



# BİYOKÜTLE ÇALIŞMALARI VE GÖVDE ODUN ÖRNEKLERİNİN ALINMASI ESASLARI

**Ali DURKAYA<sup>1</sup>, Birsen DURKAYA<sup>1</sup>, Sinan KAPTAN\*<sup>1</sup>**

\*: Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü 74100 BARTIN  
[adurkaya@bartin.edu.tr](mailto:adurkaya@bartin.edu.tr), [bdurkaya@bartin.edu.tr](mailto:bdurkaya@bartin.edu.tr), [skaptan@bartin.edu.tr](mailto:skaptan@bartin.edu.tr)

## ÖZET

Küresel iklim değişimi genel olarak "Karşılaştırılabilir bir zaman diliminde gözlenen doğal iklim değişkenlikleri ile küresel atmosferin doğal yapısını doğrudan ya da dolaylı biçimde bozan insan etkinlikleri sonucunda iklimde oluşan değişikliklerin bütünü" olarak tarif edilmektedir. Küresel iklim değişiminin nedenleri üzerine değişik görüşler varsa da en kabul gören görüş "sera etkisi" olmaktadır. Dünyada küresel ısınmaya neden olan sera gazları arasında en önemli etkiye sahip olan CO<sub>2</sub>, orman ekosistemi içerisinde fotosentez yoluyla depolanmaktadır. Orman alanlarının karbon havuzu olarak sahip olduğu yüksek etkinlik sebebiyle, orman ekosistemlerindeki karbon stok değişimlerinin bildirimi Kyoto protokolüne dâhil ülkeler için bir zorunluluktur. Karbon havuzu olarak düşünülen orman ekosistemi içerisinde bileşenler "canlı biyokütle (toprak üstü ve toprak altı)" ve "ölü biyokütle (dikili kuru, ölü odun ve toprak)" olarak ikiye ayrılmaktadır. Orman ekosistemlerindeki karbon stok değişimlerinin yeteri doğrulukta tahmini için, gerekli verilerin sağlanabileceği, bu bileşenlere ait bilimsel çalışmalara ihtiyaç vardır. Odunsu biyokütlerde stoklanan karbon miktarı ve bunun yıllık değişiminin belirlenmesinde, gövde hacmi, biyokütlenin tüm miktarı, biyokütlenin bileşenlere dağılımı, biyokütlenin ticari ve ticari olmayan kısımları ile bunların karbon içerikleri gibi verilere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu çalışma ile toprak üstü biyokütle çalışmalarında örnekleme nasıl yapılması gerektiği konusuna ve özellikle gövde örnekleme konusuna bir açıklık getirilmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Biyokütle, örnekleme, toprak üstü.

## BIOMASS STUDIES AND PRINCIPLES OF STEM WOOD SAMPLING

### ABSTRACT

Global climate change in general, "natural climate variability observed in a comparable period of time, the natural structure of the global atmosphere and climate which is attributed directly or indirectly to human activity that disrupts the changes in the whole" is defined as. Although there are different opinions on the causes of global climate change, the most widely accepted theory about the "greenhouse effect" is. Greenhouse gases that cause global warming in the world that have the most significant effect of CO<sub>2</sub> by photosynthesis is stored in the forest ecosystem. Forest areas as carbon sinks because of its high efficiency, carbon stock changes in forest ecosystems is a necessity for countries included in the Kyoto protocol statement. Components in forest ecosystem carbon pool is considered to be a "living biomass (above-ground and underground)," and "dead biomass (planted dry, dead wood and soil) as" divided into two parts. Sufficiently accurate for estimating carbon stock changes in forest ecosystems, the necessary data can be achieved, there is a need for scientific studies of these components. Woody biomass and its annual change in the amount of carbon stocked in determining stem volume, the total amount of biomass, the biomass distribution of components, and their carbon contents of biomass, such as commercial and non-commercial parts of the data are needed. In this study, the subject of how to do the above ground biomass studies, sampling and sampling of the stem of a topic is intended to clarify.

