

Biyokütle Denklemleri ve Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) ile Karbon Hesabı; Amasra Orman İşletme Şefliği Örneği

¹ Tuğrul Varol, ^{2*} Birsen Durkaya and ³ Eda Okan

*Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü 74100 BARTIN

Abstract

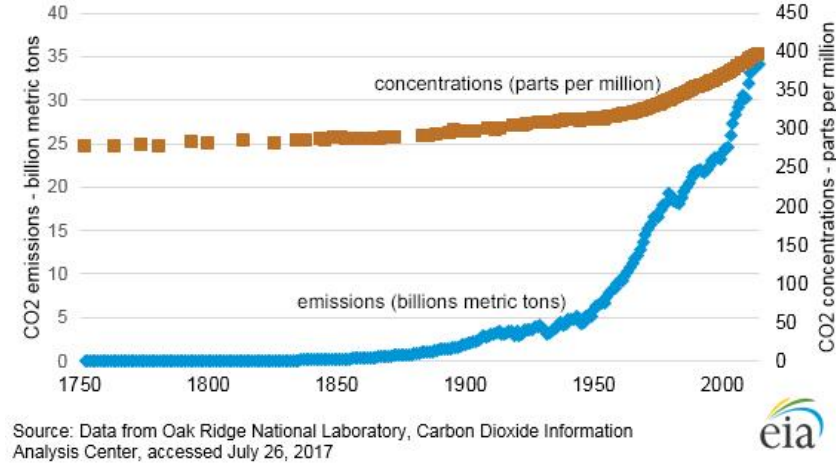
Carbon dioxide, which accumulates in the atmosphere as a result of human activities, is one of the most important causes of global warming. Carbon dioxide, the main component of the atmosphere, is stored in carbon forests, in the earth and in the oceans. In the context of combating global climate change, countries need to determine the amount of carbon retained and carbon changes in forest ecosystems. There are various methods developed for this purpose. In this study, the biomass equation based on the biomass equations of tree species and the BEF method based on the tree volumes are compared. It has been determined that the biomass equation method that is evaluated as the result of the study gives higher results than the BEF method in determining the stand carbon. The amount of carbon stock in Amasra Enterprize was 185.07 t / ha by biomass method; It was determined as 151.08 t / ha by BEF method.

Key words: Carbon stock, global warming, biomass, Amasra Forest Enterprize

1. Giriş

Dünya üzerinde yapılan ölçümler atmosferdeki küresel karbondioksit (CO₂) miktarı, sanayi öncesi devirde 275-285 ppm iken 2005 yılında 379 ppm'e yükselmiş, son 250 yılda ise %36 artış göstermiştir [1]. Atmosferdeki CO₂ artış miktarının trajik gelişimi ile doğal karbon depolama havuzlarının atmosfer karbonunu absorbe etme kapasitesi aşmıştır ve bu dengesizlikle 1950'li yıllardan itibaren sürekli artış eğilimi göstermektedir [2]. (Şekil 1)

World carbon dioxide emissions from fossil fuel combustion and global atmospheric concentrations (1752–2014)



Şekil 1. Atmosferik sera gazı değişim miktarları [1].

