-	-	Su döngüsü	-	-	-
-	-	Fotosentez	-	-	-

Kültürel hizmetler					
Costanza ve ark. (1997)	**Daily (1997)**	**MEA (2005)**	**de Groot ve ark. (2010)**	**TEEB (2010)**	**CICES (2013)**
Rekreasyon	-	Rekreasyon ve ekoturizm	Rekreasyon	Rekreasyon ve turizm	Fiziksel ve deneysel etkileşimler
Kültürel değerler	Estetik güzelliğin artırılması	Estetik değerler	Estetik bilgi	Estetik bilgi	Entelektüel (düşünsel) ve anlatımsal etkileşimler
-	İnsan kültürlerinin çeşitliliğinin sağlanması	Kültürel çeşitlilik	Kültür ve sanat için fikir	Kültür, sanat ve tasarım için fikir	Entelektüel (düşünsel) ve anlatımsal etkileşimler
					Manevi ve/veya simgesel
	-	Manevi ve etik değerler	Manevi deneyimler	Manevi deneyimler	Manevi ve/veya simgesel
	-	Bilgi sistemleri ve eğitim değerleri	Bilişsel gelişme	Bilişsel gelişme için bilgi	Entelektüel (düşünsel) ve anlatımsal etkileşimler
					Diğer kültürel çıktılar (yaşam biçimi, kültürel miras)

Ek-2. Köyceğiz orman ekosistemi tarafından farklı sektörlere sağlanan ürün ve hizmetler ve ilişkili orman fonksiyonları ve işletme amaçları. İşaretlenmiş olan hücreler, yapılan çalışmalar sonucunda Köyceğiz ormanlarının ilişkili olduğu sektörleri göstermektedir.

Ekosistem Hizmeti Tipi	Ürünler	Genel Orman Fonksiyonları	İşletme Amaçları	Ormancılık	Tarım ve Hayvancılık	Turizm Rekreasyon Avcılık	İçme Suyu
Tedarik hizmetleri	Biyolojik hammadde (Odun üretimi)	**1.1. Orman Ürünleri Üretimi**	1109. En yüksek miktarda endüstriyel odun üretimi (endüstriyel ağaçlandırma) 1110. Kaliteli ve özellikli odun üretimi 1111. En yüksek miktarda yapacak odun üretimi 1112. Yakacak odun üretimi 1113. Odun kömürü üretimi	✓			
	Odun dışı orman ürünleri varlığı		1114. Odun dışı orman üretimi 1115. Basralı alanlar ve bal üretim ormanları 1116. Bitkisel ürünler 1117. Hayvansal ürünler	✓	✓	✓	
	İçme ve kullanma suyu (Tatlısu)		1118. Su ve mineral ürünler	✓	✓	✓	✓
	Yem ve otlama için uygun otsu bitki örtüsü varlığı		1119. Otlatma alanları	✓	✓		
	Biyolojik çeşitliliğin sağlanması (Genetik kaynaklar)	**2.1. Doğayı Koruma**	2110. Gen koruma ormanı 2125. Tohum meşcereleri 2126. Tohum bahçeleri	✓			
	Av ürünleri ve avcılık	**2.1. Doğayı Koruma** **3.4. Ekoturizm ve rekreasyon**	2115. Yaban hayatı geliştirme sahaları 3415. Avlak alanları			✓	
Düzenleyici hizmetler	Erozyon kontrolü/Toprak koruma	**2.2. Erozyon Önleme**	2210. Çığ önleme 2211. Heyelan önleme 2212. Taş ve kaya yuvarlanmayı önleme 2213. Toprak koruma 2214. Sel taşkın önleme	✓	✓		✓
	Karbon tutumu			✓			

Ekosistem Hizmeti Tipi	Ürünler	Genel Orman Fonksiyonları	İşletme Amaçları	Ormancılık	Tarım ve Hayvancılık	Turizm Rekreasyon Avcılık	İçme Suyu
	Suyun akışının ve zamanlamasının düzenlenmesi	**2.2. Erozyon Önleme** **3.1. Hidrolojik**	2214. Sel taşkın önleme 3110. İçme suyu koruma 3111. Kullanma suyu koruma 3112. Su kaynaklarını koruma	✓	✓		✓
	Suyun temizlenmesi	**3.1. Hidrolojik**	3110. İçme suyu koruma 3111. Kullanma suyu koruma 3112. Su kaynaklarını koruma	✓	✓	✓	✓
	Hava kalitesinin düzenlenmesi	**3.2. Toplum Sağlığı**	3211. Hava kirliliğini önleme				
	Zararlıların azaltılması						
	Tozlaşma						
Kültürel hizmetler	Estetik hizmetler	**3.3. Estetik**	3310. Estetik amaçlı perdeleme ve koruma 3311. Estetik görünüm (Görsel kalite: Silüet, mozaik ve panoramik etki)			✓	
	Rekreasyon ve turizm	**3.4. Ekoturizm ve rekreasyon**	3410. Doğa spor alanları (yürüyüş, kaya tırmanış, kuş gözlem alanları) 3413. Rekreasyon (piknik, mesire, festival, yayla, vs.) 3416. Turizm amaçlı ormanlar			✓	
	Tarihsel ve eğitsel hizmetler	**3.6. Bilimsel**	3610. Eğitim ve araştırma amaçlı ormanlar 3611. Arboretum, botanik bahçesi	✓			
	Arkeolojik alanlar		2129. Arkeolojik, Kentsel Arkeolojik, Kentsel ve Tarihi Sitler				