



İklim Değişikliğine Uyum İçin Karbon Yutakları Çalıştayı

SONUÇ BİLDİRGESİ

Yozgat Bozok Üniversitesi
Temmuz, 2025

YUTAKAMPÜS





İklim değışikliği, günümüzde yalnızca çevre bilimlerinin değil; aynı zamanda ekonomi, sağlık, tarım, şehircilik ve toplumsal adalet gibi pek çok farklı disiplinin ortak mücadele alanı haline gelmiştir. Bu çok boyutlu küresel krize karşı etkili ve sürdürülebilir çözümler

üretilebilmesi, bilimsel temelli stratejilerin geliştirilmesini ve kurumsal düzeyde uygulanabilir politikaların hayata geçirilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu bağlamda yükseköğretim kurumlarına düşen sorumluluk yalnızca bilgi üretmek değil, aynı zamanda bu bilgiyi doğrudan uygulamaya aktaracak mekanizmaları kurmak ve toplumsal dönüşüm süreçlerine liderlik etmektir.

Yozgat Bozok Üniversitesi olarak, sürdürülebilir kalkınma ilkeleri doğrultusunda yürüttüğümüz çevresel duyarlılık ve iklim eylemi çalışmaları, sadece kampüs sınırlarıyla sınırlı kalmamakta; aynı zamanda ulusal ve uluslararası çevre politikalarına katkı sağlayacak stratejik örnekler üretmeyi hedeflemektedir. Bu vizyonla ziraat fakültemizin koordinasyonunda gerçekleştirilen “İklim Değışikliğine Uyum İçin Karbon Yutakları Çalıştayı”, üniversitemizin bu alandaki kararlılığını somutlaştıran çok boyutlu bir girişim niteliğindedir.

“YUTAKAMPÜS: YOBÜ Örneği” alt temasıyla yürütölen bu çalıştayda, karbon yutak alanlarının kampüs ölçeğinde belirlenmesi, planlanması, izlenmesi ve sürdürülebilir şekilde yönetilmesi konularında disiplinler arası bir bakış açısıyla kapsamlı değerlendirmeler yapılmıştır. Doğa temelli çözümlerden dijital izleme teknolojilerine, gençlik katılımından peyzaj stratejilerine kadar uzanan geniş bir yelpazede geliştirilen öneriler, yalnızca üniversitemiz için değil; benzer ekolojik ve yönetsel sorumluluklar taşıyan tüm yükseköğretim kurumları için yol gösterici bir nitelik taşımaktadır.

Çalıştay kapsamında geliştirilen model, üniversitemizin karbon ayak izini düşürmeyi hedefleyen sistematik bir yaklaşım sunmakta; aynı zamanda üniversitemizi doğa temelli çözümlerin uygulandığı ve yaygınlaştıırıldığı bir “yaşayan laboratuvar” konumuna taşımaktadır.

Bu modelin en önemli yönlerinden biri ise öğrenci katılımının yalnızca sembolik değil, aktif bir planlama bileşeni olarak kurguya dahil edilmesidir. Böylece üniversite kamuoyunun sürdürülebilirlik bilinciyle güçlendirilmesi hedeflenmektedir.

Bu çalıştay çıktılarının, yalnızca kurumsal uygulamalara değil; aynı zamanda bölgesel kalkınma planlarına, yerel yönetim stratejilerine ve ulusal ölçekteki iklim politikalarına entegre edilebilecek veri temelli katkılar sunması öngörülmektedir. Özellikle Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefi, İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (İDUSEP), Avrupa Yeşil Mutabakatı ve Paris Anlaşması gibi politik çerçevelerle uyumlu olarak geliştirilen bu yaklaşım, üniversitelerin çevresel liderlik kapasitesini daha görünür kılacaktır.

Bu vesileyle, çalıştayın hazırlanmasında emeği geçen değerli akademisyenlerimize, katkı sunan tüm paydaş kurumlara ve bu sürecin asli taşıyıcı gücü olan öğrencilerimize içtenlikle teşekkür ederim. “İklim Değişikliğine Uyum İçin Karbon Yutakları Çalıştayı” raporunun, üniversitelerin iklim krizine karşı geliştirebileceği çözüm önerilerine ışık tutmasını ve uygulamaya dönük güçlü politikaların temelini oluşturmasını temenni ederim.

Prof. Dr. Evren YAŞAR

Yozgat Bozok Üniversitesi

Rektör

ÇALIŞTAY ANA TEMASI

“İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE UYUM İÇİN KARBON YUTAKLARI ÇALIŞTAYI”

ÇALIŞTAY ALT TEMASI

KAMPÜSLERDE KARBON YUTAK ALANLARIN OLUŞTURULMASI,

“YUTAKAMPÜS: YOBÜ ÖRNEĞİ”

Yozgat Bozok Üniversitesi ev sahipliğinde, Ziraat Fakültesi tarafından düzenlenen bu çalıştay, 22 Nisan 2025 tarihinde gerçekleştirilmiştir. Çalıştay ile ilgili temel bilgiler aşağıda verilmiş, sonrasında ise çalıştayın ana çıktıları rapor haline getirilmiştir.

Çalıştayın haber linki: <https://www.bozok.edu.tr/haber/yutak/4156>

ONURSAL BAŐKAN

Prof. Dr. Evren YAŞAR

Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörü

KOORDİNATÖR

Prof. Dr. Fuat KÖKSAL

Mühendislik- Mimarlık Fakóltesi İnşaat Mühendisliğı Bölümü / Rektör Danışmanı

DÜZENLEME KURULU BAŞKANI

Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU

Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü
Öğretim Üyesi / Dekan

DÜZENLEME KURULU

Prof. Dr. Uğur BAŞARAN / Yozgat Bozok Üniversitesi

Doç. Dr. Mustafa KOCAKAYA / Yozgat Bozok Üniversitesi

Doç. Dr. Tuğba KILIÇ / Yozgat Bozok Üniversitesi

Dr. Öğr. Ü. Bekir AYYILDIZ / Yozgat Bozok Üniversitesi

Arş. Gör. Dr. Ömer F. KARACA / Yozgat Bozok Üniversitesi

Arş. Gör. Dr. Zehra M. TENGİZ / Yozgat Bozok Üniversitesi

SEKRETERYA / RAPOR HAZIRLAMA

Doç. Dr. Tuğba KILIÇ, Yozgat Bozok Üniversitesi (tugba.kilic@yobu.edu.tr)

BİLİM KURULU

Dr. Alaaddin YÜKSEL / Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi

Dr. Alperen MERAL / Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi

Dr. Artemi CERDÀ / Valencia Üni - Toprak Erozyonu ve Bozulması Araştırma Grubu Başkanı

Dr. Aydın TÜFEKÇİOĞLU / Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Öğretim Üyesi

Dr. Günay ERPUL / Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi

Dr. Jesús RODRIGO COMINO / Granada Üniversitesi Öğretim Üyesi

Dr. Kasım YENİGÜN / Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürü

Kenan İNCE / Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü - Daire Başkanı

Dr. Mahmut REİS / Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Orman Fakültesi Öğretim Üyesi

Dr. Manuel PULIDO FERNANDEZ / Extremadura Üniversitesi Öğretim Üyesi

Dr. Mustafa KOCAKAYA / Yozgat Bozok Üniversitesi Boğazlıyan MYO Öğretim Üyesi

Dr. Ömer KARA / Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Öğretim Üyesi

Dr. Saskia Keesstra / Wageningen Üniversitesi Öğretim Üyesi

Dr. Selen Deviren SAYGIN / Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi

Sezgin AKSU / Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü - Şube Müdürü

Dr. Taşkın ÖZTAŞ / Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Öğretim Üyesi

Dr. Turgay DİNDAROĞLU / Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Öğretim Üyesi



ÇALIŞTAY PROGRAMI

Konum: Erdoğan Akdağ Kongre ve Kültür Merkezi

Tarih: 22 Nisan 2025 Salı

09:00 - 09:30 Kampüs Turu

09:30 - 10:00 Kayıt

10:00 - 10:05 Açılış (Saygı Duruşu ve İstiklal Marşı)

10:05 - 10:45 Açılış ve Protokol Konuşmaları

- **Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU** / Yozgat Bozok Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dekanı
- **Prof. Dr. Kasım YENİGÜN** / Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürü
- **Prof. Dr. Evren YAŞAR** / Yozgat Bozok Üniversitesi Rektörü
- **Mehmet Ali ÖZKAN** / Yozgat Valisi

10:45 - 12:30 I. Oturum (Moderatör: Prof. Dr. Güngör YILMAZ)

- **10:45 - 11:15** Havza Ölçeğinde Karbon Yutak Alanlarının Modellenmesinde Eko-Hidrolojik Yaklaşım - Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU / Karadeniz Teknik Üniversitesi
- **11:15 - 11:30** Kahve Arası
- **11:30 - 12:00** *‘İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Yutak Alanların Önemi ve Yapılan Çalışmalar’* - **Kenan İNCE** / ÇEM Daire Başkanı
- **12:00 - 12:30** *‘Karbon Yutak Alanların Önemi ve Sürdürülebilirliği’* - **Doç. Dr. Selen Deviren SAYGIN** / Ankara Üniversitesi

12:30 - 14:00 Ara

14:00 - 16:00 II. Oturum (Moderatör: Prof. Dr. Uğur BAŞARAN)

- **14:00 - 14:30** *‘Karbon Yutak Alanlarının Güçlendirilmesinde Peyzaj Tasarımının Rolü: Sürdürülebilir Kentler İçin Yeşil Stratejiler’* - **Dr. Öğr. Ü. Alperen MERAL** / Bingöl Üniversitesi ***
- **14:30 - 15:00** *‘Karbon Yutak Alanların Tespiti ve Yönetimi’* - **Sezgin AKSU** / ÇEM Şube Müdürü
- **15:00 - 16:00** Rapor Hazırlama (Moderatör: Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU)
- Kapanış

***Bu sunu, davetli konuşmacının kendisi ile ilgili özel nedenlerden dolayı katılamayıp sunumunu göndermesi üzerine, Doç. Dr. Tuğba KILIÇ tarafından gerçekleştirilmiştir.

ÇALIŞTAYIN AMACI

İklim değişikliğinin etkilerinin giderek daha belirgin hale geldiği günümüzde, karbon yutak alanlarının korunması, yönetimi ve artırılması; sürdürülebilir çevre yönetimi, doğal kaynakların korunması ve iklim değişikliğine uyum politikaları açısından stratejik bir öncelik haline gelmiştir. Bu gerçekten hareketle düzenlenen “İklim Değişikliğine Uyum İçin Karbon Yutakları Çalıştayı”, atmosferik karbonun uzun vadeli olarak tutulduğu orman, mera, sulak alan ve tarım arazileri gibi doğal ekosistemlerin yanı sıra, kent ve kampüs ölçeğindeki yeşil altyapıların karbon yutak kapasitesini disiplinler arası bir yaklaşımla ele almayı hedefleyen bir problem çözme, bilgi üretme ve strateji oluşturma etkinliğidir. Aynı zamanda Yozgat Bozok Üniversitesi kampüsünde karbon yutak alanlarının oluşturulmasına yönelik ilk stratejik adımı atmaya amaçlayan yerel odaklı bir değerlendirme, çözüm geliştirme ve politika oluşturma sürecidir.

Çalıştayın temel amaçları şunlardır:

- Karbon yutak alanlarının iklim değişikliğine uyum ve azaltım süreçlerindeki işlevlerini bilimsel, yönetsel ve uygulamalı boyutlarıyla değerlendirmek,
- Kampüs ölçeğinde karbon yutak alanlarının oluşturulmasına yönelik yerel planlama yaklaşımlarını, özellikle “YUTAKAMPÜS: YOBÜ Örneği” üzerinden tartışmaya açmak,
- Eko-hidrolojik modelleme, doğa temelli çözümler, sürdürülebilir peyzaj tasarımı, arazi kullanımı ve kampüs politikaları gibi çok yönlü başlıkları bütüncül biçimde ele almak,
- Katılımcılar arasında bilgi ve deneyim paylaşımını teşvik ederek, karar vericiler ve uygulayıcılar için bilim temelli politika önerileri geliştirilmesine katkı sunmak.

Bu çalıştay, aynı zamanda Türkiye’nin 12. Kalkınma Planı’nda yer alan iklim uyum hedefleriyle ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC) kapsamında geliştirilen küresel iklim politikalarıyla da bütünleşik bir çerçeve sunmayı amaçlamaktadır.

KATILIMCI PROFİLİ

Çalıştay, çok paydaşlı yapısıyla dikkat çeken, disiplinler arası bilgi alışverişine ve kurumsal iş birliklerinin geliştirilmesine olanak tanıyan nitelikli bir etkileşim ortamı sunmuştur. Toplam katılımcı sayısı, kayıt ve imza listelerine göre 154 kişiye ulaşmıştır. Katılım, yalnızca akademik çevrelerle sınırlı kalmamış; kamu kurumları, yerel yönetimler, meslek odaları, özel sektör temsilcileri ve sivil toplum kuruluşları gibi farklı düzeylerden kurum ve kuruluşların

katkılarıyla genişlemiştir. Bu çeşitlilik, çalıştayın bilimsel, yönetsel ve uygulamalı hedeflerine ulaşması açısından önemli bir zemin oluşturmuştur.

Etkinliğe üniversitelerin ziraat, orman, çevre mühendisliği, biyoloji, peyzaj mimarlığı, tarım ekonomisi ve mühendislik fakültelerinde görev yapan akademisyenler, öğretim üyeleri ve araştırma görevlileri katılım sağlamıştır. Bunun yanı sıra yüksek lisans ve doktora düzeyinde çok sayıda lisansüstü öğrenci de izleyici ve tartışmacı olarak yer almış; bu durum, genç araştırmacıların iklim değişikliği, sürdürülebilir arazi yönetimi ve karbon yutakları gibi konularda farkındalık kazanmasına olanak tanımıştır.