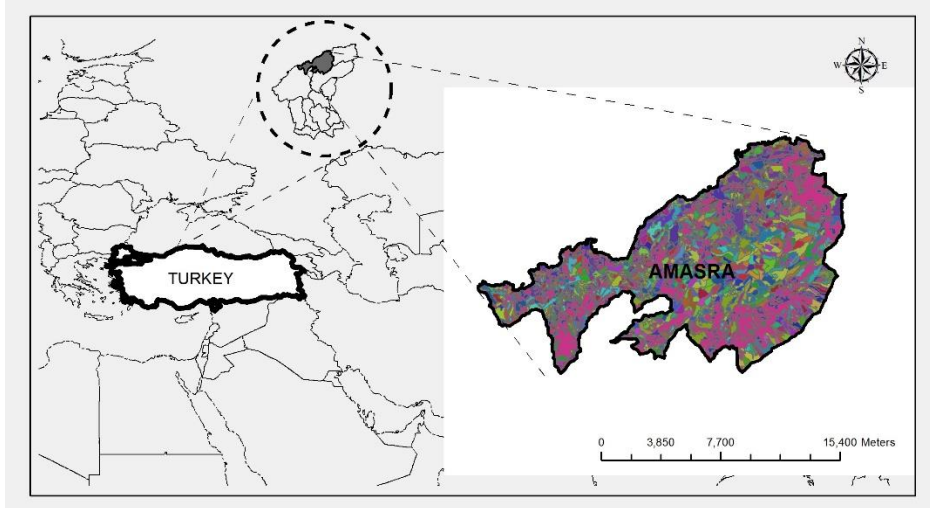
Tüm dünyada kabul gören ve küresel ısınmanın aşılmasında atmosfere salınan karbon emisyon miktarının azaltılması ve atmosferden alınarak bağlanan karbon miktarının artırılması önemli bir rol oynamaktadır. Sera gazları içerisinde küresel ısınmada en etkili gaz olan CO₂'in sürdürülebilir bir şekilde azaltılması gerekmektedir. Orman ekosistemleri; atmosferdeki serbest karbondioksiti fotosentezle atmosferden alarak vejetasyon içerisinde uzun yıllar depolayabilme özelliğiyle küresel iklim değişikliğinde önemli bir rol oynayan karasal ekosistemlerdir [3,4,5,6,7]. Son yirmi yıl içerisinde fosil yakıtlarından kaynaklanan emisyonların %25'i ormanlar tarafından atmosferden çekilmiştir [8].

Orman ekosistemleri üzerinde stoklanan karbon miktarının belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır [9,10,11,12,13,14,15,16]. Orman ekosistemlerinde biriken karbonun belirlenmesinde, meşcere biyokütlesinde biriken karbon değerinden, ölü ve diri odun artıklarında ve orman toprağındaki karbon birikiminin hesaplanması genel kabul gören yaklaşımdır. Birçok çalışmada toprak altı biyokütle gözardı edilmiştir. Toprak üstü biyokütleden toprak altı biyokütleye dönüşüm yapılarak sonuçlara ulaşılmaktadır. Biyokütle hesaplanması konusunda genel olarak kabul gören iki yaklaşım mevcuttur. Bu yöntemlerden ilki Allometrik Biyokütle Denklemleri (ABD) ya da Biyokütle Denklemleri (BD) olarak isimlendirilen metottur. Bu yöntemde, kolay ölçülemeyen ağırlık değerlerine, ağacın çapı, boyu, özgül ağırlığı gibi daha kolay ölçülebilen bağımsız değişkenler kullanılarak geliştirilen allometrik denklemlerle ulaşılmaktadır [17,18,19,20]. Bu denklemlerin elde edilmesi sırasında maddi zorluğun yanında ormanlardan kesilen ağaçlar sebebiyle ormanların tahribi de söz konusu olmaktadır [21]. Ancak bu yöntem ağaç türünü ve yöresel verileri içerdiğinden çalışma alanları için daha doğru sonuçlar vermektedir. Karbon hesaplama yöntemi olarak uygulanan diğer yöntem de, orman envanterlerinden elde edilen ve sonradan biyokütle değişim (Biomass Expansiyon Factor- BEF) faktörleri ile çarpılarak biyokütle karbonuna dönüştürülen ve ticari odun hacminden yararlanan yöntemdir [21,23,24]. Bu çalışmada sözkonusu hesaplama yöntemleri arasında nasıl farklılıklar gözlemlendiği Bartın Amasra İşletme Şefliği'nin 2011-2030 plan dönemi özelinde değerlendirilmiştir.

2. Materyal ve Metot

Araştırma konusu olarak seçilen alan; Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğüne (OBM) bağlı Bartın Orman İşletme Müdürlüğü (OİM) sınırlarında yer alan Amasra Orman İşletme Şefliği (OİŞ) (Şekil 2). Bölge, Greenwich başlangıç meridyenine göre: $32^{\circ} 17' 55''$ - $32^{\circ} 35' 05''$ doğu boylamları ile $41^{\circ} 40' 30''$ - $41^{\circ} 48' 68''$ kuzey enlemleri arasındadır. Amasra OİŞ 9670.2 ha verimli, 1371.4 ha'ı verimsiz olmak üzere, %64'ü ormanlık alanla kaplı 17342.8 ha lık alana sahiptir [25]. Plan ünitesindeki ormanların mülkiyeti devlete aittir. Bu çalışmada Amasra OİŞ'ne ait 2011-2030 amenajman planından yararlanılmıştır.

Biyokütle ve karbon hesaplarının yapılmasında Biyokütle Denklemleri (BD) yöntemi ve Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının (ETFOP) Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar Yönetmeliğindeki katsayıların kullanıldığı Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) yöntemi kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlere ait formüller çeşitli kaynaklardan temin edilmiş ve excel ortamında hesaplamalar yapılarak sonuçlara ulaşılmıştır.



Şekil 2. Amasra Orman İşletme Şefliği

Biyokütle Denklemleri (BD) yöntemi; çalışma alanı çeşitli iğne yapraklı ve yapraklı ağaç türlerinden oluşmaktadır. Bu türlere ait mevcut biyokütle denklemleri kullanılmıştır (Saraçoğlu,1998; Durkaya, 1998; İkinci, 2000; Durkaya et.al., 2009a; Durkaya et.al., 2009b; Durkaya et.al., 2010; Durkaya et. al., 2013b; Durkaya et. al., 2013c). Biyokütle denklemleri bulunmayan diğer türler için, ortalama değerlerle hesaplamalar yapılmıştır (iğne yapraklı ve yapraklı ayrı ayrı). Tek ağaç fırın kurusu ağırlık değerleri, amenajman planının meşcere tanıtım tablosundaki her ağaç türünün çağ sınıfları ortasındaki çap ve ağaç sayısı ile ilişkilendirilerek, ağaç türünün hektardaki toprak üstü fırın kurusu ağırlığına (toprak üstü biyokütle) ulaşılmıştır. Meşcere tipinin toplam toprak üstü biyokütlesi meşcere tipinin toplam alanı ile çarpılarak o meşcere tipi için şeflik alanındaki toprak üstü biyokütle değerine ulaşılmıştır. Toprak üstü biyokütle değerleri ibreliler için 0,29 ve yapraklılar için 0,24 katsayıları ile çarpılarak toprak altı biyokütleye ulaşılmıştır. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle değerlerinin %50'sinin karbon olduğu varsayımından hareketle 0.5 ile çarpılarak toplam karbon değerine ulaşılmıştır. Bozuk meşcereler için meşcere tanıtım tablolarında ağaç türlerine ait çaplar verilmediği için yalnızca verimli orman

alanlarında hesaplamalar yapılabilmektedir. Ölü odun, ölü örtü ve organik topraktaki karbon ve Amasra OİŞ'nin tüm orman alanının toplam karbon miktarlarının hesaplanmasında Biyokütle Genişletme Faktörü yöntemindeki basamaklar kullanılmıştır.

Biyokütle Genişletme Faktörü (BEF) yöntemi; Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar Yönetmeliğindeki orman alanlarının karbon miktarının hesaplamasına dair katsayı ve formüllerden yararlanılmıştır [26]. Bu yöntemde ölü örtü ve topraktaki karbon miktarının belirlenmesinde çeşitli katsayılar (iğne yapraklı ve yapraklı için ayrı ayrı) alanlarla çarpılarak hesap yapılmaktadır. Ancak tür karışımları için katsayılar belirlenmemiştir bu sebepten ölü örtü karbon ve toprak karbonu belirlenirken iğne yapraklı ve yapraklı türlerin katsayıların ortalaması kullanılmıştır. Karışık meşcere ölü örtü karbon hesabında, verimli alan için; $(7.46+3.75)/2=5.61$ bozuk alanlar için; $(1.86+0.93)/2=1.40$ kullanılmıştır. Karışık meşcere toprak karbon hesabında, verimli alan için; $(76.56+84.82)/2=80.69$ bozuk alanlar için; $(19.14+21.20)/2=20.17$ kullanılmıştır. Bu yöntemde meşcere tipindeki ağaç türlerinin servetlerinden yararlanılarak hesaplamalar yapılmıştır. Tablo 1'de yöntemin aşamaları verilmiştir.

