

Teknik Kılavuz Raporu

Prof. Dr. Yusuf SERENGİL

Kaynak göstermek için;

Serengil, Y., 2020. Karbon Sertifikalandırma Sistemi Teknik Klavuz Raporu. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kapsamında Karbon Sertifikalandırma Sisteminin Kavramsal Mimarisinin Geliştirilmesi ve İlgili Sivil Toplum Kuruluşlarının Güçlendirilmesi Projesi. 51 sayfa, İstanbul.

Ulusal Veri, Teknik ve Metotlar

Emisyon Faktörü, Aktivite Verisi

Ölçüm Metotları

Uluslararası Veri, Teknik ve Metotlar

Emisyon Faktörü, Veri Tabanı, Aktivite Verisi

IPCC Metotları

Sertifikasyon Alt Yapısı

Değerlendirme ve Sonuç

Ek-1 Proje Tanımlama ve Onaylama Belgesi Örneği

YÖNETİCİ ÖZETİ

Karbon sertifikasyonu için gerekli bileşenlerin başında standartlar, teknik klavuzlar ve dökümanlar gelmektedir. Bu teknik dökümanlar bilimsel çalışmalara dayanmakta, sürekli geliştirilip iyileştirilmekte ve büyük farklılıklar göstermektedir. Dökümanların genel karakteri projeli durumla projersiz durum (baz durum) arasında karbon stok değişimi veya emsiyon/tutum bakımından farklılıkları geçerli metotlar yardımıyla belirlemeye ve dökümante etmeye dayanmaktadır. Dolayısıyla öncelikle dikkat edilmesi gereken konu uygulanan metotlar ve varsayımlardır. Proje hazırlayıcısının bu konuda onaylayıcıyı ve doğrulayıcıyı kanıtlarla yani kullandığı metotlara vereceği referanslarla ikna etmesi gerekmektedir. Yine proje hazırlayıcı veya geliştiricinin projenin katkısıal olduğu, yöre halkı tarafından onaylandığı ve karbon kaçaklarının kontrol altında olduğu konularında da sunduğu açıklama ve belgelerle bağımsız onay/doğrulama merciini yani denetçiyi ikna etmesi gerekmektedir.

Bu proje kapsamında hazırlanmış olan diğer rapor olan “kavramsal mimari” raporunda onaylama ve doğrulama aşamaları açıklanmış ve olası sistem mimari seçenekleri ortaya konulmuştur. Ayrıca sertifikasyonun da dahil olduğu karbon ticaret altyapısı ve süreçleri ele alınmıştır. Sonuçta mevcut uluslararası kabul görmüş standartların kullanılmasının şimdilik en kolay çözüm olacağı, bu arada Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından yürütülen iki sürecin de yakından takip edilmesi gerektiğinin altı çizilmiştir. Bunlar gönüllü karbon piyasası kayıt sistemi ve PMR projesidir.

Bu raporda ise ülkemizde bu sistemi destekleyecek altyapıyı oluşturan bilgi ve veri birikimi ile yararlanılabilecek uluslararası kaynaklar özetlenmiştir. Öncelikle mevcut AKAKDO sisteminden yararlanma olanakları, yayınlanmış araştırma sonuçları ve Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi kapsamında elde edilen bulgulardan çıkarılabilecek sonuçlar ortaya konulmuştur. Böylece ormancılık konulu bir karbon projesinin hazırlanması ve sonuçlanmasına kadarki süreçlerde yararlanılabilecek tüm ulusal kaynaklar derlenmeye çalışılmıştır.

Bu arada satışa konu olması beklenmeyen fakat karbon tutumunun veya azaltımının sertifikalandırılmasının istendiği projelere yönelik bir onaylama belgelesi önerilmiş, Ek-1 de verilmiştir. Bu belge eğer söz konusu ormancılık projesinde azaltım hedefi varsa mutlaka kullanılmalıdır. Burada süreç gönüllü olabileceği gibi zorunlu hale de getirilebilir. Tarım ve Orman Bakanlığı; faydalanıcısı olduğu ve sera gazı azaltım/tutum hedefi olan her projede bu sertifikanın sağlanmasını zorunlu hale getirebilir. Böylece projelerde halen sıkça karşılaşılan gayriresmi danışma veya onay süreçleri yerini daha kurumsal, resmi ve güvenilir bir onaylama sürecine bırakabilir.

Prof.Dr. Yusuf Serengil, İ.Ü.C.

İstanbul, 2020

İÇİNDEKİLER

Yönetici Özeti	I
Kısaltmalar	III
Temel Kavramlar.....	IV
Giriş.....	1
Ulusal Veri, Teknik ve Metotlar	1
Emisyon Faktörü, Aktivite Verisi, Katsayı ve Karbon Stok Değerleri	1
Toprak, Ölü Örtü, Ölü Odun ve Toprak Üstü Biyokütle Ölçme Teknikleri.....	6
Uluslararası Veri, Teknik ve Metotlar	10
Aktivite Verisi (AD).....	10
IPCC Metotları.....	12
Sertifikasyon Teknik Altyapısı.....	14
VCS Proje Teknik Altyapısı.....	14
Değerlendirme ve Sonuç.....	18
KAYNAKLAR.....	19
Ek-1 PROJE TANIMLAMA BELGESİ (TASLAK)	20

KISALTMALAR

AB: Toprak Üstü Biyokütle

AD: Aktivite Verisi

AFOLU: Tarım, Ormancılık ve Diğer Arazi Kullanımları

AKAKDO: Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık

ARD: Ormanlaştırma, Yeniden Ormanlaştırma ve Ormansızlaşma

BAU: Koşulların Normal Seyrettiği Durum Senaryosu

BB: Toprak Altı Biyokütle

BCEF: Biyokütle Dönüştürme ve Genişletme Katsayısı

BMİDÇS: Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi

CCB: İklim, Toplum ve Biyoçeşitlilik Standardı

CER: Sertifikalandırılmış Emisyon Azaltımı

CF: Karbon Fraksiyonu

CM: Karbon Piyasası

CSC: Karbon Stok Değişimi

EF: Emisyon Faktörü

ERU: Emisyon Azaltım Birimi

IFM: Gelişmiş Orman yönetimi

HWP: Odun Ürünleri

INDC: Ulusal Katkı Beyanı

IPCC: Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli

L: Ölü Örtü

LDCF: En Az Gelişmiş Ülkeler Fonu

MRV: Ölçülebilirlik, Raporlanabilirlik ve Doğrulanabilirlik

NEP: Net Ekosistem Üretimi

NIR: Ulusal Envanter Raporu

ÖO: Ölü Odun

ÖÖ: Ölü Örtü

OGM: Orman Genel Müdürlüğü

QA: Kalite Güvencesi

QC: Kalite Kontrol

QEERT: Sayısal Azaltım Hedefi

RCP: Temsili Konsantrasyon Seyri

REDD+: Ormansızlaşma ve Orman Bozulmasından Kaynaklanan Emisyonların Azaltılması

SOC: Toprakta Organik Karbon

TCCCA: Şeffaflık, Tutarlılık, Karşılaştırılabilirlik, Bütünlük ve Doğruluk

VCS: Doğrulanmış Karbon Standardı

Sık kullanılan direkt ve dolaylı bazı sera gazlarının yazılışları:

C: Karbon

CH₄: Metan

CO: Karbon monoksit

CO₂: Karbon dioksit

N₂O: Nitro oksit veya diazot monoksit

NF₃: Azot triflorid

NO_x: Azot oksitler

O₃: Ozon

SF₆: Kükürt heksaflorid

SO_x: Kükürt oksitler

SO₂: Kükürt dioksit

TEMEL KAVRAMLAR

Adaptif Yönetim (Adaptive Management): Değişen sosyal, ekonomik ve ekolojik şartlara en yüksek uyum seviyesini yakalamak için olası etki, sonuç ve diğer tüm verilerin toplanıp analiz edildiği; ve bu analiz sonuçlarına göre amenajman ve planlama yaklaşımlarının gelen her önemli veri ile geliştirildiği bir kaynak yönetimi konsepti.

Akreditasyon: Onaylama ve doğrulama faaliyetlerini gerçekleştirecek olan kuruluşun Türk Akreditasyon Kurumu tarafından ulusal ve uluslararası kabul görmüş teknik kriterlere göre değerlendirilmesi, yeterliliğinin onaylanması ve düzenli aralıklarla denetlenmesi (Kaynak: Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, 2014).

Aktivite Verisi (Activity Data): Sera gazı salımına neden olan aktivitenin kantitatif değeri. AKAKDO sektöründe genellikle alan (ha), tarım sektöründe hayvan sayısı (adet) veya kullanılan gübre miktarıdır (ton).

Ağaçlandırma, Yeniden Ormanlaştırma ve Ormansızlaşma (Afforestation, Reforestation, Deforestation-ARD): Ağaçlandırma genellikle 50 yıldır orman olmayan bir alanın yeniden orman haline getirilmesini, yeniden ormanlaştırma ise belli bir tarihten beri orman olmayan bir alanın (Kyoto Protokolünde bu tarih 1990'dır) ormanlaştırılmasını ifade etmektedir. Gençleştirme veya yangın, vb. zararlar sonrası ormanlaştırma bu kapsama girmez, orman yönetimi kapsamında ele alınır. Ormansızlaşma ise ormanın insan eliyle başka bir arazi kullanım şekline dönüştürülmesidir. Kesim veya geçici süre alanın çirlik kalması ormansızlaşma anlamına gelmemektedir.

Azaltım Kapasitesi (Mitigation Capacity): İnsan faaliyetleri ile iklimdeki değişimlerin engellenmesi veya azaltılması ile ilgili faaliyetleri gerçekleştirme potansiyeli.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (BMİDÇS - UNFCCC): Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi 1992 yılında kabul edilmiş, 1994' te yürürlüğe giren iklim değişikliği ile mücadelede temel çerçeve anlaşmadır.

Çevresel Bütünlük (Environmental Integrity): Paris İklim Anlaşması Madde 6'da altı çizilen önemli bir konudur. Karbon yönetimi çerçevesinde bu kavram azaltım projelerinde çevrenin bir bütün olduğunu, projenin nerede yapılırsa yapılsın aynı olumlu sonucu ortaya çıkaracağını, önemli olanın çevredeki diğer öğelere zarar verilmemesi olduğunu ifade eder. Çevreye karşı dürüstlük şeklinde de ifade edilebilir.

Dayanıklılık (Resilience): Sosyal veya ekolojik bir sistemin dış etkenlere karşı yapı ve fonksiyonelliğini koruyabilmesi olarak tanımlanır. Bir başka deyişle stres ve değişime karşı uyum kapasitesidir.

Doğrulama (Verification): Projenin bağımsız denetleyici tarafından belli bir standarda göre uygulama safhasında değerlendirilmesidir. Doğrulama; bağımsız, sistematik ve belgelendirilmiş bir süreçtir. Doğrulama süreci, projenin daha önce onaylanmış proje planına uygun şekilde sera gazı salım azaltım veya tutum artım hesabının doğruluğunu değerlendirmeye yöneliktir. Dolayısıyla elde edilecek azaltım kredisinin bir nevi kontrolü ve doğrulamasıdır.

Ek-1 dışı ülkeler (Non-Annex I Parties): Sözleşmenin Ek-1 listesinde yer almayan genellikle gelişmekte olan taraf ülkelerdir.

Ek-1 ülkeleri (Annex-1 Parties): BMİDÇS'nin Ek-1 listesinde yer alan taraf ülkeler. Bu ülkeler arasında Türkiye 1992 yılında Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD)'nde yer almış ülkeler yanında, ekonomisi geçiş sürecinde olan Rusya, Baltık ve Doğu Avrupa ülkeleri de bulunmaktadır.

Ek-Faydalar (Co-Benefits): Azaltımla ilgili projelerde aynı zamanda diğer bazı faydaların (insan hakları, gelir seviyesinin artması, vb.) da elde ediliyor olması.

Ekosistem Hizmetleri (Ecosystem Services): Ekosistemlerin insanlara sağladığı faydalar.

Emisyon Faktörü (Emission Factor): Aktivite verisinin çarpılarak salımın hesaplandığı katsayı. Örneğin araçların litre başına karbondioksit eşdeğeri salım miktarı (kg CO₂ eq/L) veya organik toprakların işlenmesi ile hektar başına N₂O salımı.

Etki Zinciri (Causal Chain): Genel etki tepki prensibi çerçevesinde bir azaltım faaliyetinin sera gazı salımı azaltımına nasıl bir süreçte etki ettiğini gösteren diyagram veya süreç.

Ex-Ante Değerlendirme (Ex-Ante Assessment): Bir azaltım faaliyetinin etkilerinin önceden tahmin edilmesi. Ex-Act modeli buna örnek verilebilir.

Ex-Post değerlendirme: faaliyet sırasında veya sonrasında yapılan değerlendirmedir.

Gelişmiş Orman Yönetimi (Improved Forest Management): Karbon tutumunu en üst seviyeye ulaştırmayı amaçlayan orman yönetim yaklaşımı.

İklim Değişikliğine Uyum (Climate Change Adaptation): Doğal veya antropojenik bir sistemin iklim değişikliği gibi olumsuz dış etkilerine karşı işleyişini koruyabilmesi.

Kaçak (Leakage): Bazı proje aktiviteleri sera gazı salımını yönünden istenmeyen negatif sonuçlar doğurabilir. Örneğin orman kesiminin önlendiği bir projede insanlar yakacak odun ihtiyaçları için başka alanlara yönel-

lip çevredeki diğer ormanlara zarar verebilir. Projenin ilk başta pek kestirilemeyen bu tip kararlı etkileri sonuca olumsuz etki edebilir. Ana metinde daha detaylı olarak açıklanmıştır.

Kapasite Geliştirme (Capacity Building): İklim değişikliği kapsamında gelişmekte olan veya ekonomisi geçiş sürecinde olan ülkelerde kişisel veya kurumsal anlamda teknik kapasitenin geliştirilmesi ile bu ülkelerin BMİDÇS raporlama ve uygulama standartlarını sağlama yeteneğinin geliştirilmesi.

Karbon Havuzu (Carbon Pool): Rezervuarla benzer anlamda kullanılmakla beraber belli depolama kapasitesine sahip ve sürekli bir salım ve tutumun gerçekleştiği karbon depolarıdır. AKAKDO sektörü kapsamında karbon havuzları biyokütle, ölü organik madde, toprak ve hasat edilmiş orman ürünlerini ifade etmektedir.

Karbon Rezervuarı (Carbon Reservoir): Karbon, yer-yüzündeki döngüsü sırasında bazı biyotik ve abiyotik yapılarda birikmekte veya depolanmaktadır. Bunlara karbon rezervuarı adı verilmektedir. Çok farklı bilim dallarında farklı şekillerde tanımlanmakla beraber iklim değişikliği sektöründe genellikle 4 karbon rezervuarından söz edilebilir; yeraltındaki fosil kaynaklar, okyanuslar, biyosferdeki canlılar ve atmosfer.

Karbon Standardı (Carbon Standard): Karbon projelerini sertifikalandırma sürecinde kullanılan teknik kriter, metot ve uygulamaları içeren dökümanların yer aldığı, önceden belirlenmiş norm ve koşullar.

Karbon Tutumu (Carbon Removal): Bitkiler tarafından fotosentezle atmosferden karbondioksitin çekilmesi ve depolanması yanında yeni teknolojilerle (yakala ve depola: capture and storage) tutulan karbonun yeraltına enjekte edilmesi ile jeolojik depolama.

Karbon Yutağı (Carbon Sink): Bir karbon rezervuarında salımdan çok tutumun gerçekleşmesi yani karbonun depolanması durumu. Hızlı büyüyen genç orman meşçereleri karbon yutağıdır fakat yaşlı meşçereler yutak olmayabilir. Büyümenin yavaşlaması sonucu fotosentez ile solunum-ayırışma birbirini dengeleyebilir yada net tutum sıfırlanabilir hatta bazı durumlarda salıma dönüşebilir.