Akademik katkıların yanında; Tarım ve Orman Bakanlığı taşra teşkilatlarında görev yapan ziraat mühendisleri, orman mühendisleri, çevre şehircilik ve iklim değişikliği uzmanları, meteoroloji yetkilileri, teknik personel ve tarım ekonomistleri de çalıştaya aktif katılım göstermiştir. Aynı şekilde, TKDK, KOSGEB, Kalkınma Ajansları ve Tarım İl Müdürlüğü gibi kırsal kalkınma ve doğal kaynak yönetimi alanlarında faaliyet yürüten kurumlar, çalıştayda temsil edilmiştir. Yerel düzeyde ise Balışeyh ve Çekerek Belediyeleri gibi belediye temsilcileri, kent içi yeşil alan planlaması ve karbon yutak potansiyeli konusunda bilgi alışverişinde bulunmuştur.

Çalıştaya davet edilen paydaşlar arasında ayrıca tarımsal araştırma enstitüleri, çevre ve doğal kaynak yönetimi alanında faaliyet gösteren uygulama ve araştırma merkezleri, sivil toplum kuruluşları ve iklim temalı projeler yürüten özel sektör temsilcileri de yer almıştır. Bu sayede, çalıştay yalnızca bilimsel bilgi üretimini değil, aynı zamanda farklı kurumsal ölçeklerde politika geliştirme, yerel uygulama, eğitim ve toplumsal farkındalık süreçlerine de katkı sağlamıştır.

Katılımcı profilinin bu denli çeşitli ve dengeli olması, çalıştayın üniversite–kamu–özel sektör–sivil toplum ve öğrenci etkileşimini yüksek düzeyde sağladığını ve bu yolla disiplinler arası çözüm üretme kapasitesini artıran etkili bir platform oluşturduğunu ortaya koymaktadır.

AÇILIŞ KONUŞMALARI

Çalıştayın açılış ve protokol konuşmaları, iklim değişikliğiyle mücadelede karbon yutak alanlarının stratejik önemini farklı açılardan vurgulayan değerlendirmelere sahne olmuştur.



Çalıştayın açılış konuşmasında **Düzenleme Kurulu Başkanı Sayın Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU**, Sanayi Devrimi’nden bu yana insanlığın doğa ile kurduğu ilişkinin dönüşümüne dikkat çekmiş; “İnsanoğlu, özellikle Sanayi Devrimi’nden günümüze, kendi konforu için dünyayı çok farklı noktalara

doğru götürüyor” ifadelerini kullanmıştır. Bu bağlamda, Sanayi Devrimi ile birlikte hız kazanan dönüşüm sürecine artık uyum sağlamakta zorlandığımızı belirten Prof. Dr. Yakupoğlu, “70–90 yıllık sınırlı ömrümüz, iklimde meydana getirdiğimiz değişikliğe adapte olmamıza yetmiyor. Dolayısıyla her alanda herkesin üzerine düşeni yapması gerektiği bir noktaya geldik. Bu çalıştay da, bu bağlamda neler yapabileceğimizi konuşmak amacıyla düzenledik” sözleriyle, çalıştayın gerek akademik katkılar gerekse politika yapıcı kurumlara sağlayacağı çıktılar açısından önemli bir boşluğu dolduracağına inandığını ifade etmiştir.



Protokol konuşmacıları arasında yer alan **T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürü Sayın Prof. Dr. Kasım YENİGÜN** ise konuşmasında, karbon yutak alanlarının korunması ve artırılmasının, iklim değişikliğiyle mücadelede en etkili doğa temelli

çözümlerden biri olduğunu belirterek; “Küresel ölçekte yaşadığımız iklim değişikliği; sadece çevresel değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve politik yönleriyle de insanlığın karşı karşıya kaldığı en büyük tehditlerden biri haline geldi. Bu bağlamda; ormanlar, sulak alanlar, çayırlar, tarım arazileri ve sürdürülebilir peyzaj alanları gibi doğal sistemler, atmosferdeki karbon

döngüsünün dengelenmesinde yaşamsal rol oynuyor. Yozgat Bozok Üniversitesi'nin bu çalıştay aracılığıyla ortaya koyduğu vizyon, bu anlamda son derece önem taşıyor” ifadeleriyle, kampüs ölçeğindeki karbon yutak planlamalarının üniversitelerin sürdürülebilirlik politikalarına katkı sunacağına inandığını belirtmiştir.



Üniversitemiz Rektörü Sayın Prof. Dr. Evren YAŞAR, iklim değişikliğinin yalnızca çevresel bir mesele değil, aynı zamanda sosyal, ekonomik ve stratejik boyutları olan küresel bir tehdit olduğuna dikkat çekerek; “İklim değişikliği tehdidine karşı en güçlü savunma hatlarımızdan biri, doğru planlanmış ve sürdürülebilir karbon yutak

alanlarıdır. Bu çalıştay, bu alandaki bilimsel birikimi bir araya getirerek somut çözümler üretme adına kıymetli bir adımdır” demiştir. Üniversitenin endüstriyel kenevir alanındaki ihtisaslaşmasına da atıf yapan Prof. Dr. Yaşar, bu bitkinin hem yüksek karbon tutma kapasitesi hem de ekonomik değeri ile stratejik bir araç olduğunu belirtmiş; Yozgat’ın bozkır yapısının bu konuda önemli bir potansiyele sahip olduğunu vurgulamıştır.



Protokol konuşmalarının kapanışında **Yozgat Valisi Sayın Mehmet Ali ÖZKAN** konuşmasında iklim değişikliğinin etkilerine değinerek; “Dünya değişiyor, geliyor fakat dünya değişirken bizler de dünyayı yaralamaya devam ediyoruz. Tabiat ise bizim daha sağlıklı bir dünya üzerinde ömür sürmemiz ve gelecek

nesillerle dünya üzerinde mahşere kadar insanlığın devamını temin ve tesis etmek için mücadele

ediyor” ifadelerini kullanmıştır. Tabiatın da bir fizyolojik bütünlüğe sahip olduğunu belirten Vali Özkan, iklim değişikliğinin yalnızca teknik çözümlerle değil, aynı zamanda toplumun tüm kesimlerinin ortak sorumluluğuyla yönetilmesi gerektiğine dikkat çekmiş; gençlerin bu süreçteki rolüne özellikle vurgu yapmıştır. Çalıştayın çıktılarının yerel yönetimler için yön gösterici olacağına inandığını ifade etmiştir.

I. OTURUM

Çalıştayın Prof. Dr. Güngör YILMAZ moderatörlüğünde gerçekleşen ilk oturumunda, Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU (Karadeniz Teknik Üniversitesi), “Havza Ölçeğinde Karbon Yutak Alanlarının Modellenmesinde Eko-Hidrolojik Yaklaşım” başlıklı sunumunu gerçekleştirmiştir. Ardından Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) Daire Başkanı Kenan İNCE, “İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Yutak Alanlarının Önemi ve Yapılan Çalışmalar” konulu bir değerlendirme sunumu yapmıştır. Oturumun son konuşmacısı olan Doç. Dr. Selen DEVİREN SAYGIN (Ankara Üniversitesi), “Karbon Yutak Alanlarının Önemi ve Sürdürülebilirliği” başlıklı sunumunda, karbon depolama potansiyeli yüksek alanların yönetimi ve sürekliliği konusunda bilimsel ve stratejik önerilerde bulunmuştur.



Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU, Kenan İNCE, Prof. Dr. Güngör YILMAZ, Doç. Dr. Selen DEVİREN SAYGIN

**Prof. Dr. Turgay DİNDAROĞLU - Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi
Orman Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi**

Havza Ölçeğinde Karbon Yutak Alanlarının Modellenmesinde Eko-Hidrolojik Yaklaşım:

Su kaynaklarının çevresinde yer alan su kenarı koruyucu zonlar (riparyan tampon bölgeler), hem sucul hem de karasal ekosistemler arasında geçişi sağlayan ekolojik açıdan kritik alanlardır. Bu zonlar, yalnızca biyolojik çeşitliliği değil, aynı zamanda hidrolojik ve biyokimyasal süreçleri de etkileyerek karbon yutak alanlarının etkinliğini doğrudan etkilemektedir.

Su kenarı zonlar; nehir, göl, gölet ve akarsu gibi yüzeysel su kaynaklarına bitişik olup, çevresindeki yüksek arazilere kıyasla bitki ve hayvan türlerinin daha fazla çeşitlilik ve üretkenliğe sahip olduğu özel bölgelerdir.

Bu zonlar aşağıdaki işlevleri yerine getirir:

- Besin döngüsü ve su döngüsüne katkı sağlar
- Hidrolojik işlevleri düzenler
- Enerji akışını destekler
- Bitki ve hayvan popülasyonları için yaşam alanı oluşturur
- Sediment ve besin maddelerini tutarak ötrofikasyonu önler
- Erozyonun önlenmesine katkı sağlar
- Ekosistemler arası besin ağlarının devamlılığını destekler
- Yüksek karbon tutma potansiyeline sahiptir

Ayrıca, bu zonlar baraj göllerine yönelik sediment taşınımını azaltarak barajların işletme ömrünü artırma açısından da stratejik öneme sahiptir.

Su kenarı zonlar, çeşitli antropojenik baskılar nedeniyle işlevselliğini yitirme riski altındadır. Başlıca tehdit unsurları şunlardır:

- Yoğun rekreasyonel faaliyetler,
- Tarım arazilerinin genişlemesi ve yoğun tarımsal kullanım,
- Hayvan otlatma baskısı.

Bu faktörler, zonların doğal yapısını bozmakta ve su ve toprak koruma işlevlerini olumsuz etkilemektedir.

Su kenarı tampon zonlarının genişliği ve sınırlarının belirlenmesine ilişkin farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu çalışmada tercih edilen eko-hidrolojik yaklaşım, zon sınırlarının belirlenmesinde depresyon (çöküntü) bölgelerinin esas alınmasını önermektedir.

Bu yöntemle elde edilen bulgular, depresyon bölgelerinin dikkate alınmasıyla korunan alanların iki katına çıkarılabildiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca bu yaklaşım, kıyı bölgesi toprak stabilizasyonuna da katkı sağlamaktadır.

Su kaynaklarının çevresinde yer alan riparyan tampon bölgeler, sadece ekolojik işlevleri ile değil aynı zamanda karbon yutak kapasitesine olan katkıları nedeniyle de stratejik önemdedir. Özellikle baraj gölleri ve diğer yüzey sularının çevresinde bu zonların oluşturulması;

- Ekosistem hizmetlerinin sürekliliği,
- Baraj ömrünün uzatılması,
- Erozyon ve sediment taşınımının azaltılması,
- Karasal ve sucul yaşamın korunması açısından öncelik arz etmektedir.
- Küresel iklim değişikliği ile mücadelede önemli avantajlar sağlamaktadır.

Öneriler:

- Su kenarı tampon zonlarının planlamasında eko-hidrolojik yaklaşımlar temel alınmalıdır.
- Katılımcı yönetim stratejileri geliştirilerek ilgili tüm paydaşların sürece dahil edilmesi sağlanmalıdır.
- Bu alanların korunması ve yönetimi için entegre havza planlamaları yapılmalı, mevzuatla desteklenmelidir.

Kenan İNCE - Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü / Daire Başkanı

İklim Değişikliği ile Mücadelede Karbon Yutak Alanlarının Önemi ve Bitkilendirme

Çalışmaları: Dünyada artan sera gazı salımı sonucu ortalama sıcaklıklar yükselmekte, buzullar erimekte ve deniz seviyesi her yıl artmaktadır. Aşırı hava olayları, uzun süren kuraklıklar, orman yangınları ve tarımsal üretimde azalma gibi etkiler, özellikle gelişmekte olan ülkeleri doğrudan tehdit etmektedir. Gıda güvenliği, su kaynaklarına erişim ve insan sağlığı gibi yaşamsal konular bu değişimden olumsuz etkilenmektedir.

Karbon salımındaki artış, başta sıcaklık artışları olmak üzere doğal dengeyi bozmaktadır. Orman yangınları, deniz seviyesi yükselmesi, biyoçeşitlilik kaybı, su kaynaklarında azalma ve insan sağlığında riskler bu değişimin doğrudan sonuçlarıdır. Dolayısıyla karbon salımının kontrol altına alınması hem çevresel hem de toplumsal sürdürülebilirlik açısından gereklidir.

Dünya da bunlar yaşanırken Türkiye’de bu durumdan fazlasıyla nasibini almaktadır. Türkiye, Akdeniz Havzası’nda yer alması nedeniyle iklim değişikliğine karşı hassas bir konumdadır. Kuraklık sürelerinin uzaması, orman yangınlarının artışı, tarımsal verim kayıpları, biyolojik çeşitliliğin tehdit altında olması ve su kaynaklarının azalması ülkemizde gözlenen başlıca etkiler arasındadır. Bu durum, kırsal kalkınma ve gıda üretimi gibi alanlarda da kırılganlık yaratmaktadır.

İklim değişikliği, günümüzde küresel düzeyde çevresel, ekonomik ve sosyal etkiler yaratan en önemli sorunlardan biridir. Fosil yakıtların aşırı kullanımı, ormansızlaşma ve sanayileşmenin etkisiyle atmosferdeki sera gazı oranları artmakta, bu durum küresel ısınma ve buna bağlı afetleri tetiklemektedir. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM), ülkemizin bu küresel krize karşı daha dirençli hale gelmesi amacıyla doğa temelli çözümler geliştirmekte ve karbon yutak alanlarının artırılmasına yönelik çalışmalar yürütmektedir.

Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü, ülkemizde çölleşme ve arazi bozulumu ile mücadelede ulusal olarak strateji ve politikalar belirlemekle birlikte; iklim değişikliğine uyum, erozyon kontrolü, ağaçlandırma, mera ıslahı ve doğa temelli çözümlerle karbon tutulumunu artırma konularında projeler yürütmektedir. Bu kapsamda kırsal ve kentsel alanlarda karbon yutak potansiyelini artıracak çalışmalar öncelikli olarak ele alınmakta; yerli ve doğal türlerin kullanımı, proje izleme ve etki değerlendirme süreçleriyle desteklenmektedir. Türkiye, 2021 yılında Paris Anlaşması’nı onaylayarak 2053 yılı için ‘Net Sıfır Emisyon Hedefi’ni ilan etmiştir. Bu çerçevede karbon emisyonlarının azaltılması ve karbon yutak kapasitesinin artırılması yönünde çok sektörlü çalışmalar yürütülmesi gerekmektedir. ÇEM, bu hedefe katkı sağlayacak şekilde ekosistem temelli projeler ve karbon yutak alanı oluşturma uygulamalarını geliştirmektedir.

Bu kapsamda sıklıkla kullanılan karbon nötr şehirler kavramı, yıllık karbon salımlarını azaltan ve kalan miktarı yutak alanlarla dengeleyen yerleşim yerlerini ifade etmek için kullanılmaktadır. Bu anlayış, sürdürülebilir ulaşım sistemleri, enerji verimliliği, yenilenebilir enerji kullanımı ve yeşil alan artırımı gibi birçok unsuru kapsar. Yerel yönetimlerin şehir planlamalarında karbon yönetimini esas almaları bu hedefin başarısı için hayati önem taşımaktadır.

Birleşmiş Milletler'e göre karbon yutak alanı; atmosferdeki karbondioksiti emerek biyokütle ya da toprakta depolayan doğal veya insan yapımı sistemlerdir. Bu alanlar, iklim değişikliğiyle mücadelede temel öneme sahiptir.

Bitkilendirme, fotosentez aracılığıyla atmosferdeki karbondioksiti alarak hem biyokütlede hem de toprakta depolar. Ayrıca bitkilendirme, toprak erozyonunu önler, yerel iklimi düzenler ve biyolojik çeşitliliğe katkı sağlar. Özellikle doğal odunsu türlerle yapılan bitkilendirme, yutak alanlarının etkinliğini artırmaktadır.

Kırsal alanlarda büyük ölçekli yutak projeleriyle karbon tutulumu sağlanırken, kentsel alanlarda parklar, yeşil koridorlar ve yeşil çatılar aracılığıyla mikro düzeyde tutulum ve iklimsel düzenleme gerçekleştirilmektedir. Her iki alanın bütüncül olarak değerlendirilmesi, ulusal karbon dengesine olumlu katkılar sunar. Doğal türler, bölge iklimi ve toprağıyla uyumlu olduklarından daha uzun ömürlü ve dayanıklıdır. Ayrıca ekosistemle bütünleşerek böcekler, kuşlar ve diğer canlılar için yaşam alanları oluşturur. Bu da hem ekolojik bütünlüğü hem de karbon tutulum kapasitesini artırır.

Yeni Yutak Alanların Oluşturulmasında Dikkat Edilmesi Gerekenler:

- Bölgenin ekolojik ve iklimsel özelliklerine uygun tür seçimi
- Yerli ve doğal odunsu bitkilerin tercih edilmesi
- Toprak analizleri ve su rejimi değerlendirmesi
- Bakım, izleme ve sürdürülebilirlik planlarının oluşturulması
- Toplumun sürece katılımının sağlanması

AR-GE Faaliyetlerinin Önemi:

Yeni yutak alanlarının oluşturulması, yalnızca uygulama değil, aynı zamanda araştırma süreçlerini de gerektirir. Ayrıca yutak alanların etkinliğini artırmak, karbon tutulum kapasitesini daha doğru hesaplamak ve bölgelere özgü bitkilendirme modelleri geliştirmek için bilimsel araştırma ve geliştirme faaliyetleri vazgeçilmezdir. Bitki türlerinin karbon tutma kapasiteleri, farklı iklim koşullarına adaptasyon düzeyleri ve bakım teknikleri gibi konularda bilimsel araştırmalar yapılmalı, saha verileri izlenmelidir. Bu bağlamda ÇEM Genel Müdürlüğü

AR-GE çalışmaları kapsamında üniversiteler ve araştırma kurumlarıyla projeler gerçekleştirmektedir.

Diğer taraftan karbon yutak projelerinin ulusal ve uluslararası ölçekte tanınabilmesi için sertifikalandırma süreçlerinin titizlikle yürütülmesi gereklidir. Bu süreçlerde şu unsurlar dikkate alınmalıdır:

- Alanın coğrafi ve biyolojik sınırlarının belirlenmesi
- Tür ve dikim yoğunluğunun kayıt altına alınması
- Karbon tutulum hesaplamalarının standart yöntemlerle yapılması
- İzleme, doğrulama ve raporlama sistemlerinin oluşturulması

Bununla birlikte; odunsu bitkilerin biyokütlesinde tutulan karbon miktarının doğru şekilde hesaplanması, hem proje izleme hem de karbon piyasalarına entegrasyon açısından önemlidir. Bu hesaplamalar, Türkiye'nin ulusal sera gazı envanterine katkı sunmakta ve iklim politikalarının bilimsel temellerle desteklenmesini sağlamaktadır.

Netice itibariyle; iklim değişikliğiyle mücadelede karbon yutak alanları kritik öneme sahiptir. Bu alanların artırılması, sadece çevresel fayda değil, aynı zamanda sosyal ve ekonomik katkılar da sunmaktadır. ÇEM Genel Müdürlüğü olarak bu alanda yürütülen doğa temelli çözümler, ulusal iklim hedeflerine ulaşmada önemli bir rol üstlenmektedir. Etkili bitkilendirme stratejileri, bilimsel araştırmalar ve toplum katılımı ile desteklenen yutak alan projeleri, geleceğimiz için atılacak en stratejik adımlardan biridir.

İklim değişikliği, hem küresel hem de ülkemiz ölçeğinde ciddi çevresel, sosyal ve ekonomik sorunlara yol açan karmaşık bir krizdir. Türkiye'nin 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda karbon salımlarının azaltılması ve karbon yutak alanlarının artırılması hayati önem taşımaktadır. ÇEM Genel Müdürlüğü olarak yürütülen doğa temelli çözümler, özellikle kırsal ve kentsel alanlarda gerçekleştirilen bitkilendirme ve arazi rehabilitasyon projeleri, karbon tutulum kapasitesinin artırılması ve toprak sağlığının korunması açısından kritik bir rol oynamaktadır.

Doğal ve yerli odunsu türlerin kullanımı, AR-GE destekli bilimsel yaklaşımlar ve sürdürülebilir yönetim uygulamaları, yeni yutak alanların etkinliğini ve kalıcılığını artırmaktadır. Ayrıca, yutak alanlarının sertifikalandırılması ile ulusal ve uluslararası iklim politikalarına katkı sağlanması mümkün olmaktadır.

Bu bağlamda, iklim değişikliğiyle mücadelede karbon yutaklarının artırılması, sadece çevresel fayda sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda toplum sağlığı, ekonomik sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların korunması için de vazgeçilmez bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

Öneriler aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Yerli ve Doğal Türlerin Öncelikli Kullanımı: Bitkilendirme projelerinde bölgesel ekosistem özelliklerine uygun, yerli odunsu bitki türlerinin tercih edilmesi; ekosistem dengesinin korunması ve karbon tutulum kapasitesinin artırılması açısından önemlidir.
2. AR-GE Çalışmalarının Güçlendirilmesi: Karbon yutak alanlarının etkinliğini artırmak, uygun bitki türlerini belirlemek ve iklim değişikliği koşullarına adaptasyon süreçlerini optimize etmek için bilimsel araştırmalara yatırım yapılmalıdır.
3. Kırsal ve Kentsel Alanlarda Entegre Yaklaşımlar: Kırsal ve kentsel yutak alanları bütüncül bir planlama ile ele alınmalı, yeşil altyapı projeleri ve toplumsal farkındalık çalışmaları desteklenmelidir.
4. Sertifikalandırma ve İzleme Mekanizmalarının Geliştirilmesi: Yutak alanlarının karbon tutulum performansının uluslararası standartlara uygun olarak izlenmesi ve sertifikalandırılması için kurumsal altyapı güçlendirilmelidir.
5. Toplum ve Paydaş Katılımının Sağlanması: Kamu kurumları, yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları ve halk arasında iş birliği ve bilinçlendirme faaliyetleri artırılmalıdır.
6. Politika ve Finansman Desteği: İklim değişikliği ve karbon yutak alanları konusunda kapsamlı politikalar geliştirilmeli, uygulama projeleri için finansman kaynakları etkin şekilde kullanılmalıdır.

Doç. Dr. Selen Deviren SAYGIN - Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü Öğretim Üyesi

Karbon Yutak Alanların Önemi ve Sürdürülebilirliği: Çalıştay kapsamında gerçekleştirilen sunumda, ekosistemin işleyişinde toprağın hayati rolü ve bu bağlamda toprak karbonunun küresel karbon döngüsündeki merkezi konumu vurgulanmıştır. Toprakta karbon tutulumu ve depolanma potansiyeli, karbonun uzun süreli stabilizasyon mekanizmaları ve yönetim stratejileri ile ilişkilendirilerek ele alınmıştır. Ayrıca, küresel ölçekte toprak tehditleri – özellikle erozyon, organik madde kaybı ve iklim değişikliğine bağlı bozulmalar – ve bunların toprak organik karbon döngüsüne etkileri detaylandırılmıştır. Toprak ve su kaynaklarını koruyarak karbon yutak alanlarının oluşturulması, iklim değişikliğine karşı dayanıklı ekosistemlerin inşasında stratejik bir yaklaşım olarak öne çıkarken, bozkır alanlarının ekosistem hizmetlerini destekleyen yeşil kampüsler aracılığıyla iyileştirilmesi ve karbon depolama kapasitesinin artırılması üzerine de vurgu yapılmıştır. Bu bütünsel bakış açısı, iklim krizine karşı sürdürülebilir toprak yönetiminin ve doğa temelli çözümlerin önemini ortaya koymaktadır.

Detaylı teknik özet olarak sunumda değinilen başlıklar ve elde edilen çıktılar aşağıda verildiği şekilde özetlenebilir:

Toprak, küresel karasal karbon stokunun yaklaşık %80'i (2500 Pg) toprak organik karbonu içerisinde depolamakta olup, bu miktar atmosferdeki karbon stokunun yaklaşık 3 katına tekabül etmektedir. Dünya'daki karasal ekosistemlerinin en büyük karbon havuzu olarak kritik öneme sahip olan Toprak, küresel karbon döngüsünde atmosfer, biyokütle ve toprak arasında gerçekleşen etkileşimler ile iklim değişikliğinin seyrini belirlemektedir.

Toprak karbonu, organik ve inorganik formlar olarak iki ana bileşene ayrılır ve farklı mekanizmalarla toprakta depolanır. Toprak organik karbonu (TOK), bitkisel ve hayvansal kaynaklı organik materyallerin mikrobiyal ayrışması sonucu oluşur ve karbon döngüsünde dinamik bir havuz olarak görev yapar. TOK, humifikasyon süreçleri ve mineral-organik madde komplekslerinin oluşumu yoluyla toprakta uzun süreli karbon depolama potansiyeline sahiptir. Toprak inorganik karbonu (TİK) ise karbonat minerallerindeki karbon formunda bulunur ve özellikle yarı-kurak ve kurak bölgelerde toprak karbon stoklarının önemli bir bileşenini oluşturur. Her iki karbon formu da karasal ekosistemlerde uzun vadeli karbon depolanması açısından kritik öneme sahiptir. Karbonun toprakta stabilize olması; organik maddenin mikroagregatlar içinde fiziksel korunması, minerallerle kimyasal bağlanması ve biyokimyasal olarak dirençli organik bileşiklerin ayrışmaya karşı dayanıklılığı gibi mekanizmalarla sağlanır. Bu stabilizasyon süreçleri, toprakların karbon yutak kapasitesini ve karbonun toprakta

kalıcılığını belirleyen temel unsurlardır. Bu süreçler aynı zamanda toprak-atmosfer etkileşimlerinin temelini oluşturur; zira fotosentez yoluyla atmosferden alınan CO₂, bitki biyokütlesinde birikerek toprak yüzeyine organik madde olarak girer ve toprak mikroorganizmaları tarafından ayrıştırılarak tekrar atmosfere CO₂ olarak salınır. Bu dinamik, Net Ekosistem Karbon Deposu (NEP), Toprak Solunumu (Rs) ve karbon tutulumu kavramlarıyla açıklanır. Karbonun toprakta tutulma süresi ve miktarı, sıcaklık ve nem gibi iklim parametrelerinden doğrudan etkilenirken, iklim değişikliği bu süreçlerin hızını değiştirerek toprakların karbon döngüsündeki rolünü dönüştürmektedir.

Özet olarak, toprak, atmosferle arasındaki karbon alışverişinde hem bir kaynak hem de potansiyel bir yutak olarak kritik bir rol oynamaktadır. Küresel ısınma, arazi bozulması ve atmosferik CO₂ artışı, bu dengeyi değiştirerek topraktaki organik kaynaklı karbon stoklarını doğrudan etkilemektedir. Fotosentez yoluyla karbon tutulumu yapan bitkiler, özellikle yüksek CO₂ konsantrasyonlarında su kullanım verimliliğini artırarak daha fazla biyokütle üretir ve böylece toprağa daha fazla organik madde sağlayabilir. Ancak bu durum, artan kök biyokütlesi ve mikrobiyal faaliyetle birlikte, ayrışma hızlarını da yükselterek karbon kayıplarını da arttırabilmektedir. TOK'un tutulumu; yukarıda da kısaca belirtildiği üzere sıcaklık, nem, topoğrafya, arazi kullanımı ve yönetim uygulamaları gibi pek çok faktörden etkilenmektedir. Toprakta karbon tutulumunun artırılması ise hem arazi yönetimi stratejileriyle hem de ekosistem dinamiklerini dikkate alan uzun vadeli uygulamalarla mümkündür. Öyle ki, iklim değişikliği ve yanlış arazi yönetim uygulamaları ile doğal bitki örtüsünün tahrip edilmesi karbon kaybına yol açarken, özellikle bozkır ekosistemlerimizde kalıcı bitki örtüsünün tesisi, ormanlaştırma, çayıra dönüştürme veya sulak alan oluşturma gibi uygulamalar bu karbon açığını azaltarak toprağın karbon depolama potansiyelini arttırmaktadır.

Tarımsal amaçla kullanılan araziler göz önünde bulundurulduğunda, sürdürülebilir tarım tekniklerinin—örneğin minimum toprak işleme, örtü bitkileri, organik gübre ve biyokömür kullanımı—toprak organik karbonunu artırma potansiyeline sahip olduğu bilinmektedir. Erozyon ise karbon kaybının önemli bir nedeni olup, teraslama, kontur tarımı ve bitki örtüsünün korunması gibi uygulamalarla önlenebilir. Ayrıca, toprak nemi mikrobiyal aktivite ve organik madde ayrışma hızını etkileyerek karbon salınımını düzenlenmesi üzerine önemli bir faktördür. Bu nedenle, karbon döngüsü ve toprak yutak kapasitesi üzerine yapılan değerlendirmelerde arazi yönetimi, erozyon kontrolü ve nem dengesi birlikte ele alınmalıdır.

Yozgat Bozok Üniversitesi'nde oluşturulması planlanan karbon yutak alanı fikri, özellikle İç Anadolu Bölgesi'nin kurak ve yarı kurak ekosistemlerinde sürdürülebilir çevresel kazanımlar sağlama açısından büyük bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, ODTÜ Ormanı örneği son

derece ilham verici bir model sunmaktadır. Türkiye’de insan eliyle oluşturulmuş en büyük kent ormanı olan ve tamamen bozkırdan dönüştürülen ODTÜ Ormanı, 4500 hektarlık yerleşke alanının %75’ini kaplamakta ve yüzlerce flora ve fauna türüne yaşam alanı sağlamaktadır. 1958 yılında başlatılan bu dönüşüm süreci, erozyon kontrolü için arazinin teraslandırılması, susuz koşullara uygun türlerle ağaçlandırma ve yerel ekosistemle uyumlu bitki örtüsünün tesisi gibi teknik adımlarla gerçekleştirilmiştir. Bugün 10 milyondan fazla ibreli ve 23 milyondan fazla yapraklı ağaca ev sahipliği yapan bu alan, yalnızca biyoçeşitliliği desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda hava kalitesini artırmakta, kentsel ısıyı düşürmekte ve karbon tutulumuyla iklim değişikliğiyle mücadeleyle katkı sunmaktadır. ODTÜ Ormanı’nın bu başarı öyküsü, Bozok Üniversitesi’nin Yozgat’ta benzer bir yutak alanı kurma hedefi için güçlü bir örnek ve yol haritası oluşturabilir.

ODTÜ Ormanı örneğinin yanı sıra, Ankara’daki diğer üniversite kampüsleri de büyük ölçekli yeşil alanları, orman dokusu ve ekosistem hizmetleriyle karbon yutak alanı oluşturma açısından dikkate değer örnekler sunmaktadır. Bu bağlamda Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü ile Bilkent Üniversitesi Kampüsü, Bozok Üniversitesi için yol gösterici olabilir. Hacettepe Beytepe Kampüsü, yaklaşık 587 hektarlık alana sahip olup, Anadolu bozkırının dönüştürüldüğü çeşitli ekosistemleri (orman, gölet, akarsu, çim alanlar) barındırmaktadır. Alanın %73’ü orman vejetasyonu ile kaplı olup, geri kalanında da yoğun bitki örtüsü yer alır. Kampüs, 500’ü aşkın bitki türüne, 93 kuş ve 14 memeli türüne ev sahipliği yaparak önemli bir biyoçeşitlilik koruma alanıdır. Doğal ve yarı doğal alanların büyüklüğü, yerleşke içi insan etkinliklerine rağmen ekolojik dengenin korunmasını sağlamaktadır.

Bilkent Üniversitesi Kampüsü ise 5000 dönümlük arazide kurulmuş olup, alanın %95’ine yakını orman ve bitki örtüsü ile kaplıdır. Orman örtüsü 1,6 milyon m² büyüklüğündeyken, çiçek ve diğer bitkilerle düzenlenmiş alanlar kampüsün %27’sini oluşturur. Ayrıca kampüs, suyun toprak tarafından emilimini destekleyen %42’lik geçirgen yüzey alanıyla da karbon tutulumunu destekleyen doğal süreçlere zemin hazırlar.

Bu örnekler, Yozgat gibi İç Anadolu’nun kurak ikliminde yer alan Bozok Üniversitesi için, bozkır ekosistemini koruyan ve dönüştüren, aynı zamanda karbon tutan çok işlevli yeşil alanların nasıl planlanabileceğine dair somut birer model sunmaktadır. Üniversite yerleşkesinin doğal potansiyelini iyi değerlendirerek, uzun vadeli bir ağaçlandırma ve doğa temelli çözüm stratejisiyle benzer bir başarı öyküsü yazmak mümkündür.

Sonuç olarak, kurak ve yarı kurak bölgelerde karbon yutak alanlarının oluşturulması, yalnızca iklim değişikliğiyle mücadelede değil, aynı zamanda bozkır ekosistemlerinin restorasyonunda da kritik bir rol oynamaktadır. ODTÜ, Hacettepe Beytepe ve Bilkent

üniversitelerinin Ankara'nın iç kesimlerindeki örnekleri, insan eliyle dönüştürülen bozkır alanların uzun vadede nasıl işlevsel, dirençli ve biyolojik çeşitlilik açısından zengin karbon yutaklarına dönüşebileceğini açıkça göstermektedir. Bu örnekler, Bozok Üniversitesi gibi İç Anadolu'da yer alan eğitim kurumları için önemli birer referans niteliğindedir. Üniversiteler sadece bilgi üreten değil, aynı zamanda doğayla bütünleşen, sürdürülebilir kalkınmaya doğrudan katkı sağlayan yaşam alanları olmalıdır.

Özet bir değerlendirme yapılacak olursa:

1. Karbon yutak alanları, bozkırdan ormana dönüşümle birlikte ekosistem hizmetlerini (iklim düzenleme, erozyon kontrolü, su tutumu, biyoçeşitlilik) geliştirir.
2. Atmosferdeki CO₂ artışı, su kullanım verimliliğini artırarak kurak bölgelerde dahi ağaçlandırma için elverişli ortam yaratabilir.
3. ODTÜ örneği, insan eliyle yaratılmış en büyük kent ormanı olarak uzun vadeli planlamanın ve seferberliğin başarısını ortaya koymuştur.
4. ODTÜ'nün yanı sıra Hacettepe ve Bilkent kampüsleri, yarı doğal alanlar olarak bitki örtüsü ve orman dokusuyla ekosistem restorasyonunun eğitim kurumlarıyla nasıl entegre olabileceğine verilebilecek diğer örneklerdir.
5. Eğitim kurumları, sürdürülebilirlik politikalarını kampüs tasarımıyla bütünleştirerek hem öğrencilere örnek olabilir hem de bölgesel çevresel iyileşmeye doğrudan katkıda bulunabilir.
6. Kurak-yarı kurak iklim özelliklerine sahip olan Yozgat ili Ankara iline kıyasla daha yüksek yağış miktarı ve yağışlı gün sayısı ile (yıllık yaklaşık 589 mm yağış ve 119 yağışlı gün), karbon yutak alanı oluşturulması açısından önemli bir potansiyel taşımaktadır. Ankara'daki örneklerde olduğu gibi, erozyona açık, sığ ve taşlı yapıya sahip karbonatlı topraklar üzerinde doğru arazi yönetimi ve ağaçlandırma teknikleriyle uzun vadeli ekosistem restorasyonu mümkündür. Özellikle kalkerli kayaların bulunduğu bu alanlarda, kurak koşullara dayanıklı türlerle yapılacak planlı ağaçlandırma çalışmaları, hem karbon tutulumu hem de toprak ve biyoçeşitlilik iyileştirmesi açısından yüksek katkı sağlayabilir.
7. Bozok Üniversitesi, Yozgat'ın iklim ve topoğrafik koşullarına uygun planlama ile karbon yutak alanı oluşturma yolunda öncü adımlar atabilir; böylece Orta Anadolu'da sürdürülebilir yeşil kampüs modellerine katkı sunabilir.

II. OTURUM

Çalıştayın ikinci oturumu, Prof. Dr. Uğur BAŞARAN moderatörlüğünde gerçekleştirilmiştir. Oturumun ilk sunumunda Dr. Öğr. Üyesi Alperen MERAL (Bingöl Üniversitesi), “Karbon Yutak Alanlarının Güçlendirilmesinde Peyzaj Tasarımının Rolü: Sürdürülebilir Kentler İçin Yeşil Stratejiler” başlıklı sunumunda, kent ölçeğinde karbon yutaklarının artırılmasına yönelik doğa temelli çözümler ve peyzaj planlama yaklaşımlarını ele almıştır. Ardından, Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü Şube Müdürü Sezgin AKSU, “Karbon Yutak Alanlarının Tespiti ve Yönetimi” başlıklı sunumunda, ülke genelindeki yutak alan envanteri, izleme sistemleri ve sürdürülebilirlik stratejileri üzerine kapsamlı bilgiler paylaşmıştır.



Sezgin AKSU, Doç. Dr. Tuğba KILIÇ, Prof. Dr. Uğur Başaran

Dr. Öğr. Ü. Alperen MERAL - Bingöl Üniversitesi Ziraat Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü Öğretim Üyesi

Karbon Yutak Alanlarının Güçlendirilmesinde Peyzaj Tasarımının Rolü: Sürdürülebilir Kentler İçin Yeşil Stratejiler*** Karbon yutak alanları, atmosferdeki karbondioksiti (CO₂) emerek depolayan doğal ya da insan yapımı sistemlerdir. Ormanlar, okyanuslar, toprak, sulak alanlar ve kentsel yeşil altyapılar bu sistemlerin başlıca örneklerini oluşturur. Küresel iklim değişikliği, büyük ölçüde fosil yakıt kullanımı, sanayileşme ve kentleşme gibi insan kaynaklı faaliyetlerin neden olduğu sera gazı emisyonlarından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda, karbon

*** Bu sunu, davetli konuşmacının kendisi ile ilgili özel nedenlerden dolayı katılamayıp sunumunu göndermesi üzerine, Doç. Dr. Tuğba KILIÇ tarafından gerçekleştirilmiştir.

yutak alanlarının atmosferdeki karbondioksiti tutarak iklim değişikliğinin etkilerini azaltmadaki kritik rolü her geçen gün daha da önem kazanmaktadır. Ancak artan kentleşme baskısı; arazi kullanımında dönüşümlere, yeşil alanların azalmasına, enerji tüketen yapılaşmaların çoğalmasına ve atık üretiminin artmasına neden olmakta, bu da karbon emisyonlarını ciddi biçimde artırmaktadır.

Karbonun yeryüzündeki dağılımına bakıldığında en büyük yutağın okyanuslar olduğu görülmektedir. Okyanuslar yaklaşık 38.000 gigaton karbonu çözünmüş inorganik formlarda depolayarak atmosferin yükünü hafifletmektedir. İkinci en büyük yutak topraktır. Toprak, özellikle organik madde birikimi ve mikrobiyal yaşam yoluyla önemli miktarda karbonu bünyesinde tutar. Ancak toprak karbon stokları; aşırı toprak işleme, erozyon, organik madde kaybı gibi nedenlerle azalma riski altındadır. Bu nedenle, toprak yönetimi peyzaj planlamasında hassasiyetle ele alınmalıdır. Ormanlar ise hem canlı dokularında (gövde, yaprak, kök) hem de toprak profillerinde karbon biriktiren çift yönlü yutaklardır. Tropikal ormanlar bu işlev açısından özellikle güçlüdür. Kentlerdeki küçük yeşil dokular dahi, mikroiklim etkisi ve fotosentez yoluyla bu karbon döngüsüne katkı sunar. Atmosfer ise aktif bir karbon havuzudur; ancak fosil yakıt kullanımıyla hızla artan CO₂ yükü bu havuzun kapasitesini aşmakta ve iklim krizini şiddetlendirmektedir. Bunun yanında, permafrost adı verilen donmuş topraklar binlerce yıldır karbonu pasif biçimde depolayan rezervuarlar olup, çözölmeleri hâlinde ani ve geri döndürülemez karbon salımları ortaya çıkarabilir. Dolayısıyla aktif sistemlerle birlikte pasif karbon depolarının da korunması büyük önem taşımaktadır.

Yeşil alanlar kentlerde yalnızca estetik unsurlar değil, aynı zamanda ısı adası etkisini azaltarak kent merkezlerinde sıcaklıkları 3 ila 5°C arasında düşürebilen iklim düzenleyicileridir. Bu da soğutma ihtiyacını ve buna bağlı enerji tüketimini azaltır. Bitkiler fotosentez yoluyla karbondioksiti atmosferden alarak biyokütlelerinde depolar; yaprak yüzeyleri partikül maddeleri tutar, stomaları gaz hâlindeki kirleticileri emer. Bu özellikleriyle yeşil alanlar aktif karbon yutaklarıdır. Ayrıca geçirgen yüzeylerle kaplı yeşil alanlar, yağmur suyunun toprağa sızmasını sağlayarak hem taşkınları önler hem de yer altı su kaynaklarını besler. Bu özellikler sulak alanların yeniden canlandırılmasında da kullanılmakta; yağmur bahçeleri, biyofiltrasyon sistemleri ve geçirgen yüzey uygulamaları bu amaca hizmet etmektedir. Ayrıca yeşil alanlar biyolojik çeşitliliği destekler, tozlayıcılar ve kuşlar için habitat oluşturur. Bununla birlikte, park ve doğal alanlara maruz kalmak stres hormonlarını azaltmakta, zihinsel odaklanmayı artırmakta ve ruhsal iyileşme sağlamaktadır. "Attention Restoration Theory" (ART) bu durumu bilimsel olarak açıklamaktadır. Yeşil alanlara yakın konutlar daha yüksek talep görmektedir, hedonik fiyatlandırma modeliyle bu alanların ekonomik değerinin

arttığı gösterilmektedir. Fiziksel aktiviteyi teşvik eden yeşil alanlar; solunum hastalıkları, obezite, kalp hastalıkları gibi birçok sağlık sorununu önleyici rol üstlenmektedir. Ayrıca komşular arası sosyal etkileşimi destekleyerek toplumsal bağları güçlendirmekte, ortak kullanım alanları yaratmaktadır. Kısacası yeşil alanlar, çevresel, sosyal, ekonomik ve psikolojik açıdan çok katmanlı faydalar sunmaktadır.

Küresel iklim değişikliği, hızlı kentleşme ve arazi kullanımındaki dönüşümler sonucu karbon emisyonlarının artışı, sürdürülebilir kent planlamasında doğa tabanlı çözümlerin (Nature-Based Solutions – NbS) önemini artırmaktadır. Bu kapsamda peyzaj tasarımının karbon yutak kapasitesini nasıl artırabileceği ve kentsel yeşil altyapının sunduğu ekosistem hizmetlerinin kent planlamasıyla nasıl bütünleştirileceği, multidisipliner bir yaklaşımla ele alınmalıdır. Temel hedefler arasında, kentsel yeşil alanların karbon sekestrasyon potansiyelini artıracak stratejiler geliştirmek; peyzaj tasarımında Ex-ACT gibi sayısal araçları kullanarak karbon emiliminin ölçülebilirliğini sağlamak ve doğa tabanlı çözümleri yaygınlaştırarak yerel kapasiteyi güçlendirmek yer almaktadır.

Araştırmalar, yeşil çatılar ve geçirgen yüzeylerin 1 hektar alanda yıllık 5 ila 7 ton CO₂ eşdeğeri (CO_{2e}) karbon sekestrasyonu sağlayabildiğini göstermektedir. Ekolojik koridorların habitat sürekliliğini sağlaması, yeşil altyapının etkinliğini %15–20 oranında artırmaktadır. Ex-ACT modeliyle yapılan simülasyonlara göre, doğal bitkilerle tasarlanmış 10 hektarlık bir park, ilk 20 yıl içinde yaklaşık 210 ton CO_{2e} net emisyon azaltımı sağlamaktadır. Yerli bitki türlerinin kullanımı, sekestrasyon başarısını %35 oranında artırmaktadır. Kentsel tarım uygulamaları da karbon dengelemesine doğrudan ve dolaylı katkı sunar: organik toprak karbon stoklarını artırır, taşınabilir gıda sistemlerine bağımlılığı azaltır, yerel üretim ve tüketim döngülerini destekleyerek emisyonları düşürür. Ex-ACT verilerine göre, 1 hektarlık kentsel tarım alanı yıllık ortalama 12 ton CO_{2e} azaltımı sağlayabilmektedir.

Kentsel tarım ve topluluk bahçeleri; hidroponik, akuaponik sistemler, çatı bahçeleri, konteyner tarımı ve kompost üretimi gibi uygulamalarla hem gıda güvenliğine hem de karbon yönetimine katkı sağlar. Bu bahçeler sosyal bağları güçlendirir ve doğayla ilişki kurma imkânı sunar. Küresel örnekler bu yaklaşımın başarısını ortaya koymaktadır: Havana’da kent tarımı ile gıda krizi aşılmış, Detroit’te terk edilmiş alanlar kent bahçelerine dönüştürülmüş, Paris’te “Parisculteurs” projesiyle çatı ve dikey tarım yaygınlaştırılmıştır. Türkiye’de ise İstanbul Kuzguncuk Bostanı, Ankara Çankaya Belediyesi’nin kent bostanları ve İzmir Kent Bostanları Projesi başarılı örnekler olarak öne çıkmaktadır.

Ekosistem sürekliliği için ekolojik koridorlar da kritik rol oynamaktadır. Habitat parçalanması doğanın bütünlüğünü zedelemekte; bu parçalanmayı onarmak için doğal, yarı

doğal ya da yapay geçiş alanları olan ekolojik koridorlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu koridorların türlerin hareketliliğini desteklemesi için bağlantılı, geçirgen ve kenar etkileri azaltılmış yapılar olarak tasarlanması gerekmektedir. Nehirler, parklar arası yeşil bantlar ve ekolojik köprüler bu kapsama girmektedir. Ankara ve İstanbul'daki uygulamalar bu yaklaşımın Türkiye'de de başladığını göstermektedir.

Yeşil alanlarda doğal bitki türlerinin kullanımı karbon yutak başarısını artıran bir başka önemli unsurdur. Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü (ÇEM) tarafından hazırlanan bitki rehberlerinde, her ilin doğal yayılışlı odunsu türleri tanımlanmıştır. Bu türler düşük bakım maliyeti, yerel iklime uyum, biyoçeşitlilikle etkileşim ve doğal habitat oluşturma açısından avantajlıdır. Yerli fauna ile kurduğu ekolojik ilişkiler sayesinde arılar, kuşlar ve tozlayıcılar için besin ve barınak sunar. Kent kimliğiyle uyumlu doğal türler, aynı zamanda kültürel ve estetik peyzaj belleğini de korur.

Ancak yeşil altyapının uygulanmasında bazı zorluklar söz konusudur. Planlamada yeşil alanların hâlâ ikincil önemde görülmesi, doğal tür temininin sınırlı oluşu ve karbon emilimini ölçmeye yarayan araçların yeterince yaygınlaşmamış olması bu alanın gelişimini kısıtlamaktadır. Buna karşılık, Ex-ACT gibi uluslararası araçlarla karbon dengeleme etkilerinin sayısallaştırılması; yeşil altyapının ekonomik ve çevresel değerinin karar vericilere sunulması ve belediyelerle üniversiteler arasında iş birliği yoluyla kapasite artırımı önemli fırsatlar sunmaktadır. Örneğin Yozgat ilinde pilot mahalle projeleri başlatılması, belediyelerde Ex-ACT tabanlı izleme sistemlerinin kurulması ve yerel yönetimlere yönelik eğitim programlarının uygulanması bu fırsatların somut çıktıları olabilir.

Mevcut yapılar da karbon yükünü artırmaktadır. Örneğin bir yarı olimpik havuzun 20 yıllık karbon salımı 2.511 ton CO₂'dir. Ancak çatıya güneş paneli yerleştirilmesi hâlinde bu salım 1.306 tona düşebilir; yeşil çatı uygulaması ile 6 tonluk, LED aydınlatma ile 100 tonluk ve doğal çim kullanımıyla 8,5 tonluk ek azaltım mümkündür. Küçük müdahalelerle büyük etkiler yaratmak mümkündür.

Sonuç olarak, sürdürülebilir kentler oluşturmak için entegre ve çok katmanlı yaklaşımlar zorunludur. Yeşil alanlar artık boşluk olarak değil, aktif karbon yutakları olarak değerlendirilmelidir. Yeşil kuşak sistemleri, ekolojik peyzaj ağları, düşük karbonlu ulaşım sistemleri ve doğa tabanlı çözümler birlikte planlanmalı; her yeni uygulama karbon izleme araçlarıyla izlenmeli ve iklim senaryolarına göre güncellenmelidir. Kentler yalnızca yaşanacak yerler değil; doğayla birlikte var olunacak, ekolojik bütünlük içinde şekillenecek sistemler hâline gelmelidir. Bu vizyonla çalışan peyzaj mimarları artık yalnızca tasarımcı değil, aynı zamanda iklimle uyumlu geleceğin kurucularıdır.

Sezgin AKSU - Çölleşme ve Erozyonla Mücadele Genel Müdürlüğü / Şube Müdürü

Karbon Yutak Alanların Tespiti ve Yönetimi: Türkiye coğrafi konumu, iklimi, topoğrafyası ve toprak şartları nedeniyle çölleşme/arazi tahribatına, erozyona ve kuraklığa karşı son derecede hassastır. Bunun yanı sıra, iklim değişikliği ve insan etkinlikleri ile birlikte çölleşme/ arazi tahribatı, erozyon ve kuraklığın etkileri giderek artmaktadır.

Yanlış arazi kullanımları sonucu tarım, orman ve mera alanlarındaki erozyon; tarım, mera arazilerindeki tahribat, verimlilik azalması veya kaybı; orman, sulak alan, bozkır gibi doğal ekosistemlerin tahribatı ve biyolojik çeşitlilik kaybı; verimli tarım ve mera alanlarının amaç dışı kullanımı ve usulsüz faydalanmalar, hızlı nüfus artışı ve kentleşmenin getirdiği olumsuz etkiler gerçekleşen temel olgulardır. Arazi tahribatı sonucunda, sadece tarım arazileri ve meralar gibi üretim alanlarında değil aynı zamanda orman, sulak alan, bozkır ve maki/fundalık gibi doğal alanlarda da biyolojik/ekolojik ve ekonomik olarak verimlilik azalması veya kaybı görülmektedir. Bu durum, özellikle çölleşme/arazi tahribatından etkilenen alanlarda doğal kaynaklara bağımlı olarak yaşayan nüfusun başta kadınlar ve gençler olmak üzere yaşam koşulları ve geçim kaynakları üzerinde olumsuz etkilere neden olmaktadır. Bu bağlamda, karbondioksit tutma kapasitesine sahip ağaçların dikilmesi önemli bir faaliyet olacaktır. En etkili sonucu almak için ise, CO₂ Emilimi konusunda güvenilir ve verimli olan uygun bitki türlerinin belirlenmesi ve onların çoğaltılarak, şehirlerde yeni karbon yutak alanlarının oluşturulması gerekmektedir. Bu anlamda bölge ekolojisine adapte olmuş yüksek karbon tutma kapasitesine sahip bitki türleri önem arz etmektedir.

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi kapsamında atmosferden sera gazını uzaklaştırarak tutan herhangi bir işlem, faaliyet veya mekanizma yutak olarak adlandırılır. Kent içinde bulunan karbon yutak alanlarının en önemlisi; bitkiyle örtülü alanlar olan kentsel yeşil alanlardır.

Bitkiler fotosentez yoluyla karbondioksit gazını bünyesine hapseder ve organik maddelere dönüştürerek tutulmasını sağlar yani havadaki mevcut karbondioksiti içine çekip, karbonu emdikten sonra kalan oksijeni tekrar doğaya bırakır. Bitkiler doğaya, canlı hayata ve insana diğer sayısız faydaları yanında, bu yolla atmosferdeki sera gazlarını emdikleri için, küresel ısınmanın etkilerini azaltma konusunda elimizdeki en güçlü yöntemlerden biridir. Bu yönleriyle ülkeler, uygun alanlarda bitkilendirme / ağaçlandırma miktarlarını olanaklar ölçüsünde arttırmakla mükelleftirler.

Karbon yutak alanlarının tasarlandığı peyzaj alanları içermekte bu da iklim krizi ile mücadelede önemli bir rol oynamaktadır. Yeşil alanların; bir kentin iklimini düzenleme, hava

ve toprak kalitesini iyileştirme, biyoçeşitliliğini güçlendirme, selleri ve taşkınları ve heyelanların etkisini azaltma gibi sayısız olumlu etkileri vardır.

Türkiye, Paris Anlaşması'na uyum sürecinde 2053 yılını, emisyonu net olarak sıfıra indireceği tarih olarak taahhüt etmiştir. Bu kapsamda önümüzdeki dönemde özellikle fosil yakıtlardan kaynaklı sera gazlarıyla, bunları yutan, yok eden okyanus ve yeşil alanların birbirine eşitlenmesi anlamına gelen net sıfır emisyon amacı çerçevesinde ciddi adımlar atılması gerekecektir.

Belirlenen hedef doğrultusunda, iklim değişikliğine karşı dirençli toplum oluşturma ve arazi bozulmasının önlenmesi kapsamında, karbon bütçesinin arttırılmasına yönelik, bitkilendirilmeye uygun, Kamu Üniversite alanları, uygun askeri alanlar ile hazine arazileri ve arazi bozulmasına uğramış bölgeler başta olmak üzere kırsal kalkınmaya katkı sağlayacak şekilde başta gelir getirici türlerle, bitkilendirme/ağaçlandırma çalışmaları yaygınlaştırılarak yeni karbon yutak alanları oluşturulması çalışmaları gerçekleştirilmektedir.

Türkiye, sürdürülebilir bir çevre ve toplumsal refah için hayati öneme sahip olan Net Sıfır Emisyon Hedefi doğrultusunda önemli adımlar atmaktadır. Türkiye, 2021 yılında Paris Anlaşması'nı onaylayarak ve 2053 Net Sıfır Emisyon Hedefi'ni ilan ederek küresel iklim eylemine katkıda bulunma konusundaki kararlılığını teyit etmiştir.

Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanı Türkiye; 1/CP.19 ve 1/CP.20 kararları uyarınca, Sözleşmenin 2'nci maddesinde belirtilen nihai amacına yönelik Niyet Edilmiş Ulusal Katkı Beyanını (INDC) Eylül 2015'te BMİDÇS Sekreteryasına sunmuştur. Türkiye INDC ile 2030 yılına kadar referans senaryoya kıyasla yüzde 21'e kadar sera gazı azaltımı yapacağı yönünde hedefini açıklamıştır.

Paris Anlaşmasına taraf olan ülkeler; beş yılda bir BMİDÇS'ye her seferinde daha iddialı azaltım hedefleri (ve isteğe bağlı olarak iklim değişikliğine uyum hedefleri) içerecek şekilde NDC'lerini sunmakla yükümlüdür. Bu kapsamda Türkiye, Güncellenmiş Birinci Ulusal Katkı Beyanını 13 Nisan 2023 tarihinde BMİDÇS Sekreteryasına sunarak, referans senaryoya kıyasla, 2030 yılına kadar sera gazı emisyonunu yüzde 41 azaltacağı taahhüdünde bulunmuştur (2030 yılında 695 Mton CO₂-eşd.)

Karbon, yeryüzündeki döngüsü sırasında bazı biyotik ve abiyotik yapılarda birikmekte veya depolanmaktadır. Yerküremizin karbon için havuz veya rezerv alanları; atmosfer, okyanuslar ve karasal biyosfer ortamlar olduğu bilinmektedir. Karasal biyosferin önemli bir kısmını ormanlar ve yeşil alanlar teşkil etmektedir.

Fotosentez yapan bitkiler atmosferdeki serbest CO₂'i özümleyerek, daha stabil kompleks bileşikler halinde sabitlemekte ve uzun süre depolanabilmektedir. Böylece iklim değişikliği

konusunda en önemli eylem stratejilerinden birisi CO₂'in doğal ve yarı doğal ekosistemler ve kültürel yeşil alanlar bünyesinde (bitki, ölü örtü ve toprakta) depolanmasıdır.