**Key Words:** Biomass, sampling, above ground.

## 1. GİRİŞ

Atmosferik karbondioksit ve diğer sera gazları seviyesinde yaşanan artışın atmosferik sıcaklığı da artırdığı kabul edilmektedir. Karbondioksit, en etkili sera gazıdır ve atmosferdeki oranındaki artış fosil yakıt kullanımı ve dünya üzerindeki ormansızlaşmaya dayandırılabilir (Nowak and Crane, 2002).

Tüm biyoküteller, yeşil bitkiler tarafından fotosentez yoluyla üretilirler (Hall et al., 1993). Ağaçlar karbondioksidi bu yolla tutar ve bünyelerinde biyokütle olarak depolarlar. Ağaç biyokütlesine ilişkin veriler karbon tutma ve karbon döngüsünü anlayabilmek için gereklidir. Orman ekosistemleri atmosferik karbondioksidi bünyelerinde depolayarak sera gazı etkisinin azaltılması ve iklimik sistemin stabilizesinde kritik bir rol oynarlar (Dixon et al., 1994; Binkley et al., 2004).

Kyoto Protokolüne taraf olan ülkemiz, karbon stok değişimlerini periyodik olarak deklere etmekle sorumludur. Gerçeğe yakın karbon stok tahminleri yapabilmek için de biyokütle çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ağaçların biyokütle miktarlarının belirlenmesi kesim, kök sisteminin sökülmesi, kurutma, tartma gibi işlemler nedeniyle zor, zaman alıcı ve pahalıdır. Bunun yerine genellikle allometri olarak bilinen, kolay ölçülen ağaç karakteristiklerinden biyokütlenin tahmini teknikleri geliştirilmiştir. Biyokütle değerlerinin tahmini literatürde genellikle allometrik eşitliklerle yapılmıştır. Bu teknikler toprak üstü biyokütle-göğüs yüksekliği çapı ve/veya boy, toprak altı biyokütle- göğüs yüksekliği çapı ve/veya boy ve toprak üstü biyokütle-toprak altı biyokütle arasındaki türden ilişkileri içerir (Gower et al., 1999; Specht and West, 2003;Alberti et al., 2005). Türkiye'nin yaygın ağaç türlerinin çoğu için toprak üstü biyokütle tahminleri allometrik ilişkiler yardımıyla geçen yıllarda yapılmıştır (Durkaya et al., 2009; Durkaya et al., 2010a; Durkaya et al., 2010b). Ancak Türkiye orman ekosistemlerinin karbon depolama kapasitelerinin tahmininde kullanılacak, ağaç bileşenlerine ait, karbon bileşimlerinin tespitine yönelik çalışmalar genellikle yöresel ve çok azdır.

Biyokütle değerlerinden hareketle tespit edilecek vejetasyon C bileşimi, kuru ağırlığın karbon dönüşüm faktörleri ile çarpımı ile bulunmaktadır (Gower et al., 2001). Çalışmalar bu çarpan değerinin %43.7 ile %55.7 arasında değiştiğini ve hesaplamalarda % 10'luk bir sapma görülebileceğini göstermektedir (Laiho and Laine, 1997; Elias and Potvin, 2003; Lamlo and Savidge, 2003; Bert and Danjon, 2006; Zhang et al., 2009). Sapma boyutu önemli oranlarda olabileceğinden biyokütle karbon içerikleri hesabındaki belirsizlikler giderilmelidir. Türkiye'de orman ekosistemlerindeki karbon döngüsü hesaplamalarında, genel kabul gören biokütleyi karbona dönüştürme faktörleri kullanılmaktadır. Bu faktörler görüldüğü üzere önemli miktarda sapma gösterebilmektedir. Dolayısıyla yaygın türler için, ağaç bileşenlerine ait karbon konsantrasyonlarının belirlenmesi önem taşımaktadır.