Tablo 1. ETFOP'a göre karbon hesaplaması

	Productive forest	Degrade forest
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB) (İbrelî)	$V \times 0.446 \times 1.212$	$V \times 0.446 \times 1.212$
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB) (Yapraklı)	$V \times 0.541 \times 1.31$	$V \times 0.541 \times 1.31$
Toprak Üstü Karbon (TÜK)	$TÜB \times 0.51$	$TÜB \times 0.51$
Toprak Altı Biyokütle (TAB) (İbrelî)	$TÜB \times 0.29$	$TÜB \times 0.40$
Toprak Altı Biyokütle (TAB) (Yapraklı)	$TÜB \times 0.24$	$TÜB \times 0.46$
Toprak Altı Karbon (TAK)	$TAB \times 0.51$	$TAB \times 0.51$
Ölü Odun Karbon (ÖÖK)	$TÜB \times 0.01 \times 0.47$	$TÜB \times 0.01 \times 0.47$
Ölü Örtü Karbon (ÖÖK) (İbrelî)	$Alan \times 7.46$	$Alan \times 1.86$
Ölü Örtü Karbon (ÖÖK) (Yapraklı)	$Alan \times 3.75$	$Alan \times 0.93$
Ölü Örtü Karbon (ÖÖK) (Karışık)	$Alan \times 5.61$	$Alan \times 1.40$
Toprak Karbon (İbrelî)	$Alan \times 76.56$	$Alan \times 19.14$
Toprak Karbon (Yapraklı)	$Alan \times 84.82$	$Alan \times 21.20$
Toprak Karbon (Karışık)	$Alan \times 80.69$	$Alan \times 20.17$
TOPLAM KARBON	TÜK + TAK + ÖÖK + ÖÖK + Toprak Karbon	

V: Hacim (m³)

3. Sonuçlar

Çalışma sonucunda, Amasra OİŞ'ne ait 2011-2030 amenajman planı verileri kullanılarak yapılan hesaplamalar sonucu iki yöntemle elde edilen sonuçlar Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Biyokütle denklemleri ve ETFOP yöntemine göre 2011-2030 plan dönemi biyokütle ve karbon stok miktarı

		Biyokütle Denklemleri		BEF	
		Biyokütle (t)	Karbon (t)	Biyokütle (t)	Karbon(t)
	İbrelili	44975.1	22487.5	30077.2	15082.1
Meşcere	Yapraklı	1640689.5	820344.8	1192490.6	572474.2
Toprak Üstü	Karışık	39329.7	19664.8	27319.9	13804.8
	Toplam	1324994.2	862497.1	1249886.9	601361.1
	İbrelili	12581.6	6425.8	8293.5	4203.0
Meşcere	Yapraklı	397853.9	198927.0	286329.0	137460.8
Toprak Altı	Karışık	11405.6	5702.8	7709.4	3901.1
	Toplam	422111.2	211055.6	302331.9	145564.9
	İbrelili	57826.7	28913.3	38370.7	19285.1
Meşcere	Yapraklı	2038543.5	1019271.7	1478819.6	709935.0
Toplam	Karışık	50735.3	25367.6	35028.4	17705.9
	Toplam	2147105.4	1073552.7	1552218.8	746926.0
Ölü Odun Karbon			8107.5		5918.8
Ölü Örtü Karbon			40930.7		40930.7
Toprak Karbon			768122.7		768122.7
Toplam Karbon			1890713.6		1561898.2

Yapılan hesaplamaların verildiği Tablo 2 incelendiğine; biyokütle denklemlerinin kullanımı ile hesaplanan meşcere toprak üstü karbon miktarları iğne yapraklı meşcereler için; 22487.5 t (31.64 t/ha), yapraklı meşcereler için; 820344.8 t (94.85 t/ha), karışık meşcereler için; 19664.8 t (62.77 t/ha) olarak bulunmuştur. BEF yöntemi kullanılarak yapılan hesaplamalarda ise bu değerler sırasıyla; 15082.1 t (21.22 t/ha); 572474.2 t (69.16 t/ha) ve 13804.8 t (44.06 t/ha) olarak belirlenmiştir. Tablo 2’de görüldüğü üzere, toprak altı karbon miktarları biyokütle denklemleri ile toplamda 211055.6 t (21.82 t/ha) olarak hesaplanırken, BEF yöntemi ile 145564.9 t (15.05 t/ha) olarak hesaplanmıştır. En fazla fark iğne yapraklı meşcerelerin toprak altında belirlenmiştir. Toprak üstü ve toprak altı değerleri toplamında biyokütle denklemleri ile ibreliler için 28913.3 t (40.68 t/ha), yapraklılar için 1019271.7 t (117.85 t/ha), karışıklar için 25367.6 t (80.97 t/ha) ve toplamda 1073552.7 t (110.98 t/ha) olarak belirlenmiştir. BEF yöntemine göre ise bu değerler 19285.1 t (27.13 t/ha), 709935.0 t (82.08 t/ha), 17705.9 t (56.51 t/ha) ve 746926.0 t (72.22 t/ha) olarak hesaplanmıştır. Meşcere toplamında en yüksek fark biyokütle denklemleri lehine iğne yapraklı meşcereler için (%33) tespit edilmiştir.

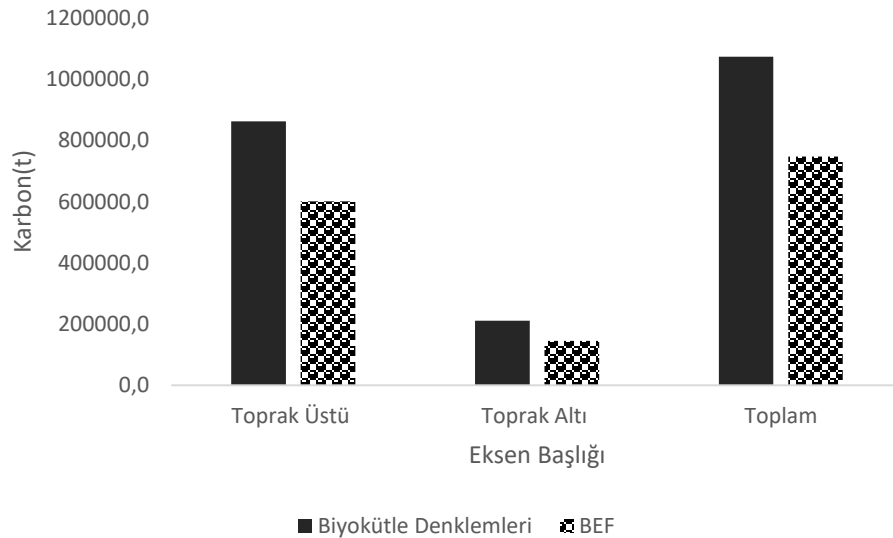
Toprak üstü biyokütleden hesaplanan ölü odun karbon miktarı ise biyokütle denklemlerinde 8107.7 t (0.84 t/ha) olarak hesaplanırken, BEF yönteminde bu değer 5918.8 t (0.61 t/ha) olarak hesaplanmıştır. Toprak üstü ölü-diri örtü karbon ve toprakta karbon değerlerinin hesaplanmasında aynı katsayılar ve aynı alan değerleri kullanılarak hesaplamalar yapıldığından her iki yöntemde de aynı değerlere ulaşılmıştır. Alandaki ölü örtü karbon 40930.7 t (3.71 t/ha) ve toprak karbon ise 768122.7 t (69.55 t/ha) olarak tespit edilmiştir. Amasra OİŞ’in tüm alanı için toplamda depoladığı

karbon miktarı biyokütle denklemleri kullanılarak 1890713.6 t (185.07 t/ha) olarak belirlenirken, BEF yöntemi için 1561898.2 t (151.08 t/ha) olarak belirlenmiştir. Tüm alanda biyokütle denklemleri yöntemi BEF yöntemine göre %18 oranında fazla karbon hesabı vermiştir.

