ÇEVRE
ŞEHİR VE İKLİM
Özel sayı



THE ESTABLISHMENT OF NEW CARBON SINK AREAS IN NON-FOREST LANDS AND CARBON FARMING IN THE PROCESS OF CLIMATE CHANGE ADAPTATION

Günay ERPUL - Özden GÖRÜCÜ - Atila GÜL - Yusuf GÜNEŞ
Reşat AKGÖZ - Kenan İNCE - Ünal Satı YILMAZ

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
Mail: erpul@ankara.edu.tr
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3797-6969

Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü
Mail: ogorucu@ksu.edu.tr
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-5597-1301

Süleyman Demirel Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü
Mail: atilagul@sdu.edu.tr
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-9517-5388

İstanbul Üniversitesi - Cerrahpaşa, Orman Fakültesi, Orman mühendisliği Bölümü
Mail: gunesy@iuc.edu.tr
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-6711-5967

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
Mail: resatakgoz@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-4618-4103

Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü
Mail: kananince@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-7555-0248

Orman Mühendisi - Orman Amenajman ve Modelleme Uzmanı
Mail: unalsyilmaz@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0008-2510-6836

ABSTRACT

This study examines the establishment of new carbon sink areas in non-forest lands and the importance of carbon farming practices in the context of climate change adaptation. For this purpose, the feasibility of sustainable land management (SLM) and carbon farming projects were investigated to mitigate the negative impacts of climate change and within climate change mitigation policies. Various approaches, such as agroforestry, sustainable soil management, and afforestation projects, have been proposed to balance land degradation and enhance ecosystem services. The study offers legislation and policy recommendations for carbon farming practices in Türkiye and evaluates the compliance of these practices with carbon certification and crediting processes.

Keywords: Carbon Farming, Climate Change, Carbon Sink Areas, Carbon Crediting, Certification

Makale Atıf Bilgisi:	Erpul, G. – Görücü, Ö. – Gül, A. – Güneş, Y. – Akgöz, R. – İnce, K. – Yılmaz, Ü. S. (2024). "İklim Değişikliğine Uyum Sürecinde Orman Dışı Alanlara Yeni Karbon Yutak Alanlarının Tesisi ve Karbon Çiftçiliği". *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi,* Yıl: 3, Çölleşme, Erozyon ve İklim Değişikliği Özel Sayısı, s. (59-80)
Makale Türü:	Araştırma
Geliş Tarihi:	30.09.2024
Kabul Tarihi:	28.10.2024
Yayın Tarihi:	08.11.2024
Yayın Sezonu:	Kasım 2024

İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM SÜRECİNDE ORMAN DIŞI ALANLARA YENİ KARBON YUTAK ALANLARININ TESİSİ VE KARBON ÇİFTÇİLİĞİ

Günay ERPUL - Özden GÖRÜCÜ - Atila GÜL - Yusuf GÜNEŞ
Reşat AKGÖZ - Kenan İNCE - Ünal Satı YILMAZ

ÖZ

Bu çalışma, iklim değişikliğine uyum sürecinde orman dışı alanlarda yeni karbon yutak alanlarının oluşturulması ve karbon çiftçiliği uygulamalarının önemini ele almaktadır. Belirlenen bu amaçla, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve iklim değişikliği azaltım politikaları dahilinde sürdürülebilir arazi yönetimi (SAY) ve karbon çiftçiliği projelerinin uygulanabilirliği araştırılmıştır. Arazi tahribatının dengelenmesi ve ekosistem hizmetlerinin iyileştirilmesi için tarımsal ormancılık, sürdürülebilir toprak yönetimi ve ağaçlandırma projeleri önerilmiştir. Çalışma, Türkiye'de karbon çiftçiliği uygulamaları konusunda mevzuat ve politika önerileri sunmakta ve bu uygulamaların karbon kredilendirme ve sertifikalandırma süreçlerine uygunluğunu değerlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Karbon Çiftçiliği, İklim Değişikliği, Karbon Yutak Alanları, Karbon Kredilendirme, Sertifikasyon

1. Giriş

Küresel iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve uyum sürecini desteklemek için ülkeler ve hükümetler başta olmak üzere, resmî kurumlar, Sivil Toplum Kuruluşları (STK) ve meslek disiplinleri ile kamuoyu yakından ilgilenmektedir (IPCC, 1990). Bu bağlamda, uluslararası ve ulusal düzeyde çeşitli stratejiler, politikalar ve finansman mekanizmaları devreye alınmaya çalışılmaktadır. Bu yeni ekonomik düzen, insan sağlığı ile doğal ekosistemlerin ve kültürel çevrenin korunması ve sürdürülebilirliği için etik bir araç olarak kabul edilmektedir (Gül, 2024; Gül vd., 2023).

IPCC'nin Beşinci Değerlendirme Raporu'na göre, küresel sera gazı emisyonlarının %25'i toprak kullanımından kaynaklanmaktadır (IPCC, 2014). Tarım sektörü bu salımların önemli bir kısmını oluşturmaktadır ve yanlış toprak kullanımı, iklim değişikliğine sebep olan ve onun bir sonucu olarak kabul edilen bir olgudur. IPCC, iklim dostu toprak kullanımı ile 2030'a kadar yıllık 7,2 ile 10,6 Gt (Gigaton) CO2 eşdeğerinde karbon tutulabileceğini öngörmektedir (UNCCD, 2015).

Toprağın iklim değişikliğine duyarlı bir şekilde kullanılması, sera gazı emisyonlarını azaltmada önemli bir potansiyele sahiptir. Sürdürülebilir Arazi Yönetimi (SAY) politikaları, Karar Destek Sistemleri (KDS) kullanılarak toprağın korunması ve planlı kullanımı, sera gazı emisyonlarının azaltılması için karbon yutaklarının oluşturulması ve Karbon Çiftçiliği (KÇ) uygulamalarını içermektedir. Bu yaklaşım, toprağın daha fazla karbon depolamasını sağlayarak iklim değişikliği ile mücadelede etkili bir strateji sunmaktadır (Erpul vd.,2018; Erpul vd., 2020).

KÇ, Karbon Yutak Alanları (KYA) oluşturmanın yanı sıra, ekosistem hizmetlerini artırarak üreticiye çeşitli gelir kaynakları sunabilmektedir. Bu bağlamda, Türkiye'nin gönüllü karbon piyasalarındaki rolüne yönelik çalışmalarda, 2022 Eylül ayı itibariyle ülkede 325 proje gönüllü karbon piyasasında kayıtlıdır. Bu projeler, Gold Standard, Verra ve GCC gibi standartlar tarafından sertifikalandırılmıştır. 2030'a kadar ülkemizde yıllık yaklaşık 30 Mt (Megaton) CO2'lik karbon kredisi üretilebileceği öngörülmektedir. Ancak ormancılık ve ağaçlandırma projelerinden bugüne kadarki karbon üretimi sınırlı düzeydedir.

Türkiye, "Orman Dışı Alanlarda, Özel ve/veya Tüzel Kişiler Tarafından Oluşturulacak Yeni KYA Tesisinin, Karbon Kredilendirme ve Sertifikalandırmaya Uygunluğunun Araştırılması ve Geliştirilmesi (AR-GE) Projesi" (Anonim, 2024a) ile bu alanda önemli bir adım atmıştır. İlgili proje Çevre Şehircilik Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve İklim Değişikliği Başkanlığı bünyesinde devam etmektedir. Böylece Sürdürülebilir Toprak Yönetimi (STY) teknolojileri geliştirilerek bozulmuş arazilerde KYA oluşturulacaktır. Bu sayede Türkiye'nin uluslararası karbon piyasalarındaki rolü güçlendirilecektir.

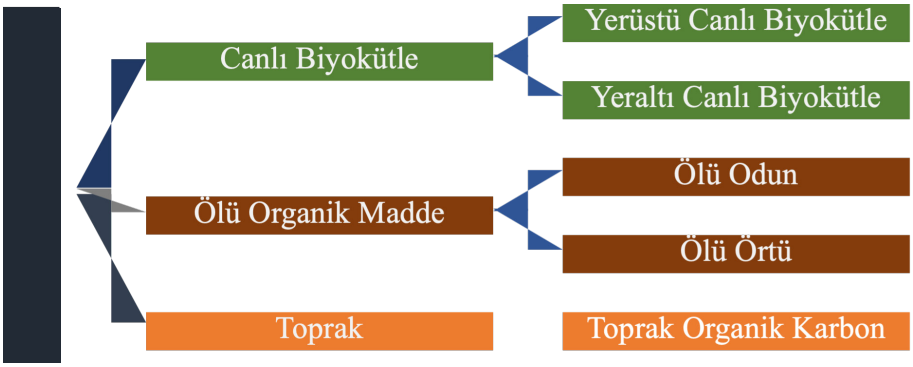
Bu çalışma, KÇ'nin SAY kapsamında nasıl yapılandırılabileceğini ve arazi tahribatını azaltma potansiyelini değerlendirmektedir. Bu bağlamda, başlıca arazi kullanım türlerinde canlı biyokütlenin artırılması öncelikli hedeflerden biri olurken, aynı zamanda ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği sağlanmakta ve toprakların dış etkenlere karşı direnci artırılmaktadır.

Makale, KÇ kavramının iklim değişikliği bağlamındaki önemini ve SAY ile ilişkisini ele almakta; karbon projelendirme, sertifikalandırma ve kredilendirme süreçlerini inceleyerek Türkiye koşullarına uygun öneriler sunmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, KÇ projelerinin ekosistem hizmetlerini nasıl iyileştirebileceğine yönelik öneriler de paylaşılmaktadır.

2. İklim değişikliği ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi

İklim değişikliğinin en önemli sebeplerinden biri, insan faaliyetleri sonucu doğadaki karbon döngüsünün bozulmasıdır. Karbon, doğada gaz (karbondioksit (CO_2), metan) ve katı (organik bileşikler) formlarda bulunur. Karbonmonoksit (CO), fotosentez yoluyla bitkilerde katı haldeki karbona dönüşür ve glikoz formunda depolanır. Ancak fosil yakıtların yanması sonucu atmosfere büyük miktarda CO_2 salınmakta ve bu miktar gün geçtikçe artmaktadır.

Fotosentez süreci, atmosferdeki CO_2'yi toprak üstü ve altı biyokütleye, ölü odun ve organik toprak karbonuna dönüştürür. Bu sürecin iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rolü vardır ve bu dönüşümün ekonomik değerlendirilmesi çeşitli parametreler (idare süresi, faiz oranı, biyokütle miktarı ve alan) üzerinden ele alınmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) kılavuzunda öngörülen karbon havuzları (AKAKDO, 2017).

Küresel iklim değişikliği, doğa temelli yönetilen ekosistemlerin (tarım, orman ve mera) yönetim uygulamalarını önemli ölçüde etkilemektedir. İklim değişikliği azaltım politikaları içerisinde yer alan enerji, imalat sanayi, binalar, ulaştırma, atık, tarım ve ozon tabakasını incelten maddeler ile florlu sera gazlarının yanı sıra bunlara ek bir diğer önemli sektörde Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) sektörüdür. Sektör itibariyle AKAKDO'nun amaçları arasında biyolojik çeşitliliğin korunması, karbon emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliği ile mücadele edilmesi hususları açıkça ifade edilmektedir. Bu bakımdan AKAKDO sektörü net sıfır hedefine ulaşmada karbon tutum sağlama potansiyeline sahip olması bakımından kritik bir öneme sahiptir. Bu kapsam çerçevesinde Türkiye'de ağaçlandırma ve rehabilitasyon projeleri, erozyonla mücadele faaliyetleri gibi çalışmalara önem verilmektedir.

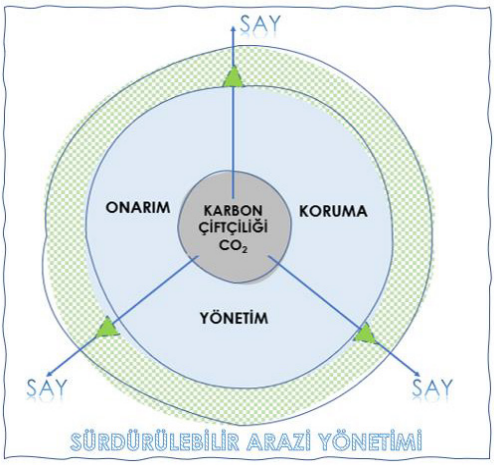
Tüm bu çalışmalar bir taraftan iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmaya yönelik uygulanırken diğer taraftan ülkenin yeşil dönüşümünün temel unsurlarından biri olacak dirençli ekosistemleri hedefleyen yenilikçi bir arazi yönetimi çerçevesinde geliştirilmeye çalışılmaktadır. Böylelikle, ekosistemlerin iklim değişikliğiyle mücadelede en üst seviyede uyum ve azaltma potansiyelinin ortaya konulması hedeflenmektedir.

İklim değişikliğinin istenmeyen etkileri, "Çölleşme, Arazi Tahribatı ve Kuraklık" gibi ekosistem hizmetlerinin sunumunu olumsuz etkileyerek insan refahını tehdit etmektedir. Bu bağlamda, SAY politikaları, bu sorunların etkilerini hafifletmek ve biyolojik çeşitliliği korumak amacıyla geliştirilmiştir (Şekil 2).

SAY yaklaşımları, erozyon şiddetini azaltmak ve arazi verimliliğini artırmak için dört ana kategoriye ayrılmaktadır: yönetsel, kültürel, bitkisel ve yapısal önlemler. Yönetsel önlemler, yasal düzenlemeler ve stratejik planlarla arazi kullanımını yönlendirir. Kültürel önlemler, tarım ve ormancılık uygulamalarında sürdürülebilir tekniklerin benimsenmesini içerir. Bitkisel önlemler, bitki örtüsünü yönetir ve geliştirir. Yapısal önlemler ise teraslama ve su hasadı gibi fiziksel altyapı projelerini kapsar. Bu bütünleşmiş yaklaşımlar, erozyonla mücadelede ve uzun vadeli ekosistem sağlığını korumada etkili çözümler sunar.

SAY, Arazi Tahribatının Dengelenmesi (ATD) hedefine ulaşmak ve iklim değişikliğine uyumu artırmak için önemli bir araçtır. Böylelikle iklim değişikliği mücadele de önceden belirlenmiş veya planlanmış eylemler yardımıyla KÇ, SAY ile entegre edilerek arazi tahribatını dengelemeyi ve ekosistem hizmetlerini iyileştirmeyi amaçlar.

Türkiye'de, çölleşme ve erozyonla mücadele kapsamında çeşitli projeler ve programlar uygulanmaktadır. ATD-KDS verilerine göre, bozulmuş ve bozulma riski taşıyan araziler, KÇ için büyük bir potansiyel sunmaktadır. Bu arazilerde, sürdürülebilir arazi yönetimi teknolojileri ve uygulamaları geliştirilerek yeni KYA oluşturulabilir ve bu alanların karbon kredilendirme ve sertifikalandırma süreçlerine uygunluğu sağlanabilir.



Şekil 2. Karbon Çiftçiliği ile Sürdürülebilir Arazi Yönetimi

3. Karbon Çiftçiliği (KÇ)

KÇ, iklim değişikliğini azaltmak amacıyla, çiftlik düzeyinde karbon havuzları ve sera gazı akışlarının sürdürülebilir yönetimini ifade eder. Bu, arazi ve çiftlik hayvanlarının yönetimi ile topraktaki karbon havuzlarının, bitki örtüsünün ve (CO_2), metan (CH_4) ve azot oksit (N_2O) akışlarının kontrolünü içerir. KÇ, Kyoto Protokolü'nün 2004'te yürürlüğe girmesinden sonra küresel olarak ilgi gören bir arazi yönetimi yaklaşımı haline gelmiştir.

Birçok ülke ve kuruluş, karasal karbonun çiftlik düzeyinde yönetilmesini teşvik eden piyasa temelli programları araştırmaya başlamıştır. Paris Anlaşması'nın 2050 yılına kadar iklim nötrlüğüne ulaşmayı hedeflemesiyle, özel sektörün bu alana ilgisi artmıştır. Ancak, ulusal veya uluslararası uyum programları, Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (LULUCF) sektöründen elde edilen azaltım sonuçlarını henüz kredi şeklinde tanımamıştır (AKAKDO, 2017).

2019'da yürürlüğe giren Avrupa Yeşil Anlaşması ile AB'nin Tarladan Sofraya Stratejisi ve Döngüsel Ekonomi Paketi, arazi tabanlı sektörlerde karbon yönetimi için daha iyi teşviklere ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır. KÇ anlayışını geliştirmek ve izleme, raporlama ve doğrulama (MRV) süreçleri için şeffaf bir yönetişim sistemi oluşturmak, KÇ uygulamalarının yaygınlaşmasında kritik öneme sahiptir.

KÇ, arazi üretkenlik dinamiklerinden en yüksek faydayı sağlamak amacıyla, iklim koşulları, toprak kaynakları ve topografyayı dikkate alır. Yönetilen ekosistemlerinde ekonomik değer; biyokütle çeşitliliği, miktarı ve mahsul üretiminden elde edilir. Bu süreç, arazi yönetiminin "uygulama–işlev–hizmet–

fayda–değer" dizisi ile belirlenir. Arazi Üretkenlik Dinamiği (AÜD) göstergesi, biyofiziksel hizmetler ve arazi örtüsü yönetimi hakkında çözümsel bilgiler sunar ve arazi üretkenliği ile biyokütle üretiminin sosyoekonomik etkilerini analiz eder (Erpul vd., 2023).

SAY yaklaşımları, yalnızca biyofiziksel hedefler değil, sosyoekonomik hedefler doğrultusunda da planlanmalıdır. Arazi üretkenliğini korumak ve artırmak için negatif eğilim gösteren arazi üretkenliği ve erozyon şiddeti gibi süreç göstergeleri, sürdürülebilir toprak yönetim uygulamaları ile dengelenmelidir (ÇEM, 2017, 2018). Böylece, arazi yönetimi ve ağaçlandırma faaliyetleri iklim değişikliğiyle mücadeleye katkıda bulunacak şekilde planlanarak, uygulamaya aktarılması yoluyla karbon yutağı işlevi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir üretim teşvik edilebilecektir.

3.1. KÇ'nin Avantajları ve Dezavantajları

KÇ'nin Avantajları

KÇ'nin pek çok avantajı bulunmaktadır: (COWI, Ecologic Institute and IEEP, 2021).

1. Bu uygulama arazi sahipleri ve yatırımcılar için yenilikçiliği ve girişimciliği teşvik ederek ekonomik fırsatlar sunar.
2. Aynı zamanda çok amaçlı ürün elde etme imkânı sağlayarak ekonomik çeşitliliği artırır.
3. KÇ, ağaç, çalı ve otsu bitkilerin kombinasyonu ile ekosistem hizmetlerini geliştiren karma sistem desenleri sunar.
4. Bu tür uygulamalar, yerel halk için istihdam oluşturma potansiyeline sahiptir.
5. KÇ ile karbonu uzun süreli olarak tutma kapasitesiyle iklim değişikliğiyle mücadelede önemli bir rol oynar.
6. Ayrıca, alıcılar için ödeme ve karbon etkileri arasında daha net bir bağlantı kurarak yüksek güvenilirlik ve cazibe sağlar.
7. Verimsiz ve bozuk arazilerin bitkilendirilmesiyle bu tür alanlar daha verimli hale getirilmesini ve böylece bölgesel kalkınmaya katkıda bulunulmasını sağlar.
8. KÇ, yerel halkın farkındalığını artırarak eğitici bir rol üstlenir.
9. İmece ve kooperatif kültürünü geliştirerek sosyal dayanışmayı teşvik eder.

Böylece; "iklim dostu ormancılık", "iklim dostu tarım", "iklim dostu şehirler" gibi alt bileşenler altında söz konusu alanların negatif emisyona geçirilmesi ve bu alanlardaki karbon yutak kapasitesinin artırılması sağlanabilir.

KÇ'nin Zorlukları ve Sınırlamaları

Bununla birlikte, KÇ bazı zorluklar ve sınırlamalarla da karşı karşıyadır: (COWI, Ecologic Institute and IEEP, 2021).

1. Projeler için finansal destek ve teşviklerde belirsizlikler bulunmakta ve bu da yatırımcılar için risk oluşturmaktadır.
2. İstenilen kaliteli ve standartlarda fidan materyallerinin temini zor olduğundan, bu durum projelerin hayata geçirilmesini güçleştirebilmektedir.
3. Karbon sertifikasyon, denetleme ve raporlama işlemlerinin maliyetlerinin yüksek olma ihtimali yüksektir.
4. Karbon hesaplama ve doğrulama süreçlerinde güvenilirlik kriterlerinin uygulanmasındaki zorluklar ortaya çıkabilmektedir.
5. Karbon etkilerinin kalıcılığını sağlama konusunda yaşanan sıkıntılar, karbon çiftçiliğinin uzun vadeli sürdürülebilirliğini tehdit edebilecektir.
6. Teknik danışmanlık desteğinin eksikliği de KÇ projelerinin etkili bir şekilde yürütülmesini engelleyebilecektir.

Tüm bu zorluklar göz önünde bulundurulduğunda, KÇ projelerinin başarılı bir şekilde uygulanabilmesi için kapsamlı bir planlama ve yönetim gerekmektedir.

3.2. KÇ Proje Süreçleri

Yeni KYA oluşturmak için hazine arazilerinde sürdürülebilir arazi yönetimi kapsamında dört ana karbon çiftçiliği proje türü uygulanabilir:

1. Tarımsal Ormancılık Karma Sistemleri (Agroforestry Sistemleri): Ağaç, çalı ve otsu bitkilerin farklı desenlerle kullanımıyla çok yönlü ekosistem hizmetleri, karbon tutulumu ve biyolojik çeşitlilik desteklenir.
2. Sürdürülebilir Toprak Yönetimi Projesi: Tarımsal uygulamalar ve çayır-mera bitkilendirmeleri ile toprakta karbon depolamasını artıran projeler.
3. Ağaçlandırma/Yeniden Ağaçlandırma Projeleri: Boş arazilerde yeni ağaç dikimi ve tahrip olmuş orman alanlarının yeniden ağaçlandırılmasıyla karbon tutulumu sağlanır.
4. Orman Koruma Projeleri (REDD+): Mevcut ormanların korunması ve sürdürülebilir yönetimi ile ormansızlaşmanın önüne geçilerek karbon emisyonları azaltılır.

KÇ projelerinde, arazinin doğru yönetilmesi, sürdürülebilirlik, izlenebilirlik ve karbon ticaretinde gerçekçi hedeflerin sağlanması esastır. Proje alanında risklerin önceden belirlenmesi ve gerekli tedbirlerin alınması gerekmektedir. Ayrıca karbon sertifikasyon, kredilendirme ve karbon ticareti süreçlerinin doğal kaynak ve ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliğine katkıda bulunacak

şekilde planlanmalıdır. Böylelikle şehir içi ve çevresinde yeşil kuşaklar ve koridorlar oluşturulması başta olmak üzere yukarıda belirtilen projeler dâhilinde alternatif uygulamalarla doğal yaşam ve ekosistem bütünlüğü sağlanacak ve korunabilecektir.

3.3. KÇ ve Arazi Tahribatının Dengelenmesi Karar Destek Sistemi İlişkisi

Arazi Tahribatının Dengelenmesi Karar Destek Sistemi (ATD–KDS), Birleşmiş Milletler Çölleşmeyle Mücadele Sözleşmesi (BMÇMS) kapsamında geliştirilen, ÇEM bünyesinde faaliyet gösteren, bütünleşmiş veri ve modellerle karar vericilere destek sağlayan bir sistemdir. Google Earth Engine tabanlı ve açık kaynak kodlu olan bu sistem, gönüllü ATD hedeflerine ulaşmak için coğrafi koordinatları belirli veriler sunar.

ATD–KDS Sisteminin Amaçları ve Kullanımı:

1. ATD Göstergelerinin İzlenmesi: Arazi örtüsü, arazi üretkenlik dinamiği ve toprak organik karbonu (TOK) gibi ana göstergelerin izlenmesini sağlar.
2. Planlama ve Karar Alma: Mevcut durum analizleriyle hangi alanlarda önlem alınması gerektiğini ve hangi alanların durağan ya da iyileşiyor olduğunu gösterir.
3. Çözümlemeli Analizler: Ek göstergelerle birlikte, stratejik ve etkili arazi yönetimi kararlarının alınmasını sağlar.

ATD–KDS, farklı coğrafi ölçeklerde analiz yaparak arazi tahribatını ve karbon tutum potansiyelini belirlemek için önemli bir araçtır. Toprak Organik Karbonu (TOK) göstergesi, karbon çiftçiliği için temel bir bileşen olarak kullanılır ve arazi yönetimi stratejilerinin geliştirilmesine yardımcı olur. Sistem, karar vericilere arazi kullanım durumlarını ve değişimlerini analiz ederek sürdürülebilir arazi yönetimi uygulamalarının başarısını artırmayı hedefler.

Sonuç olarak, ATD–KDS yaklaşımı (Erpul vd., 2023), SAY yaklaşımları ile bütünleştirilerek, arazi tahribatını önlemek, yönetmek ve onarmak suretiyle KÇ stratejilerinin başarısını destekler. Bu uygulamalar, ekosistem hizmetlerini ve biyoçeşitliliği korurken iklim değişikliğine uyum sağlama ve karbon emisyonlarını azaltma hedeflerine de katkıda bulunur.

3.4. Karbon Çiftçiliğinde Karbon Ekonomisi ve Karbon Kredilendirme Mekanizması

İnsanın karbon döngüsü üzerindeki etkisi yadsınamaz olmakla birlikte, bu etkinin parasal değere dönüştürülmesi ve ölçülebilir birimlerle ifade edilmesi giderek önem kazanmaktadır. Son on yılda gelişen "Karbon Pazarları" ve "Karbon Ekonomisi" bu dönüşümün en somut örneklerindendir. Karbon ekonomisi, yutak alanların tuttuğu karbon miktarını hesaplayarak, bunların

mali ve piyasa değerini belirlemeye odaklanır. Bu ekonomide, idare süresi, faiz oranı, biyokütle miktarı ve alan gibi parametreler değerlendirilerek yutak alanlarının CO_2 bağlama ve ekonomik değere dönüştürülmesi matematiksel ekonomi çerçevesinde ele alınır (Görücü, 1997).

Dünya genelinde karbondioksit, küresel ısınmada en fazla paya sahip gaz olduğundan, bilimsel çalışmaların büyük bölümü bu gazın indirgenmesine veya bağlanmasına odaklanmaktadır. Sedjo (1989), ağaçlandırmaların genişletilmesi önerisiyle, iklim değişikliğini azaltmak için önemli bir strateji geliştirmiştir. Benzer şekilde, Cline (1992), yutak alanlarda bitkilendirme ve ağaçlandırmanın üç temel faydasını vurgulamaktadır:

1. Zaman Kazanma: Karbon dışı enerji teknolojilerine geçiş sürecinde 30-40 yıllık bir zaman kazandırır.
2. Esneklik: Depolanan yüksek seviyedeki karbon, küresel ısınmanın belirsizliklerine karşı daha fazla esneklik sağlar. Örneğin, küresel ısınmanın etkileri azaldığında, ağaçlar biyokütle hammaddesi olarak ekonomik değer yaratacaktır.
3. Yenilenebilir Enerji Kullanımı: Fosil yakıtların, yenilenebilir biyokütle enerjisiyle değiştirilmesi, küresel ısınma sorununa çözüm sunabilir.

Araştırmalar, 1860 yılından bu yana arazi kullanımındaki değişimler sonucu 150-250 milyon ton karbonun atmosfere salındığını göstermektedir (Trexler, 1991). Bu geniş aralık, arazi kullanımındaki değişimlerden kaynaklanan karbon salımını sayısallaştırmanın zorluğuna işaret eder. Hızlı nüfus artışı ve yerleşim alanlarının genişlemesi, arazi kullanımındaki değişimin başlıca nedenleridir (Richards, 1990). Orman alanlarının tarımsal amaçlarla kullanımı da bu değişime önemli katkıda bulunmaktadır. Johnson (1991), tropik ormansızlaşmanın %64'ünün tarımsal, %18'inin ticari biyokütle üretimi, %10'unun yakacak odun, %8'inin ise çiftçi kullanımından kaynaklandığını belirtir.

Tropikal ormanlar, diğer ekosistemlere göre çok daha fazla karbon depolamaktadır. 1 hektar tarım arazisi, aynı alandaki tropikal ormana göre 44 kat daha az karbon depolamaktadır (Cairns ve Meganck, 1994). Farklı ekosistemlerin karbon depolama kapasiteleri kuru madde ağırlıklarına göre Tablo 1'de gösterilmektedir (Sarı, 2024).

Tablo 1. Bazı ekosistemlerin Karbon Depolama Kapasiteleri (Cairns ve Meganck, 1994).

Ekosistem Adı	Karbon Depolama (t C/ha)
Tropikal ormanlar	220
Ilıman ormanlar	150
Kuzey ormanları	90
Çayır ve meralar	15
Tarım alanları	5

Sonuç olarak, karbon ekonomisi ve karbon kredilendirme mekanizmaları, karbon emisyonlarını azaltmak ve ekosistem hizmetlerini geliştirmek için önemli araçlar sunmaktadır. Ülkemizde bu yaklaşımların ekonomik değeri ve sosyal faydaları, sürdürülebilirlik kriterleri doğrultusunda değerlendirilmeye başlanmıştır.

3.5. Karbon ekonomisinde hesaplama metodolojisi

Karbon ekonomisinde, yutak alanların bitki desenine ve saha verilerine dayalı olarak, kuru biyokütledeki karbon miktarı, bağlanan CO_2 miktarı ve karbonun fiyatı gibi parametreler kullanılarak karbonun mali değeri hesaplanır. Fotosentez denkleminden faydalanılarak biyokütlenin tuttuğu CO_2 miktarı metrik olarak hesaplanmaktadır (Laposata, M. ve Pratte, J. 2005). Bu hesaplama ile 1 kilogram odun kütlesinde bağlanan CO_2 miktarı 1,65 kg olarak belirlenmiştir. Ancak, karbonun bugünkü ekonomik değerini hesaplamak için faiz oranı, idare süresi ve karbon fiyatı gibi parametreler de dikkate alınarak, ekim veya dikimden itibaren bağlanan CO_2'in bugünkü net değeri hesaplanmaktadır.

Ayrıca, fotosentez denkleminden faydalanılarak oluşturulan eşitlik 1 yardımıyla biyokütlenin tuttuğu CO2 miktarı metrik olarak hesaplanmaktadır (Laposata, M. ve Pratte, J. 2005).

$$A_{C02} = M_d \times N_c \times R_c \qquad [1]$$

Eşitlikte, ACO_2, M_d, N_c ve Rc sırasıyla biyokütle CO_2 miktarı (ton), 1 kg biyokütlenin kuru ağırlığı, 1 kg kuru biyokütledeki karbon miktarı (0,45) ve 44 atomik kütle birimine sahip CO_2'in, 12 atomik kütle birimine sahip karbona oranıdır ((44/12) = 3,66).

Karbonun metrik değerinin ve piyasa değerinin belirlenmesi için farklı yöntem ve yaklaşımlar kullanılmaktadır. Genel olarak, kuru madde ağırlığı ve karbon dönüşüm oranları göz önüne alınarak fiyatlandırma yapılmaktadır. Yutak alanlarda tutulan karbondioksitin mali değerini hesaplamak amacıyla, uluslararası piyasalardaki karbon fiyatları referans alınmaktadır. Örneğin, IPCC'nin 1996 yılı tahminlerine göre karbonun değeri 5$- 125$ /tC arasında değişmektedir (IPCC, 2014). İngiltere Hükümeti Ekonomi Servisi'nin (GES) 2002 yılında yaptığı araştırma ise bu değeri 35$- 140$ /tC arasında göstermektedir (Clarkson ve Deyes, 2002). Ayrıca, iklim değişikliğinin şiddetinin artması varsayımıyla bu değerin her yıl 1 ton karbon için 1$ artırılabileceği belirtilmiştir.

Türkiye'de, gönüllü karbon piyasalarının varlığına rağmen, yutak alanlara ilişkin resmi bir karbon piyasası henüz oluşmamıştır. Bu nedenle, karbon fiyatı

GES'in önerdiği minimum değerler dikkate alınarak 18 $ olarak hesaplanmıştır (Sarı, 2024). Yutak alanlarda tutulan karbondioksitin net bugünkü değeri (NBD), farklı faiz oranları ve idare süreleri (5-40 yıl) göz önüne alınarak belirlenmektedir (Görücü, 2004).

Karbonun ekonomik değerini belirlemek amacıyla, toplam ortalama yıllık artım ve karbon fiyatı gibi parametreler kullanılarak hesaplamalar yapılmaktadır. Farklı bitki formasyonları için kuru biyokütle ağırlığı hektar başına 1 ila 8 ton arasında değişmektedir. Bu hesaplamalar, yutak alanların tuttuğu karbondioksit eşdeğerini ve karbonun piyasa değerini belirlemede önemlidir (Eker, 1997).

Hesaplamalarda doğal kapital için kullanılan iskonto oranı %3 veya %5 olarak karbonun NBD içinde kullanılabilecektir (Price ve Willis, 1993; Newell ve Stevens, 1999; Obersteiner vd., 2007).

$$NBD = T_{MAI} \times P_c \times N_c \times R_c \times D \quad [2]$$

Burada, TMAI, Pc ve D sırasıyla toplam ortalama yıllık artım (m3/hektar), karbon fiyatı (18 $/t C) ve dönem için iskonto faktörüdür ve Eşitlik 3 ile verilmektedir.

$$D = \left\{\left(\frac{1}{r}\right) \times \left(1 - \frac{1}{1+r}\right) \times t)\right\} \quad [3]$$

Burada r iskonto oranıdır ve t ise süreyi göstermektedir.

Farklı bitki formasyonları için üretim güçleri Tablo 2'de verilmektedir (Kalıpsız, 1982).

Tablo 2.Ormanlar ile diğer bitki topluluklarının biyokütle üretim güçlerinin karşılaştırılması (yıllık en yüksek bitkisel kuru madde ağırlığı ton/ha/yıl)

Bitki Formasyonları	Biyokütle ağırlığı(ton/ha/yıl)
Ladin	8-14
Ilıman bölge ormanları	13
Kayın	7-12
Kuzey ibreli ormanları	8
Çam türleri	5-8
Bahçe ve tarla bitkileri	6,5
Şekerpancarı	12

Çalı bitkileri	6
Hububat	4-10
Ilıman bölge çayırlıkları	5
Patates	4-8
Dağlık meralar	1,4
Orman gülü	2

Yutak alanlarda tutulan karbonun mali değerini karbon piyasalarında veya borsasında karbon kredisine dönüştürmek için, alanın ilk tesis aşamasından karbon kredisi satış aşamasına kadar belirli adımların izlenmesi gerekmektedir. Bu süreçte, yutak alanların belirlenmesi, karbon kredisi hesaplama ve sertifikalandırma işlemleri ile karbon kredilerinin piyasa değerine dönüştürülmesi sağlanmalıdır. Karbon piyasalarının gelişmesiyle birlikte, KÇ ve yutak alanların ekonomik değeri artmakta ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli bir araç olarak kullanılmaktadır.

4. KYA'da Karbon Kredilendirme

KYA yönetimi, alanın idare hedefinin değiştirilerek karbon tutma fonksiyonu üstlenmesiyle gerçekleşir. Bu, normal şartlarda ağaçlandırılmayacak alanların karbondioksit emisyonunu tutma amacıyla ağaçlandırılması gibi uygulamaları kapsar.

Karbon Piyasası: Karbon piyasası, ülkelerin ve şirketlerin sera gazı hedeflerine ulaşabilmeleri için emisyon tahsisatlarını alıp satabildikleri bir platformdur (Kılıç Hernandez, 2019). Bu piyasaların başlıca özellikleri şunlardır:

- Proje ve piyasa temelli olup, katılım için herhangi bir sınırlama bulunmaz.
- Esneklik mekanizmalarına benzer bir süreç izlenir ve gönüllü karbon piyasalarında hedefler, devlet politikalarından bağımsız geliştirilebilir.
- Karbon nötr olmak isteyen kuruluşlar, emisyonlarını dengelemek için karbon kredilerini satın alabilirler.
- Karbon kredileri, GOLD, VCS+VER gibi çeşitli standartlara göre ticarete konu edilir.
- 2023 yılında dünya emisyon ticaretinin büyüklüğü 175 milyar Euro düzeyindedir.
- Türkiye, İstanbul Uluslararası Finans Merkezi Stratejisi ve Eylem Planı kapsamında karbon ticareti borsalarının kurulmasını hedeflemektedir.

Gönüllü Karbon Piyasaları: Gönüllü karbon piyasaları, CO2 denkleştirme prensibine dayanır ve dünya genelinde 2005'te başlayan projeler 2010'dan itibaren kayıt altına alınmıştır. Türkiye'de ise 2013 yılında yayımlanan Gönüllü

Karbon Piyasası Kayıt Tebliğiyle sera gazı emisyonu azaltımı ve karbon sertifikası elde etmek amacıyla geliştirilen projelerin kayıt altına alınmasına ilişkin usul ve esaslar düzenlenmiştir (Anonim, 2024b). Bu kapsamda gönüllü piyasaya yönelik çoğu yenilenebilir enerji odaklı bazı projeler geliştirilmiş, yutak alan kurma veya ağaçlandırma odaklı projelere ise hiç yer verilmemiştir. Günümüzde ise Paris Anlaşması'nın 6'ncı Maddesiyle ülke içerisinde gerçekleşen azaltım çıktılarının Ulusal Katkı Beyanı ve 2053 net sıfır hedefi için önem arz etmesi sebebiyle ulusal bir karbon kredilendirme sisteminin kurulması bir zorunluluk haline gelmiştir.

Karbon Kredilendirmesi: Karbon kredilendirmesi, bir alandaki karbon tutumunun garanti edilmesi durumunda, örneğin 100 hektarlık bir alanda hektar başına yılda 4 ton CO_2 tutulmasıyla, 30 yılın sonunda 12.000 karbon kredisi kazanılmasını sağlar (IPSS, 2014). Eğer bu ağaçlar kesilip mobilya üretiminde kullanılırsa, toplam kredinin %15'i, yani 1.800 karbon kredisi kazanılır. Bu açıdan bakıldığında Türkiye'nin uzun dönemli azaltım hedeflerine maliyet etkin bir şekilde ulaşmasında uluslararası karbon piyasalarından yararlanma hususu da ayrıca önem arz etmektedir.

4.1. KÇ Kapsamında Mevzuat Çerçevesi

Karbon sertifikasyonu, tutulacak karbonun belli şartlar ve takvim doğrultusunda resmi kayıt altına alınması sistemidir (Kuş, vd., 2017). KÇ metoduyla üretilen karbon tutumunun karbon emisyonu ticaret sistemine dahil edilmesi için belirli adımlar izlenmelidir: Bu adımlar proje kapsamında çeşitli kurumlar ile yapılan görüşmeler sonrası kurgulanmıştır.

1. Arazinin Seçimi: Uygun arazi, proje uygulama alanı için belirlenmeli ve bu arazi karbon tutumuna uygun olmalıdır.
2. Fizibilite ve Sözleşme: Seçilen parselin uygunluğu bir fizibilite çalışması ile doğrulanmalı ve arazi maliki ile yatırımcı arasında sözleşme yapılmalıdır.
3. Karbon Tutumu Projesinin Hazırlanması: Teknik bitkilendirme/ağaçlandırma projeleri hazırlanarak, karbon tutum kapasitesi ve piyasa fiyat projeksiyonu belirlenir.
4. İzleme ve Denetleme: Proje uygulamasına başlanmasının ardından, uzun süreli izleme, denetleme ve raporlama yapılır. Bu süreçte, sertifikalandırma kuruluşları ve ilgili kamu idarelerine düzenli rapor sunulmalıdır.
5. Arazinin Yönetimi: Arazinin teknik olarak nasıl yönetileceği, tarım ve ormancılık faaliyetlerinin nasıl yürütüleceği detaylı bir planla belirlenir. Yangına karşı koruma gibi tedbirler içeren bir koruma planı uygulanmalıdır.

6. Sertifikanın Düzenlenmesi: Akredite kuruluşlar tarafından düzenlenen karbon emisyon sertifikası, metrik ton olarak ölçülen karbon tutumunu belgelemelidir. Sertifikada, keşideci, lehtar, emisyon miktarı ve düzenleme tarihi gibi bilgiler yer almalıdır.
7. Türkiye Karbon A.Ş.'ye Bildirim: Sertifikalı karbon kredileri, Türkiye Karbon A.Ş. gibi bir kuruluş aracılığıyla borsada işlem görebilmelidir. Karbon kredisi, kıymetli evrak niteliğinde düzenlenerek sermaye piyasasında yatırım aracı olarak işlem görebilir.

Bu şekilde, KÇ projeleri ve karbon ticareti hem çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlar hem de ekonomik bir değer yaratır.

5. Tescil sisteminin Kurulması

Karbon sertifikasyonu, bitkisel karbonun metrik ton birimiyle resmi olarak kayıt altına alınması sürecini ifade eder. Bu sistemin oluşturulması için ayrı bir yönetmelik veya yönerge gerekse de yasal bir temel sağlamak amacıyla yönetmelik düzeyinde yapılması tercih edilmelidir. İklim değişikliği kanununa bu konuda hüküm eklenmesi, tescil sistemine yasal dayanak sağlayacaktır (Kılıç Hernandez, 2019).

Oluşturulacak tescil sisteminin aşağıdaki ilkeler doğrultusunda yapılandırılması önemlidir (Bu ilkeler proje kapsamında ortaya konmuştur):

- Her proje için ayrı bir sayfa açılarak kayıt tutulmalıdır.
- Tescil işlemi, karbon hakkının doğumu anında yapılmalıdır.
- Tescil sistemi aleniyet ilkesiyle şeffaf olmalıdır.
- Tescil sebebe bağlı olarak gerçekleştirilmelidir.
- Tescil ve sicil sistemine güven ilkesi geçerli olmalıdır.
- Devlet, sicil sisteminin tutulmasından objektif olarak sorumlu olmalıdır.

5.1. Tescil Edilen Alanların Ticarileşmesi

Tescil edilen alanların ticaret konusu olabilmesi için ilgili kuruma bildirilmesi gereklidir. Bu süreçte, karbon ticareti ve borsa işlemleri için bir kamu A.Ş. kurulabilir. Şirketin borsada işlem görmesi ve portföy ihracı için gerekli düzenlemeler yapılmalıdır.

Karbon tutumuna konu olan arazilerde uygulama başladıktan sonra, arazinin sicil sistemine kaydedilmesi ve karbonun sertifikalandırılarak sicil sistemine işlenmesi zorunludur. Daha sonra, sicil sistemine kayıtlı bitkisel karbonun bir kıymetli belgeye dönüştürülmesi ve tercihen emtia senedi niteliği verilerek borsada işlem görmesi sağlanmalıdır (Ülgen ve Güneş 2016). Yetkili kurum, karbon ticareti için Türkiye Karbon A.Ş. veya sicil sistemini yönetecek TÜİK olabilir.

Sicil sistemine kayıtlı bitkisel karbonun ticareti sırasında, ilk karbon hakkı sahibi arazinin maliki veya tasarruf sahibi olmalıdır. Karbon hakkı, ticarete konu olduğunda, kıymetli evrakın ciro yoluyla el değiştirmesi ve bu işlemlerin sicil sistemine kaydedilmesi gerekir. Aksi halde, alım satım işlemleri takibi zorlaşacak ve son malik belirlenemeyecektir. Bu nedenle, gemi veya maden sicilinde olduğu gibi, karbon hakkının alım satımının sicil sistemine kaydedilmesi zorunlu olmalıdır.

Bu sürecin etkin bir şekilde yürütülebilmesi için sorumlu kurumun belirlenmesi ve görev yetkilerinin netleştirilmesi gereklidir. Ayrıca, KÇ projelerinin sürdürülebilirliği açısından mevzuat değişiklikleri elzemdir. Bu değişiklikler, Anayasa, 6831 sayılı Orman Kanunu, 4324 sayılı Mera Kanunu, 5403 sayılı Toprak Koruma ve Arazi Kullanımı Kanunu, Vergi Mevzuatı ve SPK Mevzuatı kapsamında yapılmalıdır (Kılıç Hernandez, 2019).

6. Sonuç ve Tartışma

Küresel iklim değişikliği, ulusal ve uluslararası ölçekte siyasi, ekonomik, sosyal ve ekolojik bileşenlerin öncelikli hale getirilmesini gerektiren önemli bir sorun olarak kabul edilmektedir. Geleneksel yüksek kâr odaklı ekonomik kalkınma modelleri yerine, çevresel ve sosyal kaygıları göz önünde bulunduran, doğa ile uyumlu bir ekonomik sistemin (örneğin, yeşil ekonomi veya ekolojik ekonomi) benimsenmesi gereklidir. Bu sistem, adalet, eşitlik ve etik değerlere dayalı bir yaklaşımla doğal kaynakları korumayı hedeflemektedir.

KÇ uygulamaları, arazilerin iklim dostu bir şekilde yönetilmesini sağlayarak karbon tutma kapasitesini artırır. Ancak bu projelerin başarılı olabilmesi için uygun mevzuat düzenlemeleri, finansal teşvikler ve teknik destek mekanizmaları oluşturulmalıdır. Ayrıca, yerel halk ve çiftçilerin bu projeleri benimsemesi, uzun vadeli başarı için kritik bir öneme sahiptir. Bozulmuş veya verimsiz arazilerin KÇ ile yenilikçi ve iklim dostu bir şekilde kullanılması hem çevresel hem de ekonomik faydalar sağlayabilir.

Türkiye'de Orman Dışı Alanlarda Yeni KYA Tesisi ve KÇ Uygulamaları için öneriler şöyledir:

1. Araştırma ve Geliştirme: KÇ uygulamaları konusunda daha fazla araştırma yapılmalı ve bu uygulamaların gönüllü karbon piyasalarındaki yeri güçlendirilmelidir.
2. Stratejik Adımlar: KÇ, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir araç olarak değerlendirilmelidir. Bu alanda stratejik adımlar atılmalı ve mevcut mevzuat, karbon kredilendirme projelerine uygun hale getirilmelidir.

3. Çeşitlendirilmiş Ağaçlandırma Alanları: Orman ağacı türleri dışında, meyveli ağaç türleri, çalı ve otsu bitkilerden oluşan çoklu faydalı ağaçlandırma alanları (tarımsal ormancılık) oluşturulabilir.
4. Sürdürülebilir Uygulamalar: En düşük maliyetli, minimum toprak işleme gerektiren ve organik tarım gibi topraktaki karbon miktarını artıran uygulamalar teşvik edilmelidir.
5. Arazi Seçimi ve Kullanım Hakları: KÇ için seçilecek arazilerin mülkiyet durumu, kullanım hakları ve imar durumu gibi faktörler uygun olmalıdır.
6. Arazi Sahipliliği ve Hak Durumu: Proje yönetimi, kredilendirme ve sertifikasyon aşamalarında arazi sahipliliği ve hak durumu net olarak tanımlanmalıdır.
7. Ön Fizibilite: KÇ projeleri, arazi ve proje senaryosunun karbon kredilendirme ve sertifikasyon kriterlerine uygun olup olmadığını belirlemek için ön fizibilite çalışmaları yapılmalıdır.
8. Arazi Büyüklüğü: KÇ projelerinin uygulanacağı araziler en az 3 hektar büyüklüğünde olmalıdır.
9. Uzun Süreli İdari Süre: KÇ projelerinin idari süresi en az 30 yıl (veya 50 yıl) olmalıdır. Ağaçların 30 veya 60 yıl boyunca tuttukları karbonun atmosfere geri salınmaması sertifikasyon için önemlidir.
10. Mevzuat Değişiklikleri: Mevzuat, KÇ projelerinin önündeki sosyal ve ekonomik engelleri aşacak şekilde düzenlenmelidir.
11. Topraksız Çiftçilere Erişim: Yeni ve mevcut topraksız çiftçilerin toprak erişimi için hazine arazileri öncelikli olarak yerel halk ve kooperatiflere tahsis edilmelidir.
12. KÇ Yönetmeliği: KÇ' nin desteklenmesi ve teşvik edilmesi için özel bir yönetmelik çıkarılmalıdır.
13. Bilimsel Araştırmalar: KÇ teknik bir konu olup, bilimsel araştırmalar kapsamında geliştirilmelidir. Araştırmacılar ve çiftçiler arasında bilgi paylaşımı sistematik hale getirilmelidir.
14. Farkındalık ve Eğitim: Üniversiteler, resmî kurumlar ve STK'lar iş birliği ile çiftçiler için eğitsel etkinlikler düzenlenmelidir.
15. Pazarlama Mekanizmaları: KÇ uygulamaları ile elde edilen ürünlerin pazarlanması ve satışı için yerel mekanizmalar oluşturulmalıdır.
16. Sigorta ve Zarar Karşılama: Uzun idari sürece sahip KÇ projeleri için sigorta ve zarar karşılama mekanizmaları oluşturulmalıdır.

Sonuç olarak, KÇ, iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir araç olarak benimsenmeli ve ülkemizde bu konuda kapsamlı stratejiler geliştirilmelidir. Mevcut arazi kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılması, yerel halkın katılımı ve uzun vadeli sürdürülebilirlik hedeflerine uygun projelerle, KÇ önemli bir kalkınma aracı haline gelebilir.

Teşekkür

Bu çalışma, T.C. Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü ve İklim Değişikliği Başkanlığı tarafından desteklenen "Orman Dışı Alanlarda Özel ve/veya Tüzel Kişiler Tarafından Oluşturulacak Yeni Karbon Yutak Alanları Tesisinin Karbon Kredilendirme ve Sertifikalandırmaya Uygunluğunun Araştırılması ve Geliştirilmesi (AR-GE) Projesi" kapsamında gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın gerçekleştirilmesinde proje ekibine sağladıkları teknik destek ve katkılarından dolayı başta Proje Koordinatörü ve tüm uzman ekiplere teşekkür ederiz. Ayrıca, proje boyunca yürütülen faaliyetlerin planlanması, fizibilite çalışmaları ve raporların hazırlanmasında desteklerini esirgemeyen tüm paydaşlara ve ilgili kamu kuruluşlarına teşekkür ederiz. Bu çalışmanın başarısında emeği geçen tüm kişi ve kurumlara içten teşekkürlerimizi sunarız.

Her bir yazar, araştırmanın tasarımı, veri toplama, analiz, yorumlama ve makalenin yazım aşamalarında aktif rol almış ve çalışmanın son halini onaylamıştır.

Kaynaklar

Anonim, (2024a). Orman Dışı Alanlarda, Özel ve/veya Tüzel Kişiler Tarafından Oluşturulacak Yeni Karbon Yutak Alanları Tesisinin, Karbon Kredilendirme ve Sertifikalandırmaya Uygunluğunun Araştırılması ve Geliştirilmesi (AR-GE) Projesi Açılış Çalıştayı. https://l24.im/h4m3. (Ziyaret Tarihi: 10/10/2024)

Anonim, (2024b). İklim Değişikliği Azaltım Stratejisi ve Eylem Planı (2024-2030), T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. https://l24.im/a1G7 (Ziyaret Tarihi: 03/10/2024).

AKAKDO (2017). Arazi Kullanımı, Arazi Kullanım Değişikliği ve Ormancılık (AKAKDO) Sektöründe Gelişmiş Analitik Temelin Oluşturulmasına Yönelik Teknik Destek Projesi

Cairns, M. A. ve Meganck, R. A. (1994). Carbons Sequestration, Biological Diversity and Sustainable Development: Integrated Forest Management. Environmental Management, 18(1): 91-110.

Clarkson, R. ve Deyes, K. (2002). Estimating the Social Cost of Carbon Emission. Government Economic Service Working Paper 140, İngiltere. http://www.hmtreasury. gov.uk/d/SCC.pdf (Ziyaret Tarihi: 10/10/2008)

Cline, W. R. (1992). The Economics of Global Warming. Institute for International Economic, Peterson Institute, ISBN 088132132X, 9780881321326, Washington, A.B.D., 399 s.

COWI, Ecologic Institute and IEEP (2021). Technical Guidance Handbook - Setting Up And İmplementing Result-Based Carbon Farming Mechanisms in The EU Report to the European Commission, DG Climate Action, under Contract No. CLIMA/C.3/ETU/2018/007. COWI, Kongens Lyngby. https://data.europa.eu/doi/10.2834/934916 (Ziyaret Tarihi: 26/10/2024)

ÇEM (2017). "Türkiye Çölleşme Modeli, Teknik Özet," Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye.

ÇEM (2018). "DEMİS Türkiye Su Erozyonu İstatistikleri, Teknik Özet," Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara, Türkiye. ISBN No: 978-605-9550-22-2.

Eker, Ö. (1997). The Economics of Multiple Use of Forest with Special Reference to Turkey. Yüksek Lisans Tezi, School of Agriculture and Forest Sciences, University of Wales, Bangor, İngiltere.

Erpul, G., Şahin, S., İnce, K., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Çetin, E. (2018). Türkiye Su Erozyonu Atlası (Water Erosion Atlas of Turkey). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, ISBN: 978-605-9550-23-9, Ankara.

Erpul, G., Şahin, S., İnce, K., Küçümen, A., Akdağ, M.A., Demirtaş, İ., Sarıhan, B., Çetin, E., Şahin, S. (2020). Su Erozyonu İl İstatistikleri. Toprak Erozyonu Kontrol Stratejileri (Sürdürülebilir Arazi/Toprak Yönetimi Uygulama ve Yaklaşımları). Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Erpul, G., Akça, E., Tekin, S.N., Karaman, N.A., Canlı, P., Morkoç, S., Kavaklı Karataş, Z., Dursunoğlu, F.Ü. (2023). Arazi Tahribatının Dengelenmesi Karar Destek Sistemi İl İstatistikleri ve Sürdürülebilir Arazi Yönetimi Yaklaşımları ve Uygulamaları. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.

Görücü, Ö. (2004). Orman İşletmelerinde Üretim Planlamasının Geliştirilmesi. İstanbul Üniversitesi Dergisi, Seri A, Cilt 54, (2): 25-49.

Görücü, Ö. (1997). Criteria for Sustainable Forest Management and the Consideration in the Turkish Forestry. IUFRO Conference on Future Forest Policies and Europe – Balancing Economic and Ecological Demands, EFI Proceedings, No: 22, s. 215-222.

Gül, A. (2024). Karbon Fiyatlama Yaklaşımları ve Yeşil Alan İlişkisi. İnce, K. (Ed.) Kentsel Yeşil Alanların Sürdürülebilir Yönetimi. (Temmuz, 2024), Bölüm 7, 201-235. ISBN: 978-625-367-746-6. Iksad Publications. DOI: https://dx.doi.org/10.5281/zenodo.12698808

Gül, A. Gül, İ.E. & Gül, H.E. (2023). Ecology & Economy Conflict in TheContext of Sustainability IV-International Rural Areas and Ecology Congress Within The Framework of Sustainable Development October 05-06, 2023 / Girne-Turkish Republic of Northern Cyprus. p.332-352.

IPCC, (1990). Scientific Assessment of Climate Change. World Meteorological Organization, United Nations Environment Programme, s. 26.

IPCC, (2014). ClimateChange 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauriand L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Johnson, B. (1991). Responding to Tropical Deforestation: An Eruption of Crises, an Array of Solutions. World Widelife Fund for Nature, Baltimore, Maryland, 63 s.

Kalıpsız, A. (1982). Orman Hasılat Bilgisi. İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, 3052/328, İstanbul, s. 328.

Kılıç Hernandez, H. (2019). Orman Karbonunun Hukuki Niteliği ve Karbon Piyasası Açısından Değerlendirilmesi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Basılmamış Doktora Tezi, İstanbul.

Kuş, M., Ülgen, H., Güneş, Y., Kırış, R., Özel, A., & Zeydanlı, U. (2017) Carbon Certification of Afforestation and Reforestation Areas in Turkey Chapter 9 in Carbon Management, Technologies, and Trends in Mediterranean Ecosystems, edited by Sabit Erşahin · Selim Kapur Erhan Akça · Ayten Namlı Hakkı Emrah Erdoğan Editors, Springer, 2017. The Anthropocene: Politik–Economics–Society–Science.pp-131.

Laposata, M. & Pratte, J. (2005). The ESA21 Project: Environmental Science Activities for the 21st Century.

Newell, R. G. ve Stavins, R. N. (1999). Climate Change and Forest Sinks: Factor Affecting the Costs of Carbon Sequestration. RFF Discussion Paper, Washington D.C. A.B.D., 31 s.

Obersteiner, M., Benitez, P., McCallum, I., Lexer, M., Nilsson, S., Schlamadinger, B., Sohngen, B ve Yamagata, Y. (2007). The Role of Forests in Carbon Cycles, Sequestration, and Storage: The Economics of Carbon Sequestration in Forests. Newsletter, https://l24.im/NRa3Lwj (Ziyaret Tarihi: 26/10/2024)

Sarı, G. S. (2024). Sivas Orman İşletme Müdürlüğünde Ekosistem Hizmetlerinin Kıymet Takdiri (Olukbaşı ve Hafik İşletme Şeflikleri Örneği, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 241 sayfa, henüz yayınlanmamıştır.

Sedjo, R. A. (1989). Forests: A tool to Moderate Global Warming? Environment, 31: 14-20.

Price, C. ve Willis, R. (1993). Time, Discounting, and the Valuation of Forestry's Carbon Fluxes. Commonwealth Forestrt Review, 72(4): 261-271.

Richards, J. F. (1990). Land Transformation: The Earth as Transformed by Human Action. Cambridge University Press, s. 163-178.

Trexler, M. C. (1991). Minding the Carbon Storage: Weighing U.S. Forestry Strategies to Slow Global warming. World Resources Institute (WRI), Washington D.C., A.B.D., 81 s.

UNCCD, (2015). Land Degradation Neutrality: Resilience at local, national and regional levels.

Ülgen, H. ve Güneş, Y. (2016). Ağaçlandırma Karbonu. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.