



Ormanlardaki karbon birikiminin konumsal ve zamansal değişiminin incelenmesi: Daday planlama birimi örneği

Investigating the spatial and temporal changes in forest carbon stocks: the case of Daday forest planning unit

Ahmet Salih DEĞERMENÇİ, Hayati ZENGİN

Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye

Eser Bilgisi

Araştırma makalesi

DOI: 10.17474/acuofd.62812

Sorumlu yazar: Ahmet Salih DEĞERMENÇİ

e-mail: ahmetdegermenci@duzce.edu.tr

Geliş tarihi: 08.04.2016

Düzeltilme tarihi: 02.06.2016

Kabul tarihi: 27.10.2016

Anahtar kelimeler:

ArcGIS,
Daday,
karbon
biyokütle
zamansal değişim

Keywords:

ArcGIS
Daday,
carbon
biomass,
temporal changes

Özet

Artan ve çeşitlenen doğal kaynaklara talebin karşılanmasına yönelik olarak orman ekosistemlerinin kapasitelerinin zorlanarak tahrip edilmesi, biyolojik çeşitliliğin azalması, kirlilik ve küresel ısınma gibi pek çok sorunun ortaya çıkmasına neden olmuştur. Küresel ısınmanın sebebi olarak sanayileşme ve arazi kullanım değişiklikleri sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarının artması gösterilmektedir. Orman ekosistemleri karbon havuzudur ve küresel ısınmanın etkisinin azaltılmasına önemli katkı yapmaktadır. Bu nedenle, orman ekosistemlerinde depolanan karbon miktarının değişiminin belirlenmesine yönelik çalışmalar son dönemlerde yaygınlaşmıştır. Bu çalışma kapsamında, Daday planlama biriminin 1970, 1990, 1999 ve 2012 yıllarına ait toprak üstü ve toprak altı biyokütleyle bağlı karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal olarak nasıl bir değişim gösterdiği, ArcGIS 10.2™ yazılımı kullanılarak belirlenmiş ve karbon depolama haritaları oluşturulmuştur. 1970 ve 2012 yılları arasında karbon miktarının yaklaşık 871 bin ton, biyokütle miktarının da yaklaşık 1.1 milyon m³ arttığı görülmüştür. Yıllara ait değerler incelendiğinde özellikle verimli ormanlardaki biyokütle ve karbon birikimi miktarlarında gözle görülür bir artış olduğu belirlenmiştir. Biyokütle ve karbon birikimindeki bu artışlar bozuk orman alanlarının azalması ve verimli orman alanlarının artmasından kaynaklanmaktadır.

Abstract

Destruction of forest ecosystems by over straining their carrying capacity in order to meet the increasing demand for natural resources brought up some environmental problems like loss of biodiversity, pollution and global warming. Emissions of CO₂ by industrialization and land use changes is seen as the main reason of global warming. Forest ecosystems serve as carbon pools and makes important contributions for decreasing global warming effects. This is why the researches on the temporal changes of carbon amount stored in forest ecosystems is prevalent in recent decades. In the present study, it was determined how the amount of carbon stored in biomass of above and belowground biomass of Daday Forest Planning Unit was changed in 1970, 1990, 1999 and 2012 by using ArcGIS 10.2™ software and carbon storage maps were generated. It is observed that amount of carbon was increased nearly 871 thousand tons and, biomass was increased 1,1 million tons between 1970 and 2012. Especially, there is a significant increase in the carbon and biomass accumulation of productive forests. This is due to the increase of productive forest land and reduction of degraded forest areas in the planning unit.

GİRİŞ

Günümüzde, ormanların odun üretiminin yanında ekolojik ve sosyal açıdan önemi gittikçe artmaktadır. Orman işletmelerinde ormanların sunduğu ekolojik ve sosyal işlevler son dönemlerde işletme amacı olarak kullanılmaya başlanılmıştır. Buna bağlı olarak da ormanların planlanması bağlamında birçok değişiklikler olmuş, klasik odun üretiminin yanında ormanların topluma sunmuş olduğu diğer fonksiyon ve işlevlerine yönelik planlama yapma gereksinimi duyulmuştur.

Orman ekosistemleri, dünyadaki ekolojik dengenin korunmasında çok önemli bir rol üstlenmektedir. Bir

yandan hızlı nüfus artışının, diğer yandan endüstrideki hızlı gelişmenin sonucu doğayı kirletici ve yıkıcı etkiler, ormanlar üzerinde yapılan müdahalelerde daha dikkatli ve çok daha fazla duyarlı olmamızı gerektirmektedir (Seçkin 1995). Dünya Gıda ve Tarım Teşkilatı (FAO) tarafından yapılan bir araştırmaya göre; 1990-1995 yılları arasında dünya üzerinde özellikle sanayileşmiş ülkelerde (Rusya Federasyonu hariç) 1,75 milyon hektarlık orman alanı artışı olurken, yine aynı dönemde gelişmekte olan ülkelerde net 13 milyon hektarlık orman alanı kaybı olmuştur (Lanly 1997). Tropik ormanlarda ise bu değişimin çok daha yüksek oranlarda gerçekleştiği bilinmektedir. Orman kaynaklarındaki değişimin

zamansal ve mekânsal olarak belirlenmesi doğal kaynakların geleceği açısından son derece önem arz etmektedir.

Özellikle sanayinin ve kentleşmenin artmasıyla birlikte çevresel sorunlar ortaya çıkmaya başlamıştır ve bu durum ormanların iklimatik ve toplum sağlığı fonksiyonlarının ön plana çıkmasına ve bu fonksiyonlarının belirlenmesinde taşıdığı öneme rağmen plan ünitelerinin karbon birikimi ve oksijen üretimi potansiyelleri amenajman planlarının düzenlenmesinde bugüne kadar çok fazla dikkate alınmamıştır (Raev ve ark. 1997). Atmosferdeki karbondioksit (CO₂) oranının giderek artması ve bunun gelecekte olası bir sonucu olarak küresel iklim değişikleri için küresel karbon döngüsünde orman ekosistemlerinin rolünü artıracaktır. Bu durumda orman ekosistemlerini çok iyi anlamamız ve bunu sayısal olarak ortaya koymamız gerekmektedir.

Atmosferde tehlikeli boyuta ulaşan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek ve belirli bir seviyede tutmak amacıyla 1992 yılında kabul edilen ve 1994 de yürürlüğe giren İklim Değişikliği Çerçeve sözleşmesi; CO₂ nin zararlı etkilerini azaltmak için dünya karalarının yaklaşık %30'unu kaplayan orman vejetasyonuna çok büyük önem vermektedir. Orman ekosistemlerinin, büyük miktarlarda karbon stok yapabilme kabiliyetinde olduğu daha önce yapılan çalışmalarla belirlenmiştir (Birdsey ve Lewis 2003; Asan ve ark. 2012). Bu bağlamda var olan doğal ormanların korunması ve orman alanlarını arttırıcı ağaçlandırma çalışmaları ile orman alanlarının genişletilmesi, atmosferdeki CO₂ seviyesinin düşürülmesine yönelik yapılabilecek çalışmaların başında gelmektedir. İklim değişikliği çerçeve sözleşmesine imza atan ülkeler, ormanlarında biriken karbon miktarlarına bakarak, ülkelerinin sera etkisi üzerindeki olumlu ya da olumsuz ne kadar etkilerinin olduğunu değerlendirmektedirler. Türkiye, Mayıs 2004 tarihinde 189. ülke olarak bu sözleşmeyi imzalamıştır (Özçelik 2005). Türkiye; bu uluslararası antlaşma gereği sorumluluklarını yerine getirebilmesi için, öncelikle ormanlarındaki biyokütle miktarını ve biyokütle miktarlarındaki değişimleri ve bu kütle içerisindeki karbon miktarını hesaplamak ve sonra da buna eşdeğer olan CO₂ miktarını belirlemek zorundadır (Özçelik 2005).

Karasal ekosistemler içinde karbonu, toprak ve vejetasyon tutmaktadır. Vejetasyonda tutulan kısmı ormanlar, çayır, meralar ve tarımsal alanlar oluşturmaktadır. Karasal ekosistemlerde tutulan karbonun miktarını ve süresini etkileyen en önemli etkenlerden bazıları; iklim, vejetasyon tipi, toprak özellikleri, erozyon, ana kaya ve arazi kullanımındaki değişikliklerdir (Başaran 2004).

Bitkiler fotosentez ile atmosferden aldıkları CO₂'i bağlarlar ve bünyelerinde organik bileşiklere dönüştürürler. Organik karbon uygun ortamlarda çok uzun süre toprakta kalabilmektedir. Fakat arazilerin kullanımında meydana gelen değişmeler, özellikle de tarımsal amaçlı kullanımda toprak işlemenin yoğun şekilde yapılması, erozyon ve ormanlarda uygulanan farklı müdahale şekilleri toprakların karbon stoklarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Mevcut arazi kullanım durumunda meydana gelen değişiklik ilk 20 yıllık süreçte topraktaki organik karbon miktarını en düşük seviyeye düşürmektedir. Böyle bir duruma maruz kalmış bir toprak parçası organik karbon miktarını en yüksek seviyeye çıkartabilmek için yaklaşık yüz yıllık bir zamanın geçmesi gerekmektedir (Başaran 2004).

Orman ekosistemlerine yapılan müdahaleler sonucu orman alanlarında biriken karbon miktarlarında önemli oranda değişiklikler meydana gelmektedir. Bu bağlamda karbon depolama kapasitesinin belirlenebilmesi için öncelikle orman alanlarında zamansal olarak meydana gelen değişimlerin vejetasyon tipleri dikkate alınarak belirlenmesi gerekmektedir. Zamansal ve konumsal değişimlerin belirlenmesinden sonra orman ekosistemindeki mevcut biyokütle miktarlarının hesaplanması gerekmektedir. Orman ekosistemlerinin yapısındaki değişiklik ve yapısal özelliklerinin karşılaştırılmasında ayrıca karbon depolama kapasitesinin belirlenmesinde kullanılacak en önemli parametre biyokütledir (Backéus ve ark. 2005). Envanter verilerinin kullanımı biyokütleyi belirlemede kullanılacak en iyi yaklaşım tarzıdır. Çünkü ulusal ölçekteki orman ekosistemlerinden istatistiksel olarak doğru bir şekilde envanter verileri elde edilebilmekte ve biyokütle bu veriler ile belirlenebilmektedir (Brown 1997; Brown ve ark. 1999). Öncelikle envanter verileri kullanılarak hesaplanan meşçere servetleri yardımıyla (Birdsey 1992;

Kurz ve Apps 1993; Krankina ve ark. 1996) servete bağlı dönüştürme katsayıları veya çapa bağlı olarak daha önce yapılan çalışmalarla geliştirilen denklemlerle (Brown 1997; Yolasiğmaz 2004; Keleş ve Başkent 2006; Sivrikaya ve ark. 2007a) biyokütle (toprak üstü ve toprak altı) hesaplanmaktadır. Daha sonra ise biyokütle dönüşüm katsayılarının yardımıyla orman alanlarının karbon depolama kapasiteleri kestirilebilmektedir (Sivrikaya ve Bozali 2012).

Bu çalışmada, Kastamonu Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Daday Orman İşletme Şefliği'nin toprak üstü ve toprak altı biyokütleye bağlı karbon stok miktarının zamansal ve konumsal değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, her bir meşcere tipine ilişkin toprak altı ve toprak üstü biyokütlenin hesaplanmasında ve gerçekleştirilen dönüşümler için Tolunay (2012), Tolunay ve Çömez (2008) ve FRA (2010) kılavuzunda yayınlanan katsayılardan faydalanılmıştır. Hesaplanan karbon depolama kapasitesi ArcGIS 10.2™ ortamında haritalandırılmış ve karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal değişimi arazi kullanım değişimi dikkate alınarak açıklanmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma alanı

Kastamonu ilinin güneybatı kesiminde bulunan Daday Orman İşletme Şefliği çalışma alanı olarak seçilmiştir. Kuzeyde Ballıdağ İşletme Müdürlüğü, Doğuda Küre Orman İşletme Müdürlüğü Ağlı ve Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü Gökçöy Orman İşletme Şeflikleri, Güneyde Sarıçam Orman İşletme Şefliği ile Kastamonu Orman İşletme Müdürlüğü Kastamonu İşletme Şefliği, Yayla Orman İşletme Şefliği ile çevrili bir alanda yer almaktadır.

Plan ünitesi ormanları, 1970 yılı öncesi, 1956 yılına kadar Honsalar ve Kiraz serileri adı altında düzenlenen istikşaf planları; 1956-1965 yılları arasında Sarıoluk ve Kiraz serileri kat'i amenajman planlarına göre işletilmiştir. Adı geçen seriler, 1963 yılında Yaş Sınıfları yöntemine geçildikten sonra 1970 yılında yaş sınıfları ve seçme işletme yöntemiyle ve yine aynı isimlerle seri ölçeğinde planlanmıştır. Söz konusu seri planları 1990-2008 döneminde işletme şefliği ölçeğinde birleştirilmiş ve Yayla Orman İşletme Şefliği adı altında I. kez yenilenmiştir. Daha

sonra Yayla Orman İşletme Şefliği ikiye ayrılmış ve Daday Orman İşletme Şefliği oluşturulmuştur.

Daday Orman İşletme Şefliği, 41° 28' 25"- 41° 37' 06" Kuzey Enlemleri ile 33° 22' 17" - 33° 36' 10" Doğu Boylamları arasında yer almaktadır. Plan Ünitesinin deniz seviyesinden yüksekliği 800 m. (Daday Çayı boyları) ile 1746 m. (Ballıdağ) arasında değişmektedir. Plan ünitesi içinde Daday İlçe merkezi ve bağlı 17 köy bulunmaktadır. 1940'lı yıllarda 45 bin civarı olan toplam nüfus günümüzde büyük oranda azalmış ve 9252 kişiye düşmüştür. Köyler toplu yerleşimler halindedir. Yerleşimlerin adları ve 2013 yılı itibarıyla nüfusları Tablo 1'de gösterilmiştir (Anonim 2010).

Tablo 1. Daday İlçe Merkezi ve Köylerine Ait Nüfus Dağılımları

| ADI | NÜFUS | ADI | NÜFUS |
|------------|-------|-------------|-------|
| Daday | 3053 | Dereköy | 143 |
| Alipaşa | 44 | Çayırılı | 91 |
| Arabacılar | 98 | Sarıçam | 130 |
| Hasanağa | 100 | Çayözü | 86 |
| Bağışlar | 117 | Siyahlar | 134 |
| İnciğez | 114 | Davutköy | 112 |
| Bayramlı | 99 | Uzbanlar | 161 |
| Kızıni | 76 | Değirmenözü | 100 |
| Budaklı | 67 | Örencik | 102 |



Şekil 1. Çalışma Alanının Coğrafi Konumu

Bu çalışmada Daday planlama birimine ilişkin 1970, 1990, 1999 ve 2012 yıllarına ait meşcere haritası ve 1/25000 ölçekli standart topoğrafik harita kullanılmıştır. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle miktarını ve bu

biyokütlerdeki karbon miktarlarının belirlenebilmesi için 1970, 1990, 1999 ve 2012 yılına ait orman amenajman planlarındaki meşcere servetleri kullanılmıştır.

Biyokütle ve karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesi

Karbon stok değişimlerinin belirlenmesinde IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) kılavuzunda her bir havuzdaki yıllık karbon değişim miktarını hesaplamak için iki farklı yaklaşım önerilmektedir.

Birinci yaklaşımda, yıllık karbon girdi ve çıktısının farkına dayanan metottur. Kılavuzda bu amaçla aşağıdaki eşitlik verilmiştir;

$$\Delta C = \sum_{ijk} [A_{ijk} * (CI - CL)_{ijk}] \quad (1)$$

Eşitlikte:

ΔC = havuzdaki karbon stokunun yıllık değişimini (ton),

A = havuz alanını (ha),

ijk = i; iklim tipindeki, j; orman türünün, k; yönetim ve işletme entansitesi,

CI = biyokütle artışına karşı gelen karbon girdi miktarını (ton/ha/yıl),

CL = biyokütle azalmasına karşı gelen karbon kayıp miktarını (ton/ha/yıl) olarak göstermektedir.

İkinci yaklaşım ise, ardışık iki envanter dönemi arasındaki karbon stok değişiminde meydana gelen farka dayanan metottur. Kılavuzda bu amaçla aşağıdaki eşitlik önerilmektedir;

$$\Delta C = \sum_{ijk} [(C_{t2} - C_{t1}) / (CI - CL)_{ijk}] \quad (2)$$

Eşitlikte:

C_{t1} = t1 zamanında havuzdaki karbon stoku, ton C

C_{t2} = t2 zamanında havuzdaki karbon stoku, ton C

Bu iki yaklaşımdan birincisi, yıllık cari artım miktarlarına dayanmaktadır, ikinci yöntem ise periyodik olarak yapılan iki envanter arasındaki ağaç serveti değişimine dayandığı anlaşılmaktadır.

Bu çalışma kapsamında Daday planlama biriminin karbon stok değişimlerinin izlenmesi adına IPCC kılavuzunda önerilen yaklaşımlardan ikincisi (2) kullanılmıştır. Kılavuz,

emilen CO₂ içindeki karbonun, orman ekosistemlerinde biriktiği yerleri “karbon havuzları” olarak tanımlamakta ve bu havuzları üç ana ve beş alt kategoriye ayırmaktadır. Üç ana karbon havuzu olarak, canlı biyokütle, ölü organik madde ve topraklar olarak belirlenmiştir. Alt kategoriler olarak da, toprak üstü ve toprak altı canlı biyokütle, Ölü odun, Ölü örtü ve toprak organik maddesi olarak ayrılmıştır (Asan ve ark. 2005). Bu çalışma kapsamında da bu alt kategorilerden hareketle 4 dönemlik karbon stok değişiminin konumsal ve zamansal değişimi belirlenmiştir.

Planlama birimindeki karbon stok miktarlarının belirlenebilmesi için ilk olarak toprak üstü ve toprak altı biyokütle miktarlarının hesaplanması ve daha sonra da bu biyokütelerin karbona çevrilmesi gerekmektedir (Sivrikaya ve Bozali 2012). Bu bağlamda ormanlık alanlar meşcere tipleri üzerinden gruplandırılmıştır ve verimli ibreli-verimli yapraklı ve boşluklu ibreli-boşluklu yapraklı şeklinde ayrılmıştır. Karbon envanterinin yapılması için öncelikle dikili kabuklu gövde hacminin (DGH) gövde odunu biyomasına dönüştürülmesi gerekmektedir. Dönüştürme gövde odunu hacmini gövde odunu hacim değeri gövde odunu hacim ağırlığı (GHA) değeriyle çarpılarak gövde odunu biyokütlesi hesaplanmaktadır. Daha sonra bu değere dal, yaprak ve kök biyokütlerinin eklenmesi gerekmektedir. Bunun için çalışmada gövde odunu biyokütlesini her ağaç türü ya da tür gurubu için dikili kabuklu gövde odunu hacmine karşılık gelen biyokütleyi toplam biyokütleye genişletmek amacıyla Tolunay (2012) tarafından hesaplanan katsayılarla çarpılmak suretiyle toprak üstü biyokütle miktarları bulunmuştur. Toprak üstü biyokütle değerlerinden hareketle de kök/sak oranları (R) kullanılarak toprak altı biyokütle değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra da karbon faktörü (CF) olarak adlandırılan katsayılar kullanılarak toplam biyokütlerdeki karbon stoku belirlenmiştir.

Başka bir ifade ile, planlama birimine ait ormanlardaki karbon stokunun hesaplanması için; Asan (1995) tarafından yapılan çalışmalarla ortaya koyulmuş, 2010 yılında FRA kılavuzunda yayınlanan ve Tolunay (2012) tarafından yapılan çalışmalarla güncellenen katsayılar üzerinden hesaplamalar yapılmıştır. Karbon bilançosunun ortaya koyulmasında beş aşamadan oluşan Tablo 2’deki

yol izlenmiştir ve karbon bilançoları yıllar itibariyle ortaya koyulmuştur.

Tablo 2’de görüldüğü gibi beş aşamanın hesaplanmasından sonra, planlama birimi toplam karbon

stoku belirlenmektedir. Planlama birimi toplam karbon stokunun belirlenmesi için ağaç tür gruplarına ait toplam TÜK, TAK, ÖOK, ölü örtü içindeki karbon ve orman toprağı içindeki karbon miktarları toplanarak hesaplanmaktadır.

| Kategoriler | | Verimli Orman | Bozuk Orman |
|---|----------|-------------------|-------------------|
| | | Biyokütle (Ton) | Biyokütle (Ton) |
| 1. aşama | | | |
| Toprak Üstü Biyokütle (TÜB) | ibrelî | DGH*0,446* 1,212 | DGH*0,446* 1,212 |
| | Yapraklı | DGH*0,541* 1,310 | DGH*0,541* 1,310 |
| Toprak Altı Biyokütle (TAB) | ibrelî | TUB*0,29 | TUB*0,40 |
| | Yapraklı | TUB*0,24 | TUB*0,46 |
| 2. Aşama | | | |
| Toprak Üstü Biyokütle İçindeki Karbon (TÜK) | ibrelî | TUB*0,51 | TUB*0,51 |
| | Yapraklı | TUB*0,48 | TUB*0,48 |
| Toprak Altı Biyokütle İçindeki Karbon (TAK) | ibrelî | TAB*0,51 | TAB*0,51 |
| | Yapraklı | TAB*0,48 | TAB*0,48 |
| 3. Aşama | | | |
| Ölü Odun Biyokütlesi(ÖOB) | ibrelî | TÜB*0,01 | TÜB*0,01 |
| | Yapraklı | TÜB*0,01 | TÜB*0,01 |
| Ölü Odun İçindeki Karbon Miktarı (ÖOK) | ibrelî | ÖOB*0,47 | ÖOB*0,47 |
| | Yapraklı | ÖOB*0,47 | ÖOB*0,47 |
| 4. aşama | | | |
| Ölü Örtü İçindeki Karbon Miktarı | ibrelî | F1(Alan ha)*7,46 | F3(Alan ha)*1,86 |
| | Yapraklı | F2(Alan ha)*3,75 | F4(Alan ha)*0,93 |
| 5. aşama | | | |
| Orman Toprağı İçindeki Organik Karbon Miktarı | ibrelî | F1(Alan ha)*76,56 | F3(Alan ha)*19,14 |
| | Yapraklı | F2(Alan ha)*84,82 | F4(Alan ha)*21,20 |

Planlama birimi karbon stok haritalarının üretilmesi

Daday planlama birimi karbon stok durumunun ortaya konulması ve haritalanmasında 1970, 1990, 1999 ve 2012 yıllarına ait meşcere haritalarından faydalanılmıştır. 1970 ve 1990 yıllarına ait meşcere haritaları A0 tarayıcı da yüksek çözünürlükte *tiff formatında taranmış ve 1/25000 ölçekli standart topoğrafik haritalar ArcGIS 10.2™ yazılımı kullanılarak RMS (Root Mean Square) hatası 1 metreden az olacak şekilde koordinatlandırılmıştır.

BULGULAR ve TARTIŞMA

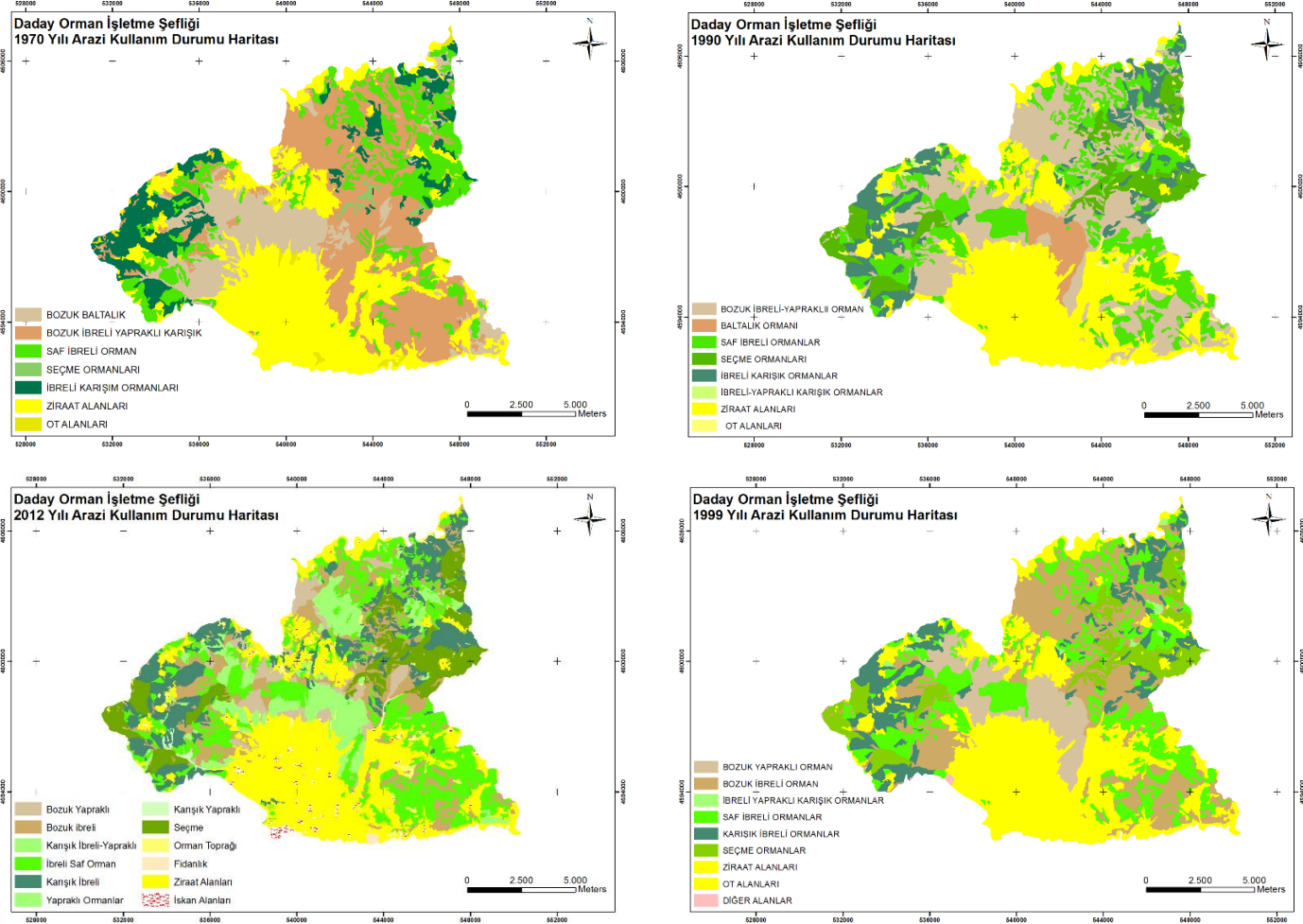
2004 yılı envanter verilerine göre ülkemiz orman varlığının %50 si verimli %50 si de bozuk orman vasfındayken, 2015 verilerine göre bu oranlar %57 verimli , %43 bozuk orman alanı olarak değişim göstermiştir (Anonim 2015). Ulusal Ormanlık politikaları ormanların korunmasını ve iyileştirilmesini gerektirmektedir. Bu bağlamda orman varlığının arttırılması ve iyileştirilmesi

amacıyla Orman Genel Müdürlüğü ağaçlandırma çalışmaları ve rehabilitasyon çalışmalarıyla bu yönde çalışmalara önem vermiştir. Son 10 yıllık süreçte verimli orman alanlarında % 7’lik bir artış olduğu görülmüştür. Daday planlama birimine bakıldığında da 1970 yılı ile 2012 yılları arasında özellikle bozuk orman alanlarının rehabilitesi yapılmış ve verimli orman alanlarının arttığı görülmektedir. Bozuk orman alanları özellikle 1970 ile 1990 yılları arasındaki süreçte yaklaşık % 39 (2 633 ha) azalmıştır. 1990 yılı ile 1999 yılları arasında ise önemli bir değişiklik yaşanmamıştır. 1999 yılı ile 2012 yılı arasındaki süreçte ise bozuk orman alanlarında yaklaşık %45’lik (2077 ha) azalma meydana gelmiştir. 1970 ile 2012 yılları arasında verimli orman alanlarının artmasında rehabilitasyon çalışmalarının yanında, yapılan ağaçlandırma çalışmaları da etkili olmuştur. 1970 ile 2012 yılları arasına baktığımızda “a” gelişim çağındaki meşcerelerin alanının yaklaşık 1800 hektar arttığı

belirlenmiştir. 1999 ile 2012 yılları arasında ise çok büyük bir fark olmamıştır. 1970 ile 2012 arasında “c” çağlı orman alanlarında da önemli miktarda artış olmuşken “d” çağlı ormanlarda ise yaklaşık 130 hektarlık azalma olduğu görülmüştür.

Daday planlama birimi sayısal meşcere haritaları incelendiğinde planlama birimi toplam alanı 16 812,6 ha olarak bulunmuştur. 1970 yılı ile 1990 yılları arasında ormanlık alan miktarı 450,3 ha (Ormanlık alanın %3’ü) artmıştır. 1990 ile 1999 yılları arasında ise 600 hektarlık bir azalma (ormanlık alanın %5’i) görülmüştür. 1999 yılı ile 2012 yılları arasında ise özellikle yöre halkının göç etmesi ile ziraat alanlarının boş kalması ve orman ağaçlarıyla kaplanması sonucu orman alanlarında yaklaşık 400 hektarlık (Ormanlık alanın %3’ü) bir artış meydana gelmiştir.

Planlama birimi arazi kullanım durumu açısından incelendiğinde ibrelili orman alanlarının hâkim olduğu görülmektedir. 1970 ile 2012 yılları arasında ibrelili orman alanlarının yaklaşık 2000 ha arttığı görülmüştür. Verimli ibrelili türlerin artışının yanında bozuk ibrelili türlerden oluşan alanların 1970-2012 yılları arasında yaklaşık 1000 ha azaldığı görülmektedir. Bu 40 yıllık süreçte planlama birimindeki baltalık orman alanlarının koruya tahvili ile bozuk ibrelili orman alanları artmış, aynı şekilde verimli ibrelili, ibrelili-yapraklı karışık ve seçme orman alanlarında toplamda yaklaşık 2500 hektarlık artış meydana gelmiştir. Özellikle bu artışta son 10 yıllık süreçte meydana gelen göç ve iş gücü yetersizliği ile işlenmeyen tarım ve açıklık alanların orman alanlarıyla kaplanması sonucu ziraat alanlarında önemli miktarda azalma olurken aynı oranda orman alanlarında artış meydana gelmiştir. Planlama birimine ait 4 dönemlik (1970, 1990, 1999 ve 2012) arazi kullanım değişimleri Şekil 2’de verilmiştir.



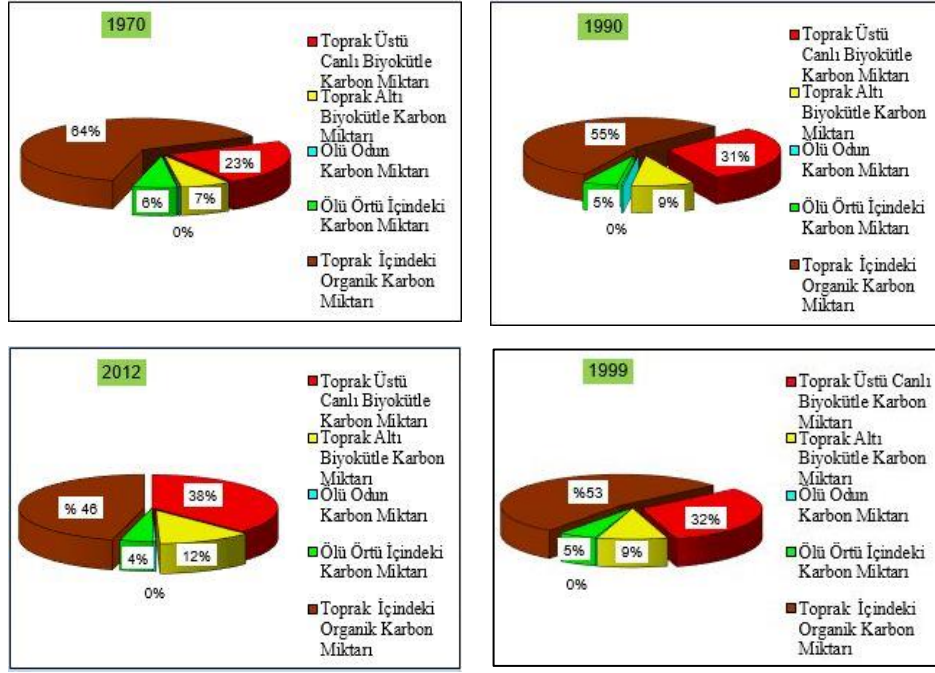
Şekil 2. Planlama biriminin 1970, 1990, 1999 ve 2012 yılları arasındaki arazi kullanım durumları

Planlama birimi biyokütle miktarları ise, 1970 yılı bozuk orman alanlarında 71 742 m³, verimli orman alanlarında ise 376 077 m³ olmak üzere toplam 447 819 m³ biyokütle hesaplanmıştır. 1990 yılı için ise verimli orman alanları biyokütlesi 808 962 m³, bozuk orman alanları için de 69 964 m³ ve toplam olarak da 878 926 m³ olarak bulunmuştur. 1999 yılına ait biyokütle değerleri 1990 yılındaki değerlere çok yakın değerler olup, verimli orman alanları için; 806 233 m³, bozuk orman alanları için de 75 234 m³ olmak üzere toplamda 881 468 m³ olarak bulunmuştur. 2012 yılına ait biyokütle miktarları ise özellikle orman alanlarında meydana gelen artışa paralel olarak 40 yıllık süreçte toplam 1 132 307 m³ biyokütle artışının olduğu belirlenmiştir. Son 10 yıllık süreçteki artışa bakıldığında ise, toplamda yaklaşık 700 000 m³lük biyokütle artışı gerçekleşmiştir. Bu 10 yıllık süreçteki artışın sebebi, verimli ibreli orman alanlarının artması ve biyokütle miktarını artırmasıdır

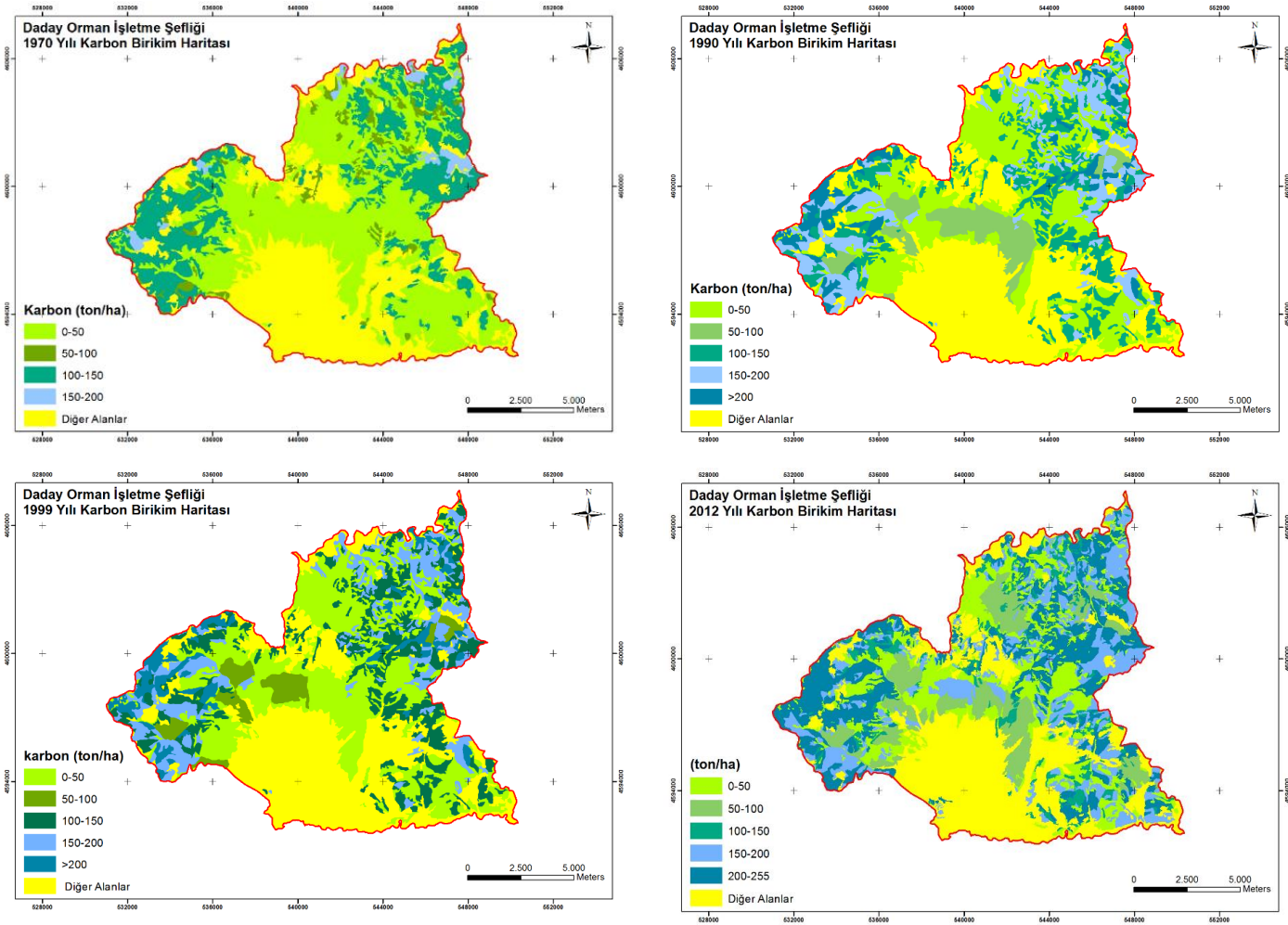
Planlama birimi karbon miktarlarına yıllar itibariyle baktığımızda; 1970 yılı toplam karbon miktarı 766 716 ton olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan bu karbon miktarının %64'ü toprak içindeki organik karbondan oluşurken, diğer oranlar ise sırasıyla %23 toprak üstü biyoküttele, %7'si toprak altı biyoküttele ve %6'sı da ölü örtü içinde biriken organik karbondan oluşmaktadır. 1990 yılında planlama birimi toplam karbon miktarı yaklaşık % 47 oranında bir artış göstererek 1 131 089 ton'a çıkmıştır. Bu miktarın %31'i toprak üstü biyokütledeki karbon miktarı, %9'u toprak altı biyokütledeki karbon miktarı, %5'i ölü örtü içindeki karbon ve %55'i de toprak içindeki organik karbon miktarlarından oluşmaktadır. 1999 yılında planlama birimi toplam karbon miktarı, 1990 yılına göre yaklaşık % 3 oranında bir azalış göstererek 1099605 ton'a inmiştir. Bu 10 yıllık süreçte orman alanında meydana gelen yaklaşık 600 hektarlık azalmanın sebep olduğu belirlenmiştir. 2012 toplam karbon miktarı orman alanlarındaki artış ve özellikle bozuk orman alanlarının verimli ormanlara dönüştürülmesinin yanında özellikle açıklık alanların ormanlarla kaplanması sonucu büyük artış göstermiş ve 1638132 ton olarak bulunmuştur. Her bir dönemde ölü odun içerisindeki karbon miktarı çok

düşük değerlerde olduğundan yüzdelik dilim olarak sıfır görülmektedir. Burada 40 yıllık süreç değerlendirildiğinde orman alanlarındaki artış ve bozuk orman alanlarının verimli ormanlara dönüştürülmesi ile planlama birimi toplam karbon miktarları yıllar itibariyle artmıştır. 40 yıllık süreçte orman alanının ve özellikle verimli orman alanlarının artması, toplam karbon içindeki, toprak üstü canlı biyokütle ve toprak altı biyokütle miktarlarının oransal olarak arttırdığı, toprak içindeki karbon miktarının ise toplamda artmasına rağmen oransal bazda azaldığı görülmektedir (Şekil 3).

Planlama birimindeki dört dönemlik değerlere baktığımızda orman alanlarındaki artışa veya azalmaya paralel olarak karbon birikim değerlerinin de dönemsel olarak değiştiği görülmektedir. Karbon birikim miktarındaki bu değişimde bozuk orman alanlarının verimli ormanlara dönüştürülmesi etkin bir rol oynamaktadır. 1970 yılından itibaren dönemsel olarak artan karbon birikimi son on yıllık süreçte ise en fazla artışı gerçekleştirmiştir. Burada bozuk orman alanlarının verimli hale dönüşmesinin yanında özellikle göç sebebiyle bırakılan alanların orman alanlarıyla kaplanması biyokütle ve karbon birikimine olumlu etki etmiştir. Ayrıca ülkemizde son dönemlerde odun üretim eksenli olan klasik planlama anlayışının yerine ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama anlayışına geçilmesi de diğer bir etken olmuştur. Silvikültürel müdahalelerde fonksiyon ve yetiştirme ortamı gibi faktörlere bakılarak daha ılımlı silvikültürel müdahalelerin yapılması da ayrıca bu artışlarda etkili olmuştur. Planlama birimi karbon birikim değerlerinin biyokütledeki değişimlere bağlı olarak 4 dönemlik konumsal dağılımları Şekil 4'de verilmiştir. Burada sarı renkteki alanlar orman dışı alanlardan oluşmaktadır. Açık yeşil renkten koyu mavi renge doğru tutulan karbon birikim değerleri artmaktadır. Koyu mavi renkte olan alanların sayısının özellikle 2012 yılında çok fazla olduğu görülmektedir. 40 yıllık süreçte büyüyen ve gelişen meşcereler ve orman yapısında meydana gelen değişimlerle birlikte karbon birikim değerleri de artış göstermiştir.

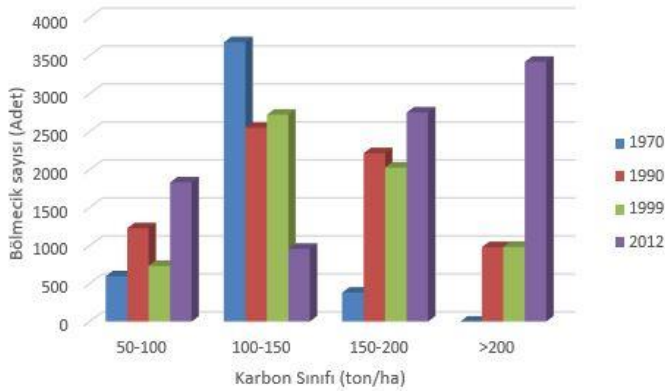


Şekil 3. Planlama birimi 1970, 1990, 1999 ve 2012 yıllarına ait karbon birikim miktarlarının oransal dağılımları



Şekil 4. Planlama birimi 1970, 1990, 1999 ve 2012 yıllarına ait karbon depolama miktarları konumsal dağılımı

Konumsal ve alansal olarak bu dört dönemdeki karbon birikim değerlerinin bölmecik bazında tuttuğu değerlere bakıldığında 0-50 ton ve 50-100 ton arası karbon birikimi yapan meşcerelerin 1970 yılında fazla sayıda olduğu ve 1999 yılına kadar azaldığı görülmektedir. 2012 yılında ise tüm sınıf aralıklarında (0-50, 50-100,100-150,150-200 ve 200<) bölmecik sayısının arttığı belirlenmiştir. Bu artışın ana sebebi 2000’li yıllardan sonra ülkemiz ormancılığında ekosistem tabanlı fonksiyonel planlama (ETFOP) yaklaşımının benimsenmesi ile gelişen teknoloji ve Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS)’nin orman amenajman planlarının yapımında etkin olarak kullanılmasıdır. ETFOP yaklaşımından önce en küçük 1 hektara kadar ayrılabilen orman parçaları, ETFOP yaklaşımının benimsenmesi ve CBS’nin de kullanımıyla 0,1 hektara kadar homojen parçalara ayrılmaya başlanmıştır. Bu durum da bölmecik sayısının artmasına neden olmuştur. Bölmecik sayısı 40 yıllık süreçte (1970-2012) yaklaşık %100 oranında artmıştır. Son 10 yıllık süreçte de %50’lik bir artış göstermiştir. 150 ton ve üzerinde karbon birikimi yapan alanların da 40 yıllık süreçte bölmecik sayısındaki artışa paralel olarak büyük artış gösterdiği belirlenmiştir (Şekil 5)



Şekil 5. Karbon birikim değerlerinin dönemler itibariyle alansal dağılımları

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Daday planlama biriminin 1970, 1990, 1999 ve 2012 yıllarındaki arazi kullanımına bağlı olarak biyokütle ve karbon birikiminde zamansal ve konumsal olarak nasıl bir değişimin meydana geldiği belirlenmiş ve değişimin konumsal olarak değişimi ortaya konulmuştur. Daday planlama birimi 1970 yılı ile 1990 yılları arasında ormanlık alan miktarı 450,3 ha artmıştır. 1990 ile 1999

yılları arasında ise 600 hektarlık bir azalma görülmüştür. 1999 yılı ile 2012 yılları arasında ise özellikle yöre halkının göç etmesi ile ziraat alanlarının boş kalması ve orman ağaçlarıyla kaplanması sonucu orman alanında yaklaşık 400 hektarlık bir artış meydana gelmiştir.

Arazi kullanım durumu açısından planlama biriminde ibreli orman alanlarının hâkim olduğu görülmektedir. 1970 ile 2012 yılları arasında ibreli orman alanlarının yaklaşık 2000 ha arttığı görülmüştür. Verimli ibreli türlerin artışının yanında bozuk ibreli türlerden oluşan alanların 1970-2012 yılları arasında yaklaşık 1000 ha azaldığı görülmektedir. Bu 40 yıllık süreçte planlama birimindeki baltalık orman alanlarının koruya tahvili ile bozuk ibreli orman alanları artmış, aynı şekilde verimli ibreli, ibreli-yapraklı karışık ve seçme orman alanlarında toplamda yaklaşık 2500 hektarlık artış meydana gelmiştir. Özellikle bu artışta son 10 yıllık süreçte meydana gelen göç ve iş gücü yetersizliği ile işlenmeyen tarım ve açıklık alanların orman alanlarıyla kaplanması sonucu ziraat alanlarında önemli miktarda azalma olurken aynı oranda orman alanlarında artış meydana gelmiştir.

Planlama birimi biyokütle miktarları ise 40 yıllık süreçte toplam 1132307 m³ arttığı belirlenmiştir. Son 10 yıllık süreçteki artışa bakıldığında ise, toplamda yaklaşık 700 000 m³’lük biyokütle artışı gerçekleşmiştir. Bu süreçteki artışın sebebi, verimli ibreli orman alanlarının artması, açıklık alanların orman örtüsü ile kaplanması, ılımlı silvikültürel müdahaleler ve ormanın büyümesi ve büyümeyle birlikte biyokütle miktarını artırmasıdır.

Karbon birikim değerlerinde 20 yıllık süreçte 500 bin ton artış olurken, 40 yıllık süreçte ise bu miktar 870 bin ton olarak bulunmuştur. İnsan baskısının ormanlar üzerindeki oluşturduğu olumsuz etkinin azalması ormanlık alanların nitelik (verimli orman alanı) ve nicelik (alan miktarı) olarak artmasına katkıda bulunmuştur. Bu katkı da biyokütle ve karbon birikiminde artışa sebep olduğu görülmüştür. Ayrıca bu artışlara; Bozuk orman alanlarının ve orman içi açıklıkların ağaçlandırılması, üst orman zonlarında ve sarp araziler üzerindeki ormanların muhafazaya ayrılarak bu ormanlarda kesim yapılmaması, seyrek kapalı meşcerelere eta verilmemesi ve böylece bu ormanlarda servet birikiminin sağlanması, yaşlı, seyrek ve artımdan düşmüş meşcereleri doğal yolla gençleştirmek suretiyle

bu meşcerelerin artım performanslarının yükseltilmesi, orman içi ve civarı yerleşik nüfusun (Özellikle genç ve ormana zararlı) kente göçü ve böylece eski tarım alanlarından bir bölümünün yeniden orman haline gelmesi ve orman içi otlatmalarından vazgeçilerek, ahır hayvancılığına dönülmesi gibi nedenler de etkili olmuştur.

Ormanların karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesinde ibreli ve geniş yapraklı, verimli ve boşluklu ormanlar olarak belirlenen katsayılar ağaç türü bazında belirlenmelidir. Ağaç türü bazında biyokütle denklemleri geliştirilmelidir ve biyokütleler bu geliştirilen denklemler üzerinden hesaplanmalıdır (Sivrikaya ve Bozali 2012) Vejetasyon tipleri ve toprakların organik karbon bütçeleri tespit edilmeli ve daha sonra karbon bütçesi bilimsel yöntemlerle izlenmelidir. Topraklardan erozyon ve arazi kullanımındaki değişimlerle kaybolan organik karbonun en aza indirilmesi yönünde çalışmalar yapılmalıdır. Aynı şekilde ormanları oluşturan ağaçların çağ sınıflarına göre karbon depolamaya hangi oranda katkı yaptığı belirlenmeli ve bu katkıya göre katsayılar belirlenmelidir. Ormanlar üzerinde etkili olan müdahalelerin ve faktörlerin karbon depolama kapasitesi üzerinde zamansal ve konumsal olarak nasıl değişiklikler oluşturacağını belirlemeye yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Asan Ü (1995) Global İklim Değişimi ve Türkiye Ormanlarında karbon Birikimi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, Seri B, İstanbul
- Asan Ü, Destan S, Özkan U.Y (2002) İstanbul Korularının Karbon Depolama, Oksijen üretime ve Toz Tutma Kapasitelerinin Kestirilmesi, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, İ.Ü Orman Fakültesi, s. 194-202, İstanbul.
- Asan Ü, Yeşil A, Özdemir İ, Sağlam S (2005) Ormanlarda karbon birikimi ve yıllık değişiminin belirlenmesinde başvuru alan temel yaklaşımlar. Türk Ormancılığında Uluslararası Süreçte Acil Eyleme Dönüştürülmesi Gereken Konular, Mevzuat ve Yapılanmaya Yansımaları Sempozyumu, TMMOB Orman Mühendisleri Odası, 22-24 Aralık 2005, Antalya, s.243-257.
- Anonim (2010) Daday Orman İşletme Şefliği Fonksiyonel Orman Amenajman Planı (II. Yenileme)
- Anonim (2015) Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Türkiye Orman Varlığı-2015, Ankara.

- Backeus S, Wikström P, Lamas T (2005) A model for regional analysis of carbon sequestration and timber production. *Forest Ecology and Management*, 216, 28-40
- Başaran M, (2004) Türkiyenin Organik Karbon Stoğu, HR. Ü.Z.F.Dergisi, 8 (3/4):31-36
- Birdsey RA, Lewis GM (2003) Carbon in U.S. Forest and Wood Products, 1987-1997: State -by-State Estimates, United States Department of Agriculture, Northeastern Research Station, General Technical Report NE-310, 42p.
- Birdsey RA (1992) Carbon storage and accumulation in United States forest ecosystems. United States Department of Agriculture Forest Service GTR WO-59
- Brown S (1997). Estimating biomass and biomass change in tropical forests: A primer. FAO Forestry Paper 134. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization
- Brown S, Schroeder P, Kern J (1999). Spatial distribution of biomass in forests of the eastern USA. *Forest Ecology and Management*, 123, 81-90
- FRA (Global Forest Resources Assessment) (2010) Country Report Turkey, (www.fao.org/forestry/fra), Rome
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2003) Good practice guidance for land use, land-use change and forestry IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan
- Keleş S, Başkent EZ (2006) Orman Ekosistemlerindeki Karbon Değişiminin Orman Amenajman Planlarına Yansıtılması: Kavramsal Çerçeve ve Bir Örnek Uygulama (1. Bölüm), Orman ve Av Dergisi, 83, 2, 36-41
- Kurz WA, Apps MJ (1993) Contribution of northern forests to the global carbon cycle: Canada as a case study. *Water, Air and Soil Pollution*, 70, 163-76
- Krankina ON, Harmon ME, Winjum JK (1996). Carbon storage and sequestration in the Russian forest sector. *Ambio*, 25, 284-288
- Lanly JP (1997). Ormancılık ve Orman Kaynakları, XI. Dünya Ormancılık Kongresi Bildiriler Kitabı, 13-22 Ekim 1997, Antalya, Cilt:1, 2-12.
- Özçelik R (2005) Değişik Statülerdeki Bazı Korunan Alanlarda Karbon Depolama ve Oksijen Üretiminin Tahmini, S.D.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, Cilt:9, Sayı:1, s.86-94
- Raev I, Asan Ü, Grozev O (1997) Türkiye ve Bulgaristan Ormanlarının Topraküstü Biyokütlesinde CO₂ Depolanması, XI. Dünya Ormancılık Kongresi Bildirileri, Cilt:1, s.103-110, 13-22 Ekim, Antalya.
- Seçkin B (1995) Amenajman ve Silvikültür İlişkisi, Ekonomi-Ekoloji İlkesine Uygun Orman İşletmeciliği Özlemim, Orman Mühendisliği Dergisi, 2, 25-27.
- Sivrikaya F, Keleş S, Çakır G (2007a) Spatial distribution and temporal change of carbon storage in timber biomass of two different

forest management units. Environmental Monitoring and Assessment, 132:429-438

Sivrikaya F, Bozali N (2012) Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Türkoęlu Planlama Birimi Örneği, Bartın Orman Fakóltesi Dergisi, Cilt:14, Özel Sayı, s.69-76

Tolunay D, Çömez A (2008) Türkiye ormanlarında toprak ve ölü örtüde depolanmış organik karbon miktarları. Hava Kirliliği ve Kontrolü Ulusal Sempozyumu Bildiri Kitabı, Hatay

Tolunay D (2011) Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey, Turkish Journal Agriculture Forest, 35, s.265-279

Yolasığmaz HA (2004) Orman Ekosistem Amenajmanı Kavramı ve Türkiye'de Uygulaması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon