



KARBON DEPOLAMA KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ: TÜRKOĞLU PLANLAMA BİRİMİ ÖRNEĞİ

Fatih SİVRİKAYA^{1*}, Nuri BOZALI¹

¹Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Orman Fakültesi, Kahramanmaraş

ÖZET

Orman ekosistemi karasal ekosistemdeki organik karbonun %76-78'ini tutması bakımından en önemli bir karbon havuzudur ve küresel ısınmanın olumsuz etkisinin azaltılmasına ve bölgesel hatta global düzeyde iklim istikrarının korunmasına önemli bir katkı sağlamaktadır. Orman ekosistemindeki karbon bütçesinin ortaya konması amenajman planlarının yapımında karar verme sürecinin daha etkin ve doğru gerçekleşmesi açısından önem taşımaktadır. Bu nedenle, orman ekosisteminin karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi konusu araştırmacıların ve politikacıların özel ilgisini çekmektedir.

Bu çalışmada, Türkoğlu planlama biriminin 1991 ve 2002 yıllarındaki toprak üstü ve toprak altı biyokütleyle bağlı karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal değişimi ArcGIS 9.3TM yazılımı ile belirlenmiş ve karbon depolama haritası oluşturulmuştur. 1991 ve 2002 yılları arasında biyokütle miktarının yaklaşık 52021 m³ ve karbon miktarının ise 26342 ton (%19.5) arttığı tespit edilmiştir. Biyokütle ve karbon miktarının artmasının temel sebebi ise ormanlık alanın artması ve bozuk ormanların verimli ormanlara dönüşmesidir.

Anahtar Kelimeler: Karbon, Coğrafi Bilgi Sistemi, Biyokütle, Orman Ekosistemi

DETERMINING CARBON STOCK: A CASE STUDY FROM TÜRKOĞLU PLANNING UNIT

ABSTRACT

Forest ecosystem is considered as an important carbon sink, in which 76%– 78% of the organic carbon of terrestrial ecosystems is stored and has a significant contribution in reducing the impact of the global CO₂ emissions and maintaining regional or even global climate stability. Forest ecosystem carbon budgets are helpful for improving our understanding of the terrestrial carbon cycle and for supporting the decision-making process in forest management process. Therefore, determining carbon sequestration in forest ecosystem is of particular interest to researchers and policy makers.

In this study, temporal and spatial change in carbon storage (aboveground plus belowground) was determined using ArcGIS 9.3TM in Türkoğlu planning unit for 1991 and 2002 and carbon storage map was produced. Biomass increased 52021 m³ and carbon storages also increased 26342 (%19.5) tons during a 11-year period from 1991 to 2002. The main reason for the increase in the amount of biomass and carbon storage is to increase of total forest areas and transition from degraded forest to productive forest.

Keywords: Carbon, Geographical Information System, Biomass, Forest Ecosystem

* Yazışma yapılacak yazar: fsivrikaya@ksu.edu.tr

Makale metni 23.11.2011 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 21.12.2011 tarihinde basım kararı alınmıştır.

GİRİŞ

Dünyadaki hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve şehirleşmenin sonucu olarak doğal kaynaklara olan talepler çeşitlenerek hızlı bir artış göstermiştir. Çeşitlenen ve artan talebin karşılanması sırasında orman ekosistemlerinin tahrip edilmesi, iklim değişikliği, çölleşme, kirlilik ve biyolojik çeşitliliğin azalması gibi pek çok sorun ortaya çıkmıştır. Bu sorunlardan biri olan küresel iklim değişikliği, insanoğlunun son yüzyılda karşı karşıya kaldığı en önemli problemlerin başında gelmektedir. İklim değişikliği kapsamında küresel ısınmanın sebebi olarak sanayileşme ve arazi kullanım değişiklikleri sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarının artması gösterilmektedir. Çünkü sanayi devrimiyle birlikte endüstride, araçlarda ve ısınmada enerji kaynağı olarak fosil yakıtların kullanılması, insanların tarım ve şehirleşme için orman ekosistemini tahrip ederek yeni yerleşim yerleri açması ve yakacak odun ihtiyacı için ormanları tahrip etmesi sonucu atmosferdeki sera gazları ve özellikle de CO₂ miktarı artmıştır.

Son yıllarda küresel ısınma önemli bir çevre sorunu haline gelmiştir. Orman ekosistemi karasal ekosistemdeki organik karbonun % 76-78'ini tutması bakımından en önemli karbon havuzudur. Diğer bir ifadeyle, orman ekosistemi karasal ekosistemdeki karbonun yaklaşık olarak 2/3'nü tutmaktadır. Bu bakımdan, orman ekosisteminin küresel ısınmanın olumsuz etkisini azaltmada ve bölgesel, hatta küresel iklim istikrarının korunmasında önemli bir katkısı bulunmaktadır (Woodwell vd., 1978; Hashimoto vd., 2000; Haripriya vd., 2002). Ormanlık alan miktarının artırılması karbon (C) depolama kapasitesini arttırmak, atmosferdeki karbondioksit (CO₂) konsantrasyonlarını azaltmak için basit ve etkili bir yöntem olarak önerilmekte ve böylece küresel ısınmanın önlenmesine katkıda bulunmaktadır (Kurz vd., 1996; Cairns vd., 1997). Orman ekosistemindeki karbon bütçesinin ortaya konması, karasal karbon döngüsünü daha iyi anlamamız ve amenajman planlarının yapımında karar verme sürecinin daha etkin ve doğru gerçekleşmesi açısından önem taşımaktadır (Liu vd., 2006). Bu nedenle, orman ekosisteminin karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi konusu araştırmacıların ve politikacıların özel ilgisini çekmiştir.

Atmosferdeki karbondioksit birikiminin artması nedeniyle ortaya çıkan endişeler, orman ekosistemleri tarafından atmosferde tutulan karbon değerinin de amenajman planlarında dikkate alınması gerekliliğini ortaya koymuştur. Orman ekosistemleri, karbon havuzunun önemli bir parçasını oluşturmaktadır. Ormanlarda tutulan karbon miktarının doğru ve tutarlı bir şekilde ölçülmesi ve amenajman planlarına yansıtılması son zamanlarda önem kazanmıştır (Asan vd., 2002; Keleş ve Başkent, 2006; Sivrikaya vd., 2007a; Sivrikaya vd., 2008).

Orman ekosisteminin karbon depolama kapasitesinin belirlenebilmesi için öncelikle ekosistemdeki mevcut biyokütlenin belirlenmesi gerekmektedir. Biyokütle, orman yapısındaki değişikliklerin değerlendirilmesinde ve orman ekosistemlerinin yapısal ve fonksiyonel özelliklerinin karşılaştırılmasında ve karbon depolama kapasitesinin belirlenmesinde kullanılacak önemli bir parametredir (Backéus vd., 2005; Brown vd., 1996). Biyokütleyi belirlerken kullanılacak en pratik ve en iyi yaklaşım ise envanter verilerinin kullanımudur. Çünkü, bu veriler genellikle ulusal ölçekteki orman ekosistemlerinden istatistiksel olarak doğru şekilde belirlenmektedir (Brown vd., 1999; Brown, 2002). Öncelikle envanter verileri esas alınarak hesaplanan meşcere serveti kullanılarak (Birdsey, 1992; Kurz ve Apps, 1993; Krankina vd., 1996) servete bağlı dönüştürme katsayısı veya çapa bağlı geliştirilen denklemlerle (Brown, 1997; Yolasığmaz, 2004; Keleş ve Başkent, 2006; Sivrikaya vd., 2007a) biyokütle (toprak üstü ve toprak altı) hesaplanmakta daha sonra ise biyokütle dönüşüm katsayısı yardımıyla karbon depolama kapasitesi hesaplanmaktadır.

Bu çalışmada, Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğüne bağlı Türkoğlu Orman İşletme şefliğinin toprak üstü ve toprak altı biyokütleye bağlı karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal değişiminin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, her bir meşcere tipine ilişkin toprak altı ve toprak üstü biyokütlenin hesaplanmasında, literatürden elde edilen katsayıları kullanılmıştır. Hesaplanan karbon depolama kapasitesi ArcGIS 9.3TM ortamında haritalandırılmış ve karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal değişimi arazi kullanım değişimi dikkate alınarak açıklanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma Alanı

Kahramanmaraş il merkezine yaklaşık 20 km mesafede olan Türkoğlu Orman İşletme şefliği çalışma alanı olarak seçilmiştir. Planlama birimi, UTM koordinat sistemine göre ED 50 datum 37. zone 283000–308000 doğu boylamları ve 4116000–4152000 kuzey enlemleridir (Şekil 1). Çalışma alanının toplamı 42838.1 hektar olup, alanındaki hakim ağaç türleri *Pinus brutia* Ten, *Pinus nigra* Arn., *Abies cilicica* Carr., *Cedrus libani* A.Rich., *Quercus* sp., ve *Fagus orientalis* Lipsky'dir. Çalışma alanının 1991 yılından sonra şeflik sınırlarında değişiklikler olduğundan dolayı bu çalışmada 1991 yılındaki şeflik sınırları esas alınmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanının coğrafi konumu

MATERYAL

Bu çalışmada, Türkoğlu planlama birimine ilişkin 1991 ve 2002 yıllarına ait meşcere haritası ve 1/25 000 ölçekli Standart Topografik Harita kullanılmıştır. Ayrıca, toprak üstü ve toprak altı biyokütle miktarını ve buna bağlı olarak biyokütlenin içerdiği karbon miktarının belirlenebilmesi için 1991 ve 2002 yıllarına ait orman amenajman planlarındaki meşcere tiplerinin servet değerleri kullanılmıştır.

YÖNTEM

Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi

Planlama biriminin karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi için öncelikle toprak üstü ve toprak altı biyokütlenin hesaplanması, sonrada bu biyokütlelerin karbona çevrilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda meşcere tipleri, ibrelili-yapraklı ve verimli-bozuk kategorilerine ayrılmış ve meşcere tiplerine ait servet değerleri bu

kategorilere göre Fırın Kuru Ağırlıklar (FKA) ve Biyokütle Çevirme Faktörleri (BÇF) ile çarpılarak biyokütle değerleri hesaplanmıştır. Biyokütle değerleri, karbon dönüşüm katsayıları ile çarpılarak planlama biriminin karbon depolama miktarı belirlenmiştir. Toprak üstü ve toprak altı biyokütlede tutulan karbon miktarları ayrı ayrı hesaplanmış daha sonra toprak üstü ve toprak altı biyokütle değerleri toplanarak toplam biyokütlede tutulan karbon miktarı bulunmuştur.

Bu makalede karbon depolama kapasitesinin belirlenmesi için Asan'a atfen FRA 2010 klavuzunda (Anonim 2010) belirlenen katsayılar kullanılmıştır. Yapraklı ve ibrelili ağaç türlerinin taze toprak üstü orman biyokütlesinin hesaplanmasında dikili serveti taze ağırlıktaki biyokütleyle dönüştüren sırasıyla 1.24 ve 1.22 katsayıları kullanılmıştır. Taze ağırlıktaki biyokütle miktarlarını fırın kuru ağırlığa dönüştürmek için yapraklı ağaç türleri için 0.638 ve ibrelili ağaçlar için 0.496 katsayıları dikkate alınmıştır. Toprakaltı biyokütle ise, toprak üstü biyokütle değerlerinin belirli dönüşüm faktörleri ile çarpılmasıyla elde edilmiştir. Bu katsayılar verimli yapraklılar için 0.24, bozuk yapraklılar için 0.46, verimli ibreliler için 0.29 ve bozuk ibreliler için 0.40 olarak belirlenmiştir. Son olarak, toplam fırın kuru ağırlıktaki biyokütle yapraklılar için 0.48 ve ibreliler için 0.51 katsayıları ile çarpılarak biyokütlede depolanan karbon miktarı hesaplanmıştır (Tablo 1).