Türk ormancılık pratiğinde, orman ekosistemi içerisindeki meşcereler, ağaç türü, çap sınıfı ve tepe kapallığına göre sınıflandırılmaktadır. Dikili meşcere serveti ise kabuklu gövde hacmi olarak ifade edilmektedir. Meşcerelerinin tuttuğu C miktarları belirlenirken, önce meşcere orta çapı veya meşcere orta çapı-meşcere orta boyu değerleri kullanılarak ilgili ağaç türüne ait biyokütle modellerinden tek ağacın bileşenlerine ait biyokütle değerleri elde edilmektedir. Bu değer hektardaki ağaç sayısı ile çarpılarak meşcerenin tüm biyokütle değerine ulaşılmaktadır. Bu aşamalar işleri genellikle zor hale getirmektedir. Meşcere biyokütlesinin, dikili gövde hacmi değerinden tahmin edilebilmesiyle işlem oldukça kolaylaşabilir.

Bu makalede öncelikle biyokütle çalışması yapmak isteyenlere yol göstermek üzere, örnek ağaç toprak üstü örnekleme nasıl yapılması gerektiği daha önceki çalışmalarımıza atfen ve gövde odun örneklerinin nasıl alınması gerektiği ise yapılan değerlendirmelerin sonuçlarına göre verilecektir.

## 2. MATERYAL VE METOT

### Örnek Ağacın Seçimi ve Örneklenmesi

Biyokütle miktarlarının tahminine yönelik çalışmalarda, değişik yaşlı meşcerelerde amaca uygun ağaç doğrudan belirlenebilmektedir. Aynı yaşlı kuruluşlarda da amaca uygun ağaçlar doğrudan seçilebilmekle beraber genel yöntem, öncelikle amaca uygun, farklı gelişim çağlarında meşcerelerin belirlenmesi olmaktadır. Örnek ağaçlar uygun görülen meşcereleri temsilen seçilmektedir. Örnek ağacın seçileceği meşcere belirlendikten sonra, amaca uygun ve yeterli büyüklükte alınacak bir örnek alan içerisindeki tüm ağaçlarda göğüs çapı ölçümü yapılarak, buradan hareketle göğüs yüzeyi orta ağacının çapı belirlenir. Örnek alanda ölçülen ağaçlardan bu çapa en yakın ağaç tespit edilerek işaretlenir. Burada gerekçe, ortalama göğüs yüzeyine sahip ağacın, ortalama biyokütle miktarına da sahip olacağı varsayımdır. Örnek ağaçlar canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı bireyler olmalıdır.

Örnek ağaç tespitinden sonra, göğüs çapı çift yönlü ölçülen ağaç toprak seviyesinden kesilir. Toprak seviyesinin üzerinde her hangi bir dip kütük kalmamasına özen gösterilmelidir. Bundan sonraki işlemler aşağıdaki ağaç kısımlarının belirlenmesine yöneliktir:

- Gövde: Gövde odunu, gövde kabuğu, 4 cm çaptan daha ince gövde uç parçasının miktarları,
- Ticari dal kısmı: 4 cm çaptan daha kalın dal odunu ve dal kabuğu miktarları,
- Ticari olmayan dal kısmı: 4 cm çaptan daha ince dal odunu ve dal kabuğu miktarları,
- Yaprak/ibre miktarları.
- Kök miktarı: Kalın kök ve ince kök olarak. 4 cm'lik kalın kök sınırı burada da kullanılabilir. Gerek görülüyorsa kabuk miktarı ayrıca belirlenmelidir.

Uygulamada genel kabul gören yaklaşım, 4 cm çaptan daha kalın olan odun kısımlarının satılabilir olduğu yönündedir. Bu sınır yöresel şartlar dikkate alınarak değiştirilebilir. Ticari ve ticari olmayan odun miktarları ile kabuk miktarlarının tespitinin gerekçesi ise, ormandan çıkarılarak değerlendirilen ve ormanda çürümeye terk edilen biyokütle miktarlarının tahminine imkan sağlayabilmektir.