Yeşil alan sisteminin sağladığı ekosistem hizmet ve katkılar alanların konumu, büyüklüğü, dağılımı, bitki türleri, yoğunluğu ve kompozisyonu, diğer yeşil alanlarla organik bağlantısı vb faktörlere göre değişiklik göstermekte ve iklim değişikliğinin etkilerini azaltması açısından önemli potansiyele sahiptir.

Küresel düzeyde; Dünyadaki karasal ekosistemlerde karbonun % 19'u bitkilerde, % 81'i toprakta depolanır. Ormanlarda karbonun yaklaşık % 31'i biyokütlerde, % 69'u toprakta depolanır. Tropikal ormanlarda, karbonun yaklaşık % 50'si biyokütlerde, % 50'si ise toprakta depolanır.

Birdsey'e (1992) göre kırsal orman ekosisteminde CO₂ in yaklaşık %63'ü toprak içinde, %27 sini ağaç biyokütlesi olarak, %9 sunu orman zeminindeki ölü örtüde ve %1'ini ise diri örtü çalı formasyonunda CO₂ depolanmaktadır.

Ağaç ölçeğinde karbon tutma değerleri; Yapraklar dallar ve gövdede biriken karbon miktarı %17, yüzey atığında biriken karbon miktarı % 5, ölü odunda biriken karbon <%1, köklerde biriken karbon %6, toprakta biriken karbon miktarı ise %72 dir.

Getu vd.'na (2012) göre, bir ağaçta karbon tutma yüzde değerler; Toprak üstü yapraklar dallar ve gövdede biriken karbon miktarı (biyokütle) (%15-30), toprak altı köklerde (%4-8), odunda biriken (%1), organik çöp (%0,4), toprak (%60-80) olduğu belirtilmiştir.

CO₂ salınımının en yüksek olduğu ve büyük çapta enerjinin tüketildiği alanlar, nüfus yoğunluğunu barındıran kentsel alanlardır. Nitekim dünyada tüm karbon gazı salınımının yaklaşık %75'i kentsel alanlardan kaynaklanmaktadır. Kent merkezlerinde CO₂ salınımını azaltmak ve karbon depolama amacıyla kent ağaçları ve kent ormanları önemli bir konuma sahiptir. Kentsel ağaçlarda yaprak biyokütle (biomass) değeri ağacın yapraklanma oranı, taç genişliği ve yaşı ile doğru orantılıdır. Bir ağacın biyokütlesinin artması içerisinde barındırdığı karbon miktarını da doğrudan etkilemektedir.

Kent ormanları ve ağaçlar, CO₂ iki yolla azaltabilmektedir;

- Ağaçlar aktif olarak büyürken fotosentez süresince aldığı CO₂ oranı, solunum süresince gazın salıverme oranından daha fazla olmak suretiyle atmosferdeki CO₂'i oranını azaltmaktadır.
- Mevcut ağaç örtüsü, önemli bir CO₂ depolama alanı olarak hizmet verebilmektedir. Bitkilerde karbondioksitin depolanması, bitki büyüme mevsimi süresince yerüstü ve yer altındaki biyokütle içinde depolanan yıllık oranı olarak tanımlanmaktadır.

Kent ekosistemi ve ekosfer açısından ağaçlar, karbon tutma ve depolama konusunda en ekonomik materyallerden birisidir.

- Kent ağaçları kırsal ağaçlara göre daha hızlı büyüme eēilimi gösterdiklerinden dolayı ağaç başına daha fazla CO₂ tutarlar.
- Kent ağaçlarının, kırsal orman ağaçları ile kıyasla hızlı büyüme oranları ve karbon depolama ilişkisi kısmen yaprak biyokütlesinin oransal olarak büyük miktarda olması ile açıklanabilmektedir.
- Azaltılmış rekabet, sulama ve gübreleme gibi faktörler özellikle açıkta büyüyen kent ağaçlarının gelişmesini artıran faktörlerdir.
- Ağaçlar (ortalama 35 yaşında) yılda ortalama 25 kilo karbon depolamaktadır. Ömür boyunca ağaç başına yılda ortalama 10 ila 40 kg arasında emilen CO₂ aralığını vermektedir.
- Bernet'e (2023) göre ise "Olgun bir ağaç bir yıl içinde atmosferden yaklaşık 22 kilogram (ya da 48 pound) karbondioksit depolamakta ve karılığında oksijen salmaktadır.

Kent ağaçlarının karbondioksit depolama oranı, ağaç türü, boyu, yaşı, yaprak yüzeyi, gövde gēs çapı, ağaç yoēunluēu, mevcut tepe örtüsü, yetişme ortamı koşulları sayesinde etkilenmekte ve onların biyokütlesi ile orantılı olarak deēiřebilmektedir.

Bir ağacın yaprak biyokütle (biomass) deēerinin artması karbon depolama miktarını da o derece artırmaktadır. Yaprak biyokütlesi ağacın yapraklanma oranı, ta geniřliēi ve yaşı ile doēru orantılıdır. Bir ağacın biyokütlesinin artması içerisinde barındırdığı karbon miktarını da doērudan etkilemektedir.

Karbon depolama açısından tüm ormanlar eşit deēildir. Genel olarak, yüksek yoēunluklu oduna sahip uzun ömürlü ağaçlar, kısa ömürlü, düşük yoēunluklu, hızlı büyüyen ağaçlara göre hacim başına daha fazla karbon depolar. Ancak bu, büyük, yavaş büyüyen ağaçları içeren karbon denkleştirmelerinin, hızlı büyüyen ağaç dikimlerini içerenlerden mutlaka daha iyi olduēu anlamına gelmez veya tam tersi, çünkü tutma, büyüme oranlarının ve zaman içindeki depolamanın bir fonksiyonudur.

- Ormanlar yılda hektar başına 3-5 ton CO₂ tutar, buna karılık 8-13 ton arasında O₂ üretir.
- 1 hektar iēne yapraklı orman yılda 30 ton, geniş yapraklı orman ise yılda 16 ton O₂ üretmektedir.
- 100 yaşındaki 25 m boy ve 15 m tepe çatısına sahip bir kayın ağacı, saatte 1,5 Kg O₂ üretir ve 2.5 Kg CO₂ kullanır. Bu deēer de 40 kişinin bir saatte çıkardığı CO₂ miktarına eşittir. 100 yaşındaki bir kayın ağacı saatte kırk kişinin çıkardığı 2,35 Kg. CO₂ yok eder.

- Kent ormanları ortalama 4 ile 8 ton/ha CO₂ tutarken, yüksek ağaç yoğunluğundan dolayı kırsal ormanlar ise kent ormanlarından yaklaşık 2 kat daha fazla CO₂ tutabilmektedir.

Bitki örtüsünde karbon depolanmasını hesaplamak ve ölçmek için çeşitli yaklaşımlar vardır. Karbon muhasebesi metodolojileri çoğunlukla bilimsel olarak standartlaştırılmıştır. Bu, uluslararası olarak birleştirilmiş ve standartlaştırılmış sistemlerde desteklenen küresel olarak karşılaştırılabilir muhasebe ve ticarete izin vermektedir.

Bu amaçla her ağaçta gövde çapı ölçümleri, depolanan karbon miktarını hesaplamak için allometrik ve biyokütle denklemlerinden yararlanılmaktadır.

Karbon Stoku Hesaplama Havuzları; Uluslararası İklim Değişikliği Paneli tabanlı metodolojiler; her bir karbon hesaplama projesinin bir parçasını oluşturan beş (5) “karbon havuzunu” (Carbon Pool) ele almaktadır. Beş havuzlu sistemde sayısal olarak olası senaryoları hesaba katılmaktadır.

1. Yerüstü Karbon Havuzu (AGCP): Gövde, kütük, dallar, ağaç kabuğu, tohumlar ve yapraklar dahil toprak üzerindeki tüm canlı biyokütle.
2. Yeraltı Karbon Havuzu (BGCP): Canlı köklerin tüm canlı biyokütlesi. Çapı (önerilen) 2 mm'den küçük olan ince kökler bazen hariç tutulur çünkü bunlar genellikle toprak organik maddesinden veya çöpten ampirik olarak ayırt edilemez.
3. Ölü Odun veya Enkaz Karbon Havuzu (DCP): Altlıkta bulunmayan, ayakta, yerde veya toprakta bulunan tüm cansız odunsu biyokütleyi içerir. Ölü odun, yüzeyde yatan ahşabı, ölü kökleri ve (örneğin) çapı 10 cm'ye eşit veya daha büyük (örneğin) kütükleri içerir.
4. Çöp Karbon Havuzu (LCP): Mineral veya organik toprağın üzerinde çeşitli ayrışma durumlarında (örneğin) 10 cm'den küçük çapa sahip tüm cansız biyokütleyi içerir. Buna çöp, fumik ve hümik katmanlar dahildir. Belirtilen canlı ince kökler, ampirik olarak ondan ayırt edilemeyecekleri yerde altlığa dahil edilir.
5. Toprak Karbon Havuzu (SCP): Mineral ve organik topraklardaki (turba dahil) organik karbonu belirli bir derinliğe kadar içerir ve tutarlı bir şekilde uygulanır. Belirtilen çaptaki canlı ince kökler, ampirik olarak ondan ayırt edilemeyecekleri toprak organik maddesine dahildir.

Doğa temelli çözümler, genellikle maliyet etkin, sürdürülebilir ve uzun vadeli etkileri olan yaklaşımlardır. Hem insan refahını hem de doğal ekosistemlerin dayanıklılığını artırmaya yönelik olduğu için sosyopolitik yönü güçlü çözümlerdir. Doğanın sunduğu hizmetleri kullanarak çevresel, sosyal ve ekonomik sorunları çözmeye yönelik ekosistem çözümlere yaklaşımlarıdır. Bu yaklaşımlar ekosistemleri koruyarak, yöneterek ve sürdürülebilirlik ilkelerine göre restore ederek sosyal fayda meydana getirirler. İklim değişikliği-su yönetimi-

biyolojik çeşitlilik kaybı-emisyonların kontrolü gibi küresel ölçekli sorunlarla baş edebilmenin en önemli yolu olarak görülmektedir.

Ekosistem restorasyonu; ormanlar, sulak alanlar ve doğal meralar gibi alanların eski haline getirilmesidir.

Doğal afetlerden korunma; nehir havzalarında doğal sulak alanların korunması taşkın ve sel risklerini azaltır.

Şehirlerde yeşil alanların arttırılması, parklar, yeşil çatılar, dikey bahçeler ve yeşil koridorların oluşturulması hava kalitesini iyileştirir ve şehir ısınısını düşürür. Şehir sakinlerinin yaşam kalitesini artırır ve stresi düşürür.

Karbon tutma ve depolama, ormanlar, parklar, çayır ve meralar ile deniz alg ve yosunları emisyonları azaltır ve yutak potansiyelini artırır.

Su yönetimi, doğal su havzaları, akarsular ve göletler gibi ekosistemler su kaynaklarının korunmasına ve suyun doğal döngüsünün sürdürülmesine yardımcı olur. Kentsel su yönetiminde yeşil altyapılar, doğal yöntemlerle suyun emilimini artırarak selleri önler ve su kalitesini yükseltir.

KAPANIŞ



Çalıştayın kapanış oturumu, Prof. Dr. Tuğrul YAKUPOĞLU moderatörlüğünde gerçekleştirilmiş ve gün boyunca sunulan bildiriler ile yapılan tartışmalardan elde edilen çıktılar ışığında, raporlaştırma sürecine yönelik bir çerçeve oluşturulmuştur. Bu oturumda, iklim değişikliğine uyum sürecinde karbon yutak alanlarının bütüncül

biçimde ele alınması gerekliliği vurgulanmış; yerelden ulusal ölçeğe uzanan politika ve uygulama alanlarında stratejik öneriler ortaya konmuştur.

Katılımcı görüşleri ve uzman değerlendirmeleri doğrultusunda şu başlıklar öne çıkmıştır:

- Karbon yutak alanlarının iklim değişikliğiyle mücadele ve uyum politikalarındaki merkezi rolü,
- Uygun yutak alanlarının belirlenmesine yönelik etüt ve envanter çalışmaları,
- Havza ve kampüs ölçeğinde planlama ve izleme sistemlerinin geliştirilmesi,
- Toprakta karbon ve su dinamiklerinin düzenli olarak ölçülmesi ve değerlendirilmesi,
- Ağaçlandırma çalışmalarında kent kimliğiyle uyumlu tür seçimi ve bütçe planlamasının yapılması,
- Öğrencilerin süreçlere aktif katılımının sağlanması ve eğitici farkındalık etkinliklerinin yaygınlaştırılması,
- Yozgat Bozok Üniversitesi'nin karbon emisyon envanterinin hazırlanması, mevcut ve hedef yutak alan miktarlarının belirlenmesi,
- Kurumsal düzeyde iklim eylem planı oluşturulması ve bu planın ulusal stratejilerle uyumlu biçimde yapılandırılması,
- Sürdürülebilir kampüs politikalarının bir üst düzeye taşınması amacıyla yenilenebilir enerji, su hasadı ve toprak altı sulama sistemlerinin değerlendirilmesi.

Bu değerlendirmeler ışığında, çalıştay yalnızca bilgi paylaşımı ve disiplinler arası iş birliği açısından değil; aynı zamanda kampüs temelli somut uygulama hedefleri ve karar alma mekanizmalarına yönelik katkılar açısından da önemli bir rol oynamıştır. Yozgat Bozok

Üniversitesi özelinde başlatılan “YUTAKAMPÜS” girişimi, bu bağlamda hem örnek bir model oluşturmakta hem de sürdürülebilir kalkınma hedeflerine katkı sağlamaktadır.

Kapanış oturumunun ardından, çalıştaya bilimsel ve kurumsal katkı sunan katılımcılara teşekkür belgeleri ve anı hediyeleri takdim edilmiştir. Bu takdim, disiplinler arası iş birliğini ve kolektif sorumluluğu vurgulayan anlamlı bir kapanış unsuru olarak değerlendirilmiştir.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Yozgat Bozok Üniversitesi ev sahipliğinde ve Ziraat Fakültesi öncülüğünde düzenlenen “İklim Değişikliğine Uyum İçin Karbon Yutakları Çalıştayı”, yalnızca bilimsel bir toplantı olmanın ötesine geçerek, yerelden küresele uzanan çok katmanlı çevresel sorunlara yanıt arayan örnek bir iklim eylemi pratiği olarak konumlanmıştır. Küresel ölçekte etkisini giderek artıran iklim değişikliği karşısında karbon yutak alanlarının rolünü kampüs ölçeğinden başlayarak yeniden tartışmaya açan bu etkinlik, Türkiye’de üniversitelerin sürdürülebilirlik ve iklim politikaları bağlamında üstlenebileceği liderlik rolünü somutlaştırmıştır.

Çalıştay, doğa temelli çözümler, eko-hidrolojik modelleme, kent peyzajı, karbon izleme sistemleri, arazi kullanım planlaması, kampüs yeşil alan politikaları ve gençlik katılımı gibi çok boyutlu meseleleri disiplinler arası bir yaklaşımla ele alarak iklim krizine bütüncül çözümler üretmeye yönelik akademik, yönetsel ve toplumsal sorumluluğun aynı zeminde bulunduğu bir platform yaratmıştır. “YUTAKAMPÜS: YOBÜ Örneği” alt temasıyla şekillenen bu girişim, kampüs içi karbon tutulum potansiyelini ortaya çıkarmakla kalmayıp, bu potansiyeli bir iklim eylem planına dönüştürme iradesini de ortaya koymuştur.

Bu bağlamda kampüs ölçeğinde karbon yutaklarının etkin biçimde belirlenmesi yalnızca bir çevre düzenleme faaliyeti değil; aynı zamanda iklim krizine karşı üniversitenin doğrudan sorumluluk üstlendiği kurumsal bir eylem planı olarak değerlendirilmiştir. Katılımcı uzmanların da ifade ettiği gibi, üniversite kampüsleri; doğal ormanlar ve korunan alanlarla birlikte karbon sekestrasyonu açısından yüksek potansiyele sahip yapay peyzajlar olarak ele alınmalıdır. Çalıştayda sunulan eko-hidrolojik yaklaşımlar bu kapsamda öne çıkmış; riparyan tampon zonlar gibi su kenarı koruyucu bölgelerin, gerek kampüs gerekse havza düzeyinde karbon tutulumuna katkı sağlayacak şekilde yeniden değerlendirilmesi önerilmiştir. Bu zonlar yalnızca biyolojik çeşitliliği desteklemekle kalmayıp, aynı zamanda toprak stabilizasyonu, sediment kontrolü ve su rejiminin düzenlenmesi gibi işlevleriyle baraj ömrünü artırmakta, ekosistem hizmetlerinin devamlılığına katkı sunmaktadır. Özellikle kampüs içerisinde gölet, vadi, eğimli su toplama alanları gibi mikro ölçekte suyla ilişkili tampon bölgelerin belirlenmesi

ve bu alanlara özgü bitkilendirme stratejilerinin geliştirilmesi, iklim uyumu açısından önemli bir fırsat olarak değerlendirilmiştir.

Çalıştayın öne çıkan özgün katkılarında biri, karbon yutak alanlarının yalnızca ormanlar veya doğal ekosistemlerle sınırlı olmadığını, kent içi yeşil alanlar ve özellikle üniversite kampüsleri gibi yapay ancak planlanabilir peyzaj alanlarının da bu konuda önemli bir potansiyel taşıdığını ortaya koymasındır. Üniversite yerleşkelerinde hâlihazırda mevcut olan odunsu bitki türleri, çim alanlar, tarımsal üretim parselleri ve doğal örtü gibi unsurların karbon tutma kapasiteleri detaylı biçimde değerlendirilmiş; bu alanların etkin biçimde planlanması, izlenmesi, artırılması ve korunmasının kurumsal bir strateji haline gelmesi gerektiği vurgulanmıştır. Etüt ve envanter çalışmaları ile desteklenen bu yaklaşım, kampüs ölçeğindeki arazi kullanımının yalnızca estetik veya mekânsal verimlilik temelinde değil, aynı zamanda karbon dengeleme ve iklim uyum hedeflerine hizmet edecek şekilde yeniden yapılandırılmasını önermektedir. Bu çerçevede, kampüs içi yutak alanların belirlenmesine yönelik detaylı çalışmaların yürütülmesi, farklı arazi eğimlerine, toprak tiplerine ve iklimsel özelliklere göre tür seçiminin yapılması ve bu sürecin maliyet-fayda analiziyle desteklenmesi önerilmiştir. Bu bağlamda, özellikle karbon tutma kapasitesi yüksek, kuraklığa dayanıklı, yaprak dökmeyen, yerli ve biyolojik çeşitliliği destekleyen türlerin kullanımı ön plana çıkarılmıştır. Çalıştayda örnek verilen türler arasında *Juniperus excelsa*, *Quercus* spp., *Rosa canina* ve *Elaeagnus angustifolia* gibi İç Anadolu'ya özgü, düşük bakım gerektiren bitkiler dikkat çekmiştir. Bu türler yalnızca estetik değil, aynı zamanda iklimsel adaptasyon açısından da güçlü bir potansiyel sunmaktadır.

Yozgat gibi yarı kurak ve sert karasal iklim özelliklerine sahip kentlerde bu tür seçimleri yalnızca kampüs içi peyzajla sınırlı kalmamalı; aynı zamanda kentsel yeşil altyapı planlamasına entegre edilerek, üniversite ve kent bütünleşik ekosistemi geliştirilmelidir. Çalıştayda bu yönde yapılan öneriler, kampüs girişlerinden kent parklarına uzanan “yeşil koridorlar” ve mikro ölçekte doğa temelli çözümler ile iklim krizine karşı dirençli peyzaj modellerinin oluşturulmasına yöneliktir.

Kampüs ölçeğinde karbon yutak alanlarının etkin şekilde belirlenmesi ve yönetilmesi süreci, yalnızca mevcut alanların sayım ve analizine indirgenmemeli; aynı zamanda üniversitenin tüm fiziksel ve operasyonel birimlerini kapsayan geniş bir sürdürülebilirlik vizyonunun parçası olarak değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, çalıştayda önerilen en somut adımlardan biri, Yozgat Bozok Üniversitesi için ayrı bir "Karbon Ayak İzi Azaltım Master Planı" hazırlanması ve bu planın kurumsal politika haline getirilmesidir. Kampüs içerisindeki bina sayısı, öğrenci ve personel yoğunluğu, enerji kaynakları, ulaşım biçimleri, su kullanımı, ısıtma sistemleri ve

yemekhane faaliyetleri gibi farklı alanlardan kaynaklanan emisyonların ölçülmesi ve bu emisyonların hangi oranda kampüs içi yutak alanlarla dengelenebileceğinin hesaplanması, söz konusu master planın temelini oluşturacaktır. Böylece geliştirilecek bir “karbon bütçesi”, üniversite yönetimlerinin hedef odaklı karar almasına olanak sağlayacak ve çevresel sorumluluk alanında somut başarı kriterlerinin izlenmesini mümkün kılacaktır.

Bu amaç doğrultusunda toprak tipi, organik madde içeriği ve mikroklima koşulları dikkate alınarak karbon depolama kapasitesi yüksek alanların haritalandırılması önerilmiştir. Kampüs genelinde yapılacak bu kapsamlı envanter çalışması, bitkilendirme yatırımlarının planlamasında temel bir veri seti olarak kullanılacaktır. Aynı zamanda bu modelin sadece Yozgat Bozok Üniversitesi için değil, diğer üniversiteler için de ölçeklenebilir ve uygulanabilir bir “yeşil kampüs prototipi” haline getirilmesi önerilmiştir.

Özellikle barındırdığı stratejik başlıklar bakımından YUTAKAMPÜS modeli, Türkiye'nin iklim politikalarına üniversite ölçeğinden katkı sağlayacak, bilim temelli ve uygulama odaklı bir araç olarak değerlendirilmiştir. Kampüs içindeki tüm alanların yalnızca görsel değil, aynı zamanda işlevsel, iklim dostu ve izlenebilir karbon yutaklarına dönüştürülmesi, Yozgat Bozok Üniversitesi'nin çevresel liderlik vizyonunu somutlaştırmaktadır. Ayrıca, karbon tutma kapasitesi yüksek bitki türlerinin seçiminde estetik kaygıların ötesine geçilerek, yerel iklim koşullarına uygunluk, düşük bakım maliyeti, uzun ömür ve biyolojik çeşitliliği destekleme gibi çok yönlü kriterlerin dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır. Yozgat'ın bozkır iklimi ve su kaynaklarının sınırlılığı göz önünde bulundurulduğunda, sulama sistemlerinin verimliliği ayrı bir önem kazanmaktadır. Çalıştayda mevcut damla sulama sistemlerinin yüksek sıcaklıkta çabuk yıprandığı ve bu nedenle sürdürülebilir olmadığı ifade edilmiş; bunun yerine toprak altı sulama sistemlerinin geliştirilmesi, buharlaşma kayıplarını azaltarak hem maliyetleri düşürme hem de su verimliliğini artırma potansiyeli açısından önerilmiştir. Toprak altı sulama sistemleri sayesinde su doğrudan kök bölgesine iletilmekte, yüzeyde buharlaşma en aza indirilmekte ve bitki gelişimi daha dengeli bir yapıya kavuşmaktadır. Özellikle geniş açıklıklı dikim alanlarında bu sistemler, hem iş gücü hem de kaynak tasarrufu sağlamaktadır. Bu teknoloji aynı zamanda sensör tabanlı otomasyonla birleştirildiğinde, su kullanımının dijital olarak izlenmesi ve optimize edilmesine de olanak tanımaktadır. Yağmur suyu hasadı yöntemlerinin değerlendirilmesi de bu sürecin önemli bir bileşeni olarak öne çıkmıştır. Kampüsün farklı bölgelerinde çatılardan, eğimli yüzeylerden veya geçirimli alanlardan toplanacak yağmur suyunun sulama amacıyla yeniden kullanılması, hem karbon hem de su ayak izini azaltmaya katkı sunacaktır. Bu kapsamda önerilen uygulamalar şunlardır:

- Çatı oluklarına filtreli yönlendirme sistemlerinin entegre edilmesi,

- Depo ve sarnıç sistemlerinin kampüs altyapısına dahil edilmesi,
- Geçirimli yüzeylerin artırılması ve bu yüzeylerden toplanan suların biyofiltrasyonla kullanıma hazırlanması.

Bu yaklaşımlar, kampüsün hem doğal kaynak yönetiminde etkinliğini artıracak hem de sürdürülebilir bir ekohidrolik sistem kurgusunun hayata geçirilmesini sağlayacaktır. Böylece üniversitenin yalnızca bitkisel karbon sekestrasyonu ile değil, aynı zamanda su döngüsü içindeki pozitif katkısıyla da iklim uyum hedeflerine ulaşması mümkün hale gelecektir.

Karbon yutaklarının sürdürülebilir yönetimi için yalnızca fiziksel planlama değil, aynı zamanda kurumsal izleme sistemlerinin oluşturulması gerektiği de çalıştayda altı çizilen önemli bir başlıktır. Toprakta karbon ve su içeriği gibi temel göstergelerin belirli aralıklarla ölçülmesi, tür bazında karbon tutulum değerlerinin yıllık olarak raporlanması ve bu verilerin dijital platformlar aracılığıyla kampüs genelinde takip edilmesi, karar alma süreçlerine bilimsel dayanak kazandıracaktır. Bu noktada sensör teknolojilerinin ve uzaktan algılama sistemlerinin entegrasyonu önerilmiş; karbon izleme sisteminin üniversitenin stratejik kararlarını yönlendirecek merkezi bir unsur haline getirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Toprak nem sensörleri, CO₂ akı ölçerler, bitki büyüme gözlem kameraları ve mikrometeorolojik istasyonlar gibi sistemlerin kurulması, kampüsün ekosistem hizmetlerini ölçülebilir hale getirecek ve sürdürülebilirlik performansını bilimsel düzeyde izlemeye olanak sağlayacaktır. Ayrıca bu izleme sürecinin yalnızca iç paydaşlarla sınırlı kalmaması; yerel yönetimler, ilgili bakanlık birimleri (Tarım ve Orman Bakanlığı, Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı), çevre ajansları ve sivil toplum kuruluşları ile entegre biçimde sürdürülmesi gerektiği dile getirilmiştir. Böylece kampüste elde edilen verilerin, il genelindeki doğa temelli uygulamalarla uyumlu ve karşılaştırılabilir bir biçimde değerlendirilmesi mümkün olacaktır.

Bu veriler ışığında oluşturulacak açık erişimli izleme platformları, hem şeffaflığı artıracak hem de üniversite dışı aktörlerin sürece katılımını kolaylaştıracaktır. Aynı zamanda öğrenciler ve akademisyenler için bu veri altyapısı, sürdürülebilirlik odaklı tezler, araştırmalar ve uygulamalı projelerin yürütülmesini destekleyecek nitelikte bir kaynak işlevi görecektir.

Eğitim çalışmaları ise YUTAKAMPÜS girişiminin yalnızca çevresel değil, aynı zamanda kültürel ve pedagojik bir dönüşüm hedeflediğini göstermektedir. Öğrencilerin sürece yalnızca izleyici değil, uygulayıcı ve geliştirici olarak katılması gerektiği fikri, çalıştay boyunca hem akademisyenler hem de yöneticiler tarafından sıklıkla vurgulanmıştır. Bu doğrultuda öğrenci kulüplerinin katkısıyla yürütülecek ağaçlandırma kampanyaları, doğa yürüyüşleri, kampüs içi eğitim atölyeleri ve uygulamalı dersler sayesinde öğrencilerde çevre farkındalığının artırılması ve sürdürülebilirlik bilincinin kalıcı hale getirilmesi hedeflenmiştir.

Bu yaklaşım, yalnızca bireysel farkındalığı değil, aynı zamanda üniversitenin genel sürdürülebilirlik kültürünü kurumsallaştıracak bir mekanizma oluşturma potansiyeli taşımaktadır. Özellikle öğrencilere yönelik karbon ayak izi hesaplama araçlarının yaygınlaştırılması, dijital bilgilendirme panoları, kısa çevre kursları ve sosyal medya kampanyaları aracılığıyla üniversite kamuoyunun sürekli olarak bilgilendirilmesi, bu hedefin ayrılmaz bir parçası olarak değerlendirilmiştir.

Ayrıca, öğrenci projeleriyle kampüsün farklı bölümlerinde tür seçimi, mikroklima ölçümleri, toprak nemi takibi ve izleme çalışmaları yürütülebilir. Aynı zamanda gönüllü öğrenci ekipleri tarafından hazırlanan “Sürdürülebilir Kampüs El Kitabı” gibi çıktılar, üniversiteye yeni başlayan öğrencilerin bu kültüre adapte olmalarını kolaylaştıracak araçlar arasında değerlendirilebilir. Bu tür projeler, öğrenci merkezli bir iklim eylemi anlayışının gelişmesini destekleyecek ve üniversitenin eğitim misyonuyla çevresel sorumluluklarını bütünleştirecektir.

Özellikle çalıştay kapsamında önerilen “iklim penceresi” gibi deneysel uygulama alanlarının kurulması, öğrencilerin karbon yutakları ile doğrudan etkileşim kurabilecekleri, gözlem ve öğrenmeyi birleştiren açık hava laboratuvarları yaratacaktır. Bu alanlarda türlerin mevsimsel değişimlerine, büyüme hızlarına ve karbon tutulum kapasitelerine ilişkin ölçümler doğrudan öğrenciler tarafından gerçekleştirilebilecek; bu süreç akademik ders içerikleriyle de bütünleştirilebilecektir.

Bu bağlamda Yozgat Bozok Üniversitesi’nde başlatılan YUTAKAMPÜS girişimi, yalnızca kurum içi çevresel dönüşüm stratejileriyle sınırlı kalmayıp, Türkiye’nin 2053 Net Sıfır Emisyon hedefiyle de doğrudan uyumlu bir yol haritası ortaya koymaktadır. Ulusal ölçekte hazırlanan İklim Değişikliği Uyum Stratejisi ve Eylem Planı (İDUSEP) ile Avrupa Yeşil Mutabakatı gibi politik çerçeveler dikkate alındığında, üniversitelerin bu dönüşümdeki rolü yalnızca akademik bilgi üretimiyle değil, doğrudan uygulama ve liderlik pratikleriyle de pekişmektedir.

Çalıştayda önerilen stratejik yaklaşım, üniversitelerin iklim kriziyle mücadelede yerel odaklı ama küresel perspektifli aksiyonlar geliştirmesi gerektiğini göstermiştir. Bu doğrultuda, Yozgat Bozok Üniversitesi’nin karbon nötr kampüs hedefini gerçekleştirmek üzere 5, 10 ve 25 yıllık zaman dilimlerine bölünmüş bir plan hazırlaması ve bu planın düzenli olarak izlenip güncellenmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Söz konusu planın başarısı ise yalnızca teknik bileşenlere değil, aynı zamanda etkin ve çok paydaşlı yönetim yapısına bağlıdır. Çalıştayda vurgulanan bu önemli unsur, iç paydaşlar olan akademisyenler, öğrenciler ve idari birimlerin yanı sıra, dış paydaşların —örneğin yerel yönetimler, sivil toplum kuruluşları, özel sektör temsilcileri ve çevre ajansları— sürece dahil edilmesini zorunlu kılmaktadır. Bu yönüyle kampüsün, yalnızca fiziksel bir alan değil; aynı

zamanda sosyal, ekonomik ve çevresel ilişkilerin kesişiminde yer alan bir "yaşayan laboratuvar" olarak değerlendirilmesi önerilmiştir. Bu yaklaşımla, örneğin il genelinde başlatılacak olan ağaçlandırma kampanyalarının üniversite ile iş birliği içinde yürütülmesi, belediye parkları ile kampüs içi yeşil alanların bağlantısının sağlanması, eğitim ve farkındalık projelerinde yerel halkın da sürece entegre edilmesi gibi yöntemler, üniversite-kent etkileşimini güçlendirecek sürdürülebilir modeller olarak öne çıkarılmıştır.

Karbon yutak alanlarının oluşturulması ve bu alanların sürdürülebilirliğinin sağlanmasında maliyet planlaması da kaçınılmaz bir gündem maddesi olarak çalıştayın öncelikli tartışma konuları arasında yer almıştır. Özellikle yeşil altyapı yatırımlarının ve peyzaj projelerinin yalnızca bir kerelik uygulama maliyetleriyle değil, uzun vadeli bakım ve izleme maliyetleriyle birlikte değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmıştır. Bu doğrultuda bitkilendirme planlarının hazırlanmasında, seçilecek türlerin bakım gereksinimleri, sulama sıklığı, budama ihtiyacı, zararlı dayanıklılığı ve adaptasyon kabiliyeti gibi parametrelerin ayrıntılı analizinin yapılması önerilmiştir. Ayrıca yatırımın yıllara yayılacak şekilde etap etap uygulanması, yıllık bütçe kalemleriyle desteklenmesi ve gerektiğinde dış fon kaynaklarının (örneğin TÜBİTAK projeleri, Horizon Europe iklim fonları, Tarım ve Orman Bakanlığı destekleri, yerel kalkınma ajansları hibeleri) devreye alınması gerektiği ifade edilmiştir. Bu tür bir finansman modeli yalnızca üniversite bütçesinin verimli kullanılmasına katkı sunmakla kalmayacak, aynı zamanda dış ortakların katılımıyla sürecin paydaş temelli hale gelmesini de kolaylaştıracaktır. Özellikle proje çağrılarına dayalı yatırım planlarının hazırlanması, hem teknik altyapı geliştirme hem de toplumsal farkındalık artırma yönünde sürdürülebilir sonuçlar üretme potansiyeli taşımaktadır.

Kent kimliği ile uyumlu odunsu türlerin seçimi ve bu türlerin kampüs alanına entegrasyonu, estetik ve işlevselliğin bir araya getirildiği peyzaj planlamaları açısından çalıştayda örnek önerilerle desteklenmiştir. Özellikle kış aylarında yaprak dökmeyen, sıcak ve kurak iklime dayanıklı, yerel ekosistemle uyumlu ve aynı zamanda biyolojik çeşitliliğe katkı sunacak türlerin tercih edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Kampüs yürüyüş yolları, giriş alanları, yurt çevreleri, spor sahaları ve idari binalar gibi yüksek kullanıcı yoğunluğu olan bölgelerde bu türlerin estetik ve öğretici bir rol oynaması hedeflenmiştir. Böylece kampüs içerisinde “görünür karbon yutakları” oluşturularak, hem farkındalık artırılmakta hem de doğa temelli çözümler somutlaştırılmaktadır.

Çalıştayda dile getirilen önerilerden biri de, üniversitenin sürdürülebilirlik ve karbon yönetimi hedeflerinin, öğrencilerin fikirlerinin de yansıtıldığı katılımcı bir mekanizma ile şekillendirilmesidir. Öğrencilerden alınacak geri bildirimlerin sistematik biçimde toplanması

ve bu geri bildirimlerin karar süreçlerine entegre edilmesi, kampüs aidiyetini güçlendirecek ve çevre odaklı üniversite kültürünün yaygınlaşmasını kolaylaştıracaktır.

Bu doğrultuda önerilen uygulamalardan biri, öğrenci temsilcilerinin yer aldığı bir “Sürdürülebilirlik ve İklim Danışma Kurulu”nun oluşturulmasıdır. Bu kurul aracılığıyla akademik, idari ve öğrenci bileşenleri arasında düzenli iletişim kurulması; öğrenci projelerinin daha etkin şekilde desteklenmesi ve kampüs içerisindeki uygulamaların sürekli geri besleme ile güncellenmesi hedeflenmektedir. Ayrıca öğrenci kulüplerine küçük ölçekli iklim girişimleri için mikro finansman olanaklarının sunulması önerilmiştir.

Öğrenci katkısının yalnızca fikir beyanıyla sınırlı kalmaması gerektiği vurgulanarak, aktif saha uygulamalarıyla desteklenen projelerin teşvik edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Örneğin, üniversitenin farklı fakültelerinde sürdürülebilirlik temalı dersler kapsamında öğrencilerin yürüttüğü gözlem ve değerlendirme raporlarının ilgili birimlere iletilmesi, karar alma süreçlerine veri tabanlı öğrenci katkısı sunacaktır.

Katılımcıların geri bildirimleri de bu süreçte dikkatle analiz edilmiştir. Çalıştay sonrası uygulanan anket sonuçlarına göre, katılımcıların büyük bir kısmı etkinliğin genel içeriğini, oturum kalitesini ve organizasyon yapısını “çok iyi” olarak değerlendirmiştir. Disiplinler arası yaklaşım, konuşmacı çeşitliliği ve kampüs ölçekli örneklerin sunulması memnuniyetle karşılanmış; ancak bazı katılımcılar uygulamaya dönük daha fazla veri paylaşımı, daha ayrıntılı teknik yol haritaları ve kampüs özelinde sayısal değerlendirmelerin genişletilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Bu geri bildirimler, çalıştayın sadece bir bilimsel tartışma zemini değil, aynı zamanda stratejik karar destek aracı olarak işlev gördüğünü ortaya koymuştur.

Bu bütünsel yaklaşımla şekillenen çalıştay süreci, yalnızca teknik planlama ve fiziki altyapıya odaklanmakla kalmayarak, sosyal kapsayıcılık, yerel yönetim ve katılımcı veri üretimi gibi başlıklarla da zenginleşmiştir. Katılımcı akademisyenler tarafından sunulan değerlendirmelerde, kampüs ölçeğinde karbon yutak potansiyelinin daha ayrıntılı haritalama ve modelleme çalışmalarına dayandırılması gerektiği vurgulanmış; özellikle arazi eğimi, toprak organik madde içeriği ve bitki tür çeşitliliğinin dikkate alındığı karbon stok haritalarının hazırlanması önerilmiştir. Bu öneriler doğrultusunda kampüs içi su hasadı sistemlerinin yaygınlaştırılması, göletlerin karbon/su izleme noktaları olarak yeniden işlevlendirilmesi ve öğrenci katkısıyla yürütülecek yerel veri toplama çalışmalarının teşvik edilmesi gibi uygulamalar gündeme gelmiştir. Özellikle “yerelden veri” temelli karar alma anlayışının geliştirilmesi, yalnızca üniversite içerisinde değil, bölgesel doğa temelli planlamalarda da üniversitenin bilgi üretici ve yönlendirici bir aktör haline gelmesini sağlayacaktır.

Öğrencilerin yalnızca kampanyalara değil, aynı zamanda izleme süreçlerine ve mikroklima analizlerine aktif katılım sağlayabileceği; örneğin “iklim penceresi” gibi deneysel uygulama alanlarının oluşturulabileceği önerilmiştir. Bu alanlar sayesinde öğrenciler farklı türlerin karbon sekestrasyon kapasitesini gözlemleyebilecek, toprak-nem-ısı ilişkisine dair pratik deneyim edinebilecektir.

Aynı zamanda, iklim adaleti ve kırılgan grupların korunması yönünde atılabilecek adımlar da değerlendirilmeye açılmış; kırsalda yaşayan topluluklar, kadınlar ve gençler başta olmak üzere, farklı toplumsal grupların sürece aktif ve eşit katılımını gözeten politikalara yer verilmesinin, çalıştayın hem yerel hem ulusal ölçekte etkisini artıracığına dikkat çekilmiştir. Sosyal kırılganlık düzeyi yüksek bölgelerde yürütülecek pilot çalışmalar ve bu çalışmaların kampüs bilgi ağıyla entegre edilmesi, üniversitelerin yalnızca eğitim ve araştırma değil, aynı zamanda sosyal sorumluluk alanında da öncü rol oynamasını sağlayacaktır.

Tüm bu katkılar, çalıştayın yalnızca mevcut durumu değerlendiren bir zemin değil, aynı zamanda dinamik, dönüşüm odaklı ve çok paydaşlı bir iklim eylemi vizyonunun temelini attığını göstermektedir. Kampüs ölçeğinde karbon yutaklarının belirlenmesi ve yönetimi üzerinden başlayan bu stratejik çerçeve; eğitim, yönetim, teknoloji, finansman ve sosyal kapsayıcılık gibi pek çok boyutu bir araya getirerek özgün ve çoğaltılabilir bir model ortaya koymuştur.

Sonuç olarak, Yozgat Bozok Üniversitesi’nin öncülüğünde gerçekleşen bu çalıştay, iklim değişikliğiyle mücadelenin yalnızca teknik bir mesele değil; bütüncül, katılımcı ve kurumsal dönüşümü gerektiren bir süreç olduğunu ortaya koymuştur. YUTAKAMPÜS girişimi, bu dönüşümün somut bir örneği olarak yalnızca kurum içi değil, bölgesel ve ulusal ölçekte de etkili olabilecek politikaların habercisidir. Akademik bilginin sahaya uygulanması, öğrenci katılımının stratejik planlara dâhil edilmesi, veri temelli karar alma kültürünün geliştirilmesi ve kampüslerin doğa temelli çözümlerin birer uygulama alanı haline getirilmesi, üniversiteleri çevre politikalarının yalnızca takipçisi değil, yön vereni haline getirme potansiyeline sahiptir.

Bu çerçevede İklim Değişikliğine Uyum İçin Karbon Yutakları Çalıştayı, yalnızca bir raporla sınırlı kalmayıp; üniversitelerin ulusal iklim hedeflerine ulaşmadaki anahtar rolünü yeniden tanımlayan kapsamlı, ilham verici ve eyleme geçirilebilir bir yol haritası sunmaktadır. Sürdürülebilir kalkınma hedefleriyle uyumlu, doğa temelli ve veri destekli bu vizyon, Yozgat Bozok Üniversitesi’ni Türkiye’de örnek gösterilebilecek bir karbon nötr kampüs modeline dönüştürme potansiyeline sahiptir.

ÇALIŞTAYDAN KARELER