Tartışma

Çalışmada iki farklı yöntemden yararlanılarak Amasra OİŞ' nin mevcut karbon stok miktarı belirlenmiştir. Biyokütle denklemleri yöntemi ağaç türlerine ait biyokütle denklemlerine, BEF yöntemi ise ağaç servetlerine bağlı olarak gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada biyokütle denklemleri yönteminin meşcere karbon değerinin belirlenmesinde daha doğru sonuç vereceği hipotezi araştırılmıştır. Taraf olduğumuz uluslararası anlaşmalar gereği karbon emisyon miktarlarımızın doğru bir şekilde hesaplanması gerekmektedir. Tüm ülke için yapılacak hesaplamalarda orman alanlarında tutulan karbon miktarı önemlidir. Çalışmada meşcerede tutulan karbon hesabına ilaveten, ölü örtü ve toprak karbon hesaplamaları da yapılmıştır. Söz konusu hesaplamalarda BEF yönteminin katsayıları her iki yöntemde de kullanılmıştır.

Biyokütle denklemleri yöntemi toplam meşcerede iğne yapraklı meşcerelerde %33 yapraklı ve karışık meşcerelerde ise %30 oranında BEF yöntemine göre fazla değer verdiği belirlenmiştir (Tablo 2). Değerler toprak üstü karbon açısından kıyaslandığında ibreliler için %32.9 yapraklılar için %30.2 karışık meşcereler için ise %29.8 oranında biyokütle denklemleri yönteminin üstünlüğü tespit edilmiştir. Biyokütle denklemleri lehine olan farklar, toplam toprak üstü karbon hesabında %30.3 iken toplam toprak altı için %31 olarak tespit edilmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Amasra OİŞ 2011-2030 planına göre meşcere karbon stok miktarı

Çalışma alanının tümünde toplam karbon birikimi biyokütle denklemleri yöntemiyle 1890713.6 ton hesaplanırken, BEF yönteminde bu miktar 1561898.2 ton olarak belirlenmiştir. Hektarda

biriken karbon miktarı hesaplandığında biyokütle yöntemiyle 185.07 t/ha; BEF yöntemiyle 151.08 t/ha olarak tespit edilmiştir. Amasra OİŞ amenajman planında ise bu değer 101.1 ton/ha olarak verilmiştir [26]. Yapılan çalışma neticesinde, biyokütle denklemleri yöntemi BEF yöntemine göre daha yüksek değer verdiği ve gerçeğe daha yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Kurucaşile OİŞ özelinde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada da biyokütle modelleri yöntemi daha yüksek değer verdiği belirlenmiştir [27]. Çalışma alanında yapraklı tür ağaçları ağırlıktadır. Ancak yapraklı tür biyokütle denklemlerinin her tür düzeyinde bulunmaması bir eksikliktir. Her ağaç türünün bölgesel olarak biyokütle modellerinin geliştirilmesi daha doğru ve güvenilir hesaplar yapılmasını sağlayacaktır.

Kaynakça

- [1]. Forster P, Ramaswamy V, Artaxo P, Berntsen T, Betts R, Fahey DW, Haywood J, Lean J, Lowe DC, Myhre G, Nganga J, Prinn R, Raga G, Schulz M, Dorland RV. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: Solomon, S. et al. (Eds), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK. 2007.
- [2].https://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=environment_how_ghg_affect_climate
- [3]. Dixon RK, Trexler MC, Wisniewski J, Brown S, Houghton RA Solomon AM. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. *For. Sci.* 1994;263(3): 185-190.
- [4]. Houghton JT, Meira Filho LG, Lim B, Treanton K, Mamaty I, Bonduki Y, Griggs DJ, Callander BA. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IPCC/OECD/IEA, 1997. Revised 1996
- [5]. Goodale CL, Apps MJ, Birdsey RA, Field CB, Heath LS, Houghton RA, Jenkins JC, Kohlmaier G H, Kurz W, Liu S, Nabuurs GJ, Nilsson S, Shvidenko AX. Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere, *Ecol. Appl.* 2002;12 (3):891–899,
- [6].Binkley D, Stape JL, Ryan MG. Thinking about efficiency of resource use in forests. *Forest Ecol.Manag.*, 2004;193: 5-16.
- [7].Zianis D. Predicting mean aboveground forest biomass and its associated variance. *Forest Ecol.Manag.* 2008; 256 (6):1400-1407.
- [8].Le Quéré C, Moriarty R, Andrew RM, Peters GP, Ciais P, Friedlingstein P, ... & Boden TA. Global carbon budget 2014; *Earth System Science Data*, 2015; 7(1): 47-85.
- [9].Brown, SG, Andrew JR, Lugo AE. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. *Forest science*, 1989; 35(4): 881-902.
- [10]. Asan Ü. Global iklim değişimi ve Türkiye ormanlarında karbon birikimi. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University| İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1995; 45(1-2): 23-38.
- [11].Goodale CL, Apps MJ, Birdsey RA, Field C B, Heath LS, Houghton R A, ... & Nabuurs GJ. Forest carbon sinks in the Northern Hemisphere. *Ecological applications*, 2002; 12(3): 891-899.
- [12].Rice AH., Pyle EH, Saleska SR, Hutryra L, Palace M, Keller M ... & Wofsy SC. Carbon balance and vegetation dynamics in an old-growth Amazonian forest. *Ecological Applications*, 2004; 14(sp4): 55-71.
- [13].Sheikh MA, Kumar M, Bussman RW, & Todaria NP. Forest carbon stocks and fluxes in

physiographic zones of India. Carbon balance and management, 2011; 6(1): 15.

[14].Sileshi GW. A critical review of forest biomass estimation models, common mistakes and corrective measures. *Forest Ecol. Manag.*, 2014; 329: 237-254.

[15]. Bradshaw CJA, Warkentin Ian G. Global estimates of boreal forest carbon stocks and flux. *Global and Planetary Change*, 2015; 128: 24-30.

[16].Yolasiğmaz HA, Çavdar B, Demirci U, Aydın İ. İki farklı yöntemle göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 2016; 17(1): 43-51.

[17].Schroeder P., Brown S., Mo J., Birdsey R., Cieszewski C., Biomass estimation for temperate broadleaf forests of the United States using inventory data, *For. Sci.* 1997;43: 424–434.

[18]. Vande Walle I, Van Camp N, Perrin D, Lemeur R, Verheyen, K, Van Wesemael B, Laitat E. Growing stock-based assesment of the carbon stock in the Belgian forest biomass. *Ann.For.Sci.* 2005; 62: 853-864

[19]. Borges JG, Diaz-Balteiro L, McDill ME, & Rodriguez LC. The management of industrial forest plantations. Springer. 2014.

[20].Durkaya A, Durkaya B, Ulu Say Ş. Below-and above ground biomass distribution of young Scots pines from plantations and natural stands. *BOSQUE* 2016; 37(3): 509-518, DOI: 10.4067/S0717-92002016000300008

[21].Djomo AN, Chimi CD. Tree allometric equations for estimation of above, below and total biomass in a tropical moist forest: Case study with application to remote sensing. *Forest ecology and management*, 2017; 391: 184-193.

[22].Burschel P, Kuersten E, Larson BC, Weber M. Present role of German forests and forestry in the national carbon budget and options to its increase. *Water Air Soil Pollut.* 1993; 70: 325–340

[23].Coomes DA, Allen RB, Scott NA, Goulding C, Beets P. Designing systems to monitor carbon stocks in forests and shrublands, *For. Ecol. Manage.* 2002; 164: 89–108.

[24].Durkaya B, Durkaya A,Varol T, Kaptan S. Orman Ekosistemlerinde Karbon Stok Değişimlerinin Belirlenmesinde BEF Katsayılarının Kullanımı ve Uygunluklarının Değerlendirilmesi. *Ormancılıkta Sektörel Planlamanın 50. Yılı Uluslar arası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 2013;451-465, 26-28 Kasım, ANTALYA

[25]. OGM. Orman Genel Müdürlüğü, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü, Bartın Orman İşletme Müdürlüğü, Amasra Orman İşletme Şefliği Orman Amenajman Planı 2011-2030, 2011.

[26].OGM. Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajmanı Planlarının Düzenlenmesine Ait Usul ve Esaslar.2014.

[27].Durkaya B, Varol T, Okan E. Carbon Stock; Kurucaşile Forest Sub-District Directorate. *International Journal of Recent Engineering Research and Development (IJRERD)*, 2017;2(4):60-67.