Katkısalılık (Additionality): Emisyon azaltımları veya tutumlar projesiz duruma göre katma bir etki yaratmalıdır. Yani proje BAU (business as usual - normal gidişat) duruma göre fazladan azaltım veya tutum sağlıyor olmalıdır. Ana metinde daha detaylı olarak açıklanmıştır.

Kırılganlık (Vulnerability): Bir sistemin iklim değişikliğinin olumsuz etkilerine (aşırı hava olayları ve değişiklik) karşı duyarlılık derecesini ifade eder.

Kyoto Protokolü (Kyoto Protocol: KP): BMİDÇS kapsamında ve onunla ilişkili fakat ayrı bir onaylanma sürecine tabi, yasal bağlayıcılığı olan uluslararası anlaşma.

Mavi Karbon (Blue Carbon): Okyanuslar, denizler ve kıyı ekosistemlerinde tutulan karbon. Karasal ekosistemlerde tutulan karbona ise yeşil karbon adı verilmektedir.

Onaylama (Validation): Projenin bağımsız denetleyici tarafından belli bir standarda göre ön değerlendirilmesi.

Ölçülebilirlik, Raporlanabilirlik ve Doğrulanabilirlik (Measurable, Reportable, Verifiable: MRV): Başta karbon projeleri veya envanterleri olmak üzere her türlü verinin ve hesaplama algoritmasının güvenilirlik seviyesinin iyileştirilmesini ifade eder. Genellikle ülkeler arasında belli ölçüde farklılık gösteren çeşitli MRV sistemlerinden söz edilebilir. Ölçülebilirlik, sistemin ilk aşamasını ifade etmektedir. Yapılan ölçümlerin belli standartlarda yapılıyor olması gereklidir. Çünkü farklı ölçüm şekilleri ve metotları tutarlılığa zarar verebilir. Örneğin ölü örtü örneklemelerinde, bazı örneklemelerde 2, bazılarında 5 kuadrat alınması durumunda sonuçlarda tutarsızlık ortaya çıkabilir. Aynı standart sayıda ve metotla örneklemeye yapılmalıdır. Raporlanabilirlik elde edilen verilerin doğru, şeffaf, tutarlı ve zamanında raporlanmasını ifade eder. Doğrulanabilirlik ise elde edilen verilerin başka verilerle doğrulanmasını ve tekrarlandığında aynı sonuçları vermesini ifade etmektedir. Örneğin yersel yöntemlerle elde edilmiş olan verilerin uzaktan algılama verileri ile eşleştirilmesi veya bir arazi ölçümünün başka bir ekipçe tekrarlanması ve sonuçlarının bu şekilde kontrol edilmesi şeklinde uygulanabilir. Ulusal sera gazı envanterlerinin BMİDÇS kapsamında uzmanlarca kontrol edilmesi de bir kontrol ve doğrulama mekanizması olarak değerlendirilebilir. Zira envanter sonuçlarımız bir ölçüde diğer ülkelerle karşılaştırılabilmektedir. BMİDÇS internet sayfasında sera gazı salımlarının karşılaştırılması ile ilgili bir bölüm yer almaktadır.

Önlemler Alınmamış Senaryo (Business as Usual Scenario): Genellikle azaltım projeksiyonlarında kullanılan bir kavramdır. Gelecekteki durumun geçmişteki durumun herhangi bir önlem alınmadan devam ettiği varsayımına dayanmaktadır.

Politika ve Önlemler (Policies and measures: PAMs): BMİDÇS veya KP kapsamında sera gazı azaltımı yönünde atılan adımları ifade eden faaliyetler. AKAKDO sektörü ile ilişkili olarak örnek vermek gerekirse bir ağaçlandırma kampanyası veya mera ıslah projesi olabilir. Tüm sektörlerdeki PAM'ler toplandığında bir ülkenin belli dönemde gerçekleştirdiği veya planladığı toplam azaltım elde edilir. İki Yıllık Rapor (BR) ve Ulusal Bildirim (NC) raporlamalarında PAM'lere yer verilir.

REDD-plus (REDD+): Gelişmekte olan ülkelerde ormansızlaşma ve orman bozulumundan kaynaklanan salımların azaltılması yanında koruma, ormanların sürdürülebilir yönetimi ve karbon stoklarının artırılmasını kapsayan proje yaklaşımı.

Salım (Emission): Herhangi bir karbon havuzundan atmosfere gerçekleşen geçişler salım olarak ifade edilir. "salınım" olarak yaygın biçimde yanlış kullanılmaktadır. Salınım kelimesi fizik biliminde sıkça kullanılan İngilizce *oscillation* kelimesinin Türkçe karşılığıdır.

Sera Gazı (Greenhouse Gas): Küresel ısınma ve iklim değişikliğine sebep olan atmosferik gazlar. AKAKDO sektöründe başlıca sera gazları karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazot oksit (N_2O) dur.

Siyah Karbon (Black Carbon): Fosil ve biyoyakıtların tam olarak yanmamasıyla ortaya çıkan partikül maddelerdir. Güneş ışınlarını tamamen absorbe ettikleri için siyah karbon olarak adlandırılmaktadır. Başlıca salım kaynakları orman yangınları, anız yakımı, dizel motorlar ve her türlü odun/kömür yakımıdır. Karbondioksitten sonraki en etkili sera gazı olarak ifade edilmesine karşın çok önemli bir farkı vardır. Siyah karbonun atmosferik ömrü birkaç günle birkaç hafta arasındadır. Karbondioksit göre küresel ısınma potansiyeli 460-1500 kat fazladır. Diğer önemli yan etkileri de hava kirliliğine yol açması, üzerinde biriktiğinde kar erimesini hızlandırması ve yağmur oluşumunda yoğunlaşma çekirdeği olarak rol oynamasıdır.

Sürdürülebilir Kalkınma (Sustainable Development): Günümüz ihtiyaçları yanında gelecek nesillerin ihtiyaçlarının da dikkate alındığı kalkınma yaklaşımı.

Süreklilik (Permanence): Karbon azaltım projelerinde tutum veya emisyon azaltımının süresi önemlidir. Özellikle arazi kullanma ve ormancılık sektöründe doğal sebepler veya insan etkisiyle (taşkın, yangın, hastalık zararı, vb.) proje zarar görebilir. Dolayısıyla AFOLU projelerinde, özellikle ormancılık projelerinde geçici bir kredilendirme sistemi geliştirilmiştir. Bu kredilendirme genellikle 5-30 yıl arası sürede sonlanır, sonra yenilenebilir veya yeniden satılabilir.

Giriş

Karbon projeleri sera gazı azaltım veya tutum amaçlı projelere verilen kısa addır. Burada temel amaç baz durum yani normal gidişatla karşılaştırıldığında proje faaliyetlerinin ne ölçüde sera gazı emisyon azaltımı veya tutum artırımı sağladığı yönündedir. AKAKDO projelerinde emisyon azaltımından ziyade karbon stoklarında artıştan söz etmek gerekir zira aslında karbon stoklarını azaltıcı zararlı insan etkilerinin azaltılmasından yani karbon stoklarının doğal seviyesine doğru artırılmasından bahsetmekteyiz.

Bir ekosistem eğer doğal işleyişini sürdürmekteyse ve olumsuz bir insan etkisine maruz kalmamışsa burada bir karbon stok tutumundan veya artımından söz etmek doğru olmaz dolayısıyla karbon projesinden de bahsedemeyiz. Örneğin insan etkisinden uzak bir yöredeki doğal bir gölün karbon stoklarını artırmak üzere bir karbon projesi yapılamaz. Ne zaman gölde negatif insan etkileri görülmeye başlar (örn. Drenaj, kirlilik vb.) o zaman göl bir karbon projesine konu olabilir. Kısacası ekosistemin insan etkisinde veya yönetiliyor olması gerekmektedir. Bu durum ormanlar için de geçerlidir. Yönetime konu olmayan bir orman karbon projesine de konu olmaz. Türkiye ulusal sera gazı envanterinde tüm ormanlarının yönetildiğini bildirdiği için bu konuda bir sorun yaşanmayacaktır. Hatta korunan ormanlarının da yönetildiği kabul edilmektedir.

Karbon Sertifikalandırma Sistemi Kavramsal Mimari Raporu'nda olası AKAKDO proje tiplerine değinilmişti. Aslında karbon stoklarını artırıcı her türlü arazi kullanma projesi sertifikalandırmaya konu olabilir yeter ki proje faaliyetleri ile elde edilen karbonun miktarı sertifikalandırma sürecine geçecek seviyede olsun. Öte yandan katkısallık da önemli bir konudur. Katkısallık proje başvuru belgelerinde çok iyi açıklanmalıdır. Bu konuda hazır aplikasyonlar da geliştirilmiştir. Bu aplikasyonlar yardımıyla projenin katkısallığı ortaya konulabilir. Bir proje ne kadar yüksek seviyede karbon tutumu veya azaltımı sağlarsa sağlasın katkısallığı açıklanamıyorsa projenin karbon kredisi alması mümkün olmayacaktır.

Türkiye, BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında sözleşmenin bir tarafı olarak iklim değişikliği ile mücadele etmektedir. Bu süreçte çok yüksek oranda destek alan bir ülke olarak kapasitesini artırması beklenmektedir. Sera gazı envanterini kurumları ile hazırlayabilmekte, öte yandan çok daha düşük teknik altyapı isteyen ulusal bildirim ve iki yıllık raporlamalarını uluslararası kuruluşlara hazırlatmaktadır. Türkiye'nin bu temel çalışmaları artık rutin olarak gerçekleştirip daha ileri seviye azaltım projelerine odaklanması gerekmektedir. Bu çalışmalar içinde fayda maliyet yönünden etkin olanları AKAKDO projeleridir zira bu projelerde karbon tutumu yanında birçok ek fayda üretilmektedir. Örneğin bir mera ıslah projesi hem toprakta karbon tutumunu artırmakta hem, su üretimi ve hayvansal üretim üzerinde pozitif etkiler yaratmaktadır. Dolayısıyla Tür-

kiye'nin bu projeleri hızlandırıcı bazı mekanizmaları geliştirmesi gerekmektedir.

Bu raporda karbon projeleri için Türkiye'deki bilimsel ve teknik altyapı değerlendirilmiş ve ileride gerçekleştirilecek AKAKDO projelerine yönelik bir temel atılmıştır. Ek-1 de verilen proje tanımlama ve onaylama belgesi de bu konuda ilk adım olarak görülebilir. Rapor kapsamında ulusal veri, teknik ve metodlar, uluslararasıdan ayrı ayrı verilmiştir. Bu sayede ulusal durum da daha iyi değerlendirilebilir. Ulusal veriler kapsamında geçen yıllarda gerçekleştirilmiş iki önemli projeye atıf yapılmıştır. Bunlar LULUCF-TR ve GEF-5 projeleridir. Rapor boyunca bu iki projenin çıktılarından yararlanılmıştır.

Ulusal Veri, Teknik ve Metodlar

Emisyon Faktörü, Aktivite Verisi, Katsayı ve Karbon Stok Değerleri

AB tarafından desteklenen ve 2019'da sonuçlanan EuropeAid/136031/IH/SER/TR nolu "Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) Sektöründe Gelişmiş Analitik Temelin Oluşturulmasına Yönelik Teknik Destek" projesi (LULUCF-TR) kapsamında birçok çalışma ve rapor yanında "Türkiye'de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanlarının Entegre Yönetimi" başlıklı GEF 5 projesi kapsamında Türkiye'nin arazi kullanma sektöründe sera gazı hesaplamaları ileri bir seviyeye taşınmış, yeni üretilen arazi izleme sistemi ile kombine edilerek Orman Genel Müdürlüğü Dış İlişkiler Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığı tarafından kullanılmakta olan Sera Gazı Raporlama Sistemi geliştirilmiştir. Dolayısıyla halihazırda Türkiye'nin arazi kullanma ve ormancılık sektörü için gereksinim duyduğu teknik altyapı oluşturulmuştur. Bu altyapı sayesinde Türkiye'nin herhangi bir bölgesi için Seviye-2 ve belli bir belirsizlik düzeyinde sera gazı salım ve tutum hesabı yapılabilmektedir.

LULUCF-TR projesi kapsamında üretilen "Aktivite 1.2: Araştırmanın AKAKDO Sektörü için Türk Sera Gazı Envanterinin Gelişimini Nasıl Destekleyebileceğine İlişkin Rapor" kapsamında da Türkiye'nin AKAKDO sektörü sera gazı raporlamasındaki eksiklikleri ifade edilmiştir. Söz konusu raporda ifade edilen AD kaynakları güncellenerek aşağıda verilmiştir (Tablo 1).

Bu veri kaynağı listesine LPIS (Arazi Parsel Tanımlama Sistemi) veri seti de eklenmelidir. Söz konusu proje kapsamında LPIS veri altlıklarına ulaşılamamıştır. Bu altlık özellikle orman dışı arazilerin aktivite verilerinin doğrulanması için oldukça yararlı bir kaynak olarak görülmektedir.

Ayrıca toprak karbonu ile ilgili Çölleşme ve Erozyon Kontrolü (ÇEM) Genel Müdürlüğü ve TÜBİTAK tarafından gerçekleştirilmiş Toprak Organik Karbonu Projesi (2018) verilerine Sera Gazı Ulusal Envanterini hazırlamakla görevli Orman Genel Müdürlüğü (OGM)

Tablo 1: AKAKDO Sektörü Mevcut Aktivite Veri (AD) Kaynakları

Aktivite verisi	Kategori
GeoVille 1990-2000-2015 sayısal arazi kullanım haritaları	AKAKDO
GeoVille 1990-2020 arazi kullanma matrisleri ve ekstrapolasyon verileri	AKAKDO
ENVANIS (2003-)	Orman
Türkiye ekolojik bölge haritası	AKAKDO
Turbalık arazi izin ve çalışma derinliği verileri	Sulak alan
Odun hammaddesi ve üretimle ilgili sektörel veriler	Orman
Orman yangını tipi ve alanı	Orman
Yasadışı kesim verileri	Orman
Mera rehabilitasyon verileri	Mera
TAGEM toprak karbonu altlığı	AKAKDO

ve Tarım Reformu Genel Müdürlüğü (TRGM) tarafından tüm resmi yazışmalara rağmen ulaşılamamıştır. Karbon stokları altlığı geliştirmeye yönelik ulusal bir projenin ulusal sera gazı envanter hesaplamalarında kullanılmıyor olması üzerinde dikkatle durulması gereken bir durumdur.

Yine LULUCF-TR projesi kapsamında üretilen “Aktivite 1.2: Araştırmanın AKAKDO Sektörü için Türk Sera Gazı Envanterinin Gelişimini Nasıl Destekleyebileceğine İlişkin Rapor” kapsamında Sera Gazı Envanteri veri toplaması ve kalitesine yardımcı olmak için kurumsal öncelikler şu şekilde özetlenmiştir;

1. Araştırma konusunda daha iyi işbirliği ve koordinasyon.

Daha iyi kurum içi ve kurumlar arası işbirliği ve koordinasyon için tüm paydaşlar arasında güçlü bir uyum ve senkronizasyonun olması gerekmektedir. Yetersiz işbirliği; araştırma konularında bilgi eksikliği, araştırmaların koordinasyonunda yetersizlikler, araştırmaların tekrarlanması ve kısıtlı araştırma fonlarının verimsiz kullanımı gibi sorunlara yol açmıştır. Daha iyi işbirliği ve koordinasyon aşağıdakileri önerilerle gerçekleştirilebilir:

- Yöresel ve bölgesel katmayı ve veri setlerinin oluşturulması ve ulusal ölçeğe taşınması için aynı bölgede faaliyet gösteren araştırma kurumları (Ormancılık Araştırma Müdürlükleri, Tarımsal Araştırma Müdürlükleri vb.) arası ortak projeleri geliştirilmelidir. Örneğin Akdeniz Bölgesinde tarım arazisinden ormana dönüşümde karbon stoklarının değişimi vb. İnterdisipliner proje konuları özendirilebilir.