Tablo 1:Plan ünitesindeki canlı biyokütlenin hesaplanması

Kategoriler		Verimli Orman	Bozuk Orman
		Biyokütle (Ton)	Biyokütle (Ton)
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB)	İbrelili	$V_1 * 0,496 * 1,22$	$V_3 * 0,496 * 1,22$
	Yapraklı	$V_2 * 0,638 * 1,24$	$V_4 * 0,638 * 1,24$
Toplam TÜB			
Toprak Altı Biyokütle (TAB)	İbrelili	$TÜB * 0,29$	$TÜB * 0,40$
	Yapraklı	$TÜB * 0,24$	$TÜB * 0,46$
Toplam TAB			
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	İbrelili	$TÜB * 0,51$	$TÜB * 0,51$
	Yapraklı	$TÜB * 0,48$	$TÜB * 0,48$
Toplam TÜK			
Toprak Altı Karbon (TAK)	İbrelili	$TAB * 0,51$	$TAB * 0,51$
	Yapraklı	$TAB * 0,48$	$TAB * 0,48$
Toplam TAK			

Karbon Depolama Kapasitesinin Haritalandırılması

Türkoğlu planlama biriminin karbon depolama kapasitenin belirlenmesi ve haritalandırılmasında 1991 ve 2002 tarihli meşçere haritalarından yararlanılmıştır. 2002 tarihli meşçere haritası Kahramanmaraş Orman Bölge Müdürlüğünden sayısal ortamda temin edilmiştir. Bu meşçere haritasına ilişkin meşçere tiplerinin servet değerleri ilgili amenajman planından alınarak veri tabanına aktarılmıştır. 1991 tarihli meşçere haritası ise ozalit fotokopileri üzerinden 600 dpi çözünürlükte A0 tarayıcıda *tiff formatında taranmış, 1/25 000 ölçekli Standart Topografik Harita kullanılarak ArcGIS 9.3TM yazılımında RMS (Root Mean Square) hatası 3 metreden az olacak şekilde koordinatlandırılmıştır. Elde edilen görüntü üzerinde 1/3000 – 1/5000 ölçek hassasiyetinde çalışılarak bilgisayar ekranında alana ait meşçere haritası sayısal ortamda oluşturulmuştur. Meşçere haritasına ait öznelik veri tablosuna, karbon depolama kapasitesini belirleyebilmek için bölme numarası, meşçere tipi, kapalılık, gelişim çağı, hektardaki servet miktarları girilmiştir. Meşçere tiplerinin servet değerleri, biyokütle ve karbon dönüşüm katsayıları kullanılarak planlama biriminin 1991 ve 2002 yılları için toprak üstü ve toprak altı biyokütle ve karbon depolama kapasiteleri ArcGIS 9.3TM yazılımı kullanılarak hesaplanmış ve karbon depolama kapasite haritaları oluşturulmuştur.

BULGULAR VE TARTIŞMA

Türkoğlu planlama biriminin 1991 ve 2002 yıllarına ait sayısal meşcere haritaları incelendiğinde, planlama biriminin alanı 42838.1 ha olarak bulunmuştur. 1991 ve 2002 yılları arasındaki 11 yıllık bir sürede ormanlık alan miktarı 2907.6 ha (ormanlık alanın % 12.4'ü) artmış, bozuk orman alanı %3.5 (671.8 ha) azalmış, verimli orman alanının (kapalılığı %10'un üstünde) %85.4 (3579.5 ha) arttığı, orman toprağı alanının ise 2260.3 ha (% 47.6) azaldığı belirlenmiştir. 11 yıllık dönemde verimli orman alanlarında ve orman toprağında gözle görülür bir değişimin olduğu belirlenmiştir.

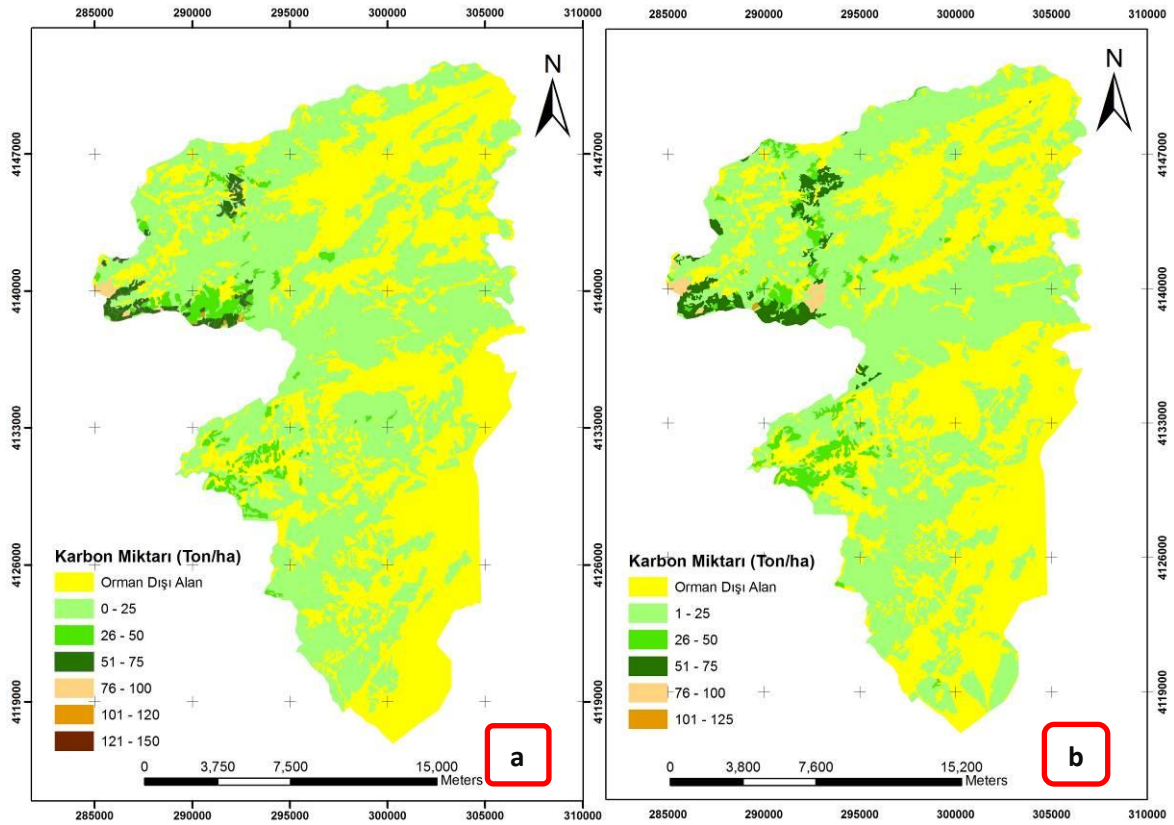
2009 yılı envanter verilerine göre ülkemiz orman varlığının % 51'i verimli orman iken %49'u bozuk orman karakterindedir (Anonim, 2009). Ulusal ormancılık politikalarına göre ormanlık alanların korunması, artırılması ve iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda Orman Genel Müdürlüğü belirlediği politikalar çerçevesinde ormanlık alanların artırılması için ağaçlandırma çalışmalarına hız vermiştir. Planlama biriminde de yapılan ağaçlandırma çalışmaları ormanlık alanın artmasının temel sebeplerinden bir tanesidir. Meşcere haritalarında detaylı inceleme yapıldığında, 1991 yılı meşcere haritasında "a" gelişim çağındaki ($d_{1.30}$ çapı < 8 cm) meşcerelerin alanının toplamı 298.3 ha iken 2002 yılında ise bu değer 3125.3 ha olarak tespit edilmiştir. Bu durum da yapılan ağaçlandırma çalışmalarının etkisini ortaya koymaktadır. Ancak, bu farklılığın tek nedeni ağaçlandırma çalışmaları değildir. Rehabilitasyon çalışmaları kapsamında bozuk meşcerelerin genç (a gelişim çağındaki) verimli meşcerelere dönüşmesi ve doğal gençleştirme çalışmaları sonucunda oluşan genç meşcereler de 2002 yılında "a" gelişim çağındaki meşcerelerin alanlarının artmasına katkıda bulunmuştur.

Ülkemizde sanayileşmeyle başlayıp son yıllarda had safhaya ulaşan büyük şehirlere göçlerden planlama birimindeki yöre de nasibini almış ve azalan nüfus sonrası insan baskısının azalmasıyla ormanlar üzerindeki insanların oluşturduğu olumsuz etki de azalmıştır. Bu durum ormanlık alanların nicelik (ormanlık alan miktarı) ve nitelik (verimli orman alanı) olarak artmasına katkıda bulunmuştur. Ülkemizde arazi kullanım değişimleri ile ilgili yapılan çalışmalar da bu sonucu destekler durumdadır. Çakır vd., (2008) tarafından yapılan çalışmada 1975-2000 yılları arasında Maçka Orman İşletme Müdürlüğü ormanlarının %55.8'den % 59.7'e yükseldiği bulunmuştur. Ayrıca, Sivrikaya vd., (2007b) tarafından Camili planlama birimi için yapılan çalışmada ise, 1972-2005 yılları arasında orman alanlarının 19 946.5 ha'dan (tüm alanın %78.6'sı) 20 797.3 ha'a (tüm alanın %81.9'u) arttığı ve aynı zamanda tarım ve iskan alanlarının azaldığı tespit edilmiştir.

Verimli orman alanının 3579.5 ha artmasının temel sebebi ise ormanlık alanlarda yapılan rehabilitasyon (iyileştirme) ve ağaçlandırma çalışmalarıdır. 1991 ve 2002 yıllarındaki meşcere haritalarından oluşturulan geçiş tabloları detaylı incelendiğinde bozuk meşcerelerin verimli meşcerelere, orman toprağının (OT) ise ormanlık alana dönüştüğü görülmüştür. Orman toprağının azalmasının temel sebebi ise bu alanlarda yapılan ağaçlandırma çalışmalarıdır.

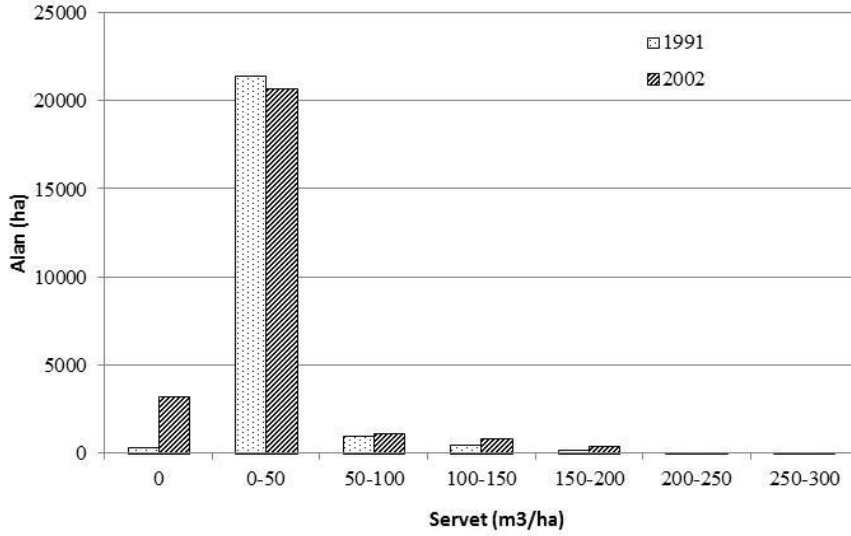
1991 yılına ait planlama biriminde verimli ormanlardaki biyokütle miktarı 176612.6 m^3 ve bozuk ormanlardaki biyokütle miktarı 95824.3 m^3 olmak üzere toplam biyokütle miktarı 272436.9 m^3 olarak bulunmuştur. 2002 yılında ise toplam biyokütle miktarı 324458.5 m^3 olup verimli ormanlardaki biyokütle miktarı 216345.1 m^3 ve bozuk ormanlardaki biyokütle miktarı ise 108113.4 m^3 olarak hesaplanmıştır.

Planlama biriminin 1991 yılı için toplam karbon miktarı 134837.7 ton olarak hesaplanmıştır. Tespit edilen karbon miktarının 102151.8 ton'u toprak üstü karbon miktarı, 32685.8 ton'u ise toprak altı karbon miktarı olarak tespit edilmiştir. 2002 yılında ise 122194.8 ton'u toprak üstü karbon ve 38985.6 ton'u toprak altı karbon miktarı olmak üzere toplam karbon miktarı 161180.4 ton olarak hesaplanmıştır. Sonuç olarak, 1991 ve 2002 yılları arasındaki 11 yıllık dönemde planlama biriminde karbon miktarında 26342.7 ton (%19.5) artış meydana gelmiştir. Verimli ormanlarda toplam karbon miktarı 20174.5 ton ve bozuk ormanlarda ise 6168.2 ton artmış olduğu belirlenmiştir. Planlama biriminin 1991 ve 2002 yıllarındaki karbon depolama miktarları Şekil 2'de gösterilmiştir. Sivrikaya vd., (2007a) tarafından yapılan çalışma, 1972-2002 yılları arasında Artvin planlama biriminin karbon miktarının 250,181.3 ton'dan 355,627.7 ton'a çıktığını ortaya koymuştur. Diğer bir ifade ile, otuz yıllık bir dönemde karbon miktarının yaklaşık 105,446 ton arttığını tespit etmişlerdir. Karbon miktarının artma sebebini ise; bozuk ormanların verimli ormanlara dönüşmesi, maksimum odun üretim amacının terk edilerek ekosistem tabanlı çok amaçlı planlama yaklaşımına geçilmesi ve özellikle son yıllarda ılımlı silvikültürel müdahalelerin yapılmasına dayandırmışlardır.



Şekil 2. Planlama biriminin a)1991 ve b)2002 yıllarındaki karbon depolama miktarları

Türkoğlu planlama biriminin 1991 ve 2002 yıllarını kapsayan 11 yıllık sürede toplam biyokütle ve karbon miktarının artmasının sebebi arazi kullanımındaki değişimlerden kaynaklandığı belirlenmiştir. Toplam ormanlık alan miktarı 2907.6 ha ve verimli orman alanı 3579.5 ha artarken, bozuk orman alanı 671.8 ha ve orman toprağı alanı ise 2260.3 ha azalmıştır. Bu değişimler planlama birimindeki karbon miktarının artmasına katkı sağlamıştır. Şekil 3'de görüldüğü gibi 2002 yılında servet değeri bakımından yüksek değere sahip alanların miktarı 1991 yılındakinden daha fazladır. Bu nedenle, 2002 yılındaki toplam karbon depolama miktarı 1991 yılındaki miktardan fazla bulunmuştur. 1991 ile 2002 yılları için planlama birimleri kıyaslandığında bozuk meşcerelerde alansal bir azalma olmasına rağmen toplam karbon miktarında artma (1991 yılında bozuk meşcerelerin karbon miktarı 47275.0 ton iken 2002 yılında 53443.2 ton'dur) meydana gelmiştir. Bunun temel sebebi; amenajman planlarındaki aynı meşcere tipleri için 2002 yılında verilen servet değerinin 1991 yılındaki servet değerinden fazla olmasıdır (Şekil 3).



Şekil 3. Planlama biriminin 1991 ve 2002 yıllarındaki hektardaki servet-alan dağılışı

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Türkoğlu planlama biriminin 1991 ve 2002 yıllarındaki toprak üstü ve toprak altı biyokütleyle bağlı karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal değişimi ArcGIS 9.3™ yazılımı ile belirlenmiş ve karbon depolama haritası oluşturulmuştur. 1991 ve 2002 yılları arasında ormanlık alan miktarı 2907.6 ha ve verimli orman alanı ise 3579.5 ha artmış, bozuk orman alanı 671.8 ha, orman toprağı alanı ise 2260.3 ha azalmıştır. Bu dönemde biyokütle miktarı yaklaşık 52021 m³ ve karbon miktarı ise 26342 ton (%19.5) artmıştır.

Planlama biriminin biyokütle miktarı belirlenirken meşcere servetlerinin Fırın Kuru Ağırlıkları (FKA) ve Biyokütle Çevirme Faktörleri (BÇF) ile çarpılarak elde edilen biyokütle değeri yerine her bir ağaç türü için biyokütle denklemleri geliştirilmeli ve bu geliştirilen denklemler yardımıyla biyokütle hesaplanmalıdır. Ayrıca, her bir ağaç türü için karbon dönüşüm katsayısı geliştirilmeli ve ibrelî-yapraklı türler için kullanılan katsayılar yerine her ağaç türü için geliştirilen katsayılar kullanılmalıdır.

Ormanların karbon depolama kapasitelerinin belirlenmesi, karbon depolama kapasitesinin zamansal ve konumsal değişiminin nasıl olduğu, bu değişimi etkileyen faktörlerin neler olduğu, yapılan silvikültürel müdahalelerin ve rehabilitasyon çalışmalarının karbon depolama kapasitesini nasıl etkilediğini ortaya koyan çalışmaların yapılması büyük önem taşımaktadır.

KAYNAKLAR

- Anonim, 2009. Ormanlık istatistikleri, Çevre ve Orman Bakanlığı Resmi İstatistik Programı Yayını, Ankara
- Anonim, 2010. Altıparmak Ve Yusufeli Orman Amenajman Planları: Asan Ü. Karbon birikimi ve yıllık stok değişiminin belirlenmesi, Ankara
- Asan, Ü., Destan, S., Özkan, U.Y. 2002. İstanbul korularının karbon depolama, oksijen üretimi ve toz tutma kapasitesinin kestirilmesi. Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, Bildiriler Kitabı, İstanbul,194–202
- Backeus, S., Wikström, P., Lämås, T. 2005. A model for regional analysis of carbon sequestration and timber production. Forest Ecology and Management, 216, 28–40
- Birdsey, R.A. 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

- Brown, S. 2002. Measuring carbon in forests: current status and future challenges. *Environmental Pollution* 116, 363-372
- Brown, S., Sathaye, J., Cannell, M., Kauppi, P.E. 1996. Management of forests for mitigation of greenhouse gas emissions. In R. T. Watson M C, Zinyowera R H Moss (Eds.), *Climate change 1995: Impacts, adaptations and mitigation of climate change: Scientific analyses. Contribution of working group II to the second assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 773–798). Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Cairns, M.A., Brown, S., Helmer, E.H., Baumgardner, G.A. 1997. Root biomass allocation in the world's upland forests. *Oecologia*, 111, 1–11
- Çakır, G., Sivrikaya, F., Keleş, S. 2008. Forest Cover Change and Fragmentation Using Landsat Data in Maçka State Forest Enterprise in Turkey, *Environmental Monitoring and Assessment*, 137:51-66
- Haripriya, G.S. 2002. Biomass carbon of truncated diameter classes in Indian forests. *For Ecol Manage*, 168: 1–13
- Hashimoto, T., Kojima, K., Tange, T., Sasaki, S. 2000. Changes in carbon storage in fallow forests in the tropical lowlands of Borneo. *For Ecol Manage*, 126: 331–337
- Liu, J., Liu, S., Loveland, T.R. 2006. Temporal evolution of carbon budgets of the Appalachian forests in the U.S. from 1972 to 2000. *Forest Ecology and Management*, 222, 191 –201
- Keleş, S., Başkent, E.Z. 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
- Krankina, O.N., Harmon, M.E., Winjum, J.K. 1996. Carbon storage and sequestration in the Russian forest sector. *Ambio*, 25, 284–288
- Kurz, W.A., Beukema, S.J., Apps, M.J. 1996. Estimation of root biomass and dynamics for the carbon budget model of the Canadian forest sector. *Can. J. Forest Res.* 26, 1973–1979
- Kurz, W.A., Apps, M.J. 1993. Contribution of northern forests to the global carbon cycle: Canada as a case study. *Water, Air and Soil Pollution*, 70, 163–176
- 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., Çakır, G., Kadioğulları, A.İ., Keleş, S., Başkent, E.Z., Terzioğlu, S. 2007b. Evaluating land use/land cover changes and fragmentation in the Camili forest planning unit of Northeastern Turkey from 1972 to 2005. *Land Degradation & Development*, 18: 383-396
- Sivrikaya, F. 2008. Türkiye’de orman amenajman planlama model yazılımının geliştirilmesi, Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. 167 p
- Woodwell, G.M., Whittaker, R.H., Reiners, W.A., Likens, G.E., Delwiche, C.C., Botkin, D.B. 1978. The biota and the world carbon budget. *Science*, 199: 141–146
- Yolasığmaz, H.A. 2004. Orman Ekosistem Amenajmanı Kavramı ve Türkiye’de Uygulaması, Doktora Tezi, K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon