

Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Biyokütle Tabloları*

Nedim SARAÇOĞLU

Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Bartın-TÜRKİYE

Geliş Tarihi : 16.01.1995

Özet: Bu çalışmanın amacı, Doğu Karadeniz Bölgesi Doğu Kayını meşçerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesidir. Yaş ve fırın kurusu ağırlık tabloları, Doğu Karadeniz Bölgesinde Giresun ve Hopa arasında seçilen ve denizden yüksekliği 575 m ile 1530 m arasında değişen 32 deneme alanında alınan 32 göğüs yüzeyi aritmetik orta ağacı verilerinden yararlanılarak düzenlenmiştir.

Çeşitli gelişim çağlarında, değişik yetiştirme ortamı ve kapalılık derecelerindeki kayın meşçerelerinde 0.04 ha büyüklüğünde deneme alanları kurulmuştur. Deneme alanları kare şeklinde 20x20 m boyutunda K-G ve D-B ana yönleri kullanılarak yerleştirilmiştir. deneme alanındaki ağaçların göğüs çapları, boyları, ortalama taç çapları ölçülmüştür. Deneme alanlarında seçilen göğüs yüzeyi aritmetik orta ağaçlarının göğüs çapı, ağaç boyu, taç boyu, taç çapı, dalların sayısı, dalların ortalama çapları ölçülmüştür. Ağacın bütün dalları kesilmiş, tacın alt, orta ve üst bölümlerindeki dallar ayrı ayrı kümelendirilmiştir. Yaprak taşıyan bütün dalcıklar ve yapraklar canlı ağaçlardan ayrılmıştır.

Gövde dipten tepeye doğru 2.05 m lik kesitlere ayrılmıştır. Her gövde kesitinin ortasından 5 cm kalınlığında örnek kesitler alınmıştır. Ağaç kesitlerinin, canlı ve kuru dalların ağırlıkları ayrı ayrı belirlenmiştir. Dalcık ve yaprakların yaş ağırlığı birlikte saptanmıştır. Gövdenin örnek kesitleri, canlı dalların örnekleri, dalcık ve yaprakların örnekleri alınmıştır. Bütün örnekler polietilen torbalara konularak, daha sonraki ölçümler için laboratuvara götürülmüştür.

Tek ağaç bileşenlerinin hektardaki değerleri yaş ve fırın kurusu ağırlıkları ile göğüs yüzeyi aritmetik orta ağacın $d_{1.3}$ çap değerlerinin eksenler üzerindeki dağılımlarını en iyi yansıtan model aşağıda verildiği gibi saptanmıştır:

$$\log(Y_{IVA}, Y_{IKA}) = a_0 + a_1 \cdot (d_{1.3})_i + a_2 \cdot (d_{1.3})_i^{-1}$$

Eşitlik katsayılarının ve istatistiklerinin hesaplanmasında en küçük kareler yöntemi kullanılmıştır. Daha sonra, bu eşitlik tek ağaç bileşenlerinin ve hektardaki değerlerin yaş ve fırın kurusu ağırlıklarının tablolaştırılmasında kullanılmıştır.

Biomass Tables of Beech (*Fagus orientalis* Lipsky)

Abstract: The objective of this study is to estimate the biomass per single tree and hectare for *Fagus orientalis* Lipski stands in east the Black sea region of Turkey. Fresh and dry-weight tables constructed by means of the material collected on the 32 sample trees were chosen in 32 trial plots in the east the Black Sea region between Giresun and Hopa within 575 m - 1530 m altitude girdle. Sample plots were established 0.04 ha in size in stands of various maturity stages and site and density classes within the specified population. The plots were laid as squares (20 m x 20 m) using the N-S and E-W cardinal directions.

All the trees in the sample plots were measured for their dbh, tree height and average crown diameter. In each sample plot, a tree which has average basal area has been selected as the sample tree. Each sample tree was measured for dbh, tree height, crown height, crown diameter, number branches, mean diameter of branches. All the branches of tree were cut, subdivided and piled separately in tree groups. All leaf-bearing twigs and leaves were removed from the live branches. The main stem was cut, as 2.05 m sections from bottom to top of tree. Sample disks 5 cm in thickness were taken from the middle of all stem section. Green mass of the tree section, live branches and dead branches were taken and recorded separately. Green mass of twigs and leaves were taken and recorded together. Sample disks of stem, sample of live branches, sample of twigs and leaves were collected. All the samples were put in polyethylene bags and brought to the laboratory for further measurements.

Following equation is used to estimate fresh and oven-dry weights of single tree components and per hectare.

(*) Bu araştırma K.T.Ü. nin desteği ile gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Log } (Y_{\text{IVA}} \cdot Y_{\text{IKA}}) = a_0 + a_1 \cdot (d_{1,3})_i + a_2 \cdot (d_{1,3})_i^{-1}$$

Least square techniques are carried out to calculate coefficients and statistics. Then this equation is used to produce figures for fresh and oven-dry weights of tree components per single tree and hectar.

Giriş

Biyokütle, belirli büyüklükte bir orman alanında ağaç ve ağaççık topluluğunun ağırlık (kg, ton/ha) olarak tanımlanmasıdır. Orman biyokütlesi, orman ürünü olarak ormanın şimdiki kapasitesini ve büyümesini belirten, uzun süreli işletmeciliğin sağlanması için bilinmesi gereken bir terimdir (1).

Biyokütle, fotosentez ile depo edilmiş güneş enerjisi olarak çeşitli tür ve biçimde (yakma, biyogaz üretimi, fermantasyon, pyroliz, bitkisel yağlar v.b.) kullanım enerjisine dönüştürülebilmektedir. Uygun teknolojik olanakların sağlanması ile, tüm ağacın hasat edilmesi sonucu gövde odunu, dallar, ibreler/yapraklar ve gereğinde kütük ve köklerden oluşan biyokütlenin endüstriyel değerlendirilmesi söz konusu olabilmektedir (2).

Dünya petrol kaynaklarında gözlenen azalmalar ve petrol fiyatlarının sürekli artması sonucu, yenilebilir enerji kaynaklarına ve bu arada biyokütleye karşı duyulan ilgi de artmaktadır. Orman biyokütlesi terimi, bir orman ekosistemi içerisindeki yaşayan organizmaların miktarını kütle olarak açıklamaktadır. Fakat uygulama amaçları için bu terim özellikle ağaç ve ağaççıkların yaşayan odunsu madde bileşenlerini içermektedir. Genellikle, bu çalışmada da olduğu gibi, yalnız toprak yüzeyindeki bileşenler dikkate alınmaktadır. Eğer ormanlar biyokütle üretimi için işletilirse, ilk önce şimdiki ve gelecekteki kapasitelerinin tahmin edilmesi gerekir. Bu amaç için gerekli olan ilk koşul, her bir ağaç türü için ağırlık tablolarının düzenlenmesidir (3).

Türkiye ormanlarının 1982 yılından bu yana ülke tomruk, yapacak, endüstriyel ve yakacak odun gereksinimini karşılayamaz duruma geldiği ve 2030 yılına kadar üretim-tüketim dengesinin sağlanamayacağı tahmin edilmektedir. Türkiye ormanları veriminin, ülke odun tüketimini karşılamasının nedeni olarak, 1972 yılından itibaren eta'nın üzerinde kesim yapılması gösterilmektedir (4).

2000 yılında Avrupa'daki odun açığı miktarının 200-300 milyon m³ ham kuru odun eşdeğerinde olacağı ve bunun büyük bir kısmının ancak ithalat ile kapatılabileceği "Odun Avrupa'da yeteri miktarda piyasada bulunmayan hammadde olacaktır" ikazı ile

önemli vurgulanmaktadır (5).

Avrupa ülkeleri odun ithalatını dünyanın yaşayan karbon kaynağının % 46'sını (205. 10¹⁹ ton) içeren tropik ülke ormanlarından karşılamayı amaçlamaktadır (6).

Avrupa tek tek başına ticarete söz konusu olan tropik ağaçların % 40'ını ithal etmektedir (7).

Dünya çapında ortaya çıkan odun gereksiniminin gelişimi konusunda yapılan araştırmalar ile, 2000 yılına kadar odun gereksinimi ile odun hammadde sunu miktarları arasındaki açığın büyük boyutlara ulaşacağı varılmıştır. "Dünya Modeli Global 2000 Programı" na göre, dünyada yapılacak odun varlığı, orman alanlarının % 20'sinin yok olması ve hızlı nüfus artışı nedeniyle kişi başına 76 m³ ten 40 m³ e azalacaktır (8).

Ağaç ve meşçerenin net biyolojik üretiminin, artımının ve gelecekteki gelişiminin tahmin edilmesi, Orman Hasılat Bilgisinin önemli uğraş alanlarıdır. Ağaç bileşenlerinin biyokütle değerlerinin tahmin edilmesinde, ağacın en kolay ölçülebilen elemanı olan göğüs çapı değerinin ağaç biyokütle yöntemlerinde önemli bir konumu vardır (9). Bir ağaç ya da meşçerenin odun verimini daha iyi belirleyebilmek için, odun maddesinin hacmi gibi ağırlığının bilinmesi gerekir. Hacim gibi ağırlık açısından da bir hektar sahanın verimi söz konusudur (10).

Hacim tabloları, alışılmış şekliyle, gövde odunu, kalın odun ya da ağaç hacim değerlerini verirken, bu durumu ile birağacın tüm ürünü olan biyokütlenin belirlenmesinde yetersiz kalmıştır. Yalnız ağaçların odun varlığının bilinmesi yeterli olmayıp, ayrıca ekosistem araştırması ve orman ekosistemi içerisindeki biyolojik ilişkilerin açıklanmasında, ormanların toprak üstü ve toprak altı üretiminin de bilinmesi gerekmektedir. Değişik meşçerelerin, ağaç türlerinin ve yetişme ortamlarının verim güçlerinin nitelendirilmesi ve kıyaslanması odun verileri tek başına yeterli ölçüde açıklayıcı olmamaktadır. Ayrıca yakın geçmişte kadar yalnız odun, çoğu yerde çoğu kez kabuksuz olarak, geniş ölçüde kullanılmıştır. Evrensel boyutta izlenen hammadde kıtlığı ve yetersizliği, ormanların bütün kaynaklarının kapsamlı bir biçimde belirlenmesini zorunlu kılmakta ve bu nedenle de ormanın en büyük

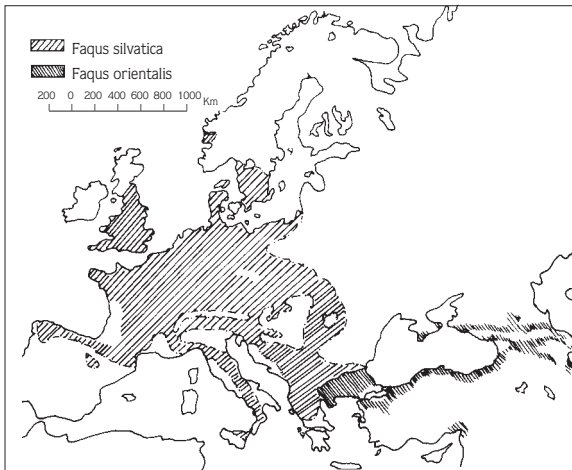
biyokütle kaynağı olan ağaçların toplam kapasitelerinin kavranmasına karşı görülen ilgiyi sürekli artırmaktadır (11).

Tomruk ve ağaçlar için gittikçe artan bir önemle ağırlıkların bilinmesi gereği, dikili ağaçların odun ağırlıklarının tahmin edilmesi için yararlı olmaktadır. Bu amaçla ağaç ağırlık eşitlikleri ve böylece ağırlık tabloları düzenlenmektedir. Yaş odun ağırlığı ve rutubet miktarı ölçülerek odunun fırın kurusu ağırlığı belirlenebilir. Rutubet miktarı ağaç türüne, yetiştirme ortamına, kesim zamanına, iklim koşullarına v.b. bağlıdır. Ayrıca ağaç içerisinde gövdenin boyuna kesitinde alt bölümünden üst bölümüne ve yatay kesitinde farklılık gösterir. Rutubet farklılıkları, ilkbahar ve yaz odunu ile dal odunu ve öz odunu arasında da gözlenir. Bu nedenlerden dolayı, kuru ağırlık tabloları yaş ağırlık tablolarına kıyasla tercih edilmekte ve uygulamada daha çok kullanılmaktadır (12).

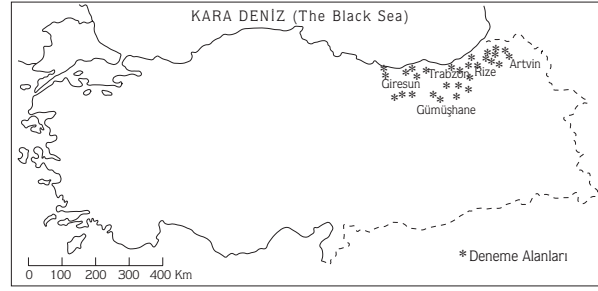
Çalışmamızda Doğu Karadeniz Bölgesi Doğu Kayını meşcerelerinin Biyokütle Tabloları düzenlenmiştir. Tablolardan elde edilecek bilgiler ile Doğu Karadeniz Bölgesi Kayın ormanlarının tek ağaç ve hektar yaş ağırlık değerlerinin belirlenmesi sağlanacaktır.

Materyal ve Yöntem

Doğu Karadeniz Bölgesinde yayılış gösteren Doğu Kayınının Biyokütle Tablolarını düzenleyebilmek için, bu türün doğal yayılış alanı içerisinde Giresun ile Hopa arasında kalan bölgede değişik yükseklik, bakı, eğim özelliğindeki meşcerelerinde deneme alanları ve göğüs



Şekil 1. Doğu Kayını (*Fagus orientalis*) ve Avrupa Kayını (*Fagus silvatica*) türlerinin doğal yayılışları (Tachermark'tan)



Şekil 2. Kayın Biyokütle tabloları için alınan deneme alanlarının dağılışı

yüzeyi aritmetik orta ağaçları seçilerek gerekli ölçüm ve saptamalar yapılmıştır. Doğu Kayınının Avrupa ve Türkiye'deki yayılış bölgeleri ile deneme alanlarının alındığı yöreler Şekil 1 ve 2 de gösterilmiştir.

Deneme alanlarının seçiminde ve ölçümlerde Orta Ağaç Yöntemi uygulanmıştır (13, 14). Deneme alanlarında ortalama göğüs yüzeyine sahip ağacın, aynı zamanda ortalama kütle ağırlığına sahip olacağı varsayımı kabul edilmiştir. Biyokütle tablolarının düzenlenmesinde matematik yaklaşım kullanılmış, denklem katsayılarının hesaplanmasında En Küçük Kareler Yöntemi uygulanmıştır.

Deneme Alanlarının Nitelikleri ve Seçimi

Biyokütle tablolarının düzenlenmesi için, çeşitli gelişim çağlarında, değişik yetiştirme ortamı ve kapalılık derecelerinde, müdahale görmemiş saf Kayın meşcereleri alınmıştır. Bu amaç için 0.04 ha (20 m 20 m) büyüklüğünde deneme alanı kurulmuştur. Deneme alanlarının bulunduğu yerlere ilişkin denizden yükseklik, bakı, eğim, kapalılık gibi özellikler Tablo 1 de verilmiştir.

Göğüs Yüzeyi Aritmetik Orta Ağaçlarının Nitelikleri ve Seçimi

Deneme alanlarında göğüs çapları ölçülen ağaçların göğüs yüzeyleri hesaplanmış, toplamları ağaç sayısına bölünerek ortalama göğüs yüzeyi saptanmıştır. Bu değere eşit ya da en yakın göğüs yüzeyine sahip ağaç göğüs yüzeyi aritmetik orta ağacı olarak alınmıştır. Bu ağacın canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli, sağlıklı gibi özellikte olmasına özen gösterilmiştir.

Göğüs yüzeyi aritmetik orta ağaçları 30 cm yükseklikten kesilmiştir. Kesilen ağaçların boyları, ortalama taç çapı, ağaç yaşı, tacı oluşturan dalların sayısı, tacın alt, orta ve üst bölümlerinde yer alan üç dalın kalınlıklarına ilişkin ölçümler yapılmıştır. Daha sonra, kesilmiş ağacın dalları gövdeden ayrılmış, tacın alt, orta ve üst bölümlerindeki dallar ayrı ayrı

Tablo 1. Biyokütle deneme alanlarının konumu ve özellikleri

Alan No	Deneme alanının konumu			Deneme alanının özellikleri			
	İşletme	Bölge/seri	bölme no	Yükseklik	Bakı	Eğim	kap. derecesi
1	Maçka	Merkez/Şahinkaya	165	1100	E	44	0.9
2	Maçka	Merkez/Şahinkaya	165	1240	N	35	1.0
3	Maçka	Merkez/Çatak	112	1035	E	40	0.9
4	Maçka	Merkez/Çatak	111	1155	N	42	1.0
5	Maçka	Merkez/Çatak	111	1070	N	30	0.8
6	Sürmene	Of/Maki deresi	462	1200	SW	25	1.0
7	Sürmene	Of/Maki deresi	462	1050	N	30	0.8
8	Pazar	Ardeşen/Yaylacı	227	950	N	14	0.7
9	Pazar	Ardeşen/Yaylacı	227	875	E	25	0.9
10	Pazar	Ardeşen/Yaylacı	225	1040	S	37	0.8
11	Pazar	Şenyuva/Çamlıh.	547	1530	S	10	0.8
12	Pazar	Şenyuva/Çamlıh.	547	1440	E	25	0.9
13	Pazar	Şenyuva/Çamlıh.	540	1350	NE	35	0.9
14	Pazar	Şenyuva/Çamlıh.	540	1290	N	30	0.8
15	Arhavi	Kemalpaşa/Kem.	79	1050	E	28	0.9
16	Arhavi	Kemalpaşa/Kem.	79	1120	N	35	1.0
17	Borçka	Karşıköy/Aralık	13	810	N	25	1.0
18	Borçka	Karşıköy/Aralık	13	875	E	36	0.9
19	Tirebolu	Akıl Baba/Ayı der.	74	1150	NE	15	0.9
20	Tirebolu	Akıl Baba/Ayı der.	74	970	N	34	1.0
21	Tirebolu	Akıl Baba/Ayı der.	74	1440	E	30	0.9
22	Tirebolu	Harşit/Gavraz	43	890	S	35	0.9
23	Tirebolu	Harşit/Gavraz	43	975	E	22	0.9
24	Tirebolu	Harşit/Gavraz	43	810	N	35	0.9
25	Arhavi	Merkez/Kayadibi	70	575	N	30	1.0
26	Arhavi	Merkez/Kayadibi	70	640	E	24	0.9
27	Arhavi	Merkez/Mağara b.	21	725	S	26	0.8
28	Arhavi	Merkez/Mağara b.	21	810	NE	32	0.9
29	Derehi	Merkez/Çal	132	1075	NW	45	1.0
30	Derehi	Merkez/Çal	132	915	N	33	0.9
31	Giresun	Merkez/Keşap	130	950	W	25	0.9
32	Giresun	Merkez/Keşap	130	835	E	34	1.0

kümelenmiştir. Kuru dallarda da aynı işlemler uygulanmıştır. Dal kümelerinden yeteri kadar örnek dallar alınmış, dallar yapraklardan ayrılmış ve dal ile yaprak ağırlıkları ayrı ayrı tartılmıştır. Gövde kalın ucundan itibaren 2.05 m lik kesitlere ayrılmış ve bunların orta yerlerinden 5 cm kalınlığında örnek kesitler alınmıştır. Her kesitin ve kesit ortalarından alınan örnek kesitlerin yaş ağırlıkları saptanmıştır.

Laboratuvarda Yapılan Ölçme ve Saptamalar

Deneme alanında yaş ağırlıkları ayrı ayrı belirlenen gövde, dal ve yaprak örnekleri belirlenebilmesi için kesitler, dallar ve yapraklar kurutma fırınında 105 C° sıcaklıkta 24 ile 48 saat arası bir süre tam kuru hale getirilmiştir. Bu örnekler kurutma fırınından alınıp soğuyuncaya kadar desikatörde tutulmuş ve daha sonra her örneğin tam kuru ağırlığı belirlenmiştir.

Sayısal Değerlerin Elde Edilmesi

Tek ağacın bileşenlerine ilişkin örneklerin fırın kuru ağırlıkları saptandıktan sonra ayrı bileşenlerin

$$Z_i = \sum_{j=1}^n \left(S \frac{R}{A} \right)_{ij} \quad (1)$$

tümüne ilişkin kuru ağırlıkları saptanmıştır. Bunun için aşağıdaki işlemler yapılmıştır.

1. Gövde Fırın Kuru Ağırlığının Hesaplanması

Z_i : i. ağacın fırın kuru gövde ağırlığı (kg)

S_{ij} : i. ağacın j. kesitine ilişkin örnek fırın kuru ağırlığı (kg)

R_{ij} : i. ağacın j. kesitinin yaş ağırlığı (kg)

A_{ij} : i. ağacın j. kesitine ilişkin örnek yaş ağırlığı (kg)

$$(DKA)_i = (DÖKA)_i \cdot \frac{(DYA)_i + (YYA)_i}{(DÖYA)_i + (YÖYA)_i} \quad \begin{matrix} (i = 1, 2, \dots, \\ 32, j = 1, 2, \dots, n) \\ n = \text{tek ağaçtaki} \\ \text{kesit sayısı} \end{matrix}$$

2. Dal Yaprak ve Taç Fırın Kuru Ağırlıklarının Hesaplanması

(2)

$(DKA)_i$: i. ağacın fırın kuru dal ağırlığı (kg)

$(DÖKA)_i$: i. ağaca ilişkin örneğin fırın kuru dal ağırlığı (kg)

$(DYA)_i$: i. ağacın n yaş dal ağırlığı (kg)

$$(YKA)_i = (YÖKA)_i \cdot \frac{(DYA)_i + (YYA)_i}{(DÖYA)_i + (YÖYA)_i}$$

$(YYA)_i$: i. ağacın n yaş yaprak ağırlığı (kg)

$(DÖYA)_i$: i. ağaca ilişkin örnek yaş dal ağırlığı (kg)

$(YÖYA)_i$: i. ağaca ilişkin örnek yaş yaprak ağırlığı (kg)

(3)

$(Y_{KA})_i$: i. ağacın fırın kuru yaprak ağırlığı (kg)

$(Y_{ÖKA})_i$: i. ağaca ilişkin örnek fırın kuru yaprak ağırlığı (kg)

Dal ve yaprak fırın kuru ağırlıkları saptandıktan sonra, taç fırın kuru ağırlığı, bu iki değer toplamı olarak işlemlerde kullanılmıştır.

$$(T_{KA})_i = (DKA)_i + (YKA)_i \quad (4)$$

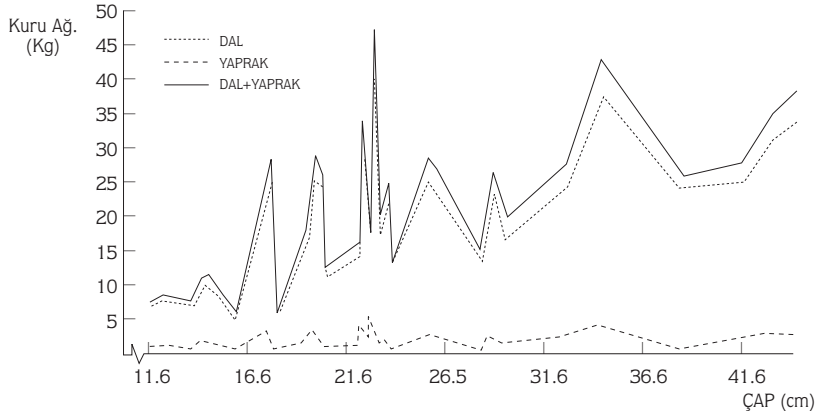
$(T_{KA})_i$: i ağacın fırın kuru taç ağırlığı (kg)

Ağırlıklar ile Göğüs Yüzeyi Aritmetik Orta Ağacın $d_{1.3}$ Çapı Arasındaki İlişkiler

Bu ilişkilerin matematiksel eşitliklerinin

Bulgular

1. Tek Ağaç Bileşenlerinin Dal ve Yaprak



Şekil 3. Kayın tek ağaç bileşenleri kuru ağırlıklarının çapa göre değişimi

Tablo 2. Kayın Tek Ağaç Bileşenlerinin Dal ve Yaprak Ağırlıkları

Ağaç bileşenleri	Regresyon katsayıları			Çoğul ilişkinlik katsayıları	Standart hata
	a_0	a_1	a_2	R	$S_{y,x}$
Dal (Tek ağaç)	1.841547	0.011374	-10.26364	0.881 ⁺⁺	0.148
Yaprak (Tek ağaç)	1.15892	0.00634	-12.63969	0.884 ⁺⁺	0.170
Dal (Hektar)	1.835926	-0.00093	-12.39669	0.759 ⁺⁺	0.176
Yaprak (Hektar)	1.131891	0.00557	-14.56082	0.700 ⁺⁺	0.207

⁺⁺ : 0.01 olasılık düzeyinde güvenilirli

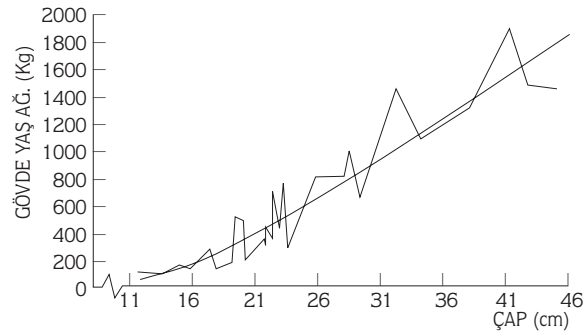
ağırlıkları ile Göğüs Yüzeyi Aritmetik Orta Ağacın $d_{1.3}$ Çapı Arasındaki İlişkiler

Bu ilişkilerin matematiksel eşitliklerinin saptanabilmesi için, tek ağacın bileşenlerine ilişkin kuru ağırlıklar, göğüs yüzeyi aritmetik orta ağaçlarının $d_{1.3}$ çap değerleri ile birlikte eksenlere taşınmış ve bu değerlerin eksenler üzerindeki görüntüsü (Şekil 3) verilmiştir:

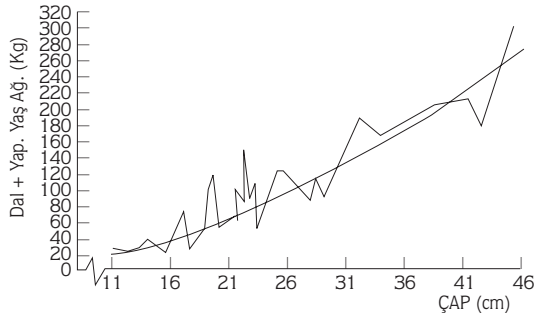
$$\text{Log (Bileşenler)} = a_0 + a_1 \cdot (d_{1.3})_i + a_2 \cdot (d_{1.3})_i^{-1} \quad (5)$$

Logaritmik bir bağıntı olan 5 eşitliği her bir bileşen için en küçük kareler yöntemine göre katsayı ve istatistikleri hesaplanmıştır (Tablo 2).

2. Tek Ağacın Bileşenlerine İlişkin Yaş/Kuru



Şekil 4. Kayın tek ağaç gövde yaş ağırlıklarının çapa göre değişimi.



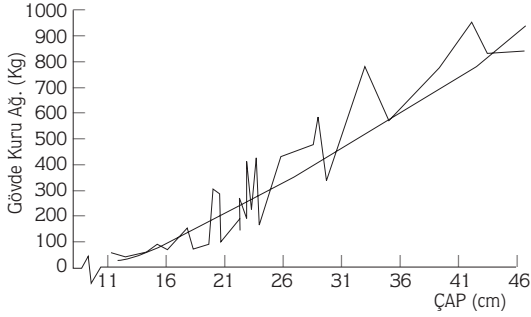
Şekil 5. Kayın tek ağaç canlı dal + yaprak ağırlıklarının çapa göre değişimi.

saptanabilmesi için, tek ağacın yaş/kuru gövde, dal ve yaprak ağırlıkları, göğüs yüzeyi aritmetik orta ağaçlarının $d_{1.3}$ çap değerleri ile birlikte eksenlere taşınmış ve bu değerlerin eksenler üzerindeki görüntüsü (Şekil 4-8) aşağıda verilmiştir:

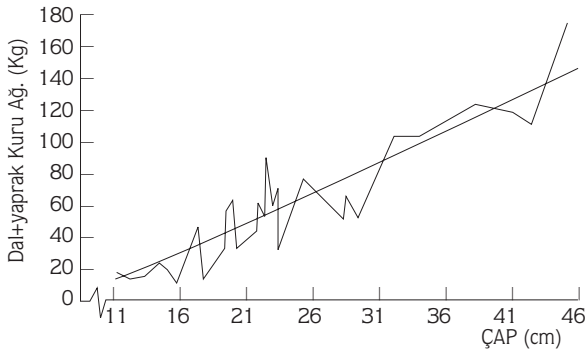
$$\text{Log (Bileşenler)} = a_0 + a_1 \cdot (d_{1,3})_i + a_2 \cdot (d_{1,3})_i^{-1} \quad (6)$$

Logaritmik bir bağıntı olan 6 eşitliği her bir bileşen için en küçük kareler yöntemine göre katsayı ve istatistikleri hesaplanmıştır (Tablo 3).

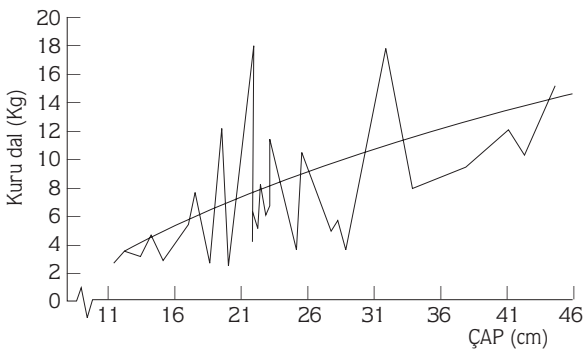
3. Bileşenlerin Hektardaki Yaş/Kuru Ağırlıkları ile Göğüs Yüzeyi Aritmetik Orta Ağacın $d_{1,3}$ Çapı arasındaki İlişkiler



Şekil 6. Kayın tek ağaç gövde kuru ağırlıklarının çapa göre değişimi.



Şekil 7. Kayın tek ağaç kuru dal+yaprak ağırlıklarının çapa göre değişimi.



Şekil 8. Kayın tek ağaç kuru dal ağırlıklarının çapa göre değişimi

Tablo 3. Kayın'da Göğüs Yüzeyi Aritmetik Orta Ağacın Göğüs Çapı ile Bileşenlerin Yaş/Kuru Ağırlıkları Arasındaki İlişkilere ait Katsayı ve İstatistikler

Ağaç bileşenleri	Regresyon katsayıları	Çoğul		Standart		
		ilişkinlik	hata			
		a_0	a_1	a_2	R	$S_{y,x}$
Gövde	Yaş	3.122638	0.012165	-17.147150	0.935 ⁺⁺	0.152
Dal + Yaprak	Yaş	2.054120	0.012611	-9.894813	0.879 ⁺⁺	0.152
(Tüm ağaç)						
Gövde	Kuru	2.829691	0.012535	-16.319510	0.926 ⁺⁺	0.158
Dal + Yaprak	Kuru	1.915983	0.010857	-10.511480	0.879 ⁺⁺	0.148
Gövde+Dal+Yap	Kuru	2.862640	0.012441	-14.909870	0.926 ⁺⁺	0.149
(Tüm ağaç)						

Tek ağaç bileşenleri ile $d_{1,3}$ arasındaki ilişkiler hesaplandıktan sonra (Tablo 3) her bir örnek alanda ölçülen $d_{1,3}$ çapları ilgili eşitliklerde değerlendirilerek önce alanın bir bileşenine ilişkin toplam yaş ve kuru ağırlıkları saptanmış, daha sonra hektara çevrilmiştir. Herhangi bir bileşenin hektarda yaş ve kuru ağırlıkları ile göğüs yüzeyi aritmetik orta ağacın $d_{1,3}$ çapları eksenlere taşınmış ve bu değerlerin dağılımı aşağıdaki modeli görüntülediği saptanmıştır:

$$\text{Log (Bileşenler)} = a_0 + a_1 \cdot (d_{1,3})_i + a_2 \cdot (d_{1,3})_i^{-1} \quad (7)$$

Kurulan modelin her bir bileşen için hesaplanan katsayı ve istatistikleri Tablo 4'te verilmiştir.

Kayın tek ağaç bileşenlerinin dal ve yaprak ağırlıkları Tablo 5'de, Kayın tek ağaç bileşenlerinin yaş

Tablo 4. Kayın Bileşenlerinin Hektardaki Yaş/Kuru Ağırlıkları ile Meşçere Göğüs Yüzeyi Aritmetik Orta Ağacının Göğüs Çapı Arasındaki İlişkilerin Katsayı ve İstatistikleri

Ağaç bileşenleri	Regresyon katsayıları	Çoğul		Standart		
		ilişkinlik	hata			
		a_0	a_1	a_2	R	$S_{y,x}$
Gövde	Yaş	3.092095	0.000319	-19.032440	0.887 ⁺⁺	0.170
Dal+Yaprak	Yaş	2.027586	0.000686	-11.815980	0.756 ⁺⁺	0.179
Gövde+Dal+Yap	Yaş	3.092835	0.0000806	-17.599600	0.878 ⁺⁺	0.167
(Tüm ağaç)						
Gövde	Kuru	2.803018	0.000618	-18.244660	0.872 ⁺⁺	0.179
Dal + Yaprak	Kuru	1.927377	-0.002273	-12.338630	0.762 ⁺⁺	0.164
Gövde+Dal+Yap	Kuru	2.834483	0.000531	-16.825630	0.864 ⁺⁺	0.170
(Tüm ağaç)						

++ : 0.01 olasılık düzeyinde güvenilir

Tablo 5. Kayın Tek Ağaç Ögelerinin Dal ve Yaprak Ağırlıkları

Göğüs Yüzeyi Orta Ağacı d13	Tek Ağaç (kg)		Hektar (Ton/Ha)	
	Dal	Yaprak	Dal	Yaprak
10	8.490	.909	3.862	.417
11	10.804	1.201	4.996	.558
12	13.266	1.519	6.188	.711
13	15.845	1.858	7.414	.870
14	18.521	2.212	8.655	1.032
15	21.277	2.579	9.893	1.196
16	24.102	2.954	11.118	1.357
17	26.987	3.336	12.322	1.516
18	29.928	3.723	13.497	1.670
19	32.920	4.113	14.640	1.818
20	35.962	4.505	15.748	1.961
21	39.053	4.900	16.819	2.097
22	42.194	5.295	17.852	2.226
23	45.384	5.691	18.847	2.348
24	48.626	6.087	19.805	2.463
25	51.922	6.484	20.724	2.572
26	55.273	6.880	21.608	2.673
27	58.683	7.277	22.456	2.768
28	62.153	7.674	23.269	2.857
29	65.686	8.071	24.050	2.939
30	69.286	8.468	24.798	3.016
31	72.955	8.866	25.515	3.087
32	76.697	9.264	26.203	3.152
33	80.514	9.663	26.863	3.213
34	84.409	10.063	27.495	3.268
35	88.387	10.464	28.102	3.318
36	92.451	10.866	28.683	3.364
37	96.603	11.269	29.241	3.406
38	100.847	11.674	29.776	3.444
39	105.187	12.081	30.289	3.478
40	109.627	12.489	30.781	3.508
41	114.169	12.900	31.254	3.535
42	118.818	13.312	31.707	3.558
43	123.578	13.728	32.143	3.579
44	128.451	14.145	32.561	3.597
45	133.443	14.566	32.962	3.611
46	138.557	14.989	33.347	3.624
47	143.797	15.416	33.717	3.633
48	149.167	15.846	34.072	3.641
49	154.672	16.279	34.413	3.646
50	160.315	16.716	34.741	3.649
51	166.101	17.156	35.056	3.650
52	172.035	17.601	35.358	3.650
53	178.121	18.049	35.649	3.647
54	184.364	18.502	35.928	3.643
55	190.768	18.959	36.197	3.637
56	197.338	19.420	36.454	3.630
57	204.080	19.886	36.702	3.622
58	210.999	20.357	36.940	3.612
59	218.099	20.833	37.169	3.601
60	225.386	21.314	37.388	3.589
61	232.865	21.800	37.599	3.576
62	240.543	22.291	37.802	3.562
63	248.424	22.788	37.997	3.547
64	256.516	23.291	38.184	3.531
65	264.822	23.799	38.363	3.514

Tablo 6. Kayın Tek Ağaç Ögelerinin Yaş ve Kuru Ağırlıkları

Göğüs Yüzeyi Orta Ağacı d13	Yaş Ağırlıklar (kg)			Kuru Ağırlıklar (kg)		
	Gövde	Dal+Yap.	Tüm Ağaç Gövde+Dal+Yap.	Gövde	Dal+Yap.	Tüm Ağaç Gövde+Dal+Yap.
10	33.851	15.515	47.843	21.042	9.406	31.337
11	49.845	19.648	68.372	30.478	12.018	44.060
12	69.134	24.037	92.517	41.702	14.802	58.809
13	91.574	28.637	120.038	54.613	17.723	75.415
14	116.991	33.412	150.689	69.104	20.757	93.718
15	145.2201	38.338	184.237	85.065	23.882	113.570
16	176.028	43.398	220.473	102.396	27.085	134.843
17	209.309	48.80	259.215	121.008	30.355	157.429
18	244.900	53.877	300.310	140.826	33.685	181.239
19	282.678	59.286	343.633	161.784	37.071	206.200
20	322.538	64.804	389.084	183.830	40.509	232.256
21	364.395	70.432	436.585	206.922	43.998	259.362
22	408.180	76.172	486.078	231.028	47.538	287.489
23	453.842	82.028	537.522	256.125	51.130	316.612
24	501.341	88.004	590.893	282.196	54.774	346.720
25	550.652	94.103	646.179	309.233	58.472	377.807
26	601.759	100.331	703.381	337.231	62.227	409.873
27	654.656	106.695	762.507	366.193	66.040	442.924
28	709.349	113.199	823.578	396.124	69.915	476.972
29	765.847	119.850	886.619	427.036	73.854	512.030
30	824.169	126.655	951.666	458.941	77.859	548.118
31	884.340	133.621	1018.758	491.858	81.935	585.258
32	946.388	140.753	1087.942	525.807	86.084	623.474
33	1010.351	148.061	1159.270	560.809	90.310	662.794
34	1076.267	155.550	1232.794	596.891	94.615	703.248
35	1144.180	163.229	1308.579	634.080	99.003	744.867
36	1214.139	171.104	1386.686	672.405	103.478	787.685
37	1286.194	179.184	1467.186	711.899	108.043	831.740
38	1360.402	187.477	1550.149	752.593	112.702	877.067
39	1436.821	195.991	1635.651	794.524	117.457	923.707
40	1515.511	204.734	1723.774	837.728	122.314	971.702
41	1596.540	213.715	1814.596	882.245	127.275	1021.094
42	1679.974	222.942	1908.206	928.114	132.344	1071.926
43	1765.884	232.424	2004.692	975.377	137.525	1124.247
44	1854.342	242.171	2104.148	1024.078	142.822	1178.103
45	1945.429	252.191	2206.667	1074.262	148.238	1233.543
46	2039.218	262.495	2312.352	1125.975	153.778	1290.620
47	2135.797	273.092	2421.304	1179.268	159.446	1349.384
48	2235.248	283.992	2533.629	1234.187	165.246	1409.891
49	2337.659	295.205	2649.436	1290.787	171.181	1472.197
50	2443.121	306.742	2768.837	1349.120	177.257	1536.358
51	2551.728	318.614	2891.953	1409.242	183.477	1602.436
52	2663.576	330.832	3018.899	1471.209	189.847	1670.489
53	2778.766	343.407	3149.803	1535.079	196.370	1740.582
54	2897.398	356.350	3284.792	1600.914	203.050	1812.780
55	3019.581	369.674	3423.996	1668.774	209.894	1887.150
56	3145.421	383.392	3567.554	1738.726	216.905	1963.759
57	3275.034	397.515	3715.605	1810.835	224.089	2042.679
58	3408.533	412.057	3868.293	1885.168	231.450	2123.983
59	3546.038	427.032	4025.769	1961.797	238.993	2207.747
60	3687.671	442.452	4188.184	2040.794	246.724	2294.046
61	3833.559	458.333	4355.697	2122.232	254.648	2382.961
62	3983.832	474.688	4528.470	2206.190	262.771	2474.572
63	4138.625	491.533	4706.675	2292.747	271.097	2568.966
64	4298.074	508.883	4890.478	2381.983	279.633	2666.227
65	4462.320	526.753	5080.064	2473.982	288.385	2766.446

ve kuru ağırlıkları Tablo 6'da ve Kayın bileşenlerinin hektardaki yaş ve kuru ağırlıkları ise Tablo 7'de verilmiştir.

Sonuç ve Öneriler

Doğu Kayını Türkiye'de 614.615 hektar kuru

Tablo 6. Kayın Tek Ağaç Ögelerinin Yaş ve Kuru Ağırlıkları

Göğüs Yüzeği Orta Ağacı d13	Yaş Ağırlıklar (kg)			Kuru Ağırlıklar (kg)		
	Gövde	Dal+Yap.	Tüm Ağaç	Gövde	Dal+Yap.	Tüm Ağaç
			Gövde+Dal+Yap.			Gövde+Dal+Yap.
10	15.561	7.126	21.925	9.655	5.197	14.396
11	23.194	9.140	31.750	14.165	6.694	20.498
12	32.351	11.250	43.239	19.501	8.258	27.524
13	42.875	13.415	56.169	25.563	9.856	35.327
14	54.588	15.602	70.308	32.246	11.461	43.761
15	67.305	17.789	85.432	39.444	13.053	52.691
16	80.848	19.956	101.334	47.056	14.617	61.998
17	95.052	22.090	117.833	54.993	16.141	71.576
18	109.769	24.182	134.768	63.176	17.619	81.336
19	124.867	26.226	152.004	71.534	19.045	91.204
20	140.234	28.217	169.424	80.010	20.417	101.116
21	155.771	30.153	186.933	88.553	21.732	111.023
22	171.396	32.032	204.449	97.121	22.989	120.883
23	187.040	33.855	221.908	105.678	24.190	133.661
24	202.643	35.622	239.256	114.197	25.335	140.333
25	218.159	37.333	256.449	122.654	26.424	149.876
26	233.546	38.991	273.453	131.029	27.461	159.276
27	248.773	40.596	290.242	139.308	28.446	168.519
28	263.813	42.150	306.793	147.478	29.381	177.597
29	278.647	43.655	323.092	155.530	30.268	186.504
30	293.258	45.113	339.126	163.457	31.110	195.236
31	307.634	46.526	354.889	171.253	31.908	203.790
32	321.765	47.895	370.373	178.916	32.663	212.165
33	335.646	49.223	385.578	186.442	33.379	220.363
34	349.272	50.510	400.501	193.831	34.056	228.384
35	362.640	51.760	415.145	201.082	34.697	236.230
36	375.751	52.974	429.510	208.195	35.303	243.905
37	388.604	54.152	443.601	215.172	35.876	251.140
38	401.202	55.298	457.420	222.014	36.417	258.751
39	413.547	56.411	470.974	228.722	36.928	265.929
40	425.641	57.495	484.267	235.300	37.410	272.950
41	437.490	58.549	497.304	241.749	37.865	279.816
42	449.096	59.575	510.092	248.072	38.294	286.533
43	460.465	60.575	522.637	254.272	38.698	293.104
44	471.602	61.550	534.944	260.351	39.079	299.534
45	482.510	62.500	547.019	266.312	39.437	305.826
46	493.197	63.427	558.870	272.159	39.773	311.986
47	503.666	64.332	570.502	277.894	40.089	318.015
48	513.923	65.215	581.922	283.521	40.385	323.919
49	523.973	66.078	593.135	289.041	40.662	329.702
50	533.821	66.922	604.147	294.459	40.922	335.367
51	543.474	67.746	614.966	299.776	41.164	340.918
52	552.935	68.553	625.595	304.997	41.390	346.358
53	562.211	69.343	636.041	310.122	41.601	351.691
54	571.305	70.116	646.310	315.156	41.797	356.920
55	580.224	70.873	656.406	320.101	41.978	362.049
56	588.971	71.615	666.335	324.959	42.146	367.081
57	597.552	72.342	676.102	329.733	42.301	372.018
58	605.970	73.055	685.712	334.425	42.443	376.863
59	614.232	73.755	695.169	339.038	42.574	381.621
60	622.340	74.441	704.479	343.574	42.693	386.292
61	630.299	75.115	713.646	348.035	42.801	390.881
62	638.114	75.777	722.674	352.424	42.898	395.388
63	645.787	76.427	731.567	356.742	42.986	399.818
64	653.325	77.066	740.330	360.992	43.064	404.172
65	660.729	77.695	748.966	365.175	43.133	408.453

ormanı ve 51.992 hektar baltalık ormanı olarak toplam 666.607 hektarlık bir alanla Türkiye orman alanlarının % 6.2 sini oluşturmaktadır. Bu çalışma ile Doğu Kayını meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmesi için, Yaş ve fırın kuru ağırlık tabloları düzenlenmiştir.

Bu çalışmanın sonucu olarak ormancılıkta hasılat, amenajman, orman envanteri, işletme ekonomisi, ağaç

Kaynaklar

1. Alemdağ, I.Ş., Manual of data collection and processing for the development of forest biomass relationships, Petawawa atl. For. Inst. Can. For. Serv., Inf. Rep. RI-X-4,38p, 1980.
2. Akalan, I., Tükenebilir enerji kaynakları karşısında Biyomass, Tabiat ve İnsan, 19 (3), 5-13, 1985.
3. Brown, S., Lugo, A.E., The storage and production of organik matter in tropical forests and their role in the global carbon cycle. Biotropica, 14 (3), 161-187, 1982.
4. D.P.T., V. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ormancılık Özel İhtisas Raporu, Yayın no: DPT: 2006-ÖİK: 310, 1985.
5. Gampe, S., Frostliche Aspekte des amerikanischen Weltmodells für das Jahr 2000, Allg. Frost. Z., Jg. 36, 381-383, 1981.
6. Alemdağ, I.Ş., Aboveground-mass equations for six hardwood species from natural stands of the reseach forest at Petawawa, Can. For. Serv., Environ. Canada, Inf. Rep. PI-X-6, 1981.
7. Saraçoğlu, N., Amazon ormanları kurtulabilecek mi: Orman müh. dergisi, Sayı: 6, 16-17, 1991.
8. Amri, A. Verwendung der Biomasse der Baumarten Schwarzkiefer und Robinie als Spanplattenrohstoff unter Berücksichtigung der Ganzbaumernte im Kurzumtrieb, Dissertation, Freiburg, 188S, 1979.
9. Metheven, I., Tree biomass equations for young plantations grown red pine (Pinus resinosa) in the maritime lowlands ecoregion, Can. For. Serv., Inf. Rep. M-X- 147, 36p, 1983.
10. Fırat, F., Orman hasılat bilgisi, I.Ü. Orman Fakültesi Yayın No: 166-168S, 1972.
11. Pellinen, P., Notwendigkeit und Probleme der Biomassenermittlung, Allg. Forst. U. J. Ztg., 141-143, 1985.
12. Loetsch, F., Zöhrer, F., Forest Inventory, Vol. II, BLV Verlagsgesellschaft mBH, München, 330S, 1973.
13. Sun, O., Uğurlu, S., Araslı, B., Stepe geçiş yörelerindeki Sarıçam meşcerelerinde biyolojik kütleinin saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 80, 38S, 1976.
14. Sun, O., Uğurlu, S., Özer, E., Kızılcım türüne ait biyolojik kütleinin saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No: 107, 37S, 1980.