- Envanterde kullanılan tüm veri kaynaklarının şeffaf ve tutarlı olması için ilgili (örn. tarım, orman ve çevre) verilerin saklanabileceği ve tüm kullanıcıların kullanımına açık bir ulusal arazi veri merkezinin geliştirilmesi.

- Sınırlı kaynakların kullanımını en üst düzeye çı-

karmak ve tekrarlama riskini en aza indirmek için araştırma önceliklerinin araştırma kurumlarınca benimsenmesi. Türkiye’nin 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarında %21’lik azalma hedefine ulaşmaya yönelik olarak INDC’de belirtildiği üzere AKAKDO ile ilgili olarak uygulanacak ve tüm ilgili kurumlar tarafından kabul edilen planlar ve politikalar aşağıdakileri içermektedir:

- Otlak arazilerinin rehabilitasyonu
- Azaltılmış sürümün yaygınlaştırılması
- Arazi toplulaştırılması ile verim artışı ve yakıt tasarrufu
- Kontrollü gübre kullanımı
- Orman yutak alanlarının geliştirilmesi
- Arazi bozulmasının önlenmesi
- Ulusal ağaçlandırma kampanyaları

2. Teknik kapasitenin artırılması. Personel teknik açıdan iyi seviyede olsa da sera gazı envanterinin oldukça spesifik gereksinimleri hakkında bilgisini geliştirme ve genişletme ihtiyacı vardır. Ayrıca veri toplama ve analiz için iyi uygulamaları paylaşmak ve geliştirmek ve gerekli veri setlerinin kalitesini ve kapsamını geliştirmeye yardımcı olabilecek yeni teknolojilerin geliştirilmesini hızlandırmak için daha fazla kapasite oluşturmaya ihtiyaç olduğu görülmüştür. Envanter için önemli arazi kategorilerinin hesaplamalarını ve gelecekte kullanılması gereken mekânsal açık arazi değişiminin tahmin edilmesini iyileştirebilecek AB’nin Sentinel 1 ve 2 uydularından ve Türkiye’nin kendi Göktürk 1 uydusundan elde edilen verileri kullanarak uzaktan algılama konusunda birçok yeni gelişme söz konusudur. Bunların takip edilmesi yararlı olacaktır.

Sera Gazı Envanteri veri toplaması ve kalitesine yardımcı olmak için teknik öncelikler ise şu şekilde sıralanmıştır;

1-Veri setlerinin entegrasyonu. Envanterde kullanı-

mak üzere Türkiye’de çok sayıda önemli ve ilgili veri setleri olsa da ana veri setleri arasında entegrasyon eksikliği vardır, özellikle AKAKDO kategorilerindeki arazi alanları arasında tutarlılık sağlanmalıdır. Bu entegrasyon LULUCF-TR projesi ile çözümlenmiş, CORINE – ENVANIS uyumsuzluğu uzaktan algılamaya dayalı yeni bir sistem sayesinde ortadan kaldırılmıştır. Kapsamlı, mekânsal olarak açık ve yüksek çözünürlüklü olsa da Arazi Parsel Tanımlama Sistemi (LPIS) veri seti henüz kullanılmamaktadır. En azından doğrulama amaçlı olarak kullanılmasında yarar vardır.

2-Bu farklı veri setlerini karşılaştıran ve eşleştiren ve mümkün olduğunca entegre eden AKAKDO özelinde şeffaf bir arazi kullanım sistemi yüksek önceliklidir. Türkiye gibi büyük bir ülkede yıllık olarak geleceğe dönük arazi kullanımı tahmini yapmak her zaman sorunlu olacaktır. Diğer ülkeler bunu düzenli aralıklarla gerçekleştirdikleri Ulusal Envanterlerle çözüme yoluna gitmektedirler. Böyle bir çalışma da tüm arazi kullanımlarını dikkate alacak şekilde başlatılmalıdır.

3-Ulusal veri setlerinin tamamlanması. Türkiye’de ulusal veriler güvenli ve sağlam olarak görülmekte ancak bir dizi önemli ulusal veri seti eksiktir veya ulaşılamamaktadır. Örneğin, ormanlar için ulusal mekânsal olarak açık veri seti yoktur. Envanterin orman bölümünün derlenmesi için Ulusal Orman Envanteri önemli bir kazanç olacaktır. Benzer şekilde envanterde mera arazilerine ilişkin aktivite verisi olarak kullanılabilecek tamamlanmış herhangi bir ulusal mera altlığı yoktur. Hatta BMİDÇS sera gazı envanteri gözden geçirmelerinde mera arazisi aktivite verisinin eksikliğine ilişkin yorum yapmıştır. Ayrıca kavaklıkları gösteren ulusal bir altlık da yoktur. Bu ulusal veri setlerinin tamamlanması için önceliklerin kabul edilmesi ve ilgili paydaşların veri setlerinin tamamlanmasını sağlamak için sorumluluk alması gerekmektedir.

4-Emisyon ve tutumların hesaplanması için daha iyi ve yerel olarak derlenen emisyon faktörlerinin kullanılması. Yerel verilerin mevcut olmadığı durumlarda, hesaplama süreçleri için IPCC kılavuzlarında verilen varsayılan yöntem ve katsayılar kullanılabilir. Bazen farklı kurumlar tarafından farklı katsayılar kullanılmaktadır. Türkiye’de araştırma kurumları, uluslararası örneklerle dayanarak kabul edilen katsayıların sağlanmasına ve envanter hesaplamalarında kullanılan IPCC varsayılan değerlerini iyileştirmek üzere yerel verilerin sağlanmasına odaklanabilir. Bu, zaman içerisinde geliştirilebilecek uzun vadeli bir önceliklerdir.

Ulusal Emisyon Faktörü (EF) Veritabanı

Emisyon faktörü; sera gazı hesaplamalarında kullanılan her türlü karbon stok değeri, katsayı ve faktörü ifade eden genel bir terimdir. Sadece emisyonlar için değil aynı zamanda tutumlar için de kullanılmaktadır. LULUCF-TR projesi kapsamında ulusal bir EF veritabanı geliştirilmiştir (Tablo 2). Bu veri tabanı sürekli güncellenmekte ve yeni bilimsel yayınlar çıktığında sisteme eklenmektedir. Bu veri tabanı karbon proje-

lerinin geliştirilmesinde de kullanılabilir. Veri tabanının içeriği aşağıdaki gibi olup, EF verisi ihtiyacı olduğunda OGM Dış İlişkiler Eğitim ve Araştırma Dairesi Başkanlığından istenebilir.

Ulusal EF veritabanında aşağıdaki kısımlar yer almaktadır;

- EF numarası (1,2,3...)
- Gaz (CO₂, N₂O, CH₄ vb.)
- Emisyon faktörünün tanımlaması (toprak organik karbonu, karbon fraksiyonu vb.)
- İlgili uygulamalar (genç sedir meşceresi, azaltılmış toprak işleme vb.)
- Koşullar (araştırma sahasında otlatma söz konusu, kesim artıkları bırakılmış vb.)
- Bölge (yapraklı orman zonu Karadeniz vb.)
- Değer
- Standart sapma
- Değer aralığı
- Değişkenlik katsayısı (%)
- Birim
- Referans

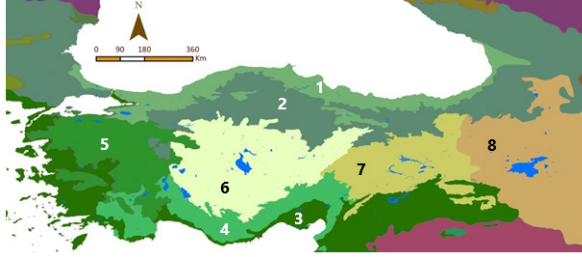
EF kullanımında kritik konu doğru EF’nin kullanımıdır. Bunun için proje geliştirilecek bölgenin kullanılacak EF’nin elde edildiği bölge ile uyuşması gerekmektedir. Bu kapsamda en uygun sınıflama ekzon bazlı bir sınıflandırmadır zira ekzon sınıflandırması iklim ile vejetasyonun bir kombinasyonunu yansıtmaktadır. Halen ulusal sera gazı envanterinde kullanılan ekzon sınıflamasına göre 8 ekzondan sözedilebilir (Şekil 1). Ekzonlar ve bulundukları biyomlar;

1. Euxine-Colchic yapraklı orman - Ilıman yapraklı & karışık orman
2. Kuzey Anadolu yapraklı, ibreli ve karışık orman - Ilıman yapraklı, ibreli ve karışık orman
3. Akdeniz kıyı kuşağı yapraklı ve ibreli orman - Akdeniz ormanları ve çalıları
4. Akdeniz dağ kuşağı - Akdeniz ormanları ve çalıları
5. İç Ege yapraklı ve ibreli orman - Akdeniz ormanları ve çalıları

Tablo 2. Ulusal EF veri tabanından bir ekran görüntüsü.

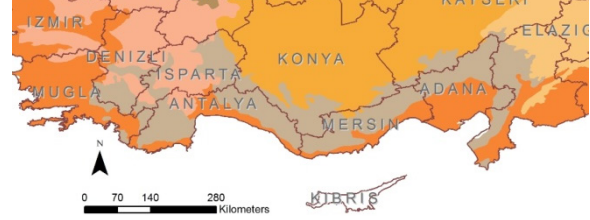
EF ID	GAS DESCRIPTION	PRACTICES	CONDITIONS	REGION	VALUE	STD DEV	RANGE	ntation Coeff (%)	UNIT	REFERENCE	
Soil	1	CO ₂	Soil C Stock	native broadleaved forest and shrubs	grazed forests and shrubs, not productive, 0-20 cm topsoil	44,33	12,23	33.64-64.00	27,38	T/ha	BUDAK, M., GÜNAL, H. 2018. Yüken Dicle Havzasında Farklı Arazi Kullanımın Altındaki Toprakların Karbon Depolama Potansiyelleri. Anadolu Journal of Forest Research. Vol 4, Issue 1, pp. 61-75.
	2	CO ₂	soil organic carbon (C)	Mature and young fir stands and adjacent pasture and agriculture sites	The study area consists of a variation of broadleaf and conifer stands with ages between 40 and 150 year homogenous soils	Mature and Young Fir Stands- Pasture and Agriculture Sites in Kastamonu Northwest Region	Forest (mature fir) 47,4 Forest (young fir) 48,6	Forest (mature fir) ±13,4 SOC Forest (young fir) ±13,9 SOC	the descriptive statistics table is not available	T/ha	Temel SARIYILDIZ (Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37100 Kastamonu / Turkey), Gamza SAVACI (Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37100 Kastamonu / Turkey), Zileylha M/ARAL (Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37100 Kastamonu / Turkey)
	3	CO ₂	soil organic carbon (C)		Taurus cedar (Cedrus libani A.1	60,9	±5,0			T/ha	Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş. (2017). Sedit (Cedrus libani A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4 (2), 107-120. DOI: http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029
Above-ground	3	N	total nitrogen (N) content	Mature and young fir stands and adjacent pasture and agriculture sites	The study area consists of a variation of broadleaf and conifer stands with ages between 40 and 150 year homogenous soils	Forest (mature fir) 4,45 Forest (young fir) 5,61	Forest (mature fir) ±0,48 STN Forest (young fir) ±0,88 STN	the descriptive statistics table is not available		T/ha	Temel SARIYILDIZ (Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37100 Kastamonu / Turkey), Gamza SAVACI (Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37100 Kastamonu / Turkey), Zileylha M/ARAL (Kastamonu University, Faculty of Forestry, 37100 Kastamonu / Turkey)
	4	CO ₂	Above-ground C stock	Taurus cedar (Cedrus libani A. Rich.) plantation areas	40 sample plots were chosen from areas differing in terms of yield classes, growth stages and canopy closure	51,05	±6,59			T/ha	Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş. (2017). Sedit (Cedrus libani A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4 (2), 107-120. DOI: http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029
	Below-ground										
5	CO ₂	Below-ground C stock	Taurus cedar (Cedrus libani A. Rich.) plantation areas	40 sample plots were chosen from areas differing in terms of yield classes, growth stages and canopy closure	10,04	±1,19			T/ha	Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş. (2017). Sedit (Cedrus libani A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4 (2), 107-120. DOI: http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029	
6	CO ₂	C stock	shrubs	Taurus cedar (Cedrus libani A. Rich.) plantation areas in Eskişehir and Afyonkarahisar cities	1,06	±0,51			T/ha	Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş. (2017). Sedit (Cedrus libani A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4 (2), 107-120. DOI: http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029	
7	CO ₂	C stock	herbaceous plants	Taurus cedar (Cedrus libani A. Rich.) plantation areas in Eskişehir and Afyonkarahisar cities	0,63	±0,09			T/ha	Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş. (2017). Sedit (Cedrus libani A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4 (2), 107-120. DOI: http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029	
8	CO ₂	C stock	litter	Taurus cedar (Cedrus libani A. Rich.) plantation areas in Eskişehir and Afyonkarahisar cities	6,55	±0,62			T/ha	Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş. (2017). Sedit (Cedrus libani A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. Ormançılık Araştırma Dergisi, 4 (2), 107-120. DOI: http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029	

6. İç Anadolu step - Ilıman yapraklı ve karışık ormanlar
7. Doğu Anadolu yapraklı orman kuşağı - Ilıman yapraklı ve karışık ormanlar
8. Doğu Anadolu step - Ilıman mera, çalı ve step



Şekil 1. Sera gazı envanterinde ve karbon projelerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş ekozon sınıflaması (Serengil, 2018).

Emisyon faktörlerini ekozonlarla ilişkilendirmek üzere bir örnek vermek gerekirse. Türkiye’de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanlarının Entegre Yönetimi Projesi kapsamında yapılan arazi ölçümlerinde Akdeniz dağ kuşağı (Şekil 2) için elde edilmiş ortalama değerler Tablo 3’de verilmiştir.

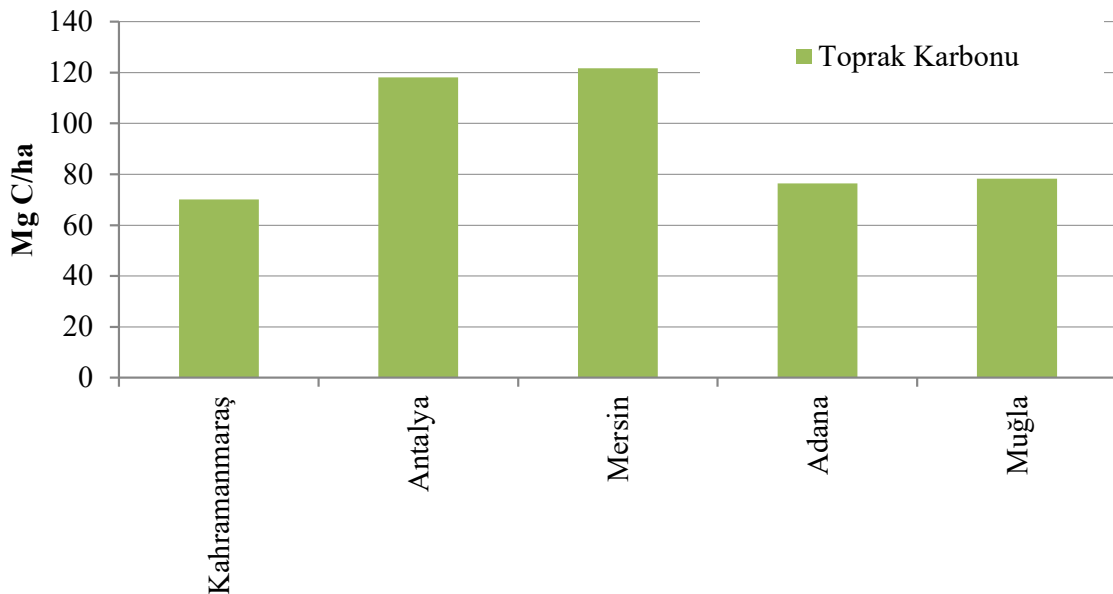


Şekil 2. Akdeniz bölgesi ekozonları.

Tablo 3. Akdeniz dağ kuşağı ekozonu için 0-40 cm ortalama toprak özellikleri ve toprak ve ölü örtü karbon stok değerleri (Serengil, 2019).

	Tekstür	Kil (%)	Taşlılık (%)	EC (mS/cm)	pH	Toprak Karbonu (Mg/ha)	Ölü örtü Karbonu (Mg/ha)
Ortalama	Kumlu Killi Balçık	25.11	59.46	0.12	6.99	88.64	29.39
ss		10.56	22.48	0.06	0.60	41.96	13.31
Örnek sayısı	312	312	312	312	312	312	312

Örnekleme yapılan alanlarda elde edilen verilere göre toprak karbon stok değerleri ise Şekil 3’de verilmiştir.



Şekil 3. Türkiye’de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanlarının Entegre Yönetimi Projesi kapsamında örnek alanlarda ortalama toprak karbonu değerleri.

Toprak, Ölü Örtü, Ölü Odun ve Toprak Üstü Biyokütle Ölçme Teknikleri

Serengil (2018) tarafından kaleme alınan “Ağaçlandırma ve Karbon Odaklı Ormancılık Projelerine Yönelik

Arazi Ölçme, Örnekleme ve Gözlem Metodolojisi” başlıklı kitap kapsamında arazi kullanma ve ormanlık konulu projelerde ölçülen karbon havuzları Tablo 4’de verilmiştir.

Tablo 4. Bir karbon projesinde ölçülmesi şart olan parametreler ile ölçülmesi proje kaynaklarına bağlı olarak opsiyonel olanlar (Brown ve ark., 1997 ve Pearson ve ark., 2007’den uyarlanmıştır).

Proje konusu	Biyokütle			Ölü organik madde			
	Ağaç	Ağaç harici topraküstü biyokütle	Toprak altı	Ölü örtü	Ölü odun	Toprak	Odun ürünleri
<i>Ormanlaştırma</i>	E	O	E	O	O	E	O
<i>Rehabilitasyon</i>	E	O	E	O	O	E	H
<i>IFM</i>	E	H	E	O	E	H	E
<i>Tarımsal ormancılık</i>	E	O	E	O	H	E	
<i>Kısa rotasyon süreli enerji ormancılığı</i>	E	H	E	O	H	E	E
<i>Maden sahası rehabilitasyonu</i>	E	O	E	O	O	E	O
<i>Muhafaza ormanına dönüştürme</i>	E	O	E	O	O	O	E

E: Kesinlikle hesaba katılmalı, H: Hesaba katılmasına gerek yok, O: Hesaba katılması proje kaynakları nispetinde yararlı olacaktır.

Bu karbon havuzlarının ölçme yöntemleri Tablo 5’de açıklanmıştır.

Tablo 5. Örnek alanlarda yapılacak ölçmeler için uygulanacak genel metotlar (Hairiah ve ark., 2010).

Ölçüm	Yöntem
Toprak üstü biyokütle	Ölçmeye dayalı allometrik denklemler ile tahmin
Toprak üstü otsu ve odunsu vejetasyon	Örnekleme ile laboratuvar analizi
Toprak altı biyokütle (Kökler)	Verilere dayalı tahmin
Dikili kuru ağaçlar	Silindir hacim denklemi ile tahmin
Yatık kuru ağaçlar	Silindir hacim denklemi ile tahmin veya allometrik denklem
Gövde kalıntıları	Silindir hacim denklemi ile tahmin
Ölü örtü, kalın ve ince dal ve yapraklar	Örnekleme ile laboratuvar analizi
Toprak organik maddesi	Örnekleme ile laboratuvar analizi

Aşağıda bu karbon havuzlarının örneklenmesi ve hesaplanması ile ilgili metotlar açıklanmıştır. Bu metotların detaylı açıklaması için Serengil (2018) incelenebilir.

Toprak

Toprakta organik madde içerisinde yer alan karbon, organik maddeyi etkileyen her türlü ormancılık faaliyetinden etkilenir. Eğer toprağa giren karbon miktarı veya çıkan miktar değişiyorsa o zaman karbon dengesi değişiyor demektir ve bu da çoğunlukla insan etkileri veya yönetim etkileri ile gerçekleşir. Birçok ormancılık uygulaması bu kapsamda ele alınabilir. Toprakların kompaktlaşması, dökülen yaprakların alandan uzaklaştırılması (örneğin rekreasyon), kapalılığın değiştirilerek ayrışma ve ölü örtü birikim süreçlerinin

değiştirilmesi ve bunlara benzer tipik uygulamalar topraktaki karbon stokunu değiştirme potansiyeline sahiptir. Tarım ve mera alanlarında da insan etkilerinin ve çeşitli uygulamaların organik madde ve karbon stoku üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Örneğin toprağın sürülmesi organik madde ayrışmasını ve karbon salımını teşvik edici bir uygulamadır. Mümkün olduğunca az sürüm yapacak şekilde tarım organize edilmelidir. Tek yıllık türler yerine çok yıllık türlerin yetiştirilmesi veya erozyonu önleyici tarımsal uygulamalar, karbon bütçesi ve dengesi yönünden de yarar sağlar. Tarımsal ormancılık (agroforestry) karbon yönetimi yönünden oldukça yararlı bir uygulamadır. Erozyon sonucu organik madde taşınımı Türkiye’de çok yaygın olup taşıma esnasında bir miktarı ayrışarak atmosfere salınmakta bir kısmı da başka yerlerde

(baraj, göl, lagün vb.) birikmektedir. Biriken organik maddenin akıbeti oldukça karmaşık olabilir. Eğer turbalık gibi sulak alanlarda birikmişse o zaman sulak alanlardan sera gazı salımı kapsamında ele alınabilir. Bu durumda turbalık işletmesinin üretim kapasitesine göre salım hesaplanır.

Suyla doymuş oksijensiz ortamlarda örneğin subasar ormanları veya turbalıklar gibi sulak alanlarda organik madde birikimi ayrışmadan daha yüksek hızda gerçekleşiyor olabilir. Bu durumda organik madde birikimi gerçekleşir. Bu tip durumlarda taban suyu seviyesi, hidrolojik rejim, bitki örtüsü tipi gibi birçok değişken karbon birikim ve salım süreçlerini etkileyecektir (Thormann ve ark., 1999; Yavitt ve ark., 1997). Drenaj söz konusu olduğunda ise biriken bu organik maddenin ayrışmaya hazır hale geleceği söylenebilir (Armentano ve Menges, 1986; Kasimir-Klemetsson ve ark., 1997). Drenaj, tarım ve ormancılıkta arazi koşullarını iyileştirmek için zaman zaman kullanılan bir yöntem olup Türkiye’de de geçen yüzyılın ortalarında yoğun biçimde gündeme gelmiştir. Birçok sulak alan drene edilerek tarım alanına dönüştürülmüştür. Drenaj ile organik topraklardan yüksek oranda CO₂ salımı gerçekleşirken sulak koşullarda gerçekleşen metan (CH₄) salımında azalma görülür. Sera gazı envanterlerinde doğal alanlarda doğal sebeplerden kaynaklanan salımlar ve tutumlar dikkate alınmadığından bu du-

rum genellikle gözden kaçmaktadır.

Ülkeye özgü referans karbon stok değerleri geliştirmek üzere çeşitli yöntemler önerilmektedir (IPCC, 2006). Bu yöntemler içinde pratik olanlardan biri hacim ağırlığı ve organik madde yüzdesine dayalı hesaplama yöntemidir. Bu yöntemde organik madde yüzdesi, derinlik, hacim ağırlığı ve iskelet içeriği olmayan toprak kısmının tüm toprak kütesine oranı çarpılır.

Ülkemizde toprak karbonu veya organik maddesini tespit etmeye yönelik çeşitli araştırmalar yapılmış ve yapılmaktadır. Bu çalışmaların karbon envanterinde kullanılabilmesi için IPCC toprak ve iklim tiplerine göre sınıflandırılmaları ve yeterli örnek sayısı ile ortaya konulmuş olmaları gerekir. Bir örnek vermek gerekirse Türkiye’nin çoğunlukla kurak bölgelerinde elde edilmiş toprak karbonu değerlerini nemli bir bölgede yapılacak bir projede veya tüm ülkeye mal edip ulusal envanterde kullanmaktansa IPCC kılavuzlarındaki referans değerleri kullanmak daha doğru olacaktır. Bu değerler envantere konu alanla ilgili elde herhangi bir veri mevcut değilse kullanılmalıdır zira toprak oluşumunda bitki örtüsü etkili faktörlerden sadece bir tanesidir (Balcı, 1996).

Toprak karbonu ile ilgili ulusal çalışmalar ve derlemeler aşağıda özetlenmiştir (Tablo 6, 7, 8).

Tablo 6. İstanbul çevresi için hesaplanan toprak karbonu değerleri (Serengil ve ark., 2015)

	Toprak (t C/ha)		Örnek Sayısı
	$\bar{x}$	σ	
Mera	100,56	36,69	20
Tarım (tek yıllık)	50,49	NA	8
İbrelili	127,38	127,38	14
Yapraklı	97,29	29,98	22
Karışık (İbrelili-Yapraklı)	122,70	37,15	12
Yapraklı (Rekreasyon)	97,77	21,53	8

Tablo 7. Ülke genelinde tarım ve mera topraklarında yapılan çalışmalara dayalı olarak hesaplanan toprak karbon stok değerleri (Serengil, 2015).

İklim Tipi	$\bar{x}$ (t C/ha)	σ (t C/ha)	Örnek sayısı
Çok Yıllık	33.6	7.7	10
Tek Yıllık	27.1	16.4	1787
Sıcak-Kurak	27.5	16.2	1555
Serin-Kurak	23.9	17.8	232
Mera	29.3	12.9	11

“Ağaçlandırma ve Karbon Odaklı Ormancılık Projelerine Yönelik Arazi Ölçme, Örnekleme ve Gözlem Metodolojisi” kitabında (Serengil, 2018) arazide örnekleme tekniği de açıklanmıştır.

Buna göre toprak organik karbonunun belirlenmesi hem doğal yapısı bozulmuş hem de bozulmamış toprak örnekleme gerektirir. Bozulmuş örnek karbon analizi için, bozulmamış örnek ise hacim ağırlığının

Tablo 8. Ulusal sera gazı envanterinde halihazırda kullanılmakta olan toprak karbon stok değerleri (NIR, 2019)

Ekozon	TOC ref*	Mera C stoğu (tC/ha)	Orman C stoğu (tC/ha)	Tarım (tek yıllık) C stoğu (tC/ha)	Tarım (çok yıllık) C stoğu (tC/ha)	Sulak alan C stoğu (tC/ha)	Yerleş. C stoğu (tC/ha)	Diğer alan. C stoğu (tC/ha)
Akdeniz dağ kuşağı	46.96	42.26	51.53	40.22	46.96	42.26	20.14	12.78
Akdeniz kıyı kuşağı yapraklı ve ibreli orman	37.77	33.99	46.08	29.62	37.77	33.99	20.14	12.78
Doğu Anadolu step	47.99	43.19	48.41	38.90	47.99	43.19	20.14	12.78
Doğu Anadolu yapraklı orman kuşağı	41.30	37.17	45.14	30.44	41.30	37.17	20.14	12.78
Euxine-Colchic yapraklı orman	49.66	44.69	51.90	38.68	49.66	44.69	20.14	12.78
İç Anadolu step	40.41	36.37	49.92	32.14	40.41	36.37	20.14	12.78
İç Ege yapraklı ve ibreli orman	42.53	38.28	50.88	30.99	42.53	38.28	20.14	12.78
Kuzey Anadolu yapraklı, ibreli ve karışık orman	54.57	49.11	55.05	34.29	54.57	49.11	20.14	12.78

TOC ref: Doğal arazi kullanımı altında tahmini karbon stok değeri.

taini için kullanılır. Doğal yapısı bozulmuş ve bozulmamış (silindir) toprak örnekleme için işlem adımları şu şekildedir;

- Örnek alanda sistematik veya rastgele seçilmiş en az 3 noktada (daha yüksek hassasiyet için örnek nokta sayısı 6'ya kadar artırılabilir) 50x50 cm'lik quadrat atılır ve ölü örtü tabakası üzerinden sıyırılır.
- İlk quadrat noktasında 0-10, 10-20 ve 20-30 cm derinlik kademelerinden (eğer daha alt horizonlarda da organik madde olduğu gözlemleniyorsa derinlik kademeleri 30-40 cm, vb. şekilde artırılabilir) kürek veya örnekleme seti yardımıyla örnekleme yapılır. Önerilen işlem sırası şu şekildedir: Quadratt içinde önce ilk silindir toprağa çakılır ve çıkartılıp uygun şekilde paketlenip plastik torbaya konulur. Hemen sonrasında yan tarafından kürekle doğal yapısı bozulmuş toprak örnekleme yapılır. Böylece 0-10 cm derinlik kademesi için hem doğal yapısı bozulmuş hem de bozulmamış toprak örnekleme yapılmış olur. Daha sonra aynı işlem 10-20 ve 20-30 cm derinlik kademeleri için benzer şekilde tekrarlanır. Doğal yapısı bozulmamış (silindir) örnekleri poşetlenip üzerleri numaralandırılırken doğal yapısı bozulmuş toprak örneklerinin bulunduğu torbalar kapatılmaz, çünkü diğer noktalardan alınan örnekler de bu torbalara konulacaktır.
- Böylece ilk quadrat noktası için 3 adet doğal yapısı bozulmamış (silindir) örneği, 3 de doğal yapısı bozulmuş toprak örneği alınmış olur. Diğer noktalarda da işlem tekrarlanır. Doğal yapısı bozulmamış örnek sayısı 9'a ulaşırken doğal yapısı bozulmuş 0-10 cm toprak örnekleri bir poşette, 10-20 cm örnekler bir poşette, 20-30 cm örnekler

de başka bir poşette toplanmış olur.

- Daha sonra her 3 poşet iyice karıştırılır ve her birinden 0.5 kg ağırlığında üçer örnek alınır, geriye kalan toprak atılır. Bu örneklerden ikişer tanesi analiz için laboratuvara gönderilir, kalan örnek ise arşivlenmesi amacıyla saklanır.
- Örneklerin konulduğu plastik poşetlerin üzerine bir poşet daha geçirilir ve suya dayanıklı mürekkebi olan kalemle örnekleme tarihi, derinlik kademesi, alınma yeri ve GPS koordinatları yazılır.

Özetlenecek olursa 3 rastgele quadrat örnekleme ve 3 derinlik kademesi söz konusu olduğunda 9 doğal yapısı bozulmamış (silindir), 9 doğal yapısı bozulmuş toprak örneği alınmış olur. 3 adet arşivlenecek torba örneği dışındakiler laboratuvara gönderilir. Bu yöntem GEF-5 projesi kapsamında gerçekleştirilen arazi çalışmaları kapsamında geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Örnek ve detaylı açıklamalar için Serengil (2018)'e göz atılabilir.

Ölü organik madde (DOM: ölü örtü ve ölü odun)

Ölü örtü, örnekleme ve hesaplaması en kolay karbon havuzlarından birisidir. Ölü odunla beraber ölü organik madde (DOM) havuzunu oluşturur. Örnekleme ve hesaplama yaklaşımları belli ölçüde farklılık göstermektedir.

Eğer arazi kullanım değişikliği söz konusu değilse orman veya benzeri bitki örtülerinde Seviye-1 düzeyinde ölü organik madde havuzunun değişmediği varsayılır. Bu kabulde hektardaki ölü örtü ve ölü odun miktarı yıldan yıla sabittir ve değişmemektedir. Çoğu ülke sera gazı envanterinde bu kabulü yapmaktadır. Bunun bir sonucu olarak örneğin yangın gibi bir orman zararı durumunda ölü organik madde stokunun değişimi

dikkate alınmamaktadır, sadece ölü organik maddenin yanması sonucu ortaya çıkan sera gazlarının salımları hesaplanmaktadır.

Eğer arazi kullanım değişikliği söz konusuysa (örn. Ağaçlandırma veya ormansızlaşma) o zaman hesaplama yöntemi bir miktar değişmektedir. Seviye-1 düzeyinde hesaplama yapılıyorsa orman dışındaki arazi kullanımlarında – mera, tarım gibi- arazi kullanım değişikliği sonrası DOM (ölü organik madde) sıfır kabul edilebilir. Ormandan diğer kullanımlara geçiş olduğu yıl tüm DOM stokunun salımla uzaklaştığı varsayılır. Tersisi durumunda ise ölü organik madde havuzu sıfırdan başlayarak belli sürede (ülkeye özgü bir türe belirlememişse geçerli süre 20 yıldır) belli bir düzeye kadar artış gösterir. Bu sürenin ölü örtü için uygun fakat ölü odun için kısa olacağı açıktır dolayısıyla ulusal literatür veya en kötü ihtimalle uzman görüşü ile bu sürede değişiklik yapılabilir. Yirmi yıllık geçiş süresi içinde alanda ölü organik madde stoğu artış gösterir ve sürenin sonunda orman olarak kalan ormanlık alan (FL-FL) kategorisine geçeceğinden dolayı yirminci yıldan sonra, eğer bir dış etki söz konusu değilse, DOM havuzunun da sabit kalacağı varsayılır.

Orman dışındaki arazi kullanımlarında da belli oranda DOM mevcut olabilir. Örneğin yerleşimlerde, meralarda veya tarım arazilerinde az da olsa ölü örtü ve ölü odun bulunabilir fakat bu tip arazi kullanımları çok değişkenlik gösterdiğinde ve DOM havuzu da bu kullanımlarda düşük olduğundan geçerli uluslararası değerler vermek mümkün olmamakta fakat bölgesel ve yöresel çalışmalar teşvik edilmektedir.

İstanbul çevresi için de ölü örtü karbon stok değerleri ise Tablo 9’da verilmiştir.

Tablo 9. İstanbul civarı için (sıcak-kurak, Akdeniz İklim Tipi, HAC toprak tipi) ölçülen ölü örtü karbon stok değerleri (Serengil ve ark., 2015).

	ÖÖ (t C/ha)		Örnek sayısı
	$\bar{x}$	σ	
Mera	0,06	0,07	20
Tarım (tek yıllık)	0,27	0,36	8
İbrelili	4,43	3,27	14
Yapraklı	2,86	1,65	22
Karışık (İbrelili-Yapraklı)	4,02	1,77	12
Yapraklı (Rekreasyon)	1,49	0,70	8

Ölü örtü (L) ve ölü odun havuzunda (DW) yaprak ve küçük bitki kısımlarının ayrışma süresi ekolojik koşullara bağlı olarak elverişli bölgelerde genellikle 1-3 yıl arası, ölü ağaçların ayrışma süresi ise 10 yıl civarındadır (Hairiah ve ark., 2010). Sağlıklı, doğal bir ormanda DW karbon havuzu, toprak üstü biyokütle

karbon havuzunun %10’u civarındadır. Kesim ve bölmeden çıkarma işlemleri sonrasında ise alanda kalan birçok gövde ve ağaç zarar göreceğinden %30-40 civarına yükselebilir.

Ölü örtü ve ölü odun ölçümleri yapılırken takip edilmesi gereken genel aşamalar aşağıdaki gibidir;

i- Ölü odun için örnek alan içindeki 8 cm çapından ve/veya 50 cm boyundan büyük tüm ölü odun kısımları ölçülür ve tartılır, dikili kurular canlı ağaç ölçümleriyle aynı hesaplama yaklaşımına göre örneklenir ve hesaplanır. Eğer alanda düşük seviyede ölü odun varsa aşağıda açıklanan transekt yöntemi de uygulanabilir (IPCC, 2003).

ii- Ölü örtü için ise 50x50 cm veya benzer boyutlarda çerçeveler kullanılabilir. Çerçeveye giren ölü odundan küçük boyutlu (8 cm çap ve 50 cm den küçük) tüm malzeme plastik bir poşette toplanır ve tartılır (gr/0.25 m² de yaş ağırlık).

iii- Bu plastik torba örneği iyice karıştırılarak yaklaşık 1.000 gr’lık homojen bir örnek alınarak kağıt bir torbaya konulur. Bu 1000 gr’lık örnek daha sonra 80°C’de 48 saat kurutularak kuru ağırlığı belirlenir. Daha sonra karbon fraksiyonu ya analiz edilerek hesaplanır ya da IPCC tarafından önerilen 0.37 katsayısı ile çarpılarak tahmin edilir.

Detaylı araştırma ve analizlerde ölü örtü havuzu ince ve kalın şeklinde iki fraksiyonda incelenir.



Fotoğraf 1. Ölü örtü örneklemesinde kullanılan standart 50x50 cm lik çerçeve.

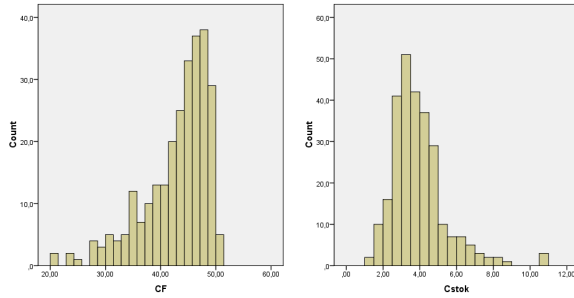
Örnek ve detaylı açıklamalar için Serengil (2018)’e göz atılabilir.

Öte yandan “Türkiye’de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanlarının Entegre Yönetimi” başlıklı GEF 5 projesi kapsamında yapılan arazi ölçümlerinde Alara bölgesindeki meşcerelerde aşağıdaki ölü örtü CF ve C stok hesaplamaları yapılmıştır. Kızılçam’la ilgili yapılacak projelerde bu veriler ve katsayılar güvenle kullanılabilir zira örnek sayısı oldukça yüksektir Tablo 10).

Tablo 10. “Türkiye’de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanlarının Entegre Yönetimi” başlıklı GEF 5 projesi kapsamında yapılan arazi ölçümlerinde Alara bölgesi için elde edilen ölü örtü CF ve hektarda C stok değerleri (Serengil ve ark., 2020).

	CF (%)	C stoğu (ton C/ha)
Örnek sayısı	268	268
Ortalama	42,93	3,92
Medyan	44,70	3,65
Std sapma	6,00	1,47
Değer aralığı	30,05	9,44
Minimum	20,89	1,39
Maksimum	50,94	10,83

CF ve C stok değerlerinin frekans eğrileri Şekil 4’de verilmiştir. Her iki parametrenin de Kolmogorov Smirnov testi uygulandığında normal dağılım göstermemesi (Asymp. Sig. (2-tailed) <0.05) ortalama yerine medyan değerinin kullanılmasının daha doğru olacağını ortaya koymaktadır.



Şekil 4. “Türkiye’de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanlarının Entegre Yönetimi” başlıklı GEF 5 projesi kapsamında yapılan arazi ölçümlerinde Alara bölgesi için elde edilen CF ve hektarda C stok değerlerinin frekans dağılımları (Serengil, 2019).

Buna göre Kızılcıdam’da ölü örtü CF değeri %44.70, karbon stoğu ise hektarda 3.65 ton C olarak alınabilir.

Biyokütle

Biyokütle ile ilgili teknik hesaplamalar Tablo 3’de de ifade edildiği gibi ölçmeye dayalı allometrik denklemler ile tahmine dayanmaktadır. Orman altı vejetasyonunun örneklenmesi ve hesabı ise aynı ölü örtü mantığı ile örnekleme ile ağırlık ölçümü, fırında kurutulup kuru ağırlık ve karbon fraksiyonu için laboratuvar analizinden ibarettir. Toprak altı biyokütle tahmini ise ağaç türüne özgü kök-gövde oranı yardımı ile hesaplanmaktadır. Biyokütle hesaplamalarının detaylarına girilmeyecektir zira ölçüm teknikleri ve hesaplamaları Serengil (2018)’de verilmiştir.

Uluslararası Veri, Teknik ve Metotlar

IPCC Emisyon Faktörü (EF) Veritabanı

IPCC tüm dünyadan derlenen EF değerlerini emisyon faktörü veri tabanında (EFDB) (<https://www.ipcc-ng->

[gip.iges.or.jp/EFDB/main.php](https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/EFDB/main.php)) toplamaktadır. EFDB herkesin kullanımına açık bir veri tabanıdır ve proje alanına uygun EF değerleri buradan elde edilebilir (Şekil 5).

Şekil 5. IPCC EFDB içeriği. EF’ye ait detaylı bilgilerle de aynı veritabanından ulaşılabilir.

Aktivite Verisi (AD)

Aktivite verisi başta ormancılık olmak üzere arazi kullanma sektörü projeleri için kritik öneme sahiptir. Öncelikle proje alanının belirlenmesinde daha sonra da alan içinde katmanların oluşturulmasında gereklidir.

Uluslararası AD kaynakları şunlardır;

Google Earth (web: <https://www.google.com/earth/>)

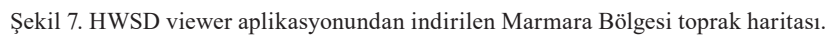
Küresel ölçekte en temel arazi görüntüleme uygulamasıdır. Ücretsiz olarak yeryüzündeki herhangi bir alanın sınırları ve arazi örtüsü görüntülenebilir. Aşağıda bir Google Earth görüntüsü verilmiştir (Şekil 6).



Şekil 6. Google Earth veri tabanından bir görüntü.

FAO Harmonized World Soil Database (HWSD) (web: <http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/harmonized-world-soil-database-v12/en/>)

incelenip indirilebilir ve sorgulama yapılabilir. Aplikasyondan elde edilen Marmara bölgesi toprak haritası Şekil 7’de verilmiştir;



bazı yararlı veriler şunlardır;

Anakaya derinliği
Toprak organik karbon içeriği (ton/ha)
Hacim ağırlığı
Kil, toz, kum fraksiyon oranları
pH

Toprak sınıfı
Örnek olarak 0-5 cm arası toprak karbonu haritası
Şekil 8’de verilmiştir.

Örnek olarak 0-5 cm arası toprak karbonu haritası Şekil 8’de verilmiştir.



IPCC Metotları

Toprak

Bu kısım Serengil (2018) den özetlenmiştir. Topraklarda karbon hem organik hem de inorganik formlarda bulunabilir. Arazi kullanma faaliyetleri daha çok organik karbon formlarını etkilediğinden hesaplamalarda daha çok organik karbon üzerinde durulur.

IPCC kılavuzları toprakları mineral ve organik olarak iki sınıfa ayırmaktadır. Organik topraklar en az yüzde

12-20 organik madde içeren topraklardır ve genellikle sulak alanların kötü drenaj koşullarında gelişirler. Diğer tüm toprak tipleri mineral toprak sınıfına girer, daha düşük organik madde içeriğine sahiptirler ve orta ve iyi drenaj koşullarında gelişirler. Sulak alanlar dışındaki tüm ekosistemlerde ağırlıklı olarak mineral topraklar yer alır.

Çeşitli uygulamalar sonucu organik ve inorganik topraklardan gerçekleşen karbon salım ve tutumları aşağıdaki denklemle ifade edilebilir;

$$\Delta C_{toprak} = \Delta C_{mineral} - L_{organik} + \Delta C_{inorganik} \quad (Denklem 1)$$

ΔC_{toprak} : Topraktaki karbon stoğunda yıllık değişim (ton C/yıl)

$\Delta C_{mineral}$: Mineral topraktaki organik karbon stoğunda yıllık değişim (ton C/yıl)

$L_{organik}$: Drene edilen organik toprak karbon stoğunda yıllık kayıp (ton C/yıl)

$\Delta C_{inorganik}$: Topraktaki inorganik karbon stoğunda yıllık değişim (ton C/yıl)

Seviye-1 ve 2 hesaplamalarında topraktaki karbon stok değişimi sıfır kabul edilebilir.

Seviye 1 ve 2 hesaplamalarında mineral topraklar için organik karbon stokunun 30 cm derinliğe (ölü örtü kalınlığı dikkate alınmaz) kadarki kısmı hesaplanır. Organik topraklardan drenaj sonucu karbon kaybı ise emisyon faktörleri yardımıyla hesaplanır. İnorganik karbon havuzundaki değişiklikleri hesaplamaya yönelik bir yöntem ise henüz geliştirilememiştir. Bu nedenle bu havuzdaki karbon stok değişiminin sıfır olduğu kabul edilir.

Seviye-1 hesaplamalarında mineral topraklardaki karbon stokunun yönetim değişikliği olmadığı durumlarda sabit kaldığı, eğer bir yönetim değişikliği söz konusuysa belli bir süreç içinde zamanla arttığı veya azaldığı kabul edilir. Herhangi bir yönetim uygulama-

sı sonucu bir karbon stoku değişimi hesaplanacaksa bu değişim referans durum baz alınarak ve şu varsayımlar dikkate alınarak yapılır;

- Topraktaki organik karbon; toprak, iklim, arazi kullanımı ve yönetim uygulamalarına bağlı olarak durağan bir değere ulaşır
- Yeni yönetim uygulamasında dengeye gelirken toprak organik karbon stoku doğrusal bir değişim gösterir

Aşağıdaki denklemde ifade edildiği gibi iki envanter yılı arasında (örneğin 2005-2010 yılları arası) karbon stok değişimi hesaplanacaksa önce ilk yıl karbon stoku (SOC₀-T) sonra da son yıl karbon stoku (SOC₀) hesaplanır, geçen yıl sayısına (örnekte 10 yıl) bölünür. Karbon stokları hesaplanırken referans karbon stok değerleri stok değişim faktörleri ile çarpılır.

$$\Delta C_{mineral} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D} \quad (Denklem 2)$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} * F_{LU_{c,s,i}} * F_{MG_{c,s,i}} * F_{I_{c,s,i}} * A_{c,s,i}) \quad (Denklem 3)$$

Burada;

$\Delta C_{mineral}$:Mineral toprakta yıllık karbon stok değişimi (ton C/yıl)

SOC_0 : Envanterin son yılında topraktaki organik karbon stoku (ton C)

$SOC_{(0-T)}$: Envanterin başlangıç yılında topraktaki organik karbon stoku (ton C)

Her iki değer de SOC denkleminde yararlanılarak hesaplanmaktadır.

T : Envanter döneminin kapsadığı süre (yıl)

D : SOC değerlerinin dengeye gelmesi için gereken süre. Geçerli kabul 20 yıldır.

C : iklim zonu, s: toprak tipi, i : söz konusu yönetim sistemleri

SOCREF = Referans karbon stoğu, (ton C/ha)

FLU = Belli bir arazi kullanma tipine ait arazi kullanma sistem ve alt sistemleri için karbon stok değişim faktörü (boyutsuz).

FMG = Yönetim rejimi için karbon stok değişim faktörü (boyutsuz).

FI = Organik madde girdisi için karbon stok değişim faktörü (boyutsuz).

A = Hesaplamaya konu alan (ha)

Gerek envanter, gerek proje bazındaki çalışmalarda hesaplamanın gerçekleştirileceği arazinin iklim ve toprak tiplerine göre katmanlara ayrılması gerekir. Burada iklim ve toprak tipleri IPCC tarafından belirlenmiş geçerli genel sistem de olabilir, ülkeye veya bölgeye özgü bir sınıflandırma sistemi de olabilir. IPCC sistemleri kullanıldığında stok değişim faktörleri için IPCC (2006) tarafından verilen geçerli değerler kullanılabilir. Bunlar belli bir arazi kullanım tipindeki

karbon stokunu veren (FLU), arazi kullanım tipinde ağırlıklı olarak yapılan uygulamaları ifade eden yönetim faktörü (FMG), ve farklı düzeyde organik madde uygulamalarını ifade eden girdi faktörüdür (FI).

Organik topraklardan gerçekleşen salımların hesaplanmasında temel yöntem emisyon faktörüyle çarpma. Bu çarpım sonucunda drenaj nedeniyle meydana gelen yıllık karbon salımı hesaplanabilir.

$$L_{organik} = \sum_c (A * EF)_c \quad (Denklem 4)$$

$L_{organik}$: Drene edilmiş organik topraklardan salınan yıllık karbon (ton C/yıl)

A : Drene edilmiş c iklim tipindeki organik toprağın alanı (ha)

EF : c iklim tipi için emisyon faktörü (ton C/ha yıl)

Eğer drenaj veya bir kullanım (management) söz konusu değilse salım hesaplaması yapmak gerekmez. Karbon envanterlerinde doğal süreçlerin etkileri hesaba katılmaz sadece insan etkisi söz konusu ise bir salım hesaplaması yapılır. Örneğin sulak alan topraklarında normal olarak CO₂ salımı ve tutumu, CH₄ ve N₂O salımı gerçekleşir. Bu salımlar eğer sulak alana herhangi bir insan müdahalesi yoksa karbon envanterinde

dikkate alınmaz. Eğer sulak alanda drenaj, kesim veya torf üretimi söz konusuysa bu durumda karbon hesaplamalarına konu olabilir.

Ölü organik madde (DOM: ölü örtü ve ölü odun)

IPCC (2006) ölü örtü için geçerli bazı referans değerleri içermektedir (Tablo 11).

Tablo 11. IPCC Geçerli ölü örtü karbon stok değerleri (IPCC, 2006).

İklim	Orman Tipi			
	Geniş yapraklı	İğne yapraklı	Geniş yapraklı	İğne yapraklı
	Yaşlı ormanlarda ölü örtü karbon stok değeri (ton C ha ⁻¹)	Yaşlı ormanlarda ölü odun karbon stok değeri (ton C ha ⁻¹)	Yaşlı ormanlarda ölü örtü karbon stok değeri (ton C ha ⁻¹)	Yaşlı ormanlarda ölü odun karbon stok değeri (ton C ha ⁻¹)
Soğuk - kuru	25 (0 - 58)	31 (6 - 86)	n.a ^b	n.a
Soğuk - nemli	39 (11 - 117)	55 (7 - 123)	n.a	n.a
Ilıman	28	27	n.a	n.a
Serin-kuru	(23 - 33) ^a	(17 - 42) ^a	n.a	n.a
Ilıman	16	26	n.a	n.a
Serin-nemli	(5 - 31) ^a	(10 - 48) ^a	n.a	n.a
Ilıman	28.2	20.3	n.a	n.a
Sıcak-kuru	(23.4 - 33.0) ^a	(17.3 - 21.1) ^a	n.a	n.a
Ilıman	13	22	n.a	n.a
Sıcak-nemli	(2 - 31) ^a	(6 - 42) ^a	n.a	n.a
Yarı-tropikal	2.8 (2 - 3)	4.1	n.a	n.a
Tropikal	2.1 (1 - 3)	5.2	n.a	n.a

^aKuru madde değeri 0.37 CF değeri ile çarpılarak elde edilmiştir.

^bÖlü odun karbon stok değeri için literatür verisi yeterli olmadığından geçerli değer hesaplanmamıştır.

Ölü odun örnekleme ve hesaplaması için IPCC (2003) 2 yöntem önermekte. Birincisi eğer ölü odun miktarı toprak üstü biyokütleyle oranla oldukça düşük ise transekt yöntemi kullanılabilir. Ama eğer ölü odun miktarı topraküstü biyokütlede büyük bir oranı ifade ediyorsa (%10-15 den fazla) o zaman örnek alandaki tüm ölü odun ölçülmeli ve hesaplanmalıdır.

a) Transekt yöntemi: 50 şer metrelik 2 veya 25 er metrelik 4 ana pusula yönünde şerit metrelerle transekt hattı uygulanır. Transekte degen ölü odunların değdikleri noktadan çapları ve merkeze mesafeleri ölçülür ve kaydedilir. Aşağıdaki denklem (IPCC GPG, 2003) sayesinde de toplam ölü örtü hacmi hesaplanır.

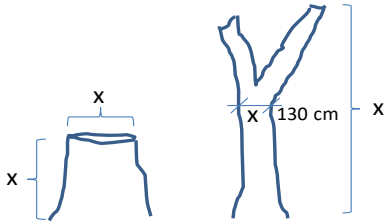
$$\text{Hacim (m}^3/\text{ha)} = \pi^2 \bullet (D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2) / (8 \bullet L) \quad (\text{Denklem 5})$$

Burada D transekt hattına degen her parçanın çapını (cm) ifade etmektedir. Eliptik ölü odunların çapı $D_{min} \times D_{max}$ 'ın karekökü alınarak hesaplanabilir. L transekt hattını uzunluğunu (m) ifade etmektedir.

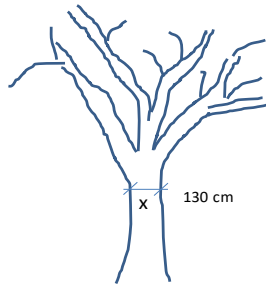
b) Tüm Ölü Odunun ölçülmesi yöntemi:

Eğer kesim sonrası artıklar veya büyük oranda ölü örtü soz konusu ise örnek alanda yer alan 10 cm den kalın çaplı tüm ölü odun ölçülmeli ve örneklenmelidir. Bunun için (Subedi ve ark, 2010);

Kesilmiş gövdelerde ve 130 cm den uzun dikili gövdelerde çap ve boy ölçülür (x işaretli kesitlerde).

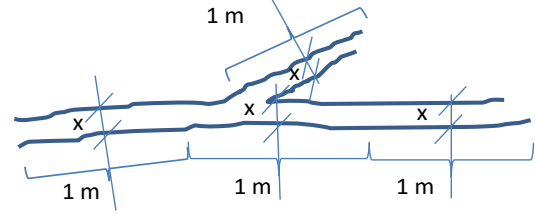


Dikili kurullarda canlı ağaç gibi 130 cm çapı ölçülür. Eğer küçük büyük tüm dallar yerinde duruyorsa aynı canlı ağaç denklemi ile hesap yapılabilir fakat yapraklar olmayacağı için %2-3 oranında biyokütle düşük hesaplanır. Eğer sadece büyük dallar duruyor, küçük dallar düşmüşse bu durumda canlı ağaç için hesaplanan biyokütle değerinden %20 düşük hesaplanmalıdır. Sadece gövde duruyorsa bu durumda da tabandan çap ile ağaç boyu ölçülür ve koni hacim denklemi uygulanır.



Yatık gövdelerde ise göz kararı 1'er metrelik seksiyonlara ayrılarak seksiyon uzunluğu ve ortadan çap ölçülür. Boy ve çap değerlerinden silindir hacmi formülü kullanılarak hacim hesaplanır. Kuru ağırlık yüzdesi de

karbon fraksiyonu (CF) ile çarpılarak karbon miktarı hesaplanır.



Bu arada ölü odun çürümeye başlamış olabilir, bu da kuru ağırlık ve CF değerini etkileyecektir. Çürüme düzeyini hesaplamak için dikili veya yatık durumda tüm ölü odunlara kama (machete) testi uygulanır. Kama testi uygulamasında kama veya bıçak gibi sert ve keskin bir cisim ölü gövdeye saplanır. Sert cisim gövdeye çok az giriyorsa ölü odunun henüz çürümeye yeni başladığı ve sert olduğu anlaşılır. Belli bir oranda gövdeye girebiliyorsa orta düzeyde çürümüş olduğu, tamamen gövdeye girebiliyor ve hatta gövdeyi parçalayabiliyorsa tamamen çürümüş olduğu anlaşılır ve bu şekilde not alınır.

Daha sonra her çürüme seviyesine giren ölü odun miktarı ayrı ayrı hesaplanır. Sert (seviye 1) olarak kaydedilmiş ölü odun hacmi için normal biyokütle hesabı yapılır fakat orta düzey çürüme (seviye 2) söz konusu ise 0.80, tam çürüme (seviye 3) söz konusu ise 0.45 oranında yoğunluk azaltım faktörü uygulanır. Yani hesaplanan değer belirtilen oranlarda azaltılır.

Biyokütle

Biyokütle ile ilgili IPCC kılavuzları bazı referans değerler sağlamaktadır fakat proje bazında bu değerlerin kullanımı doğru olmayacaktır zira biyokütle ve artım parametreleri birçok faktörün etkisinde değişkenlik göstermektedir. IPCC klavuzundan alınabilecek tek parametre grubu toprak altı biyokütleyi hesaplamaya yönelik olarak kök-gövde oranı olabilir.

Sertifikasyon Teknik Altyapısı

Kavramsal mimari raporunda açıklandığı üzere sertifikasyon süreçleri 3 bileşenden oluşmaktadır. Bunlar;

Bileşen 1. Proje konusu ve metodunun belirlenmesi

Bileşen 2. Projenin onaylanması (validation)

Bileşen 3. Projenin doğrulanması (verification)

Bu aşamalarla ilgili olarak VCS, Gold Standart ve Amerikan Karbon Kaydı (ACR) kullandığı teknik içerecek şekilde açıklanmıştır.

VCS proje teknik altyapısı

VCS; Verra tarafından geliştirilmiş dünyada en yaygın gönüllü karbon standart programıdır. Verra 2005 yılında kurulmuş kar amacı gütmeyen uluslararası bir kurumdur. Verra sadece karbon değil aynı zamanda bununla yakından ilişkili sürdürülebilir kalkınma, bi-

yoğuştililik ve sürüdürülebilir peyzaj konularında da çalışmalar yürütmektedir. VCS programı 3 ana dayanakta oluşmaktadır;

- i. Metotlar ve standartlar,
- ii. Kayıt sistemi,
- iii. Bağımsız denetçiler.

Metotlar ile ilgili olarak VCS'in teknik altyapısı aşağıdaki örnekte incelenmiştir;

Örnek - Rotasyon Periyodunun Uzatılması Yoluyla Gelişmiş Orman Yönetimi

Bu proje tipinde onaylama ve doğrulama için gerekli teknik aşamalardan önemli olanlar;

Baz senaryonun belirlenmesi

Proje karbon kazanımlarının hesaplanması için baz senaryo ile karşılaştırılması gerekmektedir. Baz senaryonun belirlenmesi sürecinde ilgili orman alanı için;

- Tarihsel baz durum (historical baseline)
- Yasal baz durum (legal baseline)
- Geleneksel baz durum (common practice baseline)
- Projenin karbon kredisine başvurulmadığı baz durum

gözden geçirilir. Proje geliştirici ilgili arazinin en az son 20 yıllık geçmişini inceleyerek tarihsel gelişimini inceleyip açıklamalı, ayrıca arazinin kullanımı ile

ilgili yasal düzenlemeleri gözden geçirmeli ve ortaya koymalıdır. Örneğin bir özel ormanda amenajman planı çerçevesi ve esasları ile getireceği kısıtlamalar değerlendirilmelidir. Ayrıca yöredeki benzer arazilerin genel faydalanma ve yönetilme şekilleri de baz senaryo belirlenmesi kapsamında proje tanımlama belgesinde açıklanmalıdır. Son olarak proje geliştirici ilgili ormanla ilgili bazı genel yönetim uygulamalarını da gözden geçirmelidir. Bunlar; idare süresi, kesim yöntemleri, akarsu kıyı zonlarının yönetimi vb.

Bu çalışmanın sonunda üç tane alternatif baz senaryo ortaya konulur ve birisi seçilir. Yalnız her üçü de incelenmelidir.

Katkısalılığın (Additionality) belirlenmesi

VCS katkısalılığın ortaya konulması için BMİDÇS CBM aracını önermektedir. Araç BMİDÇS web sayfasından indirilebilir. <https://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/tools/am-tool-01-v7.0.0.pdf>

Emisyon azaltım veya tutumlarının hesaplanması

İlk aşamada proje sahasının katmanlara ayrılması gerekmektedir. Eğer homojen bir yapı söz konusu ise buna gerek olmayabilir fakat farklı bonitet, tür, yaş sınıfı gibi durumlarda proje sahası önce yönetim katmanlarına (kesim, uygulama, gençleştirme vb.) sonra da tür, yaş vb. katmanlara ayrılmalıdır. Daha sonra buna göre hesaplama adımlarına geçilir.

Baz senaryo net sera gazı azaltım veya tutumları aşağıdaki denklemlerle hesaplanır;

$$\Delta C_{BSL} = \Delta C_{BSL,P} - GHG_{BSL,E}$$

(Denklem 6)

Burada;

ΔC_{BSL} : Baz senaryo net sera gazı tutumu (t CO₂-e)

$\Delta C_{BSL,P}$: Tüm karbon havuzlarındaki değişim (t CO₂-e)

$\Delta C_{BSL,E}$: Ormancılık uygulamaları sonucu ortaya çıkan emisyonlar (t CO₂-e)

Baz senaryodaki karbon stoklarındaki değişimi hesaplamaya yönelik denklem ise;

$$\Delta C_{BSL,P} = \Delta C_{BSL,B} + \Delta C_{BSL,\ddot{O}O} + \Delta C_{BSL,O\ddot{U}}$$

(Denklem 7)

Burada;

$\Delta C_{BSL,B}$: Toprak üstü ve altı biyokütle karbon stoğundaki değişim (t CO₂-e)

$\Delta C_{BSL,\ddot{O}O}$: Ölü odun karbon stoğundaki değişim (t CO₂-e)

$\Delta C_{BSL,O\ddot{U}}$: Odun ürünleri karbon stoğundaki değişim (t CO₂-e)

Eğer projeli durumda ölü odun ve odun ürünleri havuzlarında artış olacağı veya sabit kalacağı bir durum söz konusu ile bu iki havuz gözardı edilebilir.

Toprak üstü ve altı biyokütle karbon stoğundaki değişim;

$$\Delta C_{BSL,B} = \frac{\sum_{i=1}^{MB} \Delta C_{BSL,AG/BG,i,100} * 44/12}{100} * t$$

(Denklem 8)

Burada;

$\Delta C_{BSL,AG|BG,i,100}$: i katmanı için toprak üstü ve altı biyokütle karbon stoklarındaki yıllık değişimlerin proje için belirlenen 100 yıllık süredeki toplamı,

i: 1, 2, 3 ...MB katman sayısı,

t: 1, 2, 3, ... t proje başlangıcından beri geçen yıl

44/12 Karbonu karbondioksit çevirme katsayısı

Eğer ölü odun ve odun ürünleri de hesaba katılacaksa aynı hesaplama algoritması onlar için de uygulanmalıdır.

Bu denklemlerde yer alan $\Delta C_{BSL,AG|BG,i,100}$, $\Delta C_{BSL,OO}$ ve $\Delta C_{BSL,OU}$ parametreleri yani baz senaryodaki biyokütle, ölü odun ve odun ürünleri havuzlarındaki karbon stoklarının değişimleri ise modeller yardımıyla 100 yıllık periyot için hesaplanmaktadır. Ayrıca tüm model girdi, çıktı ve parametreleri onaylayıcının gözden geçirmesi için açık bir şekilde raporlanmalıdır. Burada kullanılabilecek modeller;

US Forest Service's FVS: Forest Vegetation Simulator

SPS: Stand Projection System

FPS: Forest Projection System by Forest Biometrics

CRYPTOS and CACTOS: California Conifer Timber Output Simulator

olarak sıralanmaktadır. VCS tarafından önerilen bu modellere CBM ve CO₂fix modelleri de eklenebilir. Sonuçta kullanılacak modelin bilimsel çevrelerce kabul görmüş, proje amacına uygun ve proje alanına uygun parametrelere sahip ve simulasyon periyodu olan 100 yıl için söz konusu karbon havuzları için yıllık karbon stok değişimlerini belli bir hassasiyette ürettiyor olması gerekmektedir.

Emisyonların hesaplanması

$$GHG_{BSL,E} = \sum_{t=1}^i E_{BSL,biyokutle_yakma,t} \quad (Denklem 9)$$

Burada;

$GHG_{BSL,E}$: Baz senaryoda biyokütle yakılması sonucu sera gazı emisyonları (t CO₂-e)

$E_{BSL, biyokutle_yakma}$: Baz senaryo kapsamında t yılında gerçekleşen biyokütle yakılması sonucu CO₂ dışı gazların emisyonu (t CO₂-e)

t: 1, 2, 3, ... t proje başlangıcından beri geçen yıl

Eğer baz senaryoda gerçekleşebilecek yangın kaynaklı emisyonların önemsiz seviyede olacağı düşünülüyorsa ve bu düşüncüyü destekleyecek veriler söz konusu ise (örn. Kesim artıklarının yakılması uygulaması yaygın değilse, veya kesim artıklarının arazide bırakılması

yaygın bir uygulama ise) o zaman emisyon hesabının yapılmasına gerek olmayabilir. Ama eğer yapılacaksa aşağıdaki IPCC (2006) bazlı hesaplama adımları ile metan emisyonları tahmin edilebilir.

$$E_{BSL, biyokutle_yakma,t} = E_{BSL, CH_4,t} \quad (Denklem 10)$$

Burada;

$E_{BSL, biyokutle_yakma,t}$: ormanın yönetimi sürecinde baz senaryoda, t yılında biyokütle yanması ile gerçekleşen CO₂ dışı emisyonlar,

$E_{BSL, CH_4,t}$: ormanın yönetimi sürecinde baz senaryoda, t yılında biyokütle yanması ile gerçekleşen CH₄ emisyonları,

CH₄ emisyonlarının hesaplanması için;

$$E_{BSL, CH_4,t} = BS_{BSL,t} * ER_{CH_4} * 16/12 * GWP_{CH_4} \quad (Denklem 11)$$

Burada;

$E_{BSL, CH_4,t}$: t yılında biyokütle yanması sonucu meydana gelen emisyonlar (t CO₂-e)

$BS_{BSL,t}$: t yılında yakılması olası kesim artıklarındaki karbon stoğu (t C)

ER_{CH_4} : Metan için emisyon katsayısı. Önerilen IPCC katsayısı 0.0127 (CH₄ olarak yanan kg C / kg C yanan)

16/12 : Molekül ağırlığı olarak CH₄ ün C'a oranı. Dönüştürme katsayısı.

GWP_{CH4} : Metan için küresel ısınma potansiyeli katsayısı. IPCC tarafından önerilen değer 21 t CO₂-e / t CH₄

Formüldeki BS_{BSL, t} nin hesaplanması için her kesilen ve yakılan gövdenin ağaç türüne göre karbon içerikleri aşağıdaki formülle hesaplanır.

$$BS_{BSL, t} = \sum_{j=1}^{S_{BSL}} \sum_{l=1}^{N_{j,t}} \left(\left(f_j(DBH, H) \right) - (V_{l,j,t} * Dj) \right) * CF_j \quad (\text{Denklem 12})$$

Burada;

BS_{BSL, t} : t yılında yakılması olası kesim artıklarındaki karbon stoğu (t C)

V_{l,j,t}: t zamanında j türüne ait l sırasındaki ağaca ait ticari hacim (m³)

Dj: j türüne ait odun yoğunluğu (t kuru madde/m³)

f_j(DBH, H): j türüne ait göğüs çapı ve yaklaşık boyu toprak üstü biyokütleyle çevirmeye dönük allometrik denklem (t kuru madde/birey)

CF_j : j türüne ait karbon fraksiyonu (t C /t kuru madde)

l : kesilen gövdelerin sırası

j : 1, 2, 3 ... baz senaryoda kesilen ağaç türleri

t : 1, 2, 3, ... proje başlangıcından itibaren geçen yıl sayısı.

Baz senaryo karbon stok ve emisyon değişimleri hesaplandıktan sonra aynı hesaplamalar projeli durum yani aktüel durum için de yapılır. Bu sefer baz durum için değil, proje yürütüldüğünde gerçekleşmesi beklenen karbon stok artışı hesaplanır. Burada dikkate alınan varsayımların konservatif yani karbon stok artımı için düşük, emisyon artımı için yüksek tutulması gerekmektedir. Detaylı hesaplamalar için <https://verra.org/wp-content/uploads/2017/10/VM0003v1.2.pdf> dokümanına bakınız.

Proje kaçaklarının (Leakage) hesaplanması

Proje faaliyetleri sonucu azalacak üretim seviyesi %5 ve altında veya üretilen odun hammaddesinin arz zamanlamasındaki değişim yine %5'in altında kalıyorsa kaçak miktarı gözardı edilebilir yani sıfır kabul edilebilir;

$$LK_{piyasa_etkisi} = LF_{ME} (\Delta C_{aktüel} - \Delta C_{baz})$$

Burada;

LK_{piyasa_etkisi} = Azaltılan üretim nedeniyle piyasada dengelemesi sonucu meydana gelen fazladan emisyon (t CO₂-e)

LF_{ME} = Kaçak katsayısı (boyutsuz)

ΔC_{aktüel} = Projeli durumda net sera gazı tutumu (t CO₂-e)

ΔC_{baz} = Baz senaryo için net sera gazı tutumu (t CO₂-e)

Eğer karbon kaçağı olmayacağı, kaçak kesimin çok düşük seviyede olduğu ve projeli durumda üretimdeki azalmanın baz senaryoya göre farkının %5'den az olduğu ve zamansal üretim kaymasının 5 yıldan az olacağı ortaya konulursa LF_{ME} değeri 0 alınabilir. Öte yandan idare sürelerindeki kaymalar 5 yıldan daha uzun periyotları ifade ediyorsa ve projeli durumla projersiz durum arasındaki üretim farkı %25 ve altı seviyesindeyse LF_{ME} değeri 0.1 alınabilir

Sonuç olarak gelişmiş orman yönetimi sonucu elde

$$LK_{\text{üretimde_değişiklik}} = 0$$

Eğer proje kapsamında odun hammaddesi üretiminde %5 den daha yüksek bir oranda azalma söz konusu ise bu durumda proje geliştirici karbon kaçağı olmadığını ortaya koymalıdır. Bunu yaparken çevredeki orman alanlarına ait amenajman kayıtlarından yararlanılabilir. Proje geliştirici çevredeki orman alanlarında proje öncesindeki en az iki yıl olmak üzere amenajman planlarında üretim artırıcı bir değişiklik yapılmamış olduğunu belgeleyebilir. Böylece proje kapsamında azalan odun hammaddesi üretiminin çevredeki diğer ormanlardaki üretim artışıyla dengelenmeyeceği yani (odun piyasasındaki değişiklikler sonucu) karbon kaçağı olmayacağı ortaya konulmuş olur. Eğer odun piyasası ile azalan odun hammaddesi üretimi dengelenmekte ise bu durumda ortaya çıkacak karbon kaçağı aşağıdaki şekilde hesaplanabilir.

$$(\text{Denklem 13})$$

edilecek karbon tutumu aşağıdaki denklemle ifade edilebilir;

$$C_{IFM} = \Delta C_{aktüel} - \Delta C_{baz} - LK$$

Yani projeli durum karbon tutumu ile baz senaryonun farkından kaçaklar çıkarılmalıdır.

Belirsizlik (Uncertainty) hesaplanması

Proje hesaplamalarının belirsizliği projeli durum ve baz durum hesaplamalarının belirsizliklerinin toplanması ile elde edilmektedir;

$$CIFM_hata = \sqrt{Belirsizlik_{BAZ}^2 + Belirsizlik_{AKTUEL}^2}$$

(Denklem 14)

Burada;

CIFM_hata : Projenin toplam belirsizliği (%)

Belirsizlik_{BAZ} : Baz senaryo hesaplamalarının toplam belirsizliği (%)

Belirsizlik_{AKTUEL} : Projeli durum hesaplamalarının toplam belirsizliği (%)

Tüm bu hesaplamaların sonunda çıkan azaltım değeri yani aktüel tutum ile baz durum farkı doğrudan karbon kredisine konu olmaz. Çıkan azaltım değerinden bir de “tampon rezerv (buffer reserve)” değeri düşülmelidir. Tampon rezerv süreklilik risk değerlendirmesi ile hesaplanır. Süreklilik bakımından risk yüksekse tampon değeri de yüksek olacaktır.

Değerlendirme ve Sonuç

Karbon sertifikasyonu konusunda ulusal bazda teknik eksiklerin olması oldukça normaldir zira henüz ormanlık sektörü ulusal sera gazı envanter sistemi dışında bu konuda fazla bir aşama kaydetmemiştir. Ulusal sera gazı envanteri AKAKDO sektöründe ihtiyaç duyulan aktivite verisini ve emisyon faktörlerini en güncel seviyede sağlama kapasitesine sahiptir. Proje bazındaki veriler ise aslında daha lokal ve gelişmiş olabilir. Örneğin Akdeniz bölgesi ormanları için oldukça yüksek hassasiyette veri ve katsayı setleri geliştirilmiştir. Burada başlıca sorun bu veri setlerinin proje bazında nasıl hazırlanması ve onaylanması gerektiği ile ilgilidir.

Öte yandan gerek karbon projelerinde gerekse Ulusal Sera Gazı Envanter Sistemi ve Ulusal Bildirim Raporunda ulusal bazı veri altlıkları (örn. ÇEM Genel Müdürlüğü Toprak Karbonu Projesi, TRGM Arazi Parsel Tanımlama Sistemi) kullanılamamaktadır. Aynı Bakanlık altında görev yapan Genel Müdürlükler arasında veri ve bilgi paylaşımı konusunda kolaylaştırıcı adımlar atılması yararlı olacaktır aksi takdirde gerçekleştirilen projelerin çıktıları raflarda ve veri depolayıcılarda kalmaya devam edecektir.

Kısaca altını çizmek gerekirse Karbon Sertifikasyonu konusunda gerekli bazı altlıklar kamu kurumlarında olsa bile bu altlıklara ulaşıp ulaşamayacağının da değerlendirilmesi yararlı olacaktır. Bu durumda raporun “Uluslararası Veri, Teknik ve Metotlar” kısmında açıklanan bazı uluslararası veri kaynaklarına yönelmek ihtiyacı ortaya çıkmaktadır. Ulusal verilerin tüm ulusal ve uluslararası kullanıcılara stratejik anlamda gizli kısımları hariç açılması yararlı olacaktır.

Ülke genelinde karbon projelerinin geliştirilebilmesi için gerekli teknik ve bilimsel verilere ve katsayılarla ilgili eksiklikler güncel projelerde sıralanmıştır. Bunlardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

LULUCF-TR projesi kapsamında üretilen “Aktivite 1.2: Araştırmanın AKAKDO Sektörü için Türk Sera Gazı Envanterinin Gelişimini Nasıl Destekleyebileceğine İlişkin Rapor” kapsamında araştırma konuları dört başlık altında sınıflandırılmıştır:

- Tüm ana arazi örtüsü kategorileri için 5A, 5B, 5C, 5D, 5E ve 5F arazi kategorilerinin alanlarını hesaplamak için kullanılan aktivite verilerinin tamlığı ve şeffaflığını iyileştirmek için mekânsal veriler geliştirilmelidir (kapsam, şeffaflık ve hassasiyet anlamında),
- C stoğu ve sera gazı emisyon ve tutum tahminlerini iyileştirmek için daha iyi katsayıların geliştirilmesi, envanter için çok daha kesin ve tutarlı hesaplamalar yapılmasını sağlamak için Türkiye koşullarına uygun veri ve katsayıların geliştirilmesi,
- Tarım ve orman yönetiminin envanter hesaplarına dâhil edilebilmesi için C stoğu ve sera gazı emisyonları ve tutumlarına ilişkin arazi yönetimi aktivitelerinin ve arazi kullanımındaki değişikliklerin etkilerinin daha iyi anlaşılması,
- C stokları ve sera gazı emisyonlarındaki değişimlerin daha iyi anlaşılması adına kapsamlı olmasa da ulusal olarak önemli yerel sonuçlar doğurabilecek yangın, üretim, böcek zararı ve drenaj gibi etkilerin karbon stoklarına etkilerinin ortaya konulması.

Adı geçen proje kapsamında belirlenen teknik eksiklikler LULUCF-TR projesi sonrası yeniden gözden geçirilerek aşağıda sıralanmıştır;

Azaltım projelerinin hesaplanmasına yönelik teknik gereksinimler şu şekilde özetlenebilir;

- Rotasyon süresinin uzatılması ile karbon kazancı
- Otlamanın önlenmesi ile karbon kazancı
- Hızlı gelişen türlerin ve endüstriyel ağaçlandırmaların karbon kazancı
- Mera rehabilitasyonu ve diğer mera yönetimi aktiviteleri (kontrollü otlatma)
- Koruyucu tarım (sürme, sulama, vb.)
- Ormanlarda rehabilitasyonu ve koruya dönüş-türme
- Ormanlıkta ağaçlandırma öncesi arazi hazırlığı faaliyetleri
- Agrosilvapastoral sistemler

Turbalık arazilerin rehabilitasyonu ve yeniden sulak alan oluşturma

Bazı doğal afet ve insan etkilerinin karbon tutumu ve salımına etkileri konusunda ise aşağıdaki verilerin geliştirilmesi gerekmektedir;

- Yangın tiplerinin tüm karbon stoklarına etkileri

- Böcek ve hastalık zararlarının tüm karbon stoklarına etkileri
- Drenaj ve yeniden sulak alan oluşturma'nın sera gazı salım/tutumuna etkileri
- Otlatma'nın karbon stoklarına etkileri

Ek-1 de karbon tutma amaçlı olmayan fakat bir ek fayda olarak karbon tutumu sağlayan projelerin sertifikalandırılması için bu konuda uzman uluslararası kurumların dökümanlarından yararlanılarak geliştirilmiş taslak onaylama ve doğrulama dökümanlarına yer verilmiştir.

KAYNAKLAR

Armentano, T. V., MengesBalcı, E.S., 1996. Patterns of Change in the Carbon Balance of Organic Soil-Wetlands of the Temperate Zone. *Journal of Ecology*, Vol. 74, No. 3 (Sep., 1986), pp. 755-774.

Brown S., 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests: a primer. *FAO-Forestry-Paper* 134. Forest Resources Assessment Publication, pp. 55.

Hairiah K, Dewi S, Agus F, Velarde S, Ekadinata A, Rahayu S and van Noordwijk, M, 2011. Measuring Carbon Stocks Across Land Use Systems: A Manual. Bogor, Indonesia. World Agroforestry Center (ICRAF). SEA Regional Office, 154 pages.

IPCC, 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. ISBN 4-88788-003-0.

IPCC 2006, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. Kasimir-Klemedtsson ve ark., 1997

Pearson, T.R.H., Walker, S., Brown, S., 2005. Sour-

cebook for Land Use, Land-Use Change and Forestry Projects. Winrock International.

Serengil, Y., Uzun, A., Yurtseven, İ., İnan, M., Erdem, N., Pamukçu, P., 2015. Sürdürülebilir Arazi Planlama Çalışmalarını Destekleyecek Bir İklim Değişikliği-Ekosistem Hizmetleri Yazılımının Geliştirilmesi. TÜ-BİTAK 112Y096 nolu proje sonuç raporu.

Serengil, Y., 2018. İklim Değişikliği ve Karbon Yönetimi: Tarım, Orman ve Diğer Arazi Kullanımları. UNDP.

Serengil, 2019. Deneme Alanlarında Arazi Ölçümleri Raporu. Türkiye'de Yüksek Koruma Değerine Sahip Akdeniz Ormanlarının Entegre Yönetimi Projesi.

Thormann M.N., Szumigalski A.R., Bayley S.E., 1999. Aboveground peat and carbon accumulation potentials along a bog-fen-marsh wetland gradient in southern boreal Alberta, Canada. *Wetlands* 19 (2): pp. 305317.

Yavitt J. B., Fahey T.J., and Simmons J.A., 1997. Methane and carbon dioxide dynamics in a northern hardwood ecosystem. *Soil Science Society of America Journal* 59: pp. 796-804.

Ek-1 Onaylama dökümanı

Normal şartlarda karbon odaklı projelerin onaylanması ve doğrulaması ISO 14065 sertifikasına sahip akredite olmuş bağımsız kurumlarca yapılmalıdır. Burada önerilen taslak döküman Orman Genel Müdürlüğüne verilebilecek bir sertifikaya yönelik basitleştirilmiş bir belgedir.

Bu belgelerin kullanılabilmesi için öncelikle bir kullanım kılavuzu veya el kitabı hazırlanması gerekmektedir. Halihazırda böyle bir el kitabı olmadığı için VCS onaylama ve doğrulama el kitabından yararlanılabilir;

https://verra.org/wp-content/uploads/2018/03/VCS_Validation_Verification_Manual_v3.2.pdf

PROJE TANIMLAMA BELGESİ (TASLAK)

PROJE ADI

Hazırlayan kurum veya kişi

İletişim bilgisi

İÇİNDEKİLER

1	PROJE DETAYLARI	3
1.1	Proje özeti	3
1.2	Proje tipi	3
1.3	Proje bileşenleri	3
1.4	Proje yönetimi	3
1.5	Proje alanı mülkiyeti	3
1.6	Proje başlangıç tarihi	3
1.7	Proje kredilendirme dönemi	3
1.8	Sera gazı azaltım tahmini	4
1.9	Proje faaliyetlerinin tanımlanması	4
1.10	Proje Yeri	4
1.11	Proje başlatılmadan önceki durum	5
1.12	Yasal durum ve izinler	5
1.13	Başka azaltım programlarına başvuru	5
1.14	Diğer kredi mekanizmaları	5
1.15	Ek Bilgiler	5
2	KORUYUCU ÖNLEMLER (SAFEGUARDS)	6
2.1	Net olumsuz etki	6

2.2	<u>Yerel paydaş görüşleri</u>	6
2.3	<u>Çevresel etkiler</u>	6
3	<u>METOT UYGULAMASI</u>	6
3.1	<u>Metot başlığı ve kaynağı</u>	6
3.2	<u>Metodun uygulanabilirliği</u>	6
3.3	<u>Proje sınırları ve içeriği</u>	6
3.4	<u>Baz senaryo</u>	7
3.5	<u>Katkısalık</u>	7
3.6	<u>Metotta değişiklikler</u>	7
4	<u>SERA GAZI AZALTIM VE TUTUMLARININ SAYISALLAŞTIRILMASI</u>	8
4.1	<u>Baz senaryo emisyonları</u>	8
4.2	<u>Projeli durum emisyonları</u>	8
4.3	<u>Kaçaklar</u>	8
4.4	<u>Net sera gazı azaltım ve tutumları</u>	8
5	<u>İZLEME</u>	9
5.1	<u>Onay aşamasında gerekli veri ve parametreler</u>	9
5.2	<u>İzlenen veri ve parametreler</u>	9
5.3	<u>İzleme planı</u>	10
<u>EKLER 11</u>		

PROJE DETAYLARI

Proje özetİ

Proje özetinde yer alması gereken bilgiler.

Proje yeri.

Proje kapsamı ve hedefleri

Projenin azaltım katkısı

Projesiz durum (BAU) ve projeli durum senaryoları

Projenin sera gazı azaltım potansiyeli

Proje tipi

Projede yer alan faaliyetler (gelişmiş orman yönetimi, ağaçlandırma vb.)

Proje bileşenleri

Projede yer alan bileşenler ve azaltım yönünden katkıları açıklanmalı.

Proje yönetimi

<i>Yürüten kişi/kurum</i>	
<i>Diğer partnerler</i>	
<i>Destekleyen kurum veya fon</i>	
<i>Proje ofisi adresi</i>	
<i>Eposta</i>	
<i>Telefon</i>	

Proje alanı mülkiyeti

Projenin yürütüleceği alanın mülkiyet durumu açıklanmalıdır.

Proje başlangıç tarihi

Proje başlangıç tarihi gün, ay, yıl olarak belirtilmelidir.

Proje kredilendirme dönemi

Projenin kredilendirme dönemi toplam gün, ay, yıl olarak belirtilmeli.

Sera gazı azaltım tahmini

Kredilendirme dönemi boyunca elde edilmesi hesaplanan yıllık azaltım miktarı.

Yıl	Sera gazı azaltım tahmini (tCO ₂ e)
Yıl A (örn. 2019)	
Yıl B	
Yıl C	
....	
Toplam tahmini Emisyon azaltım kredisi (EAK)	
Toplam kredilendirilen yıl	
Yıllık ortalama EAK	

Proje faaliyetlerinin tanımlanması

Proje faaliyetlerini kullanılan teknoloji ve önlemler kapsamında tanımlayınız ve ne şekilde sera gazı azaltım veya tutumunu sağlayacaklarını açıklayınız.

Orman Karbonu odaklı olmayan projelerde;

Kullanılan üretim sistemleri, cihaz ve teknolojiler. Bunların kullanım ömürleri, kapasiteleri, enerji etkinlikleri ve benzeri özellikleri.

Kullanılan cihaz ve teknolojiler sayesinde sunulan hizmetlerle ilgili bilgiler. Projesiz durumda bu hizmet ve cihazların elde edilip edilemeyeceği.

Projesiz durumda yani proje öncesi mevcut system, cihaz veya hizmetlerin durumu hakkında bilgi.

Örneğin bir teraslandırma projesi söz konusu ise teraslama yapılmadığı durumda nasıl bir yöntem veya yaklaşım uygulandığı.

Orman Karbonu odaklı projelerde;:

Proje kapsamındaki tüm faaliyetler ve önlemler için yerel halkın ve paydaşların sürece nasıl ve ne şekilde dahil oldukları..

Proje alanında yetki ve sorumluluklarla ilgili bilgiler.

Proje Yeri

Proje yerinin/yerlerinin ve sınırlarının coğrafik koordinatlarla tanımlanması. Ayrıca sınırların harita/uydu görüntüsü veya plan üzerinde gösterimi yapılmalı.

Alanın iklimi, toprak ve bitki örtüsü, topoğrafya, ekosistemler, sosyal yapı vb.

Proje başlatılmadan önceki durum

Proje öncesi durumun tarif edilmesi. Proje öncesi sera gazı salım seviyeleri.

Yasal durum ve izinler

Projenin tüm yerel ve ulusal düzenlemelere ve yasalara uygunluğunu açıklayınız.

Başka azaltım programlarına başvuru

Proje ile başka azaltım programlarına başvuru yapıldı mı

Sözkonusu proje ile başka sera gazı azaltım programlarına başvuru yapıp yapılmadığı ve sonucu açıklanmalıdır.

Proje başka azaltım programlarınca reddedildi mi

Proje ile başka azaltım programlarına başvuru yapıldı ve reddedildiyse red gerekçelerini açıklayınız.

Diğer kredi mekanizmaları

Emsiyon ticareti programları

Projenin herhangi bir emisyon ticareti mekanizmasına dahil olup olmadığı açıklanmalı.

Diğer çevre odaklı krediler

Projenin diğer çevre ve sera gazı azaltım odaklı mekanizmalara dahil olup olmadığı açıklanmalı.

Ek Bilgiler

Proje kaçaklarının yönetimi (leakage management)

Kaçaklar ve bunları azaltmaya/önlemeye yönelik plan ve çalışmalar açıklanmalı.

Ticari veya askeri sır

Proje kapsamında açıklanmaması gereken ticari veya askeri sırlar olup olmadığı..

Sürdürülebilir kalkınma

Projenin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine nasıl ve ne ölçüde katkı sağlayabileceği açıklanmalıdır.

Diğer bilgiler

Yukarıda bahsedilmemiş herhangi bir teknik, çevresel, yasal veya sosyal durum söz konusu ise burada açıklanmalıdır.

KORUYUCU ÖNLEMLER (SAFEGUARDS)

Net olumsuz etki

Olası çevresel ve sosyo ekonomik etkileri ve bunların azaltılması önlemlerini açıklayınız.

Yerel paydaş görüşleri

Onaylama öncesi gerçekleştirilen paydaş görüşleri toplantısı ve çıkan sonuçları aşağıdaki detayları da içerecek şekilde açıklayınız;

Düzenlenen toplantı ile ilgili tarihler (anons tarihi, gerçekleşme tarihi vb.), geri bildirim için verilen tarihler.

Yerel paydaş belirleme süreci,

Toplantı geri bildirimlerinin dökümantasyonu prosedürleri

Paydaşlarla iletişim mekanizması ve süreci hakkında bilgiler

Paydaş görüşlerinin proje tasarımına nasıl yansıtıldığı veya yansıtılmadı ise gerekçeleri

Proje nedeniyle yerel paydaşlara yönelik risk, maliyet ve faydalar

İş güvenliği ve çalışan hakları ile ilgili yasal düzenlemelere uygunluk.

Çevresel etkiler

Proje alanında herhangi bir çevresel etki değerlendirilmiştise bunun kısa özeti.

METOT UYGULAMASI

Metot başlığı ve kaynağı

Metot veya metoların başlığı, versiyonu ve kullanılan araçlar (tools).

Metodun uygulanabilirliği

Metotların uygulama koşullarına proje faaliyetlerinin nasıl uygunluk gösterdiğinin açıklanması. Her uygunluk koşulunun taker taker açıklanması gerekmektedir.

Proje sınırları ve içeriği

Öncelikle proje sınırları ve proje kapsamında yapılacak faaliyetler harita üzerinde gösterilmelidir. Eğer varsa ve biliniyorsa kaçak bölgeleri de gösterilmelidir.

Proje sınırlarının ve ilgili sera gazı kaynak ve rezervuarlarının tanımlanması. Hem baz senaryo hem de projeli durum için. Gerekiyorsa kaçaklar da dahil edilerek.

Kaynak	Gaz	Dahil?	Açıklama
Baz senaryo	Kaynak 1	CO ₂	
		CH ₄	
		N ₂ O	
		Diğer	
	Kaynak 2	CO ₂	
		CH ₄	
		N ₂ O	
		Diğer	
Projeli durum	Kaynak 1	CO ₂	
		CH ₄	
		N ₂ O	
		Diğer	
	Kaynak 2	CO ₂	
		CH ₄	
		N ₂ O	
		Diğer	

Baz senaryo

Metot kısmında bahsedilen metotlarca belirlenen baz senaryonun açıklanması. Burada baz senaryonun oluşturulduğu metotların ve aşamaların açıklanması gerekmektedir.

Varsayımlar, mantıksal gerekçeler ve metot seçim kriterleri ve bu süreçte yararlanılan kaynaklar.

Katkısallık

Projenin katkısallığını uygulanan metot ve varsayımlar ışığında açıklayınız. Katkısallık analizi yapılmışsa bunun aşamaları ve metotları da açıklanmalıdır.

Metotta değişiklikler

Eğer metotlarda bir değişiklik olduğunda sera hazi azaltımında herhangi bir negative etki olmayacağı açıklanmalıdır. Kısaca projenin konservatifik yaklaşımı ifade edilmelidir.

SERA GAZI AZALTIM VE TUTUMLARININ SAYISALLASTIRILMASI

Baz senaryo emisyonları

Baz senaryo emisyonlarının/tutumlarının sayısallaştırılmasında kullanılan prosedurlerin kullanılan metot çerçevesinde tanımlanması. Kullanılan tüm denklemlerin ve metot tercihlerinin (EF vb katsayılar dahil) açıklanması gerekmektedir.

Projeli durum emisyonları

Baz senaryodakine benzer şekilde projeli durum emisyon/tutum hesaplamaları açıklanmalıdır.

Kaçaklar

Benzer şekilde kaçakların hesaplanmasında kullanılan prosedurlerin kullanılan metot çerçevesinde tanımlanması. Kullanılan tüm denklemlerin ve metot tercihlerinin (EF vb katsayılar dahil) açıklanması gerekmektedir.

Net sera gazı azaltım ve tutumları

Net sera gazı emisyon azaltımını veya tutum ve karbon stok değişim hesaplamalarının açıklaması.

Proje gerçekleşme öncesi (ex-ante) baz senaryo emisyon/tutum, projeli durum ve kaçak hesaplamaları ile ilgili aşağıdaki tablonun doldurulması.

Hesaplamalar kullanılan katsayılar, EF ve metotlar bakımından net ve açık şekilde ortaya konulmalıdır.

Yıl	Baz senaryo emisyon/tutum tahmini (tCO ₂ e)	Projeli durum emisyon/tutum tahmini (tCO ₂ e)	Kaçak emisyon tahmini (tCO ₂ e)	Net emisyon azaltım/tutum tahmini (tCO ₂ e)
Yıl A				
Yıl B				
Yıl C				
Yıl...				
Toplam				

İZLEME

Onay aşamasında gerekli veri ve parametreler

Aşağıdaki tablo onaylama için gerekli parametre ve veriler için doldurulmalıdır. Gerektiğinde tablo uzatılabilir.

Veri/ Parametre	
Veri birimi	Veriyi ifade etmek için kullanılan birim
Tanım	Veri veya parametreyi tanımlayınız
Veri kaynağı	Veri kaynağını/larını belirtiniz
Kullanılan değer	Kullanılan değeri belirtiniz
Veri seçimi veya ölçüm yöntemlerini ve prosedürlerinin açıklayınız	Veri seçimi veya ölçüm yöntemlerini ve prosedürlerinin referanslar vererek açıklayınız.
Verinin kullanım amacı	Aşağıdakilerden birini belirtiniz - Baz senaryonun belirlenmesi - Baz senaryo emisyonlarının hesaplanması - Proje emisyonlarının hesaplanması - Kaçakların hesaplanması
Yorumlar	Eklenmek istenenen başka bir konu varsa

İzlenen veri ve parametreler

Aşağıdaki tablo onaylama için gerekli parametre ve veriler için doldurulmalıdır. Gerektiğinde tablo uzatılabilir.

Veri/ Parametre	
Veri birimi	Veriyi ifade etmek için kullanılan birim
Tanım	Veri veya parametreyi tanımlayınız
Veri kaynağı	Veri kaynağını/larını belirtiniz
Veri seçimi veya ölçüm yöntemlerini ve prosedürlerinin açıklayınız	Veri seçimi veya ölçüm yöntemlerini ve prosedürlerinin referanslar vererek açıklayınız. Ölçümlerin hassasiyeti ile ilgili bilgi varsa eklenmeli.

İzleme ve kayıt frekansı	<i>Ölçüm ve kayıt frekansını belirtiniz.</i>
Kullanılan değer	<i>Kullanılan değeri belirtiniz</i>
İzleme cihazları	<i>Veri izlemede kullanılan ekipmanı, hassasiyetini, seri numarasını vb açıklayınız.</i>
QA/QC prosedürü	<i>Kalibrasyon dahil tüm kalite control ve güvence prosedürlerini açıklayınız.</i>
Verinin kullanım amacı	<i>Birtanesini seçiniz;</i> <i>Baz emisyonların/tutumların hesaplanması</i> <i>Proje emisyonların/tutumların hesaplanması</i> <i>Kaçakların hesaplanması</i>
Hesap yöntemi	<i>Hesaplama metodunu, denklem ve parametrelerini açıklayınız.</i>
Yorumlar	<i>Eklenmek istenenen başka bir konu varsa</i>

İzleme planı

İzlenen veri ve parametrelerin nasıl elde edildiği, toplandığı, kaydedildiği ve analiz edildiği aşağıdaki detaylar dikkate alınarak açıklanmalı;

Veri ve parametrelerle ilgili olarak ölçme, kaydetme, saklama, toplama ve raporlama metotları.

İzleme faaliyetleri için kurumsal yapı, sorumluluklar ve personel yeterlilikleri,

İzleme faaliyetlerinin yürütülmesi politikaları

İç denetim ve Qa/Qc,

Örnekleme yaklaşımı (örnek alan boyutu, sayısı, frekansı, Qa/Qc prosedürleri)

Mümkünse emsiyon/tutum izleme ve yönetim sisteminin diagram çizilmelidir..

EKLER

Yukarıda belirtilen konulara dair eklenecek herhangi bir belge veya açıklama varsa.