Gövde üzerinde yapılan işlemler: Kesilen ağacın öncelikle tam boyu cm hassasiyetinde ölçülür. Daha sonra dallar gövdeye bitiştiği noktadan, her hangi bir budak bırakmadan veya gövdeye nüfuz etmeden kesilir. Gövde 2,05 m uzunluğunda bölümlere ayrılır. Her bölüm üzerinde hacim tespiti için kullanılan hacim formülünün gerektirdiği çap ölçümleri çift yönlü olarak yapılır. Bu ölçümlerin gerekçesi, dikili gövde hacmi/biyokütle-karbon içeriği dönüşümlerine imkan sağlayan faktörlerin (BEF) (biomass expansion factor )belirlenmesine imkan sağlamaktır. Her bölüm tartılarak yaş ağırlığı belirlenir. Kalın çaplı ağaçlarda dipten itibaren birkaç bölüm çok ağır olup insan gücü ile tartılması mümkün olmayabilmekte ve makine gücüne ihtiyaç duyulabilmektedir. Fakat ağacın en kıymetli kısmının değer kaybını minimuma indirmek için bu uzunluğun altına pratikte inmek pek mümkün olmamaktadır. Her bölümün ucundan 5 cm kalınlığında örnek kesit alınarak kabuk soyulur ve odun ile kabuk kısımlarının yaş ağırlıkları arazide belirlenerek etiketlenip ileri çalışmalar için laboratuvara getirilir. Her bölümden örnek alınmasının gerekçesi sonraki bölümde ayrıntılarıyla incelenmektedir.

Dallar üzerinde yapılan işlemler: Öncelikle yapraklar-ibreler dallardan ayrılır. Daha sonra dallar 4 cm çaptan kalın ve 4 cm çaptan ince olmak üzere iki gruba ayrılır ve tartılarak yaş ağırlıkları belirlenir. Daha sonra her iki gruptan alınacak örnek parçaların kabukları soyulur, odun ve kabuk yaş ağırlıkları arazide belirlenerek etiketlenip sonraki çalışmalar için laboratuvara getirilir. Odun örneklerinin alınmasında basınç odunları oluşumları göz ardı edilmemelidir. Dalların gövdeye bitişik olan ve dal ağırlığını taşıyan alt kısmı ile uç kısmının odun yoğunlukları birbirinden farklıdır. Bu sebeple ortalama bir dal alınır, bu dalın alt, orta ve üst 1/3'lük kısımlarından alınacak aynı boydaki üç dal parçası dal örneği olarak kullanılır.

Yapraklar/ibreler üzerinde yapılan işlemler: Yapraklar/ibreler genellikle dallardan tek tek değil, tutundukları kısa sürgünler ile ayrılmaktadır. Yaş ağırlıkları bu şekilde tartılır ve laboratuvar örnekleri de bu şekilde alınır. Aynı şekilde işlem görmeleri mümkündür ama daha doğrusu kısa sürgünlerle alınan yaprakların sürgünlerden ayrılarak, yaprak sürgün oranlarının belirlenmesidir. Yapraklardan ayrılan kısa sürgünler ayrı olarak hesaplamalara konu edilebileceği gibi dal miktarına da eklenebilir.

Toprak altı örnekleme: Her örnek ağacın temsil ettiği alan, diğer ağaçlarla aralarındaki mesafenin ortalarından geçirilen bir çizgi yardımıyla belirlenir ve bu alan kök derinliğine kadar tamamen kazılır. Diğer yöntemler, özellikle belirli büyüklükte temsilci alanlarda örnekleme çok yanıltıcı olabilmektedir. Çünkü bir ağacın toprak altı biyokütlesinin önemli kısmı kök yumrusunda bulunur. Mutlaka bizzat örnek ağaca ait toprak altı kısımları örneklenmelidir. Kökler topraktan temizlenir ve yumru, 4 cm'den kalın ve 4 cm'den ince olarak ayrılır ve tartılır. Gerek görülürse kabuk miktarı belirlenebilir.

