











## Üst ölçekli planlama kapsamında Türkiye'deki Akdeniz Ekolojik Bölgesi ormanlarında karbon tutumu

Pınar Pamukçu Albers<sup>a,\*</sup> , Özge Balkız<sup>a</sup> , Semiha Demirbaş Çağlayan<sup>a</sup> , Tuba Bucak Onay<sup>a</sup> , Bilgehan Kaan Çalışkan<sup>a</sup> , Elif Deniz Ülker<sup>a</sup> , Gelincik Deniz Bilgin<sup>a</sup> , Yıldırım Lise<sup>a</sup> , Uğur Zeydanlı<sup>a</sup> , Eray Özdemir<sup>b</sup> 

**Özet:** Üst ölçekli planlama kapsamında orman ekosistemlerinde karbon tutumunun hesaplanması ve değerlendirilmesi, ormancılık faaliyetlerinin sürdürülmesi ve izlenmesi açısından önemlidir. Sürdürülebilir ve karbon odaklı ormancılık faaliyetleri karbon tutumunun düşük olduğu alanlarda, doğal ekosistem yapısına zarar vermeden karbon tutumunu artırmakta ve sera gazlarının azaltımına ilave katkı sağlamaktadır. Bu çalışmada Türkiye'nin Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ndeki ormanlar için mevcut karbon tutumu, meşcere hacim değerleri ve uluslararası kabul görmüş katsayılar kullanılarak hesaplanmış ve haritalandırılmıştır. Çalışmada (1) orman idari sınırları için yapraklı ve ibrelili ağaç türlerinin hektardaki ortalama karbon stok değerleri, (2) tüm bölgedeki yapraklı (saf ya da yapraklı ağaç türü ağırlıklı) ve ibrelili (saf ya da ibrelili ağaç türü ağırlıklı) meşcereler için hektardaki ortalama karbon stok değerleri, (3) kızılçam [Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.)] ve karaçam [black pine (*P. nigra* Arnold)] için çığ ve kapalılığa göre hektardaki ortalama biyokütle karbon stok değerleri hesaplanmıştır. Orman İşletme Şefliklerindeki orman meşcere türlerine göre ortalama toprak üstü biyokütle karbon stoku normal kapalı ibrelili meşcereler için 36,12 ton C/ha ve normal kapalı yapraklı meşcereler için 20,13 ton C/ha'dır. Kızılçam için Çzde3 ve Çze3 meşcereleri ve karaçam için Çkde3 ve Çke3 meşcereleri en yüksek karbon tutumunu sağlamaktadır. Bu çalışmanın sonuçları, ekosistemlerin doğal yapısının da gözetilerek karbon stoku (depolaması) açısından ağaç türü seçiminde ve silvikültürel uygulamaların belirlenmesinde kullanılabilir. Bunun dışında meşcerede baskın olmayan türlerin karbon stok potansiyeli ilk kez bu çalışmada değerlendirilmiştir. Bu bilgi, bu türlerin karışımlarda korunmasını destekleyecektir. Son olarak, karbon yönetiminde yutak alanların ve karbon tutumunun artırılmasına yönelik çalışmaların artırılması ve önlemlerin alınması ya da sorunlara müdahale edilmesi gibi faaliyetlerde şeflikler arasındaki meşcere karbon stok farklarının gözetilmesini de sağlayacaktır.

**Anahtar kelimeler:** Karbon tutumu, Orman amenajmanı, Üst ölçekli planlama, Sistematik koruma planlaması, Ekosistem hizmetleri

## Carbon sequestration in the Mediterranean Ecoregion forests in Türkiye towards macro-scale planning

**Abstract:** Quantification and evaluation of carbon sequestration in forests within the scope of macro-scale planning is important in terms of maintaining and monitoring forestry activities. These sustainable and carbon-optimized forestry activities increase carbon sequestration without damaging the natural ecosystem structure, in areas where carbon sequestration is low, and contribute additionally to the mitigation of greenhouse gases. In this study, carbon sequestration for forests in the Mediterranean Ecoregion of Türkiye was calculated and mapped using stand volume values and internationally accepted coefficients. In this study, (1) average carbon stock per hectare for deciduous and coniferous trees at the forestry administrative borders, (2) average carbon stock per hectare for deciduous (pure or mainly deciduous tree species) and coniferous (pure or mainly coniferous tree species) stands in the region; and (3) average biomass carbon stock according to stand age and canopy for Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) and black pine (*P. nigra* Arnold) were calculated. The average above-ground biomass carbon stock according to forest stand types in Forest Sub-District Directorates is 36.12 tons C/ha for normal closed (more than 10% covered) coniferous stands and 20.13 tons C/ha for normal closed deciduous stands. Çzde3 and Çze3 stands for Turkish red pine, and Çkde3 and Çke3 stands for black pine, which provide the highest carbon sequestration. The results of this study can be used for the selection of species and silvicultural practices in terms of carbon stock, taking into account the natural structure of ecosystems. In addition, the carbon stock potential of non-dominant species in the stand was evaluated for the first time in this study. This information will support the conservation of these species in mixtures. Finally, it will also ensure that the stand carbon stock differences between the forestry sub-districts are taken into account in activities such as increasing carbon sequestration and carbon management efforts, taking measures, or intervening in problems.

**Keywords:** Carbon storage, Forest management, Macro scale planning, Systematic conservation planning, Ecosystem services

✉ <sup>a</sup> Doğa Koruma Merkezi, Ankara, Türkiye

<sup>b</sup> Orman Genel Müdürlüğü, Ankara, Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): ppamukcu@uni-bonn.de

✓ **Received** (Geliş tarihi): 11.10.2023, **Accepted** (Kabul tarihi): 19.11.2023



**Citation** (Atf): Pamukçu Albers, P., Balkız, Ö., Demirbaş Çağlayan, S., Bucak Onay, T., Çalışkan, B.K., Ülker, E.D., Bilgin, G.D., Lise, Y., Zeydanlı, U., Özdemir, E., 2023. xxx. Turkish Journal of Forestry, 24(4): 346-366.  
DOI: [10.18182/tjf.1371213](https://doi.org/10.18182/tjf.1371213)

## 1. Giriş

Ormanlar ile bozkır, mera ve makilik gibi orman dışı doğal ve yarı doğal habitatlar hem yerel ölçekte hem de küresel ölçekte karbon tutumu açısından önemlidir (Bonan, 2008). Bu habitatlar sıcaklık ve nemi düzenleyerek yerelde iklim değişikliğine uyumu sağlarken; küresel ölçekte atmosfer ve okyanuslardaki kimyasal kompozisyonu düzenlemektedir. Bu habitatların korunması hem iklim değişikliğine uyum hem de biyolojik çeşitlilik krizine karşı önemlidir (de Chazal ve Rounsevell, 2009; Strassburg vd., 2010). Habitatların korunmasının yanında bu habitatlardaki karbon tutumunun zamansal (ör. yıllık) değişim ve mevcut karbon tutumunun yerel, bölgesel ve ülkesel olarak hesaplanması ve haritalandırılması, küresel karbon dengesini ve bu dengenin iklim değişikliği üzerindeki etkilerini anlama açısından önemlidir.

Doğal ve yarı doğal habitatların korunmasına yönelik çalışmalarından biri de üst ölçekli planlama yaklaşımıdır. Üst ölçekli planlama veya peyzaj ölçeğinde planlama (*Landscape Based Management*) uluslararası literatürde kabul görmüş bir planlama yaklaşımıdır (Milder vd., 2012; Sayer vd., 2013). Bu yaklaşım çok sayıda faktörü aynı anda ve farklı yönlerden değerlendirmeyi gerektirir. Birden fazla disiplin bir araya gelir, birden fazla sektör ve yararlanıcı için içinde yer alır. Dolayısıyla yerel ve bölgesel anlamda doğal ve yarı doğal alanlar için çoklu koruma yönteminden bahsedilebilir. Üst ölçekli planlama yaklaşımında kullanılan yaklaşımlardan biri de küresel ölçekte kabul görmüş Sistematik Koruma Planlaması (SKP) yaklaşımıdır. SKP, koruma hedefleri net bir şekilde tanımlanmış, biyolojik çeşitliliğin bütününe kalıcı (uzun vadeli) bir şekilde temsil edildiği ve sadece korunan alanlarla sınırlı olmayan çok kriterli bir karar destek sistemi olarak tanımlanabilir (Margules ve Pressey, 2000; FAO-TOB, 2021). Biyolojik ve sosyo-ekonomik veriler bir arada kullanılarak bölgesel ve/veya ulusal ölçeklerde koruma sistemi planlanır. Son 20 yıldır bu planlama yaklaşımı küresel ölçekte üniversiteler ve sivil toplum kuruluşları tarafından yerel ve bölgesel anlamda geliştirilerek çalışılmaya devam etmekte (Welch, 2004; Zeydanlı vd., 2005; Zeydanlı, 2006; Ün vd., 2009; Zeydanlı, 2009; Turak vd., 2011), kamu kurumlarına bulgu ve öneriler sunulmaktadır (AB IPA Projesi, 2015-2018).

Üst ölçekli planlama ve önceliklendirme yaklaşımlarında kullanılan önemli unsurlardan biri de doğal ve yarı doğal sistemlerin insan toplumlarına sağladığı ekosistem hizmetleridir. Ekosistem hizmetlerinin korunması ve geliştirilmesinin insan refahıyla doğrudan ilişkili olduğu artık kabul edilmektedir. Gıda, odun ürünleri ve tatlısu gibi ekosistemlerden doğrudan sağlanan ürünler (tedarik hizmetleri), hava kalitesinin düzenlenmesi, toprağı koruma, suyun akışının ve zamanlanmasının düzenlenmesi gibi doğal süreçlerin sonuçlarından elde edilen faydalar (düzenleyici hizmetler), rekreasyon ve ekoturizm gibi insanların doğayla manevi olarak etkileşimlerini konu alan kültürel hizmetler ve toprak oluşumu, birincil üretim gibi ekosistem hizmetlerinin varoluşunu destekleyen doğal süreçler (destekleyici hizmetler), farklı ekosistemlerden farklı oranlarda sağlanmaktadır (MA, 2005; Pamukçu Albers vd., 2018a). Bu hizmetlerin sürdürülmesi ve uygun yöntemlerle iyileştirilmesi, zamanla planlamanın önemli konularından biri haline gelmiştir.

Küresel ölçekte önemli ekosistem hizmetlerinden biri de karbon tutumdur. İklim değişikliği ile mücadele stratejileri

açısından bakılırsa karbon tutumu aynı zamanda azaltımdır. Orman ve orman dışı habitatlarda farklı bitki türlerinin karbon tutumu, planlamada göz önüne alınması gereken önemli konular arasındadır. Karbon tutumunu, biyolojik çeşitlilik (Daba ve Dejene, 2018) gibi ekosistem hizmetleri ve biyolojik kontrol (Wyckhuys, 2022) ve erozyon kontrolü (Ran vd., 2018) gibi arazi yönetim uygulamaları da destekler. SKP yaklaşımında karbon tutumu, özellikle koruma öncelikli alanların belirlenmesinde rol oynamaktadır.

Karbon stoklarının ve zamansal değişiminin uluslararası kabulde nasıl hesaplanabileceği IPCC (2006) kılavuzlarında açıklanmıştır. Pamukçu Albers vd. (2018b) bu hesaplama adımlarını izleyerek Türkiye için önerdikleri karbon sertifikasyon sürecinde bazı ağaç türleri için karbon stoklarını ve zaman içindeki stoklardaki değişimi göstermişlerdir. Ulusal literatürde, bazı (genelde ticari) ağaçlar için hacim hesaplamada kullanılan ağaçların göğüs hizasındaki çapları (Özkaya, 2004; Çömez, 2010; Makineci vd., 2011), gövde odun yoğunluğu/gövde odunu hacim ağırlığı (Gürsu, 1971; As vd., 2001; Topaloğlu, 2005), dönüşüm ve genişleme faktörleri (Saraçoğlu, 2000; Makineci vd., 2011; Tolunay, 2013; Durkaya vd., 2019; Tolunay, 2019), ölü örtü ve toprak karbon miktarları (Tolunay ve Çömez, 2008) ve birim alanlardaki karbon tutumları (Serengil vd., 2015; Pamukçu, 2015) ölçülmüş, hesaplanmış ve ortalama değerleri bulunmuştur. Bazı ağaç türleri için biyokütle modellerini de literatürden elde etmek mümkündür (Durkaya ve Durkaya, 2018). Ağaç türlerinin hacimleri bonitet, kapalılık ve yaş sınıfına göre değişmektedir. Yan yana olan orman işletmelerinde yükselti (rakım), toprak, iklim, alt ya da üst havzada olup olmaması, ormancılık faaliyetleri gibi ölçütlere bağlı olan meşcerelerdeki türler ve bu türlerin hacimleri ve biyokütelleri farklı olabilmektedir.

Bu makalenin amacı, Türkiye'deki Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ndeki ormanların mevcut karbon stoklarının orman idari sınırlarına (şefliklere, işletmelere ve bölge müdürlüklerine) göre hesaplanması ve haritalandırılmasıdır. Çalışma, biyolojik çeşitlilik açısından küresel öneme sahip sıcak noktalarından Akdeniz sıcak noktası (Mittermeier vd., 2005) sınırları içinde bulunan Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ne odaklanmıştır. Bölge, her biri kendine özgü özelliklere ve ekolojik işlevlere sahip bir dizi habitatı içeren ve biyolojik çeşitlilik bakımından zengin bir bölgedir. Akdeniz ormanları, çalılıklar (maki ve garig), mera ve bozkırlar, sulak alanlar, kıyı habitatları ve dağ habitatları bu çeşitliliği sağlayan ve karbon tutumu, su akışını düzenleme ve toprağı koruma gibi çeşitli ekosistem hizmetlerini üreten başlıca habitatlardır.

Küresel Çevre Fonu (GEF) finansal desteği ile Orman ve Su İşleri Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü (OGM) tarafından Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile iş birliği içinde 2014-2018 yılları arasında Doğa Koruma Merkezi Vakfı (DKM; [dkm.org.tr](http://dkm.org.tr)) tarafından yürütülen Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi kapsamında Adana, Antalya, Kahramanmaraş, Mersin ve Muğla Bölge Müdürlükleri'ndeki doğal ve yarı doğal habitatlar için bu makalenin yazarları tarafından karbon tutumu hesaplanmıştır (Balkız vd., 2020a; 2020b; 2020c; 2020d; 2020e; DKM, 2023). Bu değerler, SKP yaklaşımıyla, üst ölçekli planlamada her bir bölge ve işletme müdürlüğünde ormansızlaşma riski ile sentez haritası oluşturmada bir girdi olarak kullanılmıştır. Çalışmada karbon stoku açısından önemli ormanların yönetiminde (yangın riski, maden alanları, kentleşme baskısı vs.) de göz önüne alınması gerektiği vurgulanmıştır. Akdeniz

Ekolojik Bölgesi ölçeğinde ise bu çalışmaya ilişkin herhangi bir yayın bulunmamaktadır.

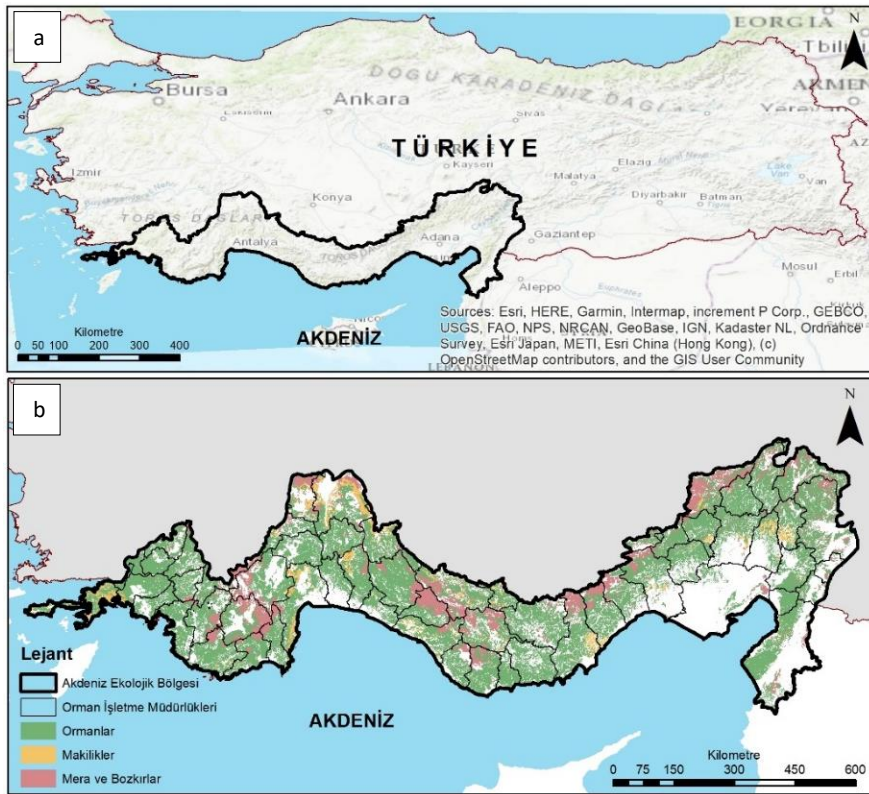
Önceki çalışmada (Balkız vd., 2020abcde) bölge ve işletme müdürlükleri ölçeğinde yapılan hesaplamalar ve kullanılan diğer tüm altlık veriler bu makale için yeniden değerlendirilmiş, hesaplamalar bu makalenin amacına göre yeniden yapılmıştır. Mevcut orman amenajman planlarından farklı olarak, yapılan hesaplamalarda orman idari sınırları için ağaç türlerinin yapraklı ya da ibrelili olmasına göre mümkün olduğunca güncel ve ulusal katsayılar kullanılarak hektardaki ortalama karbon stok değerleri hesaplanmıştır. Bu çalışmaya ek olarak Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ndeki yapraklı (saf ya da yapraklı ağaç türü ağırlıklı) ve ibrelili (saf ya da ibrelili ağaç türü ağırlıklı) meşcereler için hektardaki ortalama karbon stok değerleri belirlenmiştir. Ayrıca en fazla yayılış gösteren normal kapalı meşcerelerden kızılçam (*P. brutia*) ve karaçam (*P. nigra*) için çağ ve kapalılığına göre hektardaki ortalama biyokütle karbon miktarları hesaplanmıştır.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Çalışma alanı

Çalışma, Akdeniz sıcak noktası (Mittermeier et al., 2005) sınırları içinde bulunan Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ne odaklanmıştır. Ekolojik bölgeler çok geniş alanları kapsadığı için, ekolojik bölgelerin tanımlanmasında kullanılan yöntemin aynısı kullanarak daha küçük alanları kaplayan alt-ekolojik bölgeler de proje alanı sınırlarında tanımlanmıştır. Bu kapsamda Akdeniz Bölgesi'ndeki yaşambirlikleri, WWF-

MedPO Akdeniz Havzası Orman Tipleri Haritası (Guidotti vd., 2001) ve WWF-ABD Karasal Ekolojik Bölgeler Haritası (Olson vd., 2001) verileri kullanılmıştır. Ayrıca detaya inebilmek için bölgeyle ilgili uzman bilgisi kullanılmıştır (Zeydanlı, Bilgin, ve Lise, 2018, kiş. gör.). Bu bölgelendirme çalışması ayrıca Atalay (1994, 2002), Akman (1999), Emberger Kuraklık İndisi (1955) Mayer ve Aksoy (1986)'den bilgilerle desteklenmiştir. Son olarak belirli ekolojik bölgelerin göstergesi olabilecek türlerin dağılım bilgileri alt bölge sınırlarının güncellenmesinde kullanılmıştır (Şekil 1). Bölge ve dolayısıyla araştırma sahası, Adana, Antalya, Burdur (Çavdır, Kemer, Bucak, Ağlasun, Çeltikçi, Burdur, Tefenni, Karamanlı, Altınyayla ve Göllühisar ilçeleri), Denizli (Beyşehir, Çameli, Kale, Serinhisar, Tavas ve Acıpayam ilçeleri), Gaziantep (Nurdağı, İslahiye ve Şehitkamil ilçeleri), Hatay, Isparta (Sütçüler, Eğirdir, Gönen, Uluborlu, Senirkent, Atabey, Gelendost, Şarkikaraağaç, Yenişarbademli, Aksu ve Isparta ilçeleri), Kahramanmaraş (Andırın, Türkoğlu, Ekinözü, Göksun, Kahramanmaraş ve Pazarcık ilçeleri), Karaman (Sarıveliler, Başyayla, Ermenek ve Karaman ilçeleri), Kayseri (Yahyalı ve Develi ilçeleri), Konya (Güneysınır, Taşkent, Hadim, Bozkır, Ahırılı, Yalılıyüyük, Seydişehir, Derebucak, Beyşehir ve Akören ilçeleri), Mersin, Muğla (Marmaris, Datça, Ortaca, Muğla, Dalaman, Fethiye, Köyceğiz ve Ula ilçeleri), Niğde (Ulukışla ve Niğde ilçeleri) ve Osmaniye'yi kapsamaktadır. Bölgeye bazı illerin tamamı girdiği gibi bazı il sınırlarının ise bir kısmı girmiştir.



Şekil 1. Akdeniz Ekolojik Bölgesi: a) Ekolojik bölgenin konumu, b) Bitki örtülerine/habitatlara göre araştırma sahası

Bölgede yükselti 0 m ila 3.680 m arasında değişmektedir. Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına (Köppen ve Geiger, 1954; Peel vd., 2007) göre bölgenin ağırlıklı olarak ılıman iklim tipi (kurak ve sıcak yaz) Akdeniz iklimi (Csa) etkisi altındadır. Alansal olarak bu iklim tipini, bölgenin daha çok kuzeyinde etkili olan ve Akdeniz'den etkilenen soğuk iklim tipi (kurak ve serin yaz) (Dsb) takip etmektedir (Yılmaz ve Çiçek, 2018).

Tüm bölgede (95.001 km<sup>2</sup>) normal ve boşluklu kapalı ormanların toplamı yaklaşık 47.404 km<sup>2</sup> alanı kaplarken; mera ve bozkırlar 11.271 km<sup>2</sup> ve makilikler ise 3.570 km<sup>2</sup> alana yayılmaktadır. Normal kapalı (kapalılık 0,1-1,00) kızılçam (16.970 km<sup>2</sup>), boşluklu kapalı (kapalılık 0-0,1) ardıç (5.953 km<sup>2</sup>) ve boşluklu kapalı kızılçam (5.753 km<sup>2</sup>) alan olarak en fazla yayılan orman tipleridir.

## 2.2. Orman idari sınırları için karbon tutumunun hesaplanması ve haritalanması

Ormanlarda toprak üstü biyokütle ve karbon tutumu meşçere hacim değerleri kullanılarak hesaplanmıştır. Tüm bölgedeki normal kapalı ve boşluklu kapalı meşçere tipleri için odun serveti (hacim), bonitetlerine ve diğer etkenlere göre değiştiğinden; Akdeniz Ekolojik Bölgesi ormanlarının karbon tutumu Orman İşletme Şefliklerine (OİŞ) ait amenajman planlarında yer alan meşçere tiplerine ait servet değerlerinin kullanılması ile hesaplanmıştır. Orman Genel Müdürlüğünden 2017 yılında temin edilen ilgili şefliklerin amenajman planlarındaki Çizelge No. 13 (Meşçere Tipleri Tanıtım Tablosu) verileri esas alınmıştır.

Bu tablolarda her bir şefliğe ait meşçere tipleri için ağaç türlerine göre verilen servet bilgileri R yazılımı v. 3.5.0 (R Core Team, 2022) kullanılarak meşçere veri tabanına bağlanmıştır. Bu çalışmada yapılan hesaplamada meşçerenin toplam hacmi değil; meşçere tiplerinde yer alan her bir ağaç türü için hacim değerleri esas alınmıştır (Çizelge 2). Bu sayede bir meşçere tiplerindeki baskın olmayan ağaç türlerinin de karbon tutumları hesaplanmıştır.

Orman amenajman planlarında hacim değerleri verilmeyen ancak orman alanı olan bölmeciklerin [Burdur Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) Burdur OİŞ, Eğirdir OİM Yalvaç OİŞ, Isparta OİM Senirkent OİŞ, Eğirdir OİM Şarkikaraağaç OİŞ ve Eğirdir OİM Eğirdir OİŞ] ve milli parkların ağaç türlerine göre (değişik meşçere tiplerine ait 760 bölmecik) hacim değerleri yaklaşık olarak belirlenmiştir. Hacim değeri olmayan bölmeciklerdeki her bir meşçere tipi için ayrı ayrı buldukları şeflikteki aynı meşçere tipine ait

hacim değeri kullanılmıştır. Eğer şeflikte aranan meşçere tipine ait hacim değeri yoksa işletme müdürlüğü sınırları içindeki en yakın şeflikten başlamak üzere diğer şefliklerdeki hacim değerleri değerlendirilmiştir. İşletme müdürlüğünde aranan meşçere tipine ait hacim değeri yoksa bölge müdürlüğü sınırları içindeki en yakın işletmeden başlamak üzere diğer işletmelerdeki hacim değerleri göz önünde bulundurulmuştur. Bölge Müdürlüğünde de aranan meşçere tipine ait hacim değeri yoksa yine bölmeciğe coğrafi olarak en yakındaki bölgenin şeflik, müdürlük ya da bölge müdürlüğü verisi atanmıştır (Çizelge 1).

Meşçere tiplerine ve buldukları yere göre hacim değerleri belirlenen ağaç türleri tek tek ArcGIS v. 10.4.1 (ESRI, 2016) programında tabloya girilmiştir. Hesaplamalar da yine bu program üzerinden yapraklı ve ibrelili türler için ayrı ayrı yapılmıştır (Çizelge 2). Böylece milli park, araştırma ormanları ve özel orman gibi özel statülü orman alanları için de karbon tutumları hesaplanmıştır. Bu yapılan hesaplamada orman amenajman planlarında mevcut yapılan karbon tutumu hesaplamasından daha detaylı bir hesaplamadır, dolayısıyla değerler gerçeğe daha yakındır. Ağaç türlerinin karbon tutumları ağaçların yapraklı veya ibrelili olmasına göre hesaplamalara dâhil edilmiştir. Ağaçlandırma alanları, tamamlama alanları, yeni gençliğin geldiği alanlar ve a çağı meşçereler için ise karbon tutumu hesaplanmamıştır. Ayrıca Akdeniz Ekolojik Bölgesi'nde sadece bir alanda olup, hacim değeri bulunmayan bölmeciklerin de karbon tutumları hesaplamaya dâhil edilmemiştir. Ancak karbon tutumu hesaplanmayan bu orman alanları hesaplamalarda alansal olarak "orman alanı" olarak göz önünde bulundurulmuştur.

## Çizelge 1. Meşçere hacim değerlerinin belirlenmesi

Meşçere tipi	Meşçerenin bulunduğu yer / Meşçere için hacim değerinin alındığı yer
	Bölge - İşletme - Şeflik
Arbc1	Isparta - Eğirdir - Eğirdir OİŞ yerine Aksu OİŞ
Arbc2	Isparta - Eğirdir - Eğirdir OİŞ yerine Yukarıgökdere OİŞ
Arcd1	Antalya - Alanya - Söğüt OİŞ yerine Antalya - Gazipaşa - Doğanca OİŞ
Arcd2	Antalya - Elmalı - Sedir Araştırma yerine Elmalı OİŞ
BÇz-T	Hacim değeri var: Antalya - Gazipaşa - Gazipaşa
Çhbc3	Milli park - Milli park* - Milli Park yerine Adana - Kadirli - Bozkuyu OİŞ

\* Karatepe Aslantaş Milli Parkı, Kadirli Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içinde yer almaktadır. Ar: Ardıç, Çh: Halep çamı, Çz: Kızılçam, Meşçere tiplerindeki B: Boşluklu kapalı (kapalılığı %1-10); 1, 2 ve 3: kapalılık derecesi; T: Kayalık, taşlık

## Çizelge 2. Meşçereler için hesaplanan hacim değerleri

Meşçere tipi	Hacim (m <sup>3</sup> / ha)							Toplam	
	Ar	Çh	Çk	Çz	Dy	M	S	Yapraklı	İbrelili
Arbc1	15,871		1,734			0,179		0,179	17,605
Arbc2	30,208				1,731	3,137		4,868	30,208
Arcd1	104,820								104,820
Arcd2	134,610						14,475	14,475	134,610
BÇz-T				16,000					16,000
Çhbc3		78,891							78,891

Ar: Ardıç, Çh: Halep çamı, Çk: Karaçam, Çz: Kızılçam, Dy: Diğer yapraklı, M: Meşe, S: Sedir, Meşçere tiplerindeki B: Boşluklu kapalı (kapalılığı %1-10); 1, 2 ve 3: kapalılık derecesi; T: Kayalık, taşlık

Toprak üstü biyokütle karbonu (TÜBK), toprak altı biyokütle karbonu (TABK) ve toprak üstü biyokütle miktarına göre hesaplanan ölü odun karbonu (ÖOK) için ulusal ve uluslararası farklı kaynaklardaki katsayılar kullanılmış ve karbon tutumu hesaplanmıştır. TÜBK hesaplamalarında (Denklem 1), Çizelge 2’de de görüldüğü gibi meşcereleri oluşturan ağaç türlerinin yapraklı ya da ibreliliğine göre Tolunay (2019) ve IPCC (2006) dönüştürme katsayıları kullanılmıştır. TABK hesaplamalarında (Denklem 2 ve Denklem 3) ise yapraklı ya da ibrelili türlerin toprak üstü biyokütlesine göre IPCC (2006) katsayıları kullanılarak hesaplama yapılmıştır. Yapraklı ve ibrelili orman ÖOK miktarı hesaplamalarında (Denklem 4) ise FRA (2010), OGM (2017) ve Durkaya vd. (2019)’da verilen katsayılar kullanılmıştır. Ormanlarda ölü örtü ve toprak karbonu ise bu çalışmanın kapsamı dışındadır.

Denklem 1. Toprak üstü biyokütle karbonu

$$TÜBK = \text{Dikili gövde hacmi} \times BCEFs \times CF \quad (1)$$

Denklemde, *dikili gövde hacmi*, her ağaç türü veya ağaç türü grubu için toplam dikili kabuklu gövde hacmini ( $m^3$ ), *BCEFs*, ticari değeri olan artım stok hacminin toprak üstü biyokütlesine genişletmek için biyokütle dönüşüm ve genişleme faktörü (ton toprak üstü biyokütle artışı /  $m^3$  büyüyen stok hacmi), *CF* ise kuru maddenin karbon fraksiyonudur (ton C / ton kuru madde).

Denklem 2. Yapraklı orman toprak altı biyokütle karbonu ve kök/gövde oranı (IPCC, 2006)

$$0 < TÜB < 75 \rightarrow TABK = TÜBK \times 0,46 \quad (2)$$

$$75 < TÜB < 150 \rightarrow TABK = TÜBK \times 0,23$$

$$150 < TÜB \rightarrow TABK = TÜBK \times 0,24$$

Denklem 3. İbrelili orman toprak altı biyokütle karbonu ve kök/gövde oranı (IPCC, 2006)

$$0 < TÜB < 50 \rightarrow TABK = TÜBK \times 0,40 \quad (3)$$

$$50 < TÜB < 150 \rightarrow TABK = TÜBK \times 0,29$$

$$150 < TÜB \rightarrow TABK = TÜBK * 0,20$$

Burada, TÜB, toprak üstü biyokütle ( $t/ha$ )’dır.

Denklem 4. Ölü odun karbonu

$$ÖOK = TÜB \times 0,01 \times 0,47 \quad (4)$$

Şefliklerdeki hektardaki biyokütle ortalama karbon değerini haritalandırmak için sadece normal kapalı ve boşluklu kapalı meşcereler ele alınmış ve hesaplamada kullanılmıştır. Öncelikle şefliklerdeki her yapraklı ve ibrelili ağaç türü için hektardaki biyokütle ortalama karbon değeri hesaplanmıştır. Daha sonra haritalandırmak amacıyla ilgili şefliğe şeflikteki tüm yapraklı ve ibrelili ağaç türlerinin biyokütle ortalama değeri atanmıştır. Bölgedeki yapraklı ve ibrelili ağaç türleri için en yüksek biyokütle ortalama karbon değerlerine sahip şeflikler belirlenmiştir. İşletme müdürlüğü ölçeğinde biyokütle karbon değerleri şeflikler için hesaplanan değerlerin; bölge müdürlüğü ölçeğindeki biyokütle karbon değerleri ise işletme müdürlükleri için hesaplanan değerlerin ortalamasıdır. Ormanlar için hesaplanan karbon değerleri ArcGIS v. 10.4.1 (ESRI, 2016) programı kullanılarak orman idari sınırlarındaki orman alanlarına göre haritalandırılmıştır.

### 2.3. Akdeniz Ekolojik Bölgesi ormanları için karbon tutumunun hesaplanması

Tüm Akdeniz Ekolojik Bölgesi için ortalama karbon stok değerleri yapraklı (saf ya da yapraklı ağaç türü ağırlıklı) ve ibrelili (saf ya da ibrelili ağaç türü ağırlıklı) meşcereler esas alınarak meşcere tiplerine göre bölmecik sayıları ile

ağırlıklandırılarak toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve ölü odun karbon havuzları için hesaplanmıştır.

### 2.4. Kızılçam ve Karaçam ormanları için karbon tutumunun hesaplanması

Kızılçam, kuru ve sıcak ortamlara iyi uyum sağlaması ve farklı toprak tiplerinde yetişebilmesi nedeniyle ağaçlandırma projeleri için değerli bir türdür. Karaçam ise 30-40 metreye kadar boyolanabilen, çok çeşitli habitatlarda bulunabilen uzun ömürlü bir ağaç türüdür. Kızılçam ve karaçam ormanlarında depolanan karbon miktarı, ağaçların yaşı, gelişim çağı, ormanın sıklığı ve yetişme ortamları gibi bir dizi faktöre bağlı olarak değişebilir. Bölgede alansal olarak en fazla yayılış gösteren normal kapalı meşcerelerden kızılçam ve karaçam için ormanların çağ ve kapalılığına göre hektardaki toprak üstü ortalama biyokütle karbon miktarları hesaplanmıştır.

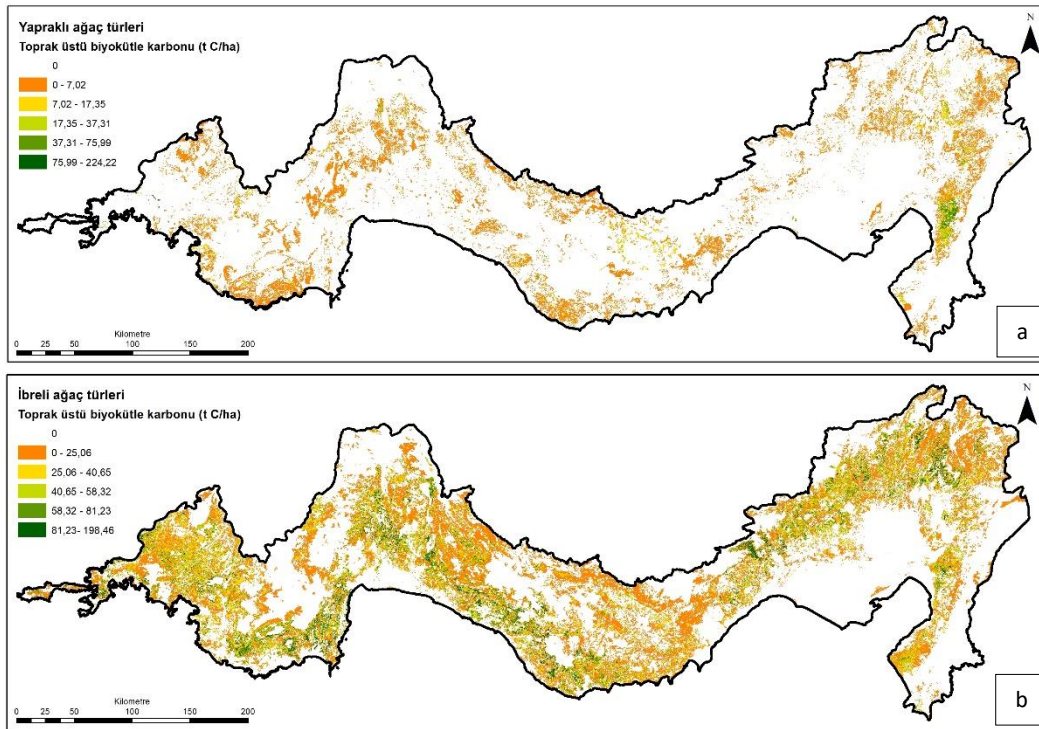
## 3. Bulgular

### 3.1. Yapraklı ve ibrelili ağaç türleri ve meşcereler için karbon tutumu

Yapraklı ve ibrelili ağaç türlerinin toprak üstü karbon tutumlarının tüm araştırma bölgesindeki dağılımı Şekil 2’de verilmiştir. Toprak üstü biyokütle, yapraklı türler için bölgenin doğusunda (Osmaniye ve çevresi) yoğunlaşırken; ibrelili türler bölgenin batısında, batı-orta sahil kesiminde ve Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre “yarı nemli” iklim tipinin baskın olduğu (Yılmaz ve Çiçek, 2016) bölgenin doğusundaki yüksek rakımlarda en fazladır. Bölgenin batı ve batı-orta sahil kesimi ise bölgede en fazla yağış alan (Thornthwaite İklim Sınıflandırmasına göre “nemli” iklim tipi; Yılmaz ve Çiçek, 2016) ve kotu düşük olan yerlerdir.

Meşcerelere göre değerlendirme yapıldığında ise yapraklı meşcerelerde (saf ya da yapraklı ağırlıklı) *cd*, *d*, *de* veya *e* çağındaki ve 2 veya 3 kapalı kızılçam (*Alnus spp.*), sığla (*Liquidambar orientalis*) ve dişbudak (*Fraxinus spp.*) türleri ile yerli tür olmayan okaliptüs (*Eucalyptus sp.*) hektarda en fazla biyokütle karbon tutumuna sahiptir. İbrelili meşcerelerde (saf ya da ibrelili ağırlıklı) ise *d*, *de* veya *e* çağındaki ve 2 veya 3 kapalı sedir (*Cedrus libani*) ağırlıklı göknar (*Abies cilicica*), karaçam (*Pinus nigra*), sedir, sedir ve karaçam karışık meşcereleri en fazla karbonu tutmaktadır.

Tüm ekolojik bölgedeki ibrelili ve yapraklı meşcere türlerine göre ortalama karbon stok değerleri Çizelge 3’te verilmiştir. Meşcerelerin normal ya da boşluklu kapalı olmasına göre saf, farklı yapraklı türlerden oluşan karışık meşcereler ve yapraklı/ibrelili ağırlıklı ibrelili/yapraklı karışık meşcereler için meşcere tipi bölmecik sayısı da göz önünde bulundurularak stok değerleri bulunmuştur. Saf yapraklı ve ibrelili meşcereler için bölgede meşcere tiplerine göre sırasıyla toplam 9.448 ve 239.127 bölmecik değerlendirilmiştir. Saf yapraklı meşcerelerin yaklaşık %31’i ve ibrelili meşcerelerin ise yaklaşık %48’i ortalama toprak üstü karbon stok değerinin üstündedir.



Şekil 2. Yapraklı (a) ve ibrelili (b) ağaç türlerinin toprak üstü biyokütle karbon tutumları

Çizelge 3. Akdeniz Ekolojik Bölgesi için ortalama karbon stok değerleri

Kapalılık	Meşcere özelliği	TÜBK	TABK	ÖOK	
		(ton C/ha)			
Yapraklı	Saf	18,29	6,37	0,18	
	Yapraklı karışık	18,81	6,29	0,18	
	Yapraklı ağırlıklı ibrelili karışık	23,31	8,12	0,23	
	Ortalama	20,13	6,93	0,20	
	Boşluklu kapalı	Saf	2,44	1,12	-
İbrelili	Yapraklı karışık	2,91	1,34	-	
	Yapraklı ağırlıklı ibrelili karışık	1,69	0,78	-	
	Ortalama	2,35	1,08	-	
	Boşluklu kapalı	Saf	37,43	10,85	0,34
Yapraklı	İbrelili karışık	44,72	12,49	0,41	
	İbrelili ağırlıklı yapraklı karışık	26,22	8,04	0,24	
	Ortalama	36,12	10,46	0,33	
	Boşluklu kapalı	Saf	3,42	1,37	-
	İbrelili karışık	3,21	1,28	-	
Boşluklu kapalı	İbrelili ağırlıklı yapraklı karışık	2,17	0,87	-	
	Ortalama	2,93	1,17	-	

TÜBK: Toprak üstü biyokütle karbonu, TABK: Toprak altı biyokütle karbonu, ÖOK: Ölü odun karbonu

### 3.2. Orman İşletme Şefliklerinde karbon tutumu

Şefliklerin (milli parklar dâhil) yapraklı ve ibrelili ağaç türleri için hektardaki biyokütle (toprak üstü ve toprak altı) ortalama karbon tutumları ise Şekil 3'te gösterilmiş ve Ek-1'de liste halinde verilmiştir. Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü (OBM) Dörtüol OİM Ufacık OİŞ'de toplam 964 adet bölmecik değerlendirilmiş, bu şeflikteki yapraklı ağaç türleri için hektarda 46,34 t C biyokütle ortalama karbon değeri hesaplanmıştır. Bu değer, Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ndeki şefliklerdeki yapraklı ağaç türleri için en yüksek biyokütle ortalama karbon değeridir (Şekil 4). Ufacık OİŞ'de Kncd3 meşceresi en fazla yapraklı biyokütle ortalama karbon değerine (139,19 t C/ha) sahiptir. Şeflikteki yapraklı

meşcereler (saf ve yapraklı ağırlıklı) için hesaplanan ölü odun ortalama karbon değeri ise 0,51 t C/ha'dır.

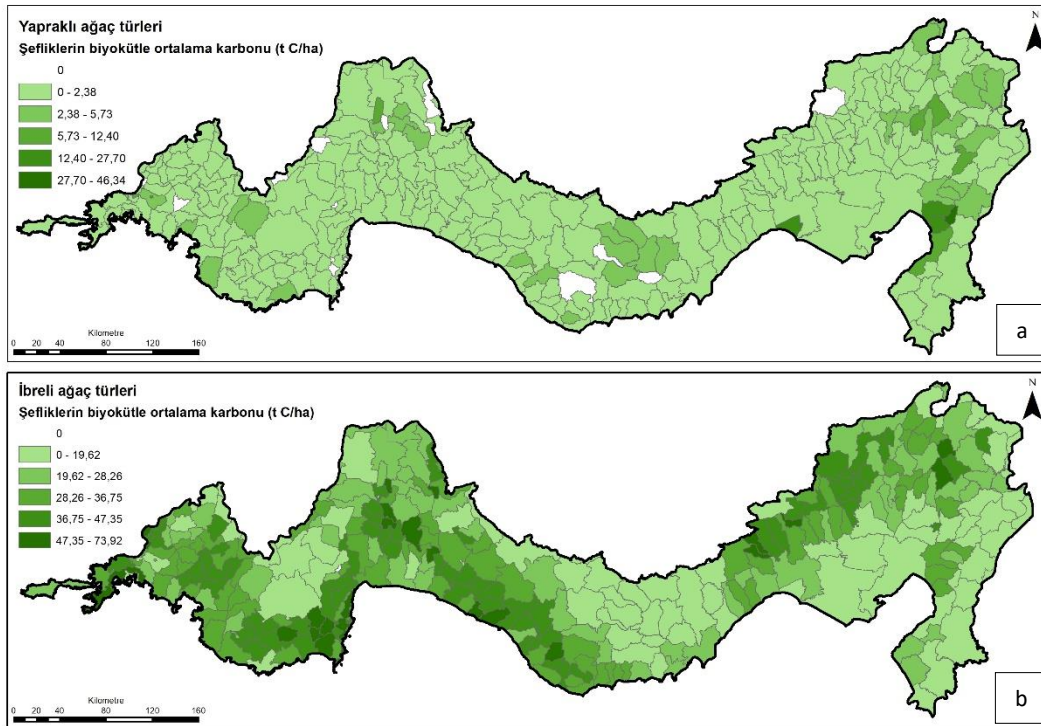
Bölgedeki ibrelili ağaç türleri için en yüksek biyokütle ortalama karbon değeri ise Isparta OBM Kovada Gölü Milli Parkı'na aittir (Şekil 4). Milli parktaki ibrelili ağaç türleri için hektarda 73,92 t C biyokütle ortalama karbon değeri hesaplanmıştır. Milli parktaki tutulan karbon değerinin bu derece yüksek olmasını sırasıyla Çzd2, Çzcd2 ve Çzcd3 meşcereleri sağlamaktadır. Milli parktaki ibrelili ağaç türleri için hesaplanan ölü odun ortalama karbon değeri ise 0,53 t C/ha'dır.

Şefliklerdeki meşcere tipleri için hesaplanan biyokütle ortalama karbon değerine bakıldığında, Mersin OBM Mersin OİM Davultepe OİŞ'deki Okd3 meşceresi (278,03 t C/ha),

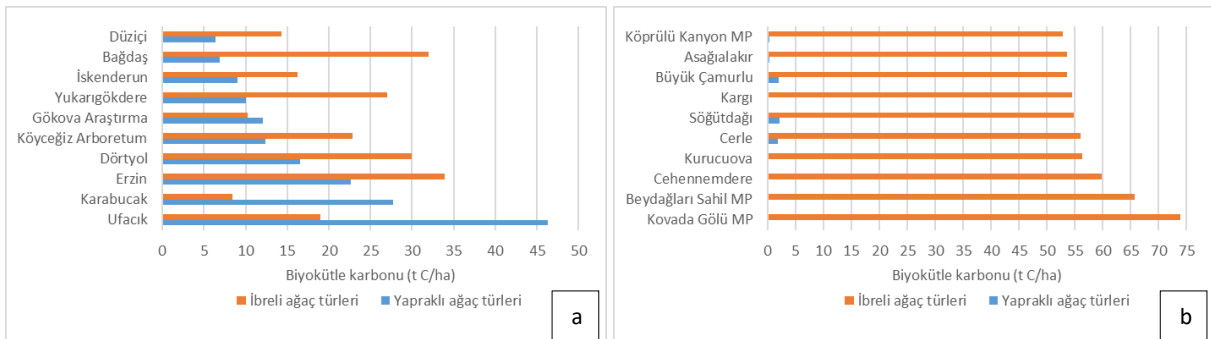
Mersin OBM Tarsus OİM Karabucak OİŞ'deki Okd3 meşceresi (231,87 t C/ha) en fazla biyokütle ortalama karbon tutumuna sahip yapraklı meşceredir. Bu meşcereleri Muğla OBM Köyceğiz OİM Karaçam OİŞ'deki kızılbaş meşcereleri (Kze2) ve Fethiye, Dalaman, Köyceğiz ve Marmaris Orman İşletmeleri sınırları içinde bulunan sığla meşcereleri takip etmektedir. Mersin OBM Anamur OİM Abanoz OİŞ'deki SGe3 meşceresi (238,15 t C/ha) ve Antalya OBM Gazipaşa OİM Sivasti OİŞ'deki Çkd3 meşceresi (226,32 t C/ha) ise en fazla biyokütle ortalama karbon tutumuna sahip ibreli meşceredir. Bu meşcereleri Antalya, Kahramanmaraş ve Mersin Orman Bölge Müdürlükleri sınırları içindeki saf sedir, karaçam ve sedir ve karaçam karışık meşcereleri izlemektedir.

### 3.3. Orman İşletmelerinde karbon tutumu

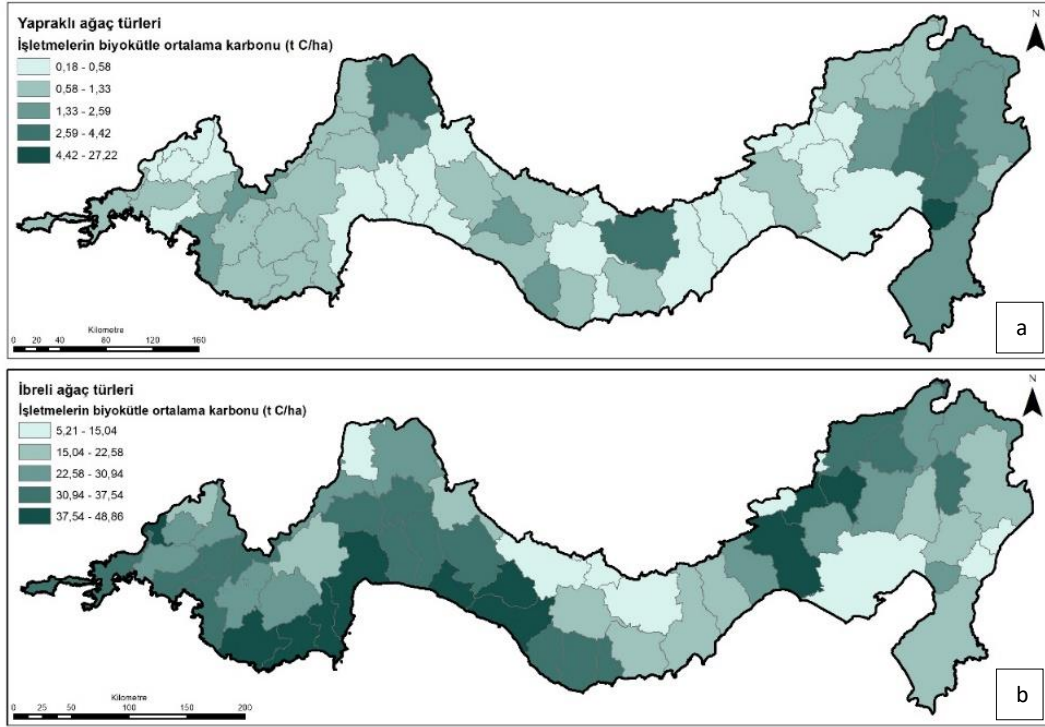
İşletmelerdeki yapraklı ve ibreli ağaç türleri için hektardaki biyokütle (toprak üstü ve toprak altı) ortalama karbon tutumları ise Şekil 5'te gösterilmiş ve Ek-2'de liste halinde verilmiştir. Orman İşletme Müdürlüğü ölçeğinde sonuçlar değerlendirildiğinde; 60 işletme içinde (milli parklar dâhil değil) Kahramanmaraş OBM Dört Yol OİM (ortalama biyokütle karbon değeri 27,22 t C/ha) yapraklı ağaç türleri için en yüksek biyokütle karbon değerine sahiptir. İşletmedeki kayın, kayın ağırlıklı meşe ve meşe meşcereleri en fazla karbon tutan meşcerelerdir. İbreli ağaç türleri için en yüksek hektardaki ortalama karbon değeri (48,86 t C/ha) Antalya OBM Kumluca OİM'dedir. Kumluca OİM'deki *de* ve *e* çağındaki kızılçam meşcereleri ile yine *de* çağındaki sedir meşcereleri karbon tutumunda rol oynamaktadır.



Şekil 3. Şefliklerdeki yapraklı (a) ve ibreli (b) ağaç türleri için biyokütle ortalama karbon değerleri



Şekil 4. Şefliklerdeki yapraklı (a) ve ibreli (b) ağaç türleri için en yüksek biyokütle ortalama karbon değerleri



Şekil 5. İşletmelerin yapraklı (a) ve ibrelî (b) ağaç türleri için biyokütle ortalama karbon değerleri

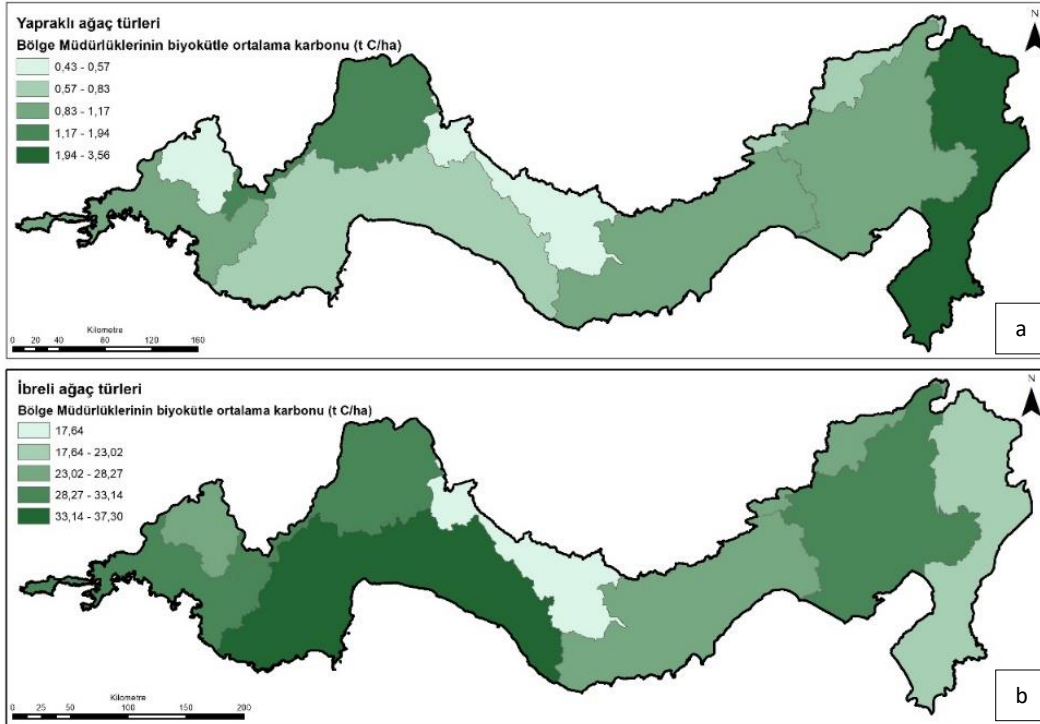
### 3.4. Orman Bölge Müdürlüklerinde karbon tutumu

Orman Bölge Müdürlüklerindeki yapraklı ve ibrelî ağaç türleri için hektardaki biyokütle (toprak üstü ve toprak altı) ortalama karbon tutumları ise Şekil 6'da gösterilmiş ve Ek-3'te liste halinde verilmiştir. Yapraklı ağaç türleri için toplam biyokütle karbonu hektarda en fazla Kahramanmaraş OBM'de iken; ibrelî meşcereler için bu değer Antalya OBM'de en fazladır.

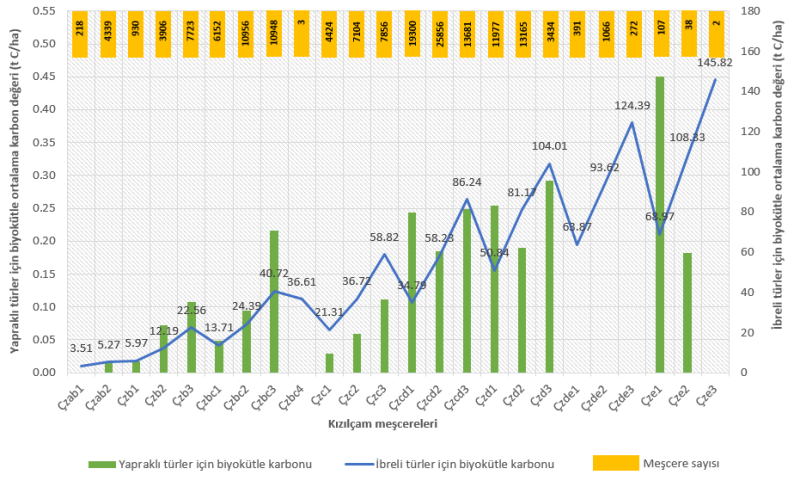
### 3.5. Kızılçam ve karaçam için çağ ve kapahlığa göre karbon tutumu

Kızılçam ve karaçam meşcerelerinde biyokütle ortalama karbon değerleri sırasıyla Şekil 7 ve Şekil 8'de gösterilmiştir. Kızılçam ormanlarının hektar başına 3,5 ton ila 146 ton karbon depolayabildiği hesaplanmıştır. Karaçam ormanları için bu değer hektarda 5,6 ton ila 205 ton arasındadır. Kızılçam için Çzde3 ve Çze3 meşcereleri ve karaçam için Çkde3 ve Çke3 en yüksek karbon tutumunu sağlamaktadır. Çzcd2 ve Çkcd2 meşcerelerinden sonraki çağlarda meşcere sayısı büyük bir düşüş göstermektedir.

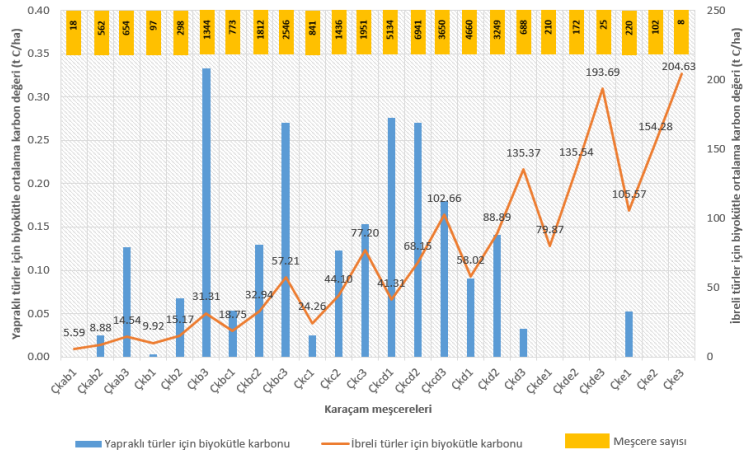




Şekil 6. Bölge Müdürlüklerinin yapraklı (a) ve ibrelili (b) ağaç türleri için biyokütle ortalama karbon değerleri



Şekil 7. Kızılcım meşcerelerinde biyokütle ortalama karbon değerleri



Şekil 8. Karaçam meşcerelerinde biyokütle ortalama karbon değerleri

#### 4. Tartışma

Orman yönetimi kapsamında yapılan silvikültürel uygulamalar ormanlardaki karbon tutumunu etkilemektedir. Ruiz-Peinado vd. (2017)'nin Akdeniz Bölgesi için sürdürdükleri çalışmalarında orman yönetiminin, ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilirliği ve iklim değişikliği ile mücadele için yüksek karbon tutma oranlarını korumanın ve artırmanın etkili bir yolu olduğu sonucuna varmışlardır. Nocentini vd. (2022)'nin çalışmalarında karbon tutumunun en fazla araştırılan düzenleyici ekosistem hizmetlerinden biri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Habitatlardaki karbon tutumunun sayısal olarak hesaplanması, değerlendirilmesi ve bu değerlendirmeye göre habitatlarda karbon tutumunu artıran faaliyetlerin planlanması, yönetimi ve izlenmesi, karbon tutumunun düşük olduğu yerlerde özellikle önemlidir. Nocentini vd. (2022), meşcere/yönetim birimi ölçeğinde değişime neden olan etkileri meşcere yapısındaki ve yoğunluğundaki değişiklikler, baltalık ve koru ormanları, yönetim uygulamaları ve terk etme olarak değerlendirirken; iklim değişikliği ve diğer etkenlerin etkisinin peyzaj/bölgesel ölçekte modelleme kullanarak dikkate alındığını belirtmiştir. Çalışmamızda meşcerelerde yapılan silvikültürel uygulamalar dikkate alınmamıştır, ancak ağaç türlerinden meşcereye, meşcereden orman idari sınırlarına kadar aşağıdan yukarıya (bottom-top) bir yaklaşımla ormanlardaki biyokütle karbon tutumu değerlendirilmiş ve iklim değişikliği ve yangın, böcek vs. gibi diğer etkenlerin ormanlardaki karbon tutumuna etkisini değerlendirebilmek mümkün olmuştur. Her şeflik, işletme ve bölge müdürlüğü için hektarda bulunan biyokütle karbon tutumu değerleri, herhangi bir yangında kaybedilen orman alanına göre karbon salımını gerçeğe daha yakın hesaplamayı mümkün kılacaktır. Aynı zamanda karbon tutumunun sürdürülebilirliği ve artımı için ormanlarda yapılacak olan silvikültürel uygulamalar ve izlenecek koruma yaklaşımları orman ekosistemlerinden sağlanan diğer hizmetleri de desteklediği gibi biyolojik çeşitlilik, erozyon önleme gibi hizmetlerin kalite ve miktarındaki artış da karbon tutumunu destekleyecektir.

Üst ölçekli planlamada kullanılan ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülebilirliğini ön planda tutan SKP yaklaşımında karbon tutumuna ilişkin yerel ve bölgesel değerlerin bir girdi olarak kullanılması önemlidir. Örneğin, bir şeflikteki kayın meşcereleri en fazla karbon tutumunu sağlıyorsa bu meşcereler için karbon tutumu ve odun üretimi arasındaki ekolojik ve ekonomik ilişki göz önünde bulundurularak ya da bu meşcerelerde yangın riskine karşı alınacak önlemlere yönelik yönetim kararları verilebilir. Dolayısıyla SKP yaklaşımı karbon tutumunun en fazla olduğu ağaç türleri ve meşcereleri korurken; karbon tutumunun en az olduğu ama değerli farklı ekosistem hizmeti sağlayan ağaç türleri ve meşcerelerin alandan çıkarılmasını engelleyecektir.

Orman İşletme Şefliklerindeki meşcere tiplerine göre toprak üstü biyokütle karbon stoku normal kapalı yapraklı meşcereler için ortalama 20,13 t C/ha ve normal kapalı ibreli meşcereler için 36,12 t C/ha'dır. Vayreda vd. (2012), batı Akdeniz'de yaptıkları çalışmada yapraklı ve ibreli ormanlar için biyokütle karbon tutum değerini sırasıyla 48,5 ve 41,8 t C/ha bulmuşlardır. Türkiye ulusal sera gazı envanterinde 2019 yılından bu yana arazi kullanımını arazi kullanım değişikliği ve ormancılık (AKAKDO) sektörü içinde yer alan orman alanlarının buldukları ekolojik zonlara göre arazi kullanım değişikliklerine göre yıllık karbon değişimleri

hesaplanmaktadır. Ormanların hektardaki mevcut karbon tutumlarına ilişkin bilgi de envantere yer almaktadır. Bu çalışma için şefliklerin amenajman planları 2017 yılında temin edilmiştir. 1990-2017 yıllarının envanteri TÜİK (2019) Çizelge 6.45'te toprak üstü biyokütle yapraklı ormanlar için 106,88 t kuru madde/ha, ibreli ormanlar için 87,88 t kuru madde/ha'dır. Bu değerler hektarda ton karbon değerine çevrildiğinde sırasıyla 51,30 t C/ha ve 44,82 t C/ha'dır ve Türkiye geneli için hesaplanmış ortalamalardır. 2017 yılında temin edilen amenajman planlarındaki verilere göre hazırlanan bu çalışmada normal kapalı saf yapraklı ve ibreli meşcereler için toprak üstü biyokütle karbon stoku sırasıyla 18,29 t C/ha ve 37,42 t C/ha olarak hesaplanmıştır. 1990-2021 yıllarının envanteri TÜİK (2023)'te hesaplamalar revize edilmiş ve TÜİK (2023)'te 2021 yılı için toprak üstü biyokütle karbon stoku yapraklı ormanlarda 38,37 t C/ha, ibreli ormanlarda ise 36,84 ton C/ha olarak hesaplanmıştır. Bu hesaplamada bölgede 2021 yılında yaşanan yangın kayıpları da dikkate alınmıştır. Aradaki 4 yılda bazı amenajman planları değişmiş, ağaçlardaki artım miktarına bağlı olarak karbon miktarı azalmış, sabit kalmış ya da artmıştır. Ulusal sera gazı envanterlerinde Türkiye'deki ekolojik zonlara göre arazi kullanım değişiklikleri sebebiyle olan karbon tutumundaki yıllık değişimler verilmektedir; ancak bölgesel karbon tutumları yer almamaktadır. Yapraklı ve ibreli türler için hesaplanan toprak üstü biyokütle verisi, yangınlarda kaybedilen karbonu hesaplamak için kullanılmaktadır. Yani envantere verilen biyokütle karbon tutumu değerleri Türkiye ortalamalarını yansıtmaktadır.

Bu çalışmada bulunan sonuçlara göre Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ndeki yapraklı türler ibreli türlere oranla hektarda daha az biyokütle karbonu tutmaktadır. Yapraklı ve ibreli meşcereler için meşcere tiplerine göre bölmeçik sayıları ile ağırlıklandırılıp ortalama karbon stok değerleri bulunmuştur. Bölgede ibreli tür çeşitliliği ve bölmeçik sayısı yapraklı meşcerelere göre baskındır. Bu çalışmada hesaplanan ibreli meşcereler için ortalama karbon stok değerleri envantere verilen değerler ile paralellik göstermektedir. Yapraklı meşcerelerde fazla karbon tutan meşcere tipleri diğerlerine göre bölgede çok fazla bulunmamakta; bu da ortalamayı düşürmektedir. Bir diğer sebep de bazı türler için bu çalışma kapsamında kullanılan katsayılar olabilir. Örneğin; bu çalışmada değerlendirilen amenajman planlarına göre saf kayın meşcereleri (Knab3, Knb3, Knbc2, Knbc3, Knc2, Knc2-T, Knc3, Kncd2, Kncd3) (1032 bölmeçik) için hektardaki servet ortalaması 107,59 m<sup>3</sup>tür. Meşcerelere ve bölmeçik sayısına göre hesaplanan biyokütle karbonu saf kayın meşceresi için 48,52 t C/ha'dır. Hesaplamada Tolunay (2013)'te yapraklı türler için genelleştirilmiş genişleme katsayı kullanılmıştır. Bunun sebebi meşcerelerdeki tüm ağaç türlerinin değerlendirmeye katılması, orman idari sınırlarındaki meşcere hacim değerlerinin ve meşcere yayılışlarının ortaya çıkarılması ve farklılıkların değerlendirilmesine olanak sağlamaktır. Aynı kaynakta doğu kayını için verilen genişleme katsayısı (0,691 t/m<sup>3</sup>) genelleştirilmiş katsayıya göre biraz düşüktür. Belirli asli ağaç türleri için bölgeye bağlı olmaksızın belirlenmiş genişleme katsayıları kullanan Karabıyık (2014) 2012 yılında hektardaki biyokütle karbon stokunu Türkiye'deki tüm verimli doğu kayını ormanlarında 90,4 t C/ha ve meşe için 30,6 t C/ha bulmuştur. Bu çalışmada ise saf meşe meşcereleri için bulunan değer 19,3 t C/ha, meşe ağırlıklı karışık meşcereler için bulunan biyokütle karbon stok değeri ise

21,99 ve tüm meşe meşcereleri için bölgedeki ortalama biyokütle karbon değeri 20,14'tür.

Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ndeki saf okaliptüs (Okd3, Okde2, Okc3), kızılbaş (Kze2), sığla (Sgd3, Sgcd3, Sgcd2), dişbudak (Dscd3) ve kayın (Kncd3) meşcereleri en fazla karbonu tutarken; ortalama karbon tutum değerini *ab* ve *b* çağındaki 1 kapalı saf meşe meşcereleri düşürmektedir. Bölgedeki saf ibrelili meşcerelerde ise en fazla karbonu karaçam (Çkd3, Çke3, Çkde3) ve sedir (Se3, Se2) tutarken; ortalama *ab* ve *b* çağında 1 ya da 2 kapalı fıstık çamı, Halep çamı ve kızılçam meşcereleri düşürmektedir.

Gazipaşa Orman Şefliği 2017 yılı amenajman planında toprak üstü biyokütle karbon miktarı normal kapalı yapraklı ağaç türleri için 4,8 t C/ha, normal kapalı ibrelili ağaç türleri için 47,44 t C/ha'dır. Pamukçu vd. (2019) ise aynı şeflikteki orman alanları için 2007 ve 2017 yılları arasındaki karbon miktarlarını aynı yöntemle hesaplayarak karşılaştırmıştır. Normal kapalı yapraklı ağaç türlerinde alansal olarak 2007-2017 yılları arasında %48 oranında kayıp olmasına rağmen; toprak üstü biyokütle karbon miktarı 4,60 t C/ha'tan 4,85 t C/ha'a yükselmiştir. Normal kapalı ibrelili ağaç türlerinde ise alansal olarak 2007-2017 yılları arasında %38 oranında bir artış olmasına rağmen toprak üstü biyokütle karbon miktarı (49,4 t C/ha) aynıdır. Bu çalışmada ise aynı şeflikteki normal kapalı yapraklı ve ibrelili ağaç türleri için toprak üstü biyokütle karbon miktarları sırasıyla 2,37 t C/ha ve 44,84 t C/ha'dır. Sonuçlar amenajman planları ile çok büyük farklılık göstermemektedir. Başka bir örnek vermek gerekirse; bu çalışmada Kızıldağ Orman Şefliğindeki verimli ormanlar için toprak üstü biyokütle karbon stoku 28,44 t C/ha olarak hesaplanmıştır. Dinç ve Vatandaşlar (2019), aynı şeflikte verimli ormanlar için toprak üstü biyokütle karbon stokunu ortalama 29,4 t C/ha ve toplam karbon stokunu (biyokütle, ölü odun, ölü örtü ve toprak karbonu toplamı) yine verimli ormanlar için 120,8 t C/ha bulmuştur. Uzaktan algılama yöntemleri ile yaptıkları çalışmalarında Vatandaşlar ve Abdikan (2022), yine aynı şeflikteki ormanlar için toplam karbon stokunu 133 t C/ha hesaplamıştır. Dolayısıyla Akdeniz Ekolojik Bölgesi için bu çalışma kapsamında yapılan hesaplamaların amenajman planları ve bilimsel yayınlarla desteklendiği sonucuna varılabilir.

Tür kompozisyonu, konum, iklim, toprak özellikleri, geçmişteki etkenler (yangın, böcek, otlama vs.) ve orman yönetimi bu sebeplerden bazıları olabileceği gibi fizyolojik özellikler de yapraklı türlerin ibrelili türlere oranla hektarda daha az biyokütle karbonu tutmasının bir diğer sebebi olabilir (Sheil vd., 2016). Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ni de içeren ılıman bölgelerde yapraklı türler yağışın olmadığı kuru sezonda su tutmak için (kuraklık adaptasyonu için de olabilir) yapraklarını dökmektedir (Bussotti ve Pollastrini, 2020) ve bu da karbon tutumunu etkilemektedir. Bir diğer faktör ise artım oranlarıdır. İbrelili türler genelde yapraklı türlere göre daha yavaş büyür, bu da zamanla daha yüksek odun yoğunluğu ve daha büyük biyokütle birikimini sağlar. Özellikle Akdeniz Bölgesi'nde yapraklı türler nispeten hızlı büyüse de yaprak üretmeye daha fazla ve dayanıklı odun biyokütlesi oluşturmaya daha az enerji harcar. Way ve Oren, (2010) artan sıcaklıkların yapraklı türlerde (sürgün yüksekliği, gövde çapı ve biyokütle) ibrelili türlere göre büyümeye daha fazla etkisi olduğunu bulmuştur. Tersine, yağıştaki azalma da ibrelili türlerinin büyümesini daha fazla etkilemektedir (Carnicer vd., 2013). Dolayısıyla orman yönetiminin iklim değişikliğini, karbon stokları ve artım miktarlarını göz önünde bulundurarak yapılması önemlidir.

Karbon fraksiyonu ve kök-gövde oranları için IPCC (2006) kılavuzlarındaki katsayılar kullanılmıştır. Belirli ağaç türleri için ulusal katsayılar (Güner ve Çömez, 2015; Karataş vd., 2017) olsa da çalışma alanındaki tüm meşcerelerdeki ağaç türleri için hesaplama yapmak amacıyla IPCC (2006) geçerli katsayıları kullanılmıştır.

1990-2017 yıllarının envanteri TÜİK (2019) ve 1990-2021 yıllarının envanteri TÜİK (2023)'te Tolunay ve Çömez (2008)'e atfen ormanlardaki ölü örtü karbon tutumu yapraklı türler için 3,09 t C/ha ve ibrelili türler için 7,51 t C/ha'dır. Ölü odun karbon stokları ise Orman Genel Müdürlüğü'nün 299 sayılı tebliğine (OGM, 2017) göre toprak üstü biyokütlenin %1'i üzerinden hesaplanmaktadır. Ulusal sera gazı envanterinde Orman Olarak Kalan Orman Alanları kategorisinde orman yönetimi uygulamalarına ilişkin ölü örtü ve ölü odun karbon stoklarındaki değişime ilişkin ulusal katsayılar oluşmadığından bu karbon havuzundaki değişimler IPCC (2006) kılavuzlarındaki 1. Seviye yaklaşıma göre sıfır olarak raporlanmakta; bu havuzlardaki değişim sadece arazi kullanım değişikliklerinde hesaplanmaktadır. Aynı yöntemle Akdeniz Ekolojik Bölgesi için bu çalışma kapsamında yapılan ölü odun karbon tutumu normal kapalı yapraklı türler için ortalama 0,2 t C/ha ve normal kapalı ibrelili türler için 0,33 t C/ha hesaplanmıştır.

Çalışmadaki bir diğer bulgu, Çzcd2 ve Çkcd2 meşcerelerinden sonraki çağlarda meşcere sayısı büyük bir düşüş göstermektedir. Yapılacak olan örneklemeler ve hesaplamalarda bölgede bu iki tür için *cd2* çağındaki meşcerelerin diğerlerine göre daha fazla olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Çok genç ya da olgun meşcereler ortalama için gerçeği yansıtamayabilir.

Bu çalışma, ekosistemlerin doğal yapısının da gözetilerek karbon stoku açısından tür seçimini ve silvikültürel uygulamaları desteklemektedir. Bunun dışında meşcerede baskın olmayan türlerin karbon stok potansiyelinin değerlendirilmesi ve karışımında korunması da yine çıkan sonuçlardan biridir. Aynı zamanda sorun odaklı önlemlerin alınması ya da sorunlara müdahale edilmesi gibi faaliyetlerde şeflikler arasındaki meşcere karbon stok farklarının gözetilmesini de sağlayacaktır.

## 5. Sonuç ve öneriler

Bu çalışmada Türkiye'deki Akdeniz Ekolojik Bölgesi'ndeki habitatların mevcut karbon tutumu hesaplanmış ve haritalandırılmıştır. Ormanlar için orman idari sınırları göz önünde bulundurularak şeflik, işletme ve bölge müdürlüklerindeki yapraklı ve ibrelili ağaç türleri için hektardaki ortalama biyokütle ve ölü odun karbon stok değerleri hesaplanmıştır. Şeflik, işletme ve bölge müdürlüklerindeki yapraklı (saf ya da yapraklı ağaç türü ağırlıklı) ve ibrelili (saf ya da ibrelili ağaç türü ağırlıklı) her meşcere için hektardaki ortalama karbon stok değeri de hesaplanarak en fazla karbon tutumunun olduğu idareler belirlenmiştir. Orman idari sınırları haricinde çalışmada ayrıca tüm Akdeniz Ekolojik Bölgesi için toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve ölü odun karbon havuzları için ortalama karbon stok değerleri hesaplanmıştır. Bu hesaplama sadece yapraklı (saf ya da yapraklı ağaç türü ağırlıklı) ve ibrelili (saf ya da ibrelili ağaç türü ağırlıklı) meşcereler dâhil edilmiştir. Bu çalışmalara ek olarak, bölgede alansal olarak en fazla yayılış gösteren normal kapalı meşcerelerden kızılçam ve karaçam için ormanların çağ ve

kapalılığına göre toprak üstü ortalama biyokütle karbon miktarları hesaplanmıştır.

Bölgedeki en fazla karbon tutumu ibreli ağaç türleri bölgenin batısından başlayarak sahili takiben Mersin-Silifke'ye kadar uzanan kısımda ve Adana ve Kahramanmaraş'ın kuzeyindedir. Yapraklı ağaç türleri ise yoğunluk Hatay-İskenderun çevresindedir. Orman İşletme Şefliklerindeki meşcere türlerine göre toprak üstü biyokütle karbon stoku normal kapalı yapraklı meşcereler için ortalama 20,13 t C/ha ve normal kapalı ibreli ormanlar için 36,12 t C/ha'dır. Kızılcım için Çzde3 ve Çze3 meşcereleri ve karaçam için Çkde3 ve Çke3 en yüksek karbon tutumunu sağlamaktadır.

Bu çalışma, ekosistemlerin doğal yapısının da gözetilerek karbon stoku açısından tür seçimini ve silvikültürel uygulamaları desteklemektedir. Bunun dışında meşcerede baskın olmayan türlerin karbon stok potansiyelinin değerlendirilmesi ve karışımında korunması da yine öne çıkan sonuçlardan biridir. Aynı zamanda sorun odaklı önlemlerin alınması ya da sorunlara müdahale edilmesi gibi faaliyetlerde şeflikler arasındaki meşcere karbon stok farklarının gözetilmesini de sağlayacaktır.

Çalışmada benimsenen yaklaşımın daha da iyileştirilmesi, üst ölçekli planlama ve koruma araştırmaları ve uygulamaları için önemlidir. Çalışmada kullanılan katsayılar şeflikler özelinde meşcerede bulunan ağaç türünün ibreli ya da yapraklı olmasına göre değişmektedir. Ancak ileriki çalışmalarda ağaç türlerine özel katsayıların hesaplarında kullanılması çalışmanın hassaslığını artıracaktır. Bu kapsamda Türkiye'de yer alan tüm ağaç türleri için bölgesel farklılıklar gözetilerek bu katsayıların üretilmesi çok önemlidir. Yine bu çalışmanın devamı olarak karbon stoklarındaki zamansal değişimin dış etkenlerin de hesaba katılması ile bölgede ortaya konması ve yapılacak olan arazi çalışmaları ile doğrulanması ormanların karbon tutumu ve karbon tutumunun değişiminin araştırılması için önemli adımlardır. Ayrıca günümüz ve gelecek iklim koşullarında artıma bağlı olarak karbon stokunun nasıl değişeceği de önemlidir. Aynı zamanda ekolojik bölgelerin de kendi içinde yükseklik, iklim, toprak vs. faktörler doğrultusunda alt bölgelere ayrılarak, bölgeler arasındaki farklılığın karbon tutumu üzerindeki etkilerinin belirlenmesi de karbon tutumu ve iklim değişikliği stratejileri açısından azaltımı destekleyen orman amenajman çalışmalarına altlık oluşturması açısından önem arz etmektedir. Akdeniz Ekolojik Bölgesi'nde yapılacak olan arazi çalışmaları ve buna bağlı her ağaç türü için çağ ve kapalılığa bağlı karbon tutumu hesapları da yapılmaya devam etmelidir.

#### Açıklama

Bu çalışma Orman Genel Müdürlüğü tarafından Küresel Çevre Fonu (GEF) finansal desteği ile Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) ile iş birliği içinde Doğa Koruma Merkezi Vakfı tarafından yürütülen Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

#### Kaynaklar

AB IPA Projesi, 2015-2018. Technical Assistance for Strengthening the National Nature Protection System for implementation of NATURA 2000 Requirements. EuropeAid/134319/IH/SER/TR. Akman, Y., 1999. İklim ve Biyoiklim: Biyoiklim Metodları ve Türkiye İklimleri. Kariyer Matbaacılık, Ankara.

- As, N., Koç, H., Doğu, D., Atik, C., Aksu, B., Erdinler, S., 2001. Türkiye'de yetişen endüstriyel öneme sahip ağaçların anatomik, fiziksel, mekanik ve kimyasal özellikleri. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi, B1:71-88.
- Atalay, İ., 1994. Türkiye Vegetasyon Coğrafyası Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir.
- Atalay, İ., 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. İzmir: Orman Bakanlığı Yay. No: 163.
- Balkız, Ö., Bucak, T., Demirbaş Çağlayan, S., Ülker, E.D., Tüfekcioğlu, İ., Bilgin, G.D., Pamukçu Albers, P., Durmuş, M., Turak, A., Aslan, A.T., Taş, S., Kurtoğlu, S., Bilgin, C., Otrakçier, T., Özbağdatlı, N., Kurt, B., Küçük, M., Kamiloğlu, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., 2020a. Adana Orman Bölge Müdürlüğü ile Pos Orman İşletme Müdürlüğü Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergelerine Göre Değerlendirme. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Balkız, Ö., Bucak, T., Demirbaş Çağlayan, S., Ülker, E.D., Tüfekcioğlu, İ., Bilgin, G.D., Pamukçu Albers, P., Durmuş, M., Turak, A., Aslan, A.T., Taş, S., Kurtoğlu, S., Bilgin, C., Otrakçier, T., Özbağdatlı, N., Kurt, B., Küçük, M., Kamiloğlu, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., 2020b. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü ile Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergelerine Göre Değerlendirme. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Balkız, Ö., Bucak, T., Demirbaş Çağlayan, S., Ülker, E.D., Tüfekcioğlu, İ., Bilgin, G.D., Pamukçu Albers, P., Durmuş, M., Turak, A., Aslan, A.T., Taş, S., Kurtoğlu, S., Bilgin, C., Otrakçier, T., Özbağdatlı, N., Kurt, B., Küçük, M., Kamiloğlu, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., 2020c. Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğü ile Andırın Orman İşletme Müdürlüğü Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergelerine Göre Değerlendirme. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Balkız, Ö., Bucak, T., Demirbaş Çağlayan, S., Ülker, E.D., Tüfekcioğlu, İ., Bilgin, G.D., Pamukçu Albers, P., Durmuş, M., Turak, A., Aslan, A.T., Taş, S., Kurtoğlu, S., Bilgin, C., Otrakçier, T., Özbağdatlı, N., Kurt, B., Küçük, M., Kamiloğlu, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., 2020d. Mersin Orman Bölge Müdürlüğü ile Gülnar Orman İşletme Müdürlüğü Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergelerine Göre Değerlendirme. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Balkız, Ö., Bucak, T., Demirbaş Çağlayan, S., Ülker, E.D., Tüfekcioğlu, İ., Bilgin, G.D., Pamukçu Albers, P., Durmuş, M., Turak, A., Aslan, A.T., Taş, S., Kurtoğlu, S., Bilgin, C., Otrakçier, T., Özbağdatlı, N., Kurt, B., Küçük, M., Kamiloğlu, M., Lise, Y., Zeydanlı, U., 2020e. Muğla Orman Bölge Müdürlüğü ile Köyceğiz Orman İşletme Müdürlüğü Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergelerine Göre Değerlendirme. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Bonan, G.B., 2008. Forests and climate change: forcings, feedbacks, and the climate benefits of forests. Science, 320(5882):1444-1449. doi: 10.1126/science.115512
- Bussotti, F., Pollastrini, M., 2020. Opportunities and threats of Mediterranean evergreen sclerophyllous woody species subjected to extreme drought events. Appl. Sci., 10:8458. doi:10.3390/app10238458
- Carnicer, J., Barbeta, A., Sperlich, D., Coll, M., Peñuelas, J., 2013. Contrasting trait syndromes in angiosperms and conifers are associated with different responses of tree growth to temperature on a large scale. Front Plant Sci., 4:409.
- Çomez, A., 2010. Sündiken dağlarında sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinde karbon birikiminin belirlenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.
- Daba, M.H., Dejene, S.W., 2018. The role of biodiversity and ecosystem services in carbon sequestration and its implication for climate change mitigation. International Journal of Environmental Sciences and Natural Resources, 11(2):53-62.
- de Chazal, J., Rounsevell, M.D., 2009. Land-use and climate change within assessments of biodiversity change: A review. Global Environmental Change, 19(2):306-315.

- Dinç, M., Vatandaşlar, C., 2019. Analyzing carbon stocks in a mediterranean forest enterprise: A case study from Kizildag, Turkey. *CERNE*, 25(4):402-414.
- DKM, 2023. Doğa Koruma Merkezi Vakfı (dkm.org.tr). Akdeniz Bölgesi Üst Ölçekli Planlama Kapsamında Sistemik Koruma Planlaması Yaklaşımının Kullanımı ve Koruma Öncelikli Alan Kılavuzları. Ankara (yayın aşamasında).
- Durkaya, B., Durkaya, A., 2018. Orman biyokütlesinin atmosfere katkısı. *APJES*, 6-1:56-63. doi: 10.21541/apjes.290427
- Durkaya, B., Varol, T., Durkaya, A., 2019. Karbon stok değişiminin hesaplanması; Çaycuma örneği. *International Congress on Agriculture and Forestry Research*, 8-10 April, Marmaris, Turkey, s. 325-335.
- Emberger L., 1955. Projet d'une classification biogéographique des climats. In 'Les divisions géologiques du monde'. C.N.R.S. Paris, 5-11.
- ESRI, 2016. Environmental Systems Research Institute (*esri.com*). *ArcGIS* [GIS software]. Version 10.4.1., 2016. Redlands, CA., USA.
- FAO-TOB, 2021. Korunan Alan İlanı, Katılımcı Planlama ve İzleme Eğitim Programı Kitapçığı. Doğa Koruma Merkezi, Türkiye'nin Bozkır Ekosistemlerinin Korunması ve Sürdürülebilir Yönetimi Projesi Yayını. Ankara. Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (FAO), Tarım ve Orman Bakanlığı (TOB).
- FRA, 2010. Food and Agriculture Organization of the United Nations (*fao.org*). Global Forest Resources Assessment 2010, Country Report/Turkey.
- Guidotti, G., Regato, P., Jimenez-Cabellero, S., 2001. The Major Forest Types of Mediterranean (Map) WWF Mediterranean Programme.
- Güner, Ş.T., Çömez, A., 2015. Karaçam Ağaçlandırma Alanlarında Karbon Stoklarının Belirlenmesi. *Ormanlık Araştırma Bülteni, Ekoloji-2015/1*.
- Gürsu, İ., 1971. Süleymaniye Ormanı Sivri Meyveli Dişbudakları (*Fraxinus oxycarpa* Willd.) Odununun Bazı Fiziksel ve Mekanik Özellikleri ve Değerlendirme İmkânları Hakkında Araştırmalar. *Ormanlık Araştırma Enstitüsü. Teknik Bülten No: 47*, Ankara
- IPCC, 2006. 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme (Eds: Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K.), Published: IGES, Japan.
- Karabiyik, S.B., 2014. Türkiye ormanlarında bitkisel kütledeki karbon stoku: Farklı hesaplama yöntemlerinin karşılaştırılması. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Karataş, R., Çömez, A., Güner, Ş., 2017. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) ağaçlandırma alanlarında karbon stoklarının belirlenmesi. *Ormanlık Araştırma Dergisi*, 4(2):107-120. <http://dx.doi.org/10.17568/ogmoad.338029>
- Köppen, W., Geiger, R. (Cartographer), 1954. *Klima der Erde (Climate of the earth) Wall Map 1:16 Mill*.
- Makineci, E., Yılmaz, E., Kumbaşlı, M., Sevgi, O., Yılmaz, H., Çalışkan, S., Özdemir, E., Beşkardeş, V., Keten, A., Zengin, H., 2011. Kuzey Trakya Koruya Tahvil Meşe Ekosistemlerinde Sağlık Durumu, Biyokütle, Karbon Depolama ve Faunistik Özelliklerin Belirlenmesi. TÜBİTAK-TOVAG tarafından desteklenmiş basılmış 1070750 nolu proje.
- Margules, C.R., Pressey, R.L., 2000. Systematic conservation planning. *Nature*, 405:243-253.
- Mayer, H., Aksoy, H., 1986. *Walder der Türkei Gusatv Fischer Verlag*, Stuttgart.
- Milder, J.C., Buck, L.E., DeClerck, F., Scherr, S.J., 2012. Landscape Approaches to Achieving Food Production, Natural Resource Conservation, and the Millennium Development Goals. In: *Integrating Ecology and Poverty Reduction* (Eds: Ingram, J., DeClerck, F., Rumbaitis del Rio, C.), Springer, New York, NY. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0633-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0633-5_5)
- Millennium Ecosystem Assessment (MA), 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Mittermeier, R.A., Robles Gil, P., Hoffman M., Pilgrim, J., Brooks, T., Mittermeier, C.G., Lamoreux, J., da Fonseca, G.A.B. 2005. Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. *Conservation International*; Washington, DC.
- Nocentini, S., Travaglini, D., Muys, B., 2022. Managing Mediterranean forests for multiple ecosystem services: Research Progress and knowledge gaps. *Curr Forestry Rep*, 8:229–256. <https://doi.org/10.1007/s40725-022-00167-w>
- OGM, 2017. Orman Genel Müdürlüğü (*ogm.gov.tr*). Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajmanı Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar. Tebliğ No: 299, Ankara.
- Olson, D.M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E.D., Burgess, N.D., Powell, G.V.N., Underwood, E.C., D'Amico, J.A., Itoua, I., Strand, H.E., Morrison, J.C., Loucks, C.J., Allnutt, T.F., Ricketts, T.H., Kura, Y., Lamoreux, J.F., Wettengel, W.W., Hedao, P., Kassem, K.R., 2001. Terrestrial ecoregions of the world: A new map of life on earth. *BioScience*, 51: 933-938.
- Özkaya, S., 2004. Artvin-Genya Dağı Yöresi Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link.) ormanlarında toprak üstü biyokütlenin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Kafkas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin.
- Pamukçu, P., 2015. Ekosistem hizmetlerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Pamukçu Albers, P., Lise, Y., Balkız, Ö., 2019. Orman Ekosistem Hizmetlerinin Amenajman Planlarına Entegrasyonu Teknik Raporu: Gazipaşa Orman İşletme Müdürlüğü. Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi. Ankara.
- Pamukçu Albers, P., Lise, Y., Balkız, Ö., Demirbaş Çağlayan, S., Zeydanlı, U., 2018a. Akdeniz Entegre Orman Yönetimi Projesi: Bir Planlama Aracı Olarak Orman Ekosistemi Ürün ve Hizmetleri. Basılmamış yayın. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- Pamukçu Albers, P., Lise, Y., Özdemir, E., 2018b. İklim Değişikliği ile Mücadelede Orman Karbon Standardı Uygulama Projesi: Ulusal Ağaçlandırma Karbonu Standardı Önerisi. Doğa Koruma Merkezi ve Orman Genel Müdürlüğü, Ankara. [dkm.org.tr/uploads/yayinlar/1669362889347.pdf](http://dkm.org.tr/uploads/yayinlar/1669362889347.pdf)
- Peel, M.C., Finlayson, B.L., McMahon, T.A., 2007. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences*, 11(5): 1633-1644.
- R Core Team. 2022. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria (*R-project.org*).
- Ran, L., Lu, X., Fang, N., Yang, X., 2018. Effective soil erosion control represents a significant net carbon sequestration. *Sci Rep*, 8:12018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30497-4>.
- Ruiz-Peinado, R., Bravo-Oviedo, A., López-Senespleda, E., Bravo, F., Río, M., 2017. Forest management and carbon sequestration in the Mediterranean region: A review. *Forest Systems*, 26 (2):eR04S. <https://doi.org/10.5424/fs/2017262-11205>.
- Saraçoğlu, N., 2000. Biomass tables of black alder (*Alnus glutinosa* Gaertn. subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.). *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 24:147-156.
- Sayer, J., Sunderland, T., Ghazoul, J., Pfund, J-L., Sheil, D., Meijaard, E., Venter, M., Boedhihartono, A.K., Day, M., Garcia, C., 2013. Ten principles for a landscape approach to reconciling agriculture, conservation, and other competing land uses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(21):8345–8348.
- Serengil, Y., Sengönlü, K., Uzun, A., Erdem, N., İnan, M., Yurtseven, İ., Tekin, H., 2015. Sürdürülebilir Arazi Planlama Çalışmalarını Destekleyecek Bir İklim Değişikliği-Ekosistem Hizmetleri Yazılımının Geliştirilmesi. TÜBİTAK 112Y096 nolu ÇAYDAG Projesi (2012-2015).
- Sheil, D., Eastaugh, C.S., Vlam, M., Zuidema, P.A., Groenendijk, P., van der Sleen, P., Jay, A., Vanclay, J., 2016. Does biomass growth increase in the largest trees? Flaws, fallacies and alternative analyses. *Functional Ecology*, 31:568–581. doi: 10.1111/1365-2435.12775

- Strassburg, B.B.N., Kelly, A., Balmford, A., Davies, R.G., Gibbs, H.K., Lovett, A., Miles, L., Orme, D., Price, J., Turner, K., Rodrigues, A.S., 2010. Global congruence of carbon storage and biodiversity in terrestrial ecosystems. *Conservation Letters*, 3(2):98-105.
- Tolunay, D., 2013. Türkiye’de Artım ve Ağaç Servetinden Bitkisel Kütle ve Karbon Miktarlarının Hesaplamasında Kullanılabilecek Katsayılar. *Ormancılıkta Sektörel Planlamamın 50. Yılı Uluslararası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 26-28 Kasım 2013, Antalya, s. 240-251.
- Tolunay, D., 2019. Biomass factors used to calculate carbon storage of Turkish forests. *Forestist*, 69(2):145-155.
- Tolunay, D., Çömez, A., 2008. Türkiye Ormanlarında Toprak ve Ölü Örtüde Depolanmış Organik Karbon Miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı, 22-25 Ekim 2008, Hatay, s. 750-765.
- Topaloğlu, E., 2005. Yeşilbük yöresinde yetiştirilmiş monteri çamı (*Pinus radiata* D. Don) odununun fiziksel ve mekanik özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Trabzon.
- Turak, A., Balkız, Ö., Ambarlı, D., Durmuş, M., Özkil, A., Yalçın, S., Özüt, D., Kınikoğlu, Y., Meydan Kocaman, T., Cengiz, S., Albayrak, F., Kurt, B., Zeydanlı, U., Bilgin C., 2011. Karadeniz Bölgesi Sistemik Koruma Planlaması. Doğa Koruma Merkezi, Ankara.
- TÜİK, 2019. Turkish Statistical Institute (tuik.gov.tr). Turkey Greenhouse Gas Inventory Report, 1990 to 2017. Annual Report submission under the “United Nations Framework Convention on Climate Change”.
- TÜİK, 2023. Turkish Statistical Institute (tuik.gov.tr). Turkey Greenhouse Gas Inventory Report, 1990 to 2021. Annual Report submission under the “United Nations Framework Convention on Climate Change”.
- Ün, C., Cengiz, S., Çekiç, O., Karaelmas, O., Karagüllü, O., Karauz, E., Kocaman, T., Koray, Z., Küçük, H., Özdemir, A., Özel, N., Özüdoğru, E., Taş, S., Turak, A., 2009. Sistemik koruma planlaması yaklaşımı: Kıyı Ege Bölgesi Örneği. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 1(2):55-65. doi: 10.1501/Csaum\_0000000014.
- Yılmaz, E., Çiçek, I., 2016. Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13(3):3973-3994. doi:10.14687/jhs.v13i3.3994.
- Yılmaz, E., Çiçek, I., 2018. Türkiye’nin detaylandırılmış Köppen-Geiger iklim bölgeleri. *Journal of Human Sciences*, 15(1):225-242. doi:10.14687/jhs.v15i1.504.
- Vatandaşlar, C., Abdikan, S., 2022. Carbon stock estimation by dual-polarized synthetic aperture radar (SAR) and forest inventory data in a Mediterranean forest landscape. *J. For. Res.*, 33:827–838. <https://doi.org/10.1007/s11676-021-01363-3>.
- Vayreda, J., Gracia, M., Canadell, J.G., Retana, J., 2012. Spatial patterns and predictors of forest carbon stocks in Western Mediterranean. *Ecosystems*, 15(8):1258–1270. <https://doi.org/10.1007/s10021-012-9582-7>
- Way, D.A., Oren, R., 2010. Differential responses to changes in growth temperature between trees from different functional groups and biomes: a review and synthesis of data. *Tree Physiology*, 30:669–688. doi:10.1093/treephys/tpq015
- Welch, H.J., 2004. GAP Biyolojik Çeşitlilik Araştırma Projesi 2001-2003 – Sonuç Raporu. DHKD (Türkiye Doğal Hayatı Koruma Derneği), İstanbul.
- Wyckhuys, K.A.G., 2022. How ladybugs and disease-fighting microbes can help reduce agriculture’s carbon footprint. IFPRI Blog: Research Post. <https://www.ifpri.org/blog/scaling-integrated-pest-management-protect-crops-and-reduce-carbon-footprints> (Erişim: 01.10.2023)
- Zeydanlı, U., 2006. Aşağı Kafkas Ormanları Boşluk Analizi. BTC Çevresel Yatırım Programı Proje Teknik Raporu G-04-BTC/ANK-00101, Ankara.
- Zeydanlı, U., 2009. Sistemik Koruma Planlaması ve Türkiye’deki Uygulamalar. In: Peyzaj Yönetimi (Eds: Akay, A., Demirbaş Özen, M.), Ankara, 179-203. TODAİE Yayın No: 354.
- Zeydanlı, U., Turak, A., Tuğ, S., Kaya, B., Domaç, A., Çakaroğulları D., Küçük, H., Çekiç, O., 2005. Boşluk Analizi Kılavuzu. Biyolojik Çeşitlilik İzleme Birimi, Ankara.

**Ekler****Ek – 1: Şefliklere göre ormanlardaki karbon tutum değerleri**

Bölge	İşletme	Şeflik	Toplam yapraklı	Toplam ibrelili orman	Ölü odun karbonu	
			orman karbonu	karbonu		
			(t C/ha)			
Adana	Adana	Adana	1,07	7,93	0,06	
		Arboretum	3,24	9,84	0,09	
		Ceyhan	0,58	4,66	0,03	
		Sarıçam	0,11	13,16	0,09	
	Feke	Bahçecik	0,73	37,42	0,27	
		Çataloluk	0,68	30,35	0,22	
		Feke	0,35	27,91	0,20	
		Gedikli	1,58	26,56	0,20	
		Mansurlu	0,60	23,19	0,17	
		Sarıpınar	0,63	42,71	0,32	
		Kadirli	Bağdaş	6,89	31,94	0,28
	Bozkuyu		1,31	18,55	0,13	
	Kadirli		1,80	11,87	0,09	
	Savrun		5,07	28,07	0,24	
	Sumbas		2,00	8,61	0,07	
	Karaisalı	Akarca	0,28	33,58	0,24	
		Çatalan	0,15	34,68	0,25	
		Çukurova	0,24	12,36	0,09	
		Hacılı	0,84	26,64	0,19	
		Karaisalı	0,31	33,92	0,24	
		Kızıldağ	0,09	33,16	0,24	
	MP	Karatepe Aslantaş MP	0,76	41,56	0,30	
	Kozan	Acaryayla	1,61	28,58	0,22	
		Akçalı	3,01	33,07	0,26	
		Akdam	1,80	24,63	0,18	
		Horzum	2,60	28,00	0,22	
		İmamoğlu	0,57	15,66	0,11	
		Kozan	2,21	23,98	0,19	
		Meydan	0,12	45,71	0,33	
		Osmaniye	Bahçe	1,07	12,89	0,10
			Düziçi	6,42	14,29	0,15
			Haruniye	1,49	15,48	0,12
	Hasanbeyli		2,63	32,03	0,24	
	Osmaniye		5,73	30,31	0,26	
	Yarpuz		4,11	24,76	0,20	
	Pos	Akören	0,12	38,57	0,27	
		Eğni	0,36	34,79	0,25	
		Karsantı	0,26	42,57	0,31	
		Şamadan	1,45	40,65	0,30	
		Soğukoluk	0,19	38,51	0,28	
		Söğüt	0,46	40,51	0,29	
		Yapraklı	1,69	44,05	0,33	
	Pozantı	Bürücek	0,16	49,54	0,36	
		Hamidiye	0,10	31,55	0,23	
		Karakuz	0,81	43,05	0,32	
		Pozantı	0,29	38,38	0,28	
	Saimbeyli	Avcıpınarı	1,42	33,31	0,25	
Ayvacık		0,57	27,09	0,19		
Karaçamlık		0,68	31,05	0,23		
Kızılağaç		0,43	28,44	0,20		
Saimbeyli		0,57	30,10	0,22		
Tufanbeyli		2,66	15,23	0,12		
Antalya	Akseki	Akseki	0,35	31,73	0,23	
		Bademli	1,06	21,87	0,16	
		Cevizli	0,60	29,21	0,21	
		Geriş	0,61	41,14	0,30	
		İbradı	1,37	31,22	0,23	
		Kuyucak	0,67	42,04	0,30	
		Murtiçi	0,76	42,67	0,32	
	Alanya	Alanya	0,74	40,78	0,30	
		Alara	0,09	50,78	0,36	
		Demirtaş	0,18	37,35	0,27	
Kargı	Dim	3,08	46,54	0,36		
	Güzelbağ	0,59	43,44	0,32		
	Kargı	0,21	54,54	0,39		

Bölge	İşletme	Şeflik	Toplam yapraklı	Toplam ibrelili orman	Ölü odun karbonu
			orman karbonu	karbonu	
			(t C/ha)		
		Mahmutlar	1,41	25,15	0,19
		Söğüt	1,60	45,12	0,34
	Antalya	Antalya	0,28	36,60	0,26
		Asar	0,20	26,78	0,19
		Çakırlar	0,08	47,35	0,35
		Döşemealtı	0,73	32,07	0,23
		Doyran	0,44	43,69	0,32
		Düzlerçamı	0,53	43,15	0,31
		Kemer	0,03	35,98	0,26
		Ulupınar	0,00	46,24	0,34
	Elmalı	Çağlıkara	0,05	46,97	0,34
		Elmalı	1,37	16,68	0,13
		Sedir Araştırma Ormanı	0,16	40,65	0,30
		Tekke	0,16	35,10	0,25
	Finike	Aykırıçay	1,22	51,11	0,38
		Demre	3,78	30,17	0,24
		Finike	1,10	44,71	0,33
		Pınarcık	0,33	44,57	0,33
		Yeşilbağ	0,35	48,07	0,35
	Gazipaşa	Çiğlik	1,58	50,41	0,38
		Doğanca	1,96	38,89	0,30
		Gazipaşa	1,03	30,41	0,22
		Karatepe	1,57	28,95	0,22
		Sivasti	3,08	40,21	0,32
	Gündoğmuş	Eskibağ	0,13	44,47	0,32
		Gündoğmuş	1,76	43,21	0,33
		Oğuz	0,29	31,45	0,23
	Kaş	Gömbe	0,38	40,21	0,29
		Gürsu	0,91	43,29	0,32
		Kalkan	2,08	29,49	0,22
		Kas	2,05	15,62	0,12
		Kasaba	1,34	42,72	0,32
		Lengume	0,12	46,69	0,33
		Sütleğen	0,49	44,34	0,33
	Korkuteli	Ardıçdağı	1,40	23,48	0,17
		Dereköy	0,18	15,10	0,10
		Hacıbekar	0,60	26,49	0,19
		Korkuteli	0,32	15,77	0,11
		Lütfi Bey Araştırma Ormanı	0,00	0,00	0,00
		Yazır	1,56	17,56	0,13
	Kumluca	Adrasan	0,02	33,39	0,23
		Akdağ	0,90	52,44	0,39
		Aşağıalakır	0,32	53,59	0,39
		Kumluca	0,90	51,75	0,39
		Yukarıalakır	0,90	46,62	0,34
	Manavgat	Manavgat	1,19	42,27	0,31
		Şelale	0,19	31,61	0,22
		Yalçıdibi	0,42	33,83	0,24
		Yaylaalan	0,28	39,62	0,28
MP		Altınbeşik MP	2,22	1,56	0,03
MP		Beydağları Sahil MP	0,16	65,72	0,48
MP		Köprülü Kanyon MP	0,33	52,79	0,38
MP		Saklıkent MP	0,98	28,13	0,21
MP		Termessos MP	0,51	33,50	0,24
	Serik	Akbaş	0,28	18,65	0,13
		Gebiz	0,23	39,24	0,28
		Kırbaş	0,16	41,73	0,30
		Pınargözü	0,18	41,66	0,31
		Serik	0,75	25,05	0,18
		Yesilvadi	0,47	33,85	0,24
	Taşağıl	Burmahanyayla	0,05	36,75	0,27
		Cerle	1,83	56,00	0,43
		İkizpınar	1,08	30,15	0,22
		Kapan	0,05	40,18	0,29
		Karabük	0,14	29,79	0,21
		Sağırın	0,35	25,41	0,18
		Taşağıl	0,20	21,53	0,15



Bölge	İşletme	Şeflik	Toplam yapraklı	Toplam ibrelili orman	Ölü odun karbonu
			orman karbonu	karbonu	
			(t C/ha)		
Denizli	Acıpayam	Acıpayam	0,16	18,60	0,13
		Alçı	0,69	31,67	0,23
		Bozdağ	0,36	39,77	0,29
		Elmaözü	0,07	33,80	0,24
		Kelekçi	0,09	15,42	0,11
	Çameli	Yatağan	1,68	3,16	0,03
		Boyalı	1,13	38,88	0,29
		Çameli	0,98	29,28	0,21
		Değne	0,47	42,17	0,30
		Göldağ	0,53	37,57	0,27
	Eskere	Çiçekli	1,07	30,59	0,22
		Esenler	0,06	23,59	0,17
		Eskere	0,11	25,94	0,18
		Karacaören	0,46	26,65	0,19
	Tavas	Yelkencidağ	0,50	19,27	0,14
		Kale	0,10	29,42	0,21
		Konak	0,29	24,83	0,18
		Köprübağı	0,00	22,91	0,16
	Bucak	Tavas	0,31	4,54	0,03
		Bucak	0,72	25,56	0,19
		Çamlık	0,03	42,29	0,30
		Kestel	1,94	11,07	0,09
		Melli	0,99	42,13	0,31
	Burdur	Pamucak	0,24	46,37	0,34
		Uğurlu	0,75	36,07	0,26
		Ağlasun	1,04	20,46	0,15
		Burdur	0,05	27,44	0,19
		Çamoluk	0,00	29,97	0,21
	Isparta	Kemer	1,51	29,65	0,22
		Aksu	1,94	21,99	0,17
		Aşağı Gökdere	4,41	43,09	0,34
		Eğirdir	0,26	23,80	0,17
		Isparta Eğirdir Arboretum	0,00	0,00	0,00
Kuzukulağı		0,69	34,67	0,25	
Pazarköy		2,51	27,27	0,21	
S, Karaağaç		0,21	20,78	0,15	
Yalvaç		0,08	22,68	0,15	
Yukarıgökdere		10,02	26,97	0,27	
Göhlhisar	Dirmil	3,63	36,63	0,29	
	Göhlhisar	2,21	31,54	0,24	
	Gölova	0,35	12,79	0,09	
	İbecik	1,33	39,62	0,29	
	Tefenni	0,00	0,30	0,00	
Isparta	Isparta	1,00	10,29	0,08	
	Keçiborlu	0,00	13,43	0,09	
	Senirkent	0,15	24,32	0,17	
Kahramanmaraş	MP	Kızıldağ MP	0,00	38,23	0,27
	MP	Kovada Gölü MP	0,00	73,92	0,53
	Sütçüler	Çandır	1,74	51,01	0,39
		Karadağ	1,50	35,28	0,26
		Sipahiler	4,12	21,90	0,18
		Söğütadağı	2,15	54,78	0,42
		Sütçüler	1,69	27,86	0,21
	Andırın	Tota	3,94	27,86	0,23
		Akifiye	6,35	50,28	0,42
		Andırın	5,41	22,62	0,20
Kaleboynu		1,79	41,64	0,32	
Yesilova		2,26	32,43	0,25	
Antakya	Antakya	0,22	13,62	0,09	
	Belen	0,15	21,77	0,15	
	Hassa	0,99	10,24	0,07	
	İskenderun	9,06	16,21	0,18	
	Kırkhan	1,52	12,79	0,10	
	Samandağ	2,12	27,14	0,21	
	Uluçınar	0,17	25,14	0,18	
	Yayladağı	0,61	16,58	0,12	
Dörtyol	Dörtyol	16,60	29,96	0,34	
	Erzin	22,60	33,94	0,41	

Bölge	İşletme	Şeflik	Toplam yapraklı	Toplam ibrelili orman	Ölü odun karbonu	
			orman karbonu	karbonu		
			(t C/ha)			
Gaziantep		Ufacık	46,34	18,97	0,49	
		Nurdağı	0,69	5,21	0,04	
		Göksun	Afşin	0,66	12,05	0,09
			Büyük Çamurlu	1,95	53,64	0,41
			Çardak	0,61	14,78	0,11
			Elbistan	0,52	16,85	0,12
			Göksun	1,24	27,36	0,20
			Yağbasan	3,89	29,93	0,24
		Kahramanmaraş	Balkaya	2,88	46,75	0,36
			Başkonuş	1,04	19,94	0,15
			Bertiz	0,24	11,22	0,08
			Çınarçınar	0,42	24,34	0,17
			Elmalar	0,23	8,81	0,06
			Hartlap	5,25	13,17	0,13
			Kahramanmaraş	0,64	20,69	0,15
			Kapıkaya	2,60	17,33	0,14
			Pazarçık	0,99	8,64	0,06
			Suçatı	3,12	21,25	0,17
		Kilis	Türkoğlu	2,07	7,01	0,06
			İslâhiye	2,72	9,68	0,09
Kayseri	Kayseri	Kilis	0,12	9,54	0,06	
		Burhaniye	0,28	43,53	0,32	
		Develi	0,47	21,26	0,15	
		Pınarbaşı	2,92	20,77	0,17	
		Yahyalı	1,71	23,15	0,18	
Niğde	MP	0,00	39,29	0,28		
	Ulukışla	0,58	15,04	0,11		
Konya	Beyşehir	Beyşehir	0,91	7,93	0,06	
		Kızıldağ	0,15	17,91	0,12	
		Kurucuova	0,00	56,37	0,42	
		Seydişehir	0,43	18,96	0,14	
		Yeşildağ	1,20	22,13	0,16	
	Ermenek	Çamlıca	0,00	17,40	0,12	
		Ermenek	0,39	14,53	0,10	
		Göktepe	0,27	23,72	0,17	
		Kazancı	0,05	21,28	0,15	
	Karaman	Bucakışla	0,26	10,37	0,07	
		Ereğli	0,00	0,00	0,00	
		Karaman	0,00	1,46	0,01	
	Konya	Kâzımkarabekir	0,68	3,39	0,03	
		Bademli	0,94	13,46	0,10	
		Bozkır	1,18	8,61	0,07	
MP	Hadim	1,22	23,15	0,17		
	Beyşehir Gölü	0,20	34,68	0,25		
Anamur		Abanoz	0,00	35,58	0,26	
		Anamur	0,36	34,49	0,25	
		Çaltıbükkü	0,76	35,14	0,26	
		Gökçesu	2,15	41,26	0,31	
		Güngören	2,21	39,68	0,30	
		Sarıyayla	2,96	32,55	0,25	
		Bozyazı	0,30	35,14	0,25	
		Kozağacı	0,02	28,01	0,20	
		Tekmen	1,07	33,04	0,24	
		Toldağ	0,65	34,83	0,25	
Mersin	Erdemli	Alata	0,23	27,40	0,20	
		Erdemli	1,21	12,62	0,10	
		Güzeloluk	0,68	19,62	0,14	
		Tömük	0,14	34,77	0,25	
		Toros	0,01	14,00	0,10	
	Gülнар	Aydıncık	0,35	25,57	0,18	
		Büyükeceli	0,41	19,53	0,14	
		Gülнар	0,15	19,35	0,14	
		Kuskan	2,66	11,83	0,10	
		Pembecik	0,10	35,37	0,25	
Mersin	Zeyne	0,00	13,61	0,09		
	Arslanköy	0,15	32,82	0,24		
	Davultepe	0,57	29,02	0,21		
	Fındıkpınarı	0,28	24,49	0,18		
	Gözne	0,29	29,55	0,21		

Bölge	İşletme	Şeflik	Toplam yapraklı	Toplam ibrelili orman	Ölü odun karbonu	
			orman karbonu	karbonu		
			(t C/ha)			
Muğla	Mersin	Mersin	0,11	27,76	0,20	
		Mut	Alahan	3,92	13,35	0,12
			Çamlıca	3,72	12,52	0,11
			Dağpazarı	1,55	8,35	0,07
			Karacaoğlan	2,53	12,28	0,10
			Kravga	3,75	15,17	0,13
			Mut	3,21	10,20	0,09
	Silifke	Değirmendere	0,34	17,22	0,12	
		Gökbelen	0,55	24,51	0,18	
		Silifke	0,11	21,06	0,15	
		Uzuncaburç	0,59	16,28	0,12	
		Yeşilovacık	0,07	21,51	0,15	
	Tarsus	Buladan	0,96	52,07	0,39	
		Çamalan	0,14	31,03	0,22	
		Çamlıyayla	0,52	43,09	0,32	
		Cehennemdere	0,18	59,75	0,45	
		Gülek	0,02	39,78	0,29	
		Karabucak	27,70	8,44	0,27	
		Tarsus	0,09	20,30	0,14	
	Dalaman	Bahtiyar	0,06	38,46	0,27	
		Çaldere	0,04	40,21	0,29	
		Dalaman	0,52	23,98	0,17	
		Ortaca	0,95	30,39	0,22	
	Fethiye	Esen	2,73	28,85	0,22	
		Fethiye	2,38	30,97	0,24	
		Göcek	2,71	29,89	0,23	
		Güneydağ	2,38	24,61	0,19	
		Üzümlü	2,00	43,45	0,33	
	Kemer	Akçay	0,74	28,95	0,21	
		Kemer	0,00	32,26	0,23	
Saklıkent		0,02	28,26	0,20		
Seki		3,36	20,63	0,17		
Yapraktepe		0,25	35,21	0,25		
Köyceğiz	Ağla	0,51	32,96	0,24		
	Akköprü	0,00	35,92	0,26		
	Arboretum	12,40	22,83	0,26		
	Beyobası	0,73	33,48	0,24		
	Karaçam	0,66	35,65	0,26		
	Köyceğiz	3,00	19,16	0,16		
	Sultaniye	0,77	21,83	0,16		
Marmaris	Bayır	1,15	49,28	0,37		
	Çetibeli	0,42	38,62	0,28		
	Datça	0,42	28,26	0,20		
	Hisarönü	1,61	28,83	0,21		
	Marmaris	1,16	15,66	0,12		
MP	Marmaris MP	0,32	51,18	0,37		
Muğla	Gökova	2,54	35,31	0,27		
	Gökova Araştırma	12,12	10,24	0,16		
	Karabörtlen	0,49	35,08	0,25		
	Ula	0,00	49,16	0,35		
	Yaras	0,02	37,80	0,27		
Yılanlı	Çakmak	0,03	39,97	0,28		
	Muratlar	0,03	44,00	0,31		
	Namnam	0,41	43,86	0,32		
	Yılanlı	0,65	50,23	0,37		

Ek – 2: İşletmelere göre ormanlardaki karbon tutum değerleri

Bölge	İşletme	Toplam yapraklı orman	Toplam ibrelili orman	Ölü odun karbonu
		karbonu	karbonu	
		(t C/ha)		
Adana	Adana	0,38	10,43	0,07
	Feke	0,80	31,37	0,23
	Kadirli	3,33	18,92	0,16
	Karaisalı	0,28	30,14	0,22
	Kozan	1,65	27,40	0,21
	Osmaniye	3,92	22,58	0,19
	Pos	0,54	39,55	0,29
	Pozantı	0,40	39,90	0,29
	Saimbeyli	1,08	26,60	0,20
Antalya	Akseki	0,81	33,24	0,24
	Alanya	1,18	43,60	0,32
	Antalya	0,26	39,29	0,28
	Elmalı	0,67	30,94	0,22
	Finike	1,27	43,66	0,33
	Gazipaşa	1,89	36,30	0,28
	Gündoğmuş	0,99	40,93	0,30
	Kaş	1,11	38,29	0,28
	Korkuteli	0,76	18,84	0,14
	Kumluca	0,66	48,86	0,36
	Manavgat	0,47	41,15	0,30
	Serik	0,31	34,47	0,25
	Taşağöl	0,47	33,26	0,24
Denizli	Acıpayam	0,30	26,57	0,19
	Çameli	0,80	36,23	0,26
	Eskere	0,43	25,39	0,18
	Tavas	0,18	21,74	0,15
Isparta	Bucak	0,79	33,35	0,24
	Burdur	0,75	24,93	0,18
	Eğirdir	3,54	29,48	0,24
	Göhlisar	2,19	32,36	0,25
	Isparta	0,86	12,39	0,09
	Sütçüler	2,59	33,46	0,26
Kahramanmaraş	Andırın	4,42	35,63	0,29
	Antakya	2,17	18,27	0,14
	Dört Yol	27,22	28,83	0,41
	Gaziantep	0,69	5,21	0,04
	Göksun	1,62	29,30	0,22
	Kahramanmaraş	2,42	20,35	0,16
	Kilis	2,43	9,66	0,08
Kayseri	Kayseri	0,79	34,13	0,25
	Niğde	0,58	15,04	0,11
Konya	Beyşehir	0,49	21,72	0,16
	Ermenek	0,21	18,95	0,13
	Karaman	0,29	9,71	0,07
	Konya	1,10	14,70	0,11
Mersin	Anamur	1,33	36,48	0,27
	Bozyazı	0,51	32,94	0,24
	Erdemli	0,47	22,34	0,16
	Gülnar	0,66	20,31	0,15
	Mersin	0,26	29,29	0,21
	Mut	3,28	12,36	0,11
	Silifke	0,33	19,89	0,14
	Tarsus	0,93	39,62	0,30
Muğla	Dalaman	0,30	34,65	0,25
	Fethiye	2,45	31,64	0,24
	Kemer	1,06	28,61	0,21
	Köyceğiz	0,93	30,31	0,22
	Marmaris	0,86	33,49	0,25
	Muğla	0,77	37,54	0,27
	Yılanlı	0,25	43,38	0,31

**Ek – 3: Bölgelere göre ormanlardaki karbon tutum değerleri**

Bölge	Toplam yapraklı orman karbonu	Toplam ibrelili orman karbonu	Ölü odun karbonu
	(t C/ha)		
Adana	1,17	29,81	0,22
Antalya	0,83	37,30	0,27
Denizli	0,43	27,86	0,20
Isparta	1,94	30,17	0,23
Kahramanmaraş	3,56	23,02	0,19
Kayseri	0,72	28,27	0,21
Konya	0,57	17,64	0,13
Mersin	1,09	26,13	0,19
Muğla	1,13	33,14	0,24