### **Gövdeden Alınan Örnek Kesitlerin Alınma Esasları**

Bu konu bugüne kadar standardı olmayan bir konudur. Şöyle ki, her 2 m'de bir kesit alınabildiği gibi, ağaç orantısal olarak bölünerek te alınmakta veya sadece ağacın orta noktasından tek örnek kesit alınmaktadır. Yaptığımız çalışmalarda gördüğümüz durum, ağacın çeşitli noktalarından alınan örneklerin yoğunlukları arasında önemli farklılıkların bulunduğu. Bu farklılıkların sebepleri, ağacın alt kısımlarındaki yaz odunu miktarının daha fazla bulunması, reaksiyon odunu oluşumları ve kesitlerin budağa rastlaması gibi durumlardır.

Gövde kesit örneklemesinin gerçeğe en yakın tahmini sağlayacak şekilde yapılmasını temin için bir değerlendirme çalışması tarafımızdan yapılmıştır. Bu amaçla farklı ağaç türleri ile daha önce gerçekleştirdiğimiz 3 farklı biyokütle çalışmasının verilerinden yararlanılmıştır. Bu amaçla Sedir için 36, Gökmar için 33 ve Karaçam için 36 örnek ağacın verileri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerden tesadüfi seçilen 8 adet sedir, 6 adet gökmar ve 8 adet karaçam için sonuçlar Tablo 1'de verilmektedir.

### 3. BULGULAR

Tablo 1'den de görüleceği üzere, gövde odun örneklerinin kuru ağırlık/yaş ağırlık (%) oranları en alt seksiyondan en üst seksiyona doğru gittikçe azalan bir seyir izlemektedir. Bazen bu seyri bozan değerlere rastlanabilmekle beraber bu sapmaların nedeni örneğin alındığı kısmın dal çıkış noktalarına rastlaması olmaktadır. Gövde dip kısmı ağacı taşıyan ve tüm dış etkenlere karşı direnen kısım olmakta ve bu alanda reaksiyon odunu oluşumu görülmektedir. Reaksiyon odunlarında ise odunun yoğunluğu daha fazla bulunmaktadır. Gövdeden bazı çalışmalarda tek örnek disk alındığı görülebilmektedir. Bu disk çoğu zaman gövdenin orta kısmından alınmakta ve tüm gövdeyi temsil edeceği varsayılmaktadır. Tablo 1'den de görüleceği üzere gövdenin orta kısmında bulunan kesitin sahip olduğu oran, tüm seksiyonlardan alınan örneklerin ağırlıklı ortalamalarının alınması sonucu hesaplanan gövde oranının oldukça altında kalmakta ve sistematik bir eksik değer belirlemeye neden olmaktadır.

Tablo 1. Sedir, Gökmar ve Karaçam türlerine ait bazı örnek ağaçların gövde kesitleri ve tüm gövde (ağırlıklı) kuru ağırlık/yaş ağırlık oranları.

Sedir			Gökmar			Karaçam			
Ağaç no	Kesit No	Kuru ağırlık/Yaş ağırlık oranı (%)	Ağaç no	Kesit No	Kuru ağırlık/Yaş ağırlık oranı (%)	Ağaç no	Kesit No	Kuru ağırlık/Yaş ağırlık oranı (%)	
1	1	0,54	1	1	0,54	1	1	0,43	
	2	0,49		2	0,54		2	0,41	
	3	0,45		3	0,50		3	0,38	
	4	0,45		4	0,53		4	0,28	
	5	0,48		5	0,44	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,41</b>	
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,53</b>	6	0,42	2	1	0,59		
2	1	0,56	7	0,41		2	0,56		
	2	0,50	8	0,39		3	0,55		
	3	0,45	9	0,36		4	0,57		
	4	0,42	10	0,39		5	0,55		
	5	0,42	11	0,36		6	0,56		
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,49</b>	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>			<b>0,48</b>	7	0,44	
3	1	0,50	2	1		0,47	8	0,43	
	2	0,48		2		0,39	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,56</b>
	3	0,46		3		0,38	3	1	0,51
	4	0,43		4		0,42		2	0,50
	5	0,42		5	0,37	3		0,46	
	6	0,44		6	0,37	4		0,46	
	7	0,43		7	0,34	5		0,47	
	8	0,39		8	0,34	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,49</b>	
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,46</b>		9	0,37	4	1	0,46	
4	1	0,48		10	0,36		2	0,42	
	2	0,41	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,40</b>		3	0,41	
	3	0,41	4	4	0,38		4	0,38	
	4	0,34		5	0,43		5	0,43	
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,44</b>		6	0,38		6	0,38	
				7	0,40		7	0,40	
				<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,42</b>			

Tablo 1. (devam ediyor.)

Sedir			Göknaar			Karaçam			
Ağaç no	Kesit No	Kuru ağırlık/Yaş ağırlık oranı (%)	Ağaç no	Kesit No	Kuru ağırlık/Yaş ağırlık oranı (%)	Ağaç no	Kesit No	Kuru ağırlık/Yaş ağırlık oranı (%)	
5	1	0,50	3	1	0,45	5	1	0,50	
	2	0,45		2	0,43		2	0,46	
	3	0,46		3	0,46		3	0,44	
	4	0,42		4	0,43		4	0,48	
	5	0,42		5	0,39		5	0,41	
	6	0,78		6	0,40		6	0,39	
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,47</b>	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,42</b>	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,45</b>	
6	1	0,55	4	1	0,59	6	1	0,51	
	2	0,46		2	0,51		2	0,58	
	3	0,43		3	0,48		3	0,48	
	4	0,41		4	0,42		4	0,42	
	5	0,32		5	0,48		5	0,61	
	6	0,24		6	0,42		6	0,44	
	7	0,28		<b>Tüm gövde oranı (%)</b>			<b>0,53</b>	7	0,39
	8	0,26		<b>Tüm gövde oranı (%)</b>			<b>0,52</b>	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>	
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,43</b>	5	1	0,61	7	1	0,51	
7	1	0,53		2	0,60		2	0,49	
	2	0,50		3	0,57		3	0,52	
	3	0,48		4	0,50		4	0,48	
	4	0,46		5	0,47		5	0,49	
	5	0,62		6	0,39		6	0,48	
	6	0,52		7	0,40		7	0,49	
	7	0,42		<b>Tüm gövde oranı (%)</b>			<b>0,56</b>	<b>Tüm gövde oranı (%)</b>	
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,51</b>	6	1	0,43	8	1	0,63	
8	1	0,51		2	0,43		2	0,54	
	2	0,49		3	0,49		3	0,58	
	3	0,46		4	0,42		4	0,43	
	4	0,44		5	0,39		5	0,41	
	5	0,44		6	0,39		6	0,40	
	6	0,46		7	0,38		7	0,32	
	7	0,48		8	0,39		<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,52</b>
	8	0,47		9	0,31				
	9	0,42		10	0,38				
<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,48</b>		11	0,37				
				12	0,53				
				13	0,53				
			<b>Tüm gövde oranı (%)</b>		<b>0,42</b>				

#### 4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Orman ekosistemlerinin karbon tutma bildirimlerinde, tarafsız, şeffaf ve uygun yöntemler kullanılarak yapılan karbon stok değişimi hesaplamaları istenmekte, ayrıca belirsizliklerin belirlenerek zaman içerisinde azaltılması öngörülmektedir (IPCC, 2003). Tutulan biyokütle miktarlarının ve değişimlerinin tam ve kesin olarak belirlenebilmesi, küresel karbon döngüsü, özellikle CO<sub>2</sub> emisyonlarının etkisinin hafifletilmesi açısından artan bir şekilde önem kazanmaktadır (Zhao and Zhou 2005; Brown, 2002).

Kyoto Protokolüne taraf olan ülkemiz, karbon stok değişimlerini periyodik olarak deklere etmekle sorumludur. Gerçeğe yakın karbon stok tahminleri yapabilmek için de biyokütle çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır. Ülkemizde biyokütle çalışmalarının büyük kısmı ise yerel ölçekte ve ulusal bildirimler için tam kullanışlı değildir. Bu sebeplerle bu çalışmaların ülke geneline yaygınlaştırılarak ve amaca yönelik olarak sürdürülmesi gerekmektedir. Biyokütle miktarlarının ve değişimlerinin tam ve kesin olarak belirlenebilmesinin yolu genel yöntemlerin kullanılmasından ziyade yöresel modellerin geliştirilmesi ile olasıdır. Biyokütle çalışmalarına ulusal ölçekte bir standart getirilmesi zorunludur. Bu standartlar amaca yönelik olarak ortaya konulmalıdır. Şöyle ki, yapılan bir toprak üstü biyokütle çalışması aşağıdaki katsayıların hesaplanmasına imkân vermemelidir.

Odun hacim ağırlığı = Kuru ağırlıktaki kabuklu gövde ağırlığı/yaş haldeki kabuklu gövde hacmi

BCEFI = Topraküstü bitkisel kütle/Kabuklu gövde hacmi

BCEFS = Topraküstü bitkisel kütle/Kullanılabilir kabuklu gövde hacmi

BEF1 = Topraküstü bitkisel kütle/Kabuklu gövde bitkisel kütlesi

BEF2 = Topraküstü bitkisel kütle/Kullanılabilir gövde bitkisel kütlesi

Ağaç türlerine göre gövde biyokütlesinin tüm toprak üstü biyokütledeki oranları Tablo 2'de verilmiştir. Tablo 2'nin incelenmesinden anlaşılacağı üzere, toprak üstü biyokütlenin en az %70'ini gövde oluşturmaktadır. Bu

büyükte bir miktarda yapılacak en küçük hata karbon belirleme sürecinde büyük hatalara neden olmaktadır. Yüksek yoğunluğa sahip ve ağacın toplam ağırlığının büyük kısmını oluşturan dipten itibaren birkaç seksiyonluk kısmın ağırlığı düşük katsayı sebebiyle hatalı belirlenmektedir. Bu durum hesaplamalardan beklenen “tam ve kesin olarak belirleme” ilkesiyle çelişmektedir.

Tablo 2. Değişik göğüs çaplarında, türlerin gövde biyokütellerinin toplam toprak üstü biyokütle içindeki oranları.

Göğüs çapı (cm)	Göknaar (%)	Sedir (%)	Karaçam (%)
20	73.9	84.2	91.4
30	76.7	78.0	93.5
40	77.7	73.1	94.5
50	78.1	69.8	95.2

Yukarıda, Orman Genel Müdürlüğünün de kullandığı hesaplamaya imkân veren bir örneklemin ne şekilde yapılması gerektiği genel hatlarıyla açıklanmaktadır. En dikkat edilmesi gereken nokta ise, ağacın esas kütleini oluşturan gövdeden alınacak örneklerin nerelerden alınacağıdır. En doğru yaklaşım, 2,05 m'lik seksiyonların her birinden örneklerin alınması olacaktır. Tüm gövdenin ortasından örnek alınması durumunda Tablo 1'den de görüleceği üzere gövde kuru ağırlığı önemli oranda eksik hesaplanacaktır. Eğer bu hesaplamalar gövde ortasından örnekleme yapılarak oluşturulan biyokütle çalışmalarından faydalanılarak yapılırsa, ülkemiz biyokütle ve karbon depolama kapasiteleri hakkındaki bildirimler eksik değerlere sahip olacaktır. Bu durum uluslararası arenada ülke aleyhine bir sonuca neden olacaktır. Mümkün olduğunca bu tür çalışmaların kullanımından kaçınılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Alberti, G., Candido, P., Peressotti, A., Turco, S., Piussi, P., Zerbi, G. 2005. Aboveground Biomass Relationships for Mixed Ash (*Fraxinus excelsior* L. and *Ulmus glabra* Hudson) Stands in Eastern Prealps of Friuli Venezia Giulia (Italy). *Ann. For. Sci.* 62:831-836.
- Bert, D., Danjon, F.. 2006. Carbon Concentration Variations in The Roots, Stem and Crown of Mature *Pinus pinaster* (Ait.). *For. Ecol. Manage.* 222:279-295.
- Binkley, D., Stape, J.L., Ryan, M.G. 2004. Thinking About Efficiency of Resource Use in Forests. *For. Ecol. Manage.* 193:5-16.
- Brown, S. 2002. Measuring Carbon in Forests: Current Status and Future Challenges. *Environmental Pollution*, 116, 363-372.
- Dixon, R.K., Trexler, M.C., Wisniewski, J., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M. 1994. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems. *For. Sci.* 263,3. 185-190.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Atmaca, S. 2010. Predicting The Above-ground Biomass of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Turkey. *Energ Source- Part A*, 32:485-493.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Çakıl, E. 2010. Predicting The Above-Ground Biomass of Crimean Pine (*Pinus nigra*) Stands in Turkey. *J. Environ. Biol.*, 31:115-118.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Ünsal, A. 2009. Predicting The Above-Ground Biomass of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Turkey. *Afr. J. Biotechnol.*, 8 (11): 2483-2488.
- Elias, M., Potvin, C. 2003. Assessing Inter-and Intra-Specific Variation in Trunk Carbon Concentration for 32 Neotropical Tree Species. *Can. J. For. Res.* 33:1039-1045.
- Gower, S.T., Krankina, O., Olson, R.J., Apps, M., Linder, S., Wang, C. 2001. Net Primary Production and Carbon Allocation Patterns of Boreal Forest Ecosystems. *Ecol. Appl.* 11:1395-1411.
- Gower, S.T., Kucharik, C.J., Norman, J.M. 1999. Direct and Indirect Estimation of Leaf Area Index,  $F_{(APAR)}$  and Net Primary Production of Terrestrial Ecosystem. *Remote Sens. Environ.* 70:29-51.
- Hall DO, Rosillo-Calle F, Williams RH, Woods J 1993. Biomass Energy Supply and Prospects. *Renew. Energ.*: Sources for Fuel and Electricity. Island Press, Washington DC, pp.593-651.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan.
- Laiho, R., Laine, J. 1997. Tree Stand Biomass and Carbon Content In An Age Sequence of Drained Pine Mires In Southern Finland. *For. Ecol. Manage.* 93:161-169.
- Lamblom, S.H., Savidge, R.A. 2003. A Reassessment of Carbon Content in Wood: Variation Within and Between 41 North American Species. *Biom. Bioe.* 25:381-388.
- Nowak, D.J., Crane, D.E. 2002. Carbon Storage and Sequestration by Urban Trees in The USA. *Environ. Pollut.* 116:381-389.
- Specht, A., West, P.W. 2003. Estimation of Biomass and Sequestered Carbon on Farm Forest Plantations in Northern West South Wales, Australia. *Biom. Bioe.* 25:363-379.

- Zhang, Q., Wang, C., Wang, X., Quan, X. 2009. Carbon Concentration Variability of 10 Chinese Temperate Tree Species. *For. Ecol. Manage.* 258:722-727.
- Zhao, M., Zhou, G. 2005. Estimation of Biomass and Net Primary Productivity of Major Planted Forests in China Based on Forest Inventory Data, *Forest Ecology and Management*, 207: 295–313.