

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**“AMASYA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)  
MEŞCERELERİNİN BİYOKÜTLE TABLOLARININ DÜZENLENMESİ  
(KUNDUZ ÖRNEĞİ)”**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Cemile ÜLKER**

**HAZİRAN 2010**

**TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**“AMASYA ORMAN BÖLGE MÜDÜRLÜĞÜ SARIÇAM (*Pinus sylvestris* L.)  
MEŞCERELERİNİN BİYOKÜTLE TABLOLARININ DÜZENLENMESİ  
(KUNDUZ ÖRNEĞİ)”**

**Orm. Müh. Cemile ÜLKER**

**Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde  
“Orman Yüksek Mühendisi”  
Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir.**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih :04.06.2010  
Tezin Savunma Tarihi :25.06.2010**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Mehmet MISIR  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Hakkı YAVUZ  
Jüri Üyesi : Prof. Dr. Cengiz ACAR**

**Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Salih TERZİOĞLU**

**Trabzon 2010**

## ÖNSÖZ

“Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) meşcerelerinin biyokütle tablolarının düzenlenmesi Kunduz örneği” adlı bu çalışma K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Çalışmanın konusunu belirleyen, öneri ve katkılarıyla desteğini üzerimden esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Mehmet MISIR ve öğrenim hayatım boyunca ve bu çalışma süresince, çalışmanın her aşamasında yanımda olan maddi ve manevi desteğini esirgemeyen hocam Sayın Doç. Dr. Nuray MISIR’a ve sürekli yardımlarını gördüğüm hocam Sayın Prof Dr. Hakkı Yavuz’a çok teşekkür ederim.

Araştırma süresince, hem arazi çalışmalarında hem de laboratuvar çalışmalarında yakından ilgi ve desteğini gördüğüm meslektaş ve arkadaşlarım Çiğdem AYDIN, Servet PEHLİVAN, Pembegül MORADAOĞLU, Alper BULUT ve Erhan BÜLBÜL’e ve Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğündeki meslektaşlarıma şükranlarımı sunarım.

Hayatımın her döneminde maddi ve manevi desteğini esirgemeyen ve her zaman yanımda olan aileme çok teşekkür ederim.

Cemile ÜLKER  
Trabzon 2010

## İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	V
SUMMARY.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VII
TABLolar DİZİNİ.....	IX
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Giriş.....	1
1.2. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Doğal Yayılışı ve Ekolojisi.....	13
1.2.1. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Botanik Özellikleri.....	13
1.2.2. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Sistematikteki Yeri.....	13
1.2.3. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Morfolojik Özellikleri.....	14
1.2.4. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Dünya ve Türkiye Üzerindeki Doğal Yayılışı.....	14
1.2.5. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Silvikültürel Özellikleri.....	16
1.2.6. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Ekolojik Özellikleri.....	16
1.2.7. Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Anatomik Özellikleri.....	17
2. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	18
2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı.....	18
2.2. Örnek Ağaçların ve Örnek Alanların Nitelikleri ve Seçimi.....	24
2.2.1. Örnek Ağaçların Nitelikleri.....	24
2.2.2. Örnek Alanların Seçimi.....	25
2.2.3. Laboratuarda Yapılan Ölçme ve Saptamalar.....	25
2.3. Yöntem.....	27
2.3.1. Gövde Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	27
2.3.2. Dal Yaş ve Fırın Kuru Ağırlığının Belirlenmesi.....	27
2.3.3. Yaprak Yaş ve Fırın Kuru Ağırlığının Belirlenmesi.....	28
2.4. Toprak Üstü Biyokütle Denklemlerin Belirlenmesi.....	30
3. BULGULAR.....	31

4.	TARTIŞMA .....	39
5.	SONUÇ .....	43
6.	ÖNERİLER.....	46
7.	KAYNAKLAR .....	48
8.	EKLER .....	51
	ÖZGEÇMİŞ	

## ÖZET

Bu çalışmanın amacı; Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, içerisindeki Sarıçam mesçerelerinin tek ağaç biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmesidir. Yaş ve kuru biyokütle tablolarının düzenlenebilmesi için Amasya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde 32 adet örnek alan alınmış, 50 örnek ağaç seçilmiş ve bu deneme ağaçlarının verilerinden yararlanılmıştır. Örnek ağaçların seçiminde; ağaçların değişik çap ve boy kademesinde, canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı olmasına özen gösterilmiştir.

Örnek ağaçlar yerden 30 cm yükseklikten kesilmiş, gövde dipten tepeye doğru 1.3m 3.3m şeklinde 2 m' lik seksiyonlar halinde çapları ölçülmüş, Her gövde kesitinin ortasından 5 cm kalınlığında örnek kesit 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 daha sonraki ölçümler için laboratuara götürülmüştür.

Biyokütle tablolarının düzenlenmesi için dokuz adet denklem denemiş, en uygun denklemin belirlenmesi için  $R^2$ ,  $S_{yx}$  ölçütleri kullanılmıştır. En uygun modellerin belirlenmesinden sonra kontrol verileri ile genel bazda uygulanabilirlikleri test edilerek 0.05 önem düzeyinde, bu modellerin kullanılabilmesine karar verilmiştir.

Tek girişli gövde ve tüm ağacın yaş ve kuru biyokütle tabloları  $y = b_0 + b_1 \times d_{1.3} + b_2 \times d_{1.3}^2$  denklemine göre, dal ve ibre yaş ve kuru ağırlık tabloları  $\ln y = \ln b_0 + \ln b_1 \times d_{1.3}$  denklemine göre, kabuk  $\ln y = \ln b_0 + b_1 \times \ln d_{1.3}$  denklemine göre düzenlenmiştir.

Belirlenen denklemler kullanılarak örnek alanlardaki toprak üstü biyokütle miktarı saptanmıştır. Tek ağaçta bir gövde biyokütlesinin 11.48-1581.92 kg, dal biyokütlesinin 2.34-347.53 kg, ibre biyokütlesinin 2.81-197.08 kg, tüm ağacın biyokütlesinin ise 12.66-1788.05 kg arasında değiştiği belirlenmiştir. Hektardaki gövde biyokütlesi 42-267 ton, dal biyokütlesi 4-175 ton, ibre biyokütlesi 4.4-65 ton, tüm ağacın biyokütlesinin ise 51-287 ton arasında değiştiği belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler :** Sarıçam, biyokütle, ağırlık tablosu

## SUMMARY

### Costruction of Biomass Tables of Scotchpine in Amasya Forest Regional Headquarter (A Case Study of Kunduz Planing Unit)

The purpose of this study is to investigate the biomass of scotchpine stands as single tree in Amasya Forest Regional Headquarter. A total of 32 sample areas was choosen and 50 sample trees choosen, one tree from each sample area was examined. Choosen of the sample treess, was taken care of different diameter breast height and tree height classes, live, robust hill, one body and healthy.

Sample trees were cut down from 30 cm heighth, the body were measured from the top to the bottom, 1.3m, 3.3 m form of 2 m diameter sections. Sample disck with 5 cm thickness were taken from the middle of all stem sections. Gren mass of the baranches; live and dead, were taken and recorded. Sample oe stem disks, samples of live branches, samples of twigs and leaves were collected. All samples were brought to the laboratory for later measurements.

Contructing single entry tree biomass tables, total nine equations are examined according to 2 performance criteria standart error of the estimate and R square. Comparisons are made to determine which equations provides the best overall fit to a set of validation data for *Pinus sylvestris* L. The results indicate that the best model chosen from the equations can be used for Vezirköprü region at 0.05 significant level.

Single entry stem and all tree biomass, branch and needles biomass and bark biomass table are constructed as explicted form using the regression equations  $y = b_0 + b_1 \times d_{1.3} + b_2 \times d_{1.3}^2$ ,  $\ln y = \ln b_0 + \ln b_1 \times d_{1.3}$ ,  $\ln y = \ln b_0 + b_1 \times \ln d_{1.3}$  respectively.

Determined using the equations above ground biomass in the amount of samples were. In the Single tree, were determined stem biomass varied from 11.48 to 1581.92 kg, branch biomass varied from 2.34 to 347.53, needle biomass varied from 2.81 to 197.08 kg, all tree biomass varied from 12.66 to 1788.05 kg. In hectar, were determined stem biomass varied from 42 to 267 tones, branch biomass varied from 4 to 175 tones, needle biomass varied from 4.4 to 65 tones, all tree biomass varied from 51 to 287 tones.

**Key Words:** Scotch pine, biomass, weight table.

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa No

Şekil 1.	Tek ağaçlarda toplam biyokütlenin ağaç üzerindeki dağılımı .....	5
Şekil 2.	Asli ağaç türlerine göre servet (m <sup>3</sup> ) ve biyokütle (ton) miktarları .....	11
Şekil 3.	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in dünyadaki doğal yayılışı .....	15
Şekil 4.	Sarıçam ( <i>Pinus sylvestris</i> L.)' in Türkiye' deki doğal yayılışı .....	16
Şekil 5.	Amasya ilinin Türkiye' deki konumu .....	19
Şekil 6.	Amasya il haritası .....	19
Şekil 7.	Kunduz planlama birimi .....	20
Şekil 8.	Topoğrafik harita üzerinde örnek alanların dağılımı. ....	20
Şekil 9.	Topoğrafik haritanın bir kısmı üzerinde örnek alanların yerleri .....	21
Şekil 10.	Kunduz planlama birimi meşcere haritası .....	21
Şekil 11.	Tek ağaç için gövde yaş ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği.....	33
Şekil 12.	Tek ağaç için dal yaş ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği ...	34
Şekil 13.	Tek ağaç için ibre yaş ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği.....	34
Şekil 14.	Tek ağaç için kabuk yaş ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği.....	35
Şekil 15.	Tek ağacın tüm bileşenlerinin yaş ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği .....	35
Şekil 16.	Tek ağaç için gövde fırın kuru ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği .....	36
Şekil 17.	Tek ağaç için dal fırın kuru ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği .....	36
Şekil 18.	Tek ağaç için ibre fırın kuru ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği .....	37
Şekil 19.	Tek ağaç için kabuk fırın kuru ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği .....	37
Şekil 20.	Tek ağacın tüm bileşenlerinin fırın kuru ağırlığı ile d <sub>1,3</sub> arasındaki regresyon analizi ve grafiği .....	38
Şekil 21.	Erzurum ve Vezirköprü yörelerindeki sarıçam türüne ait ağaç bileşenleri ve tüm ağacın biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki .....	40
Şekil 22.	Ağaç türlerine göre gövde biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki .....	40



- Şekil 23. Ağaç türlerine göre tüm ağacın biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki .....41
- Şekil 24. Ağaç türlerine göre tüm ağacın biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki .....42

## TABLolar DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1. Ülkemiz orman alanlarının kuruluş yapısına, verimliliğine, idare şekline göre alansal dağılımı.....	9
Tablo 2. Ülkemiz orman alanlarının karışım şekline ve mülkiyete göre alansal dağılımı .....	9
Tablo 3. Orman alanlarımızın kuruluş yapısı ve verimliliğine göre toplam servet miktarı.....	9
Tablo 4. Topraküstü, toprakaltı ve ölü odun içindeki biyokütle ve karbon miktarı .....	10
Tablo 5. Amasya Orman Bölge Müdürlüğüne ait orman durumu .....	22
Tablo 6. Aylar itibariyle Samsun iline ait iklim özellikleri .....	23
Tablo 7. Örnek ağaçların çap ve boy sınıflarına dağılımı.....	24
Tablo 8. Örnek ağaçlardan alınan örneklere ait yaş ve kuru ağırlıklar .....	26
Tablo 9. Tek ağaç bileşenlerinin yaş ve fırın kuru ağırlık tablosu (kg) .....	29
Tablo 10. Tek ağaç bileşenlerine ait yaş ağırlık denklemlerine ilişkin parametre değerleri .....	32
Tablo 11. Tek ağaç bileşenlerine ait fırın kuru ağırlık denklemlerine ilişkin parametre değerleri .....	32
Tablo 12. İki farklı çalışmada çap değişimine göre ağaç bileşenlerinin miktarlarının değişimi	

## 1. GENEL BİLGİLER

### 1.1. Giriş

İnsanların ormanla olan ilişkisi ilk çağlara kadar uzanmaktadır, başlangıçta sadece barınma ve beslenme amaçlı olarak kullanmış, daha sonraları ise gelişerek çeşitli araçları kullanmaya başlamış, gereksinimleri çeşitlenmiş ve artmıştır.

Dünya kara yüzeyinin yaklaşık olarak 1/3' ünü kaplayan ve dünyadaki biyolojik kütleinin 3/4' ünden fazlasını oluşturan ormanlar, biyolojik çeşitlilik başta olmak üzere ekolojik değerlerin korunması bakımından da büyük önem arz etmektedir. Bu önemlerine karşın ormanlar, kendisini oluşturan unsurlardan bir yada daha fazlasının kapasite üzerinde kullanılması yoluyla yapısının bozulması, toprağın başka amaçlarla kullanılması ile yok edilmektedir. Kirlenmeler ve diğer abiyotik etkenler sonucu atmosferik kimyanın, hava kalitesinin ve iklimin giderek orman yetişmesine daha elverişsiz duruma gelmesi, böcek, mantar ve diğer biyotik faktörler, sınırlayıcı meteorolojik etkenler ormanların zaman zaman çok büyük boyutlarda yıkıma uğramasına neden olmuştur (Köse vd, 2002).

Kıtlığı hissedilebilir boyutlara ulaştığında sınırsız ve bol sanılan ormanların tükenen kaynaklardan olduğu da anlaşılınca, azalışı önleme, düzenli yararlanma ve yararlanmayı belli sınırdan tutma gereği duyulmuştur( Kapucu, 1996).

Ormanlardan yararlanmanın belli bir düzen altına alınması, diğer bir deyişle ormanların planlanması gerekliliği ile toplumun orman ürünleri gereksiniminin sürekli bir şekilde karşılanması düşüncesiyle hem mevcut orman alanlarının korunması hemde yeni ormanlık alanların oluşturulması gündeme gelmiştir. Böylece ilk düşünce sonucunda orman amenajmanı doğarken, ikinci düşünce sonucunda da ağaçlandırma kavramı ortaya çıkmıştır (Mısıır, 2003).

Ülkemizde ancak 19. yüzyılın sonlarına doğru düzenli bir ormancılığın kurulması gerektiği anlaşılmış ve gerekli girişimlere başlanılmıştır. Bu girişimler sonucu, 1870 yılında "Orman Nizamnamesi" çıkarılmış ve böylece ülkemiz ormancılığı ilk yasal düzenlemesine kavuşmuştur. Ülkemizde ilk amenajman planı 1918 yılında yapılmıştır. 1960' lı yıllara kadar yapılan planlama çalışmalarında süreklilik göz ardı edilmiş ve sürekli ve en yüksek odun hasılatı elde ederek ekonomik anlamda başarılı olmak hedeflenmiştir (Mısıır, 2001).

Ormanlardan bu şekilde düzensiz yararlanılması ve orman kayıpları özellikle 1970' li yıllarda yüksek seviyelere ulaşan çevresel problemler insan sağlığını tehdit etmeye başlamıştır. 1972 yılında yapılan Stockholm konferansı ile gündeme gelen çevresel endişeler ilk defa Birleşmiş Milletler tarafından uluslararası gündeme taşınarak dünyadaki ormansızlaşma ve orman tahribatının çevresel bozulmalarda önemli rol oynadığı ortaya konmuştur.

Rio da yapılan Dünya Zirvesinden sonra 1993 yılında Helsinki'de Avrupa Ormanlarının Korunması Orman Bakanları Konferansı toplanmıştır. Bu konferansta "Sürdürülebilir Orman Yönetimi" nin bir tanımı yapılmıştır. Bu tanıma göre Sürdürülebilir Orman Yönetimi; "Ormanların ve orman alanlarının yerel, ulusal ve global düzeylerde, biyolojik çeşitliliğini, verimliliğini, kendini yenileme kabiliyetini ve yaşama enerjisini, şimdi ve gelecekte ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonlarını yerine getirebilme potansiyelini koruyacak ve diğer ekosistemlere zarar vermeyecek şekilde ve derecede kullanılması ve düzenlenmesidir".

Yapılan bu tanıma göre, ormanların ekolojik, ekonomik ve sosyal olmak üzere temel fonksiyonun olduğu da kabul edilmiştir. Sürdürülebilir orman yönetiminde 3 ana başlıkta toplanan bu fonksiyonlar, izlenecek ve değerlendirilecek normlar şeklinde 6 kritere ayrılmıştır. Bunlar da:

1. Orman kaynakları ve bunların küresel karbon döngüsüne katkısı
2. Orman ekosisteminin sağlığı ve canlılığı
3. Ormanların odun ve odun dışı üretim fonksiyonları
4. Biyolojik çeşitlilik
5. Ormanların koruma fonksiyonları
6. Ormanların sosyo-ekonomik ve diğer fonksiyonlarıdır.

1992 yılında Rio'da gerçekleştirilen, BM Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi imzalanmış ve 24 Mayıs 2004 itibariyle 189. ülke olarak ülkemiz tarafından kabul edilmiştir. Ormanların depoladığı toplam karbon ve yıllık depolama miktarı dünyamızı tehdit eden en önemli çevresel problemlerden biri olan küresel ısınmaya karşı alınabilecek en önemli önlemlerden bir tanesidir. Havadaki CO<sub>2</sub>'in organik madde haline dönüşmesi, bitkilerin yaprak miktarına bağlıdır. Ormanlar diğer bitki topluluklarına göre en fazla yaprak miktarına sahip olduklarından meralara ve tarımsal bitki topluluklarına oranla daha fazla CO<sub>2</sub> tüketmektedir. Bu nedenle küresel ısınmanın önlenmesinde en önemli faktör olarak ormanlar öne çıkmaktadır. Küresel ısınma

ile ilgili yapılan en büyük atılım Kyoto protokolüdür. Kyoto Protokolü küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası tek çerçevedir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içinde imzalanmıştır. Bu protokolü imzalayan ülkeler, CO<sub>2</sub> ve sera etkisine neden olan beş gazın (CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>) salınımını azaltmaya veya bunu yapamıyorlarsa salınım ticareti yoluyla haklarını arttırmaya söz vermişlerdir. Protokol, ülkelerin 2008-2012 döneminde atmosfere saldıkları karbon miktarını 1990 yılındaki düzeylere düşürmeleri gerektiğini hedef olarak belirlemiştir. 1997’ de imzalanan protokol, 2005’ te yürürlüğe girebilmiştir, çünkü, protokolün yürürlüğe girebilmesi için, onaylayan ülkelerin 1990’daki emisyonlarının (atmosfere saldıkları karbon miktarının) yeryüzündeki toplam emisyonun %55’ ini bulması gerekmektedir ve bu orana ancak 8 yılın sonunda Rusya’ nın katılımıyla ulaşılabilmektedir. Atmosfere eklenen CO<sub>2</sub> miktarının %80-85’inin fosil yakıtlardan, %15-20’sinin de canlıların solunumu ve diğer ekolojik döngülerden kaynaklandığını bildirilmektedir (Anonim, 2001).

Dünya ikliminin jeolojik çağlar içinde milyonlarca defa ısınıp soğuduğu bilimsel araştırmalar ile sabittir. Bu nedenle, iklim değişiminin bir bölümü doğal karşılanmakta fakat bu değişiminin temel nedeni olarak özellikle 1850 yılında başlayan sanayi devriminden sonra atmosfer içinde miktarı giderek yükselen sera gazları ile, sonucu ormansızlaşmaya varan arazi kullanım değişikliği gösterilmektedir.

Sanayi devrimiyle birlikte 65 milyon yıl boyunca toprak altında bekleyen fosil yakıtların son 150 yıl içinde tüketilmesi ve buna bağlı olarak atmosfer içindeki CO<sub>2</sub> oranının artması insanları temiz, çevre dostu, yeni enerji kaynakları aramaya sevk etmiş ve yeni enerji kaynaklarının bulunmasına neden olmuştur.

Enerji, kaynakları bakımından sınıflandırıldığında, yenilenebilir ve yenilenemeyen olmak üzere iki ana başlık altında gruplandırılmaktadır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının giderek azalması ve bunun yanı sıra kullanımının çevre açısından da başta küresel ısınma ve sera gazı etkisi gibi bazı olumsuzluklar ortaya çıkarması; gözleri yenilenebilir enerji kaynaklarına çevirmiştir (Başçetinçelik vd, 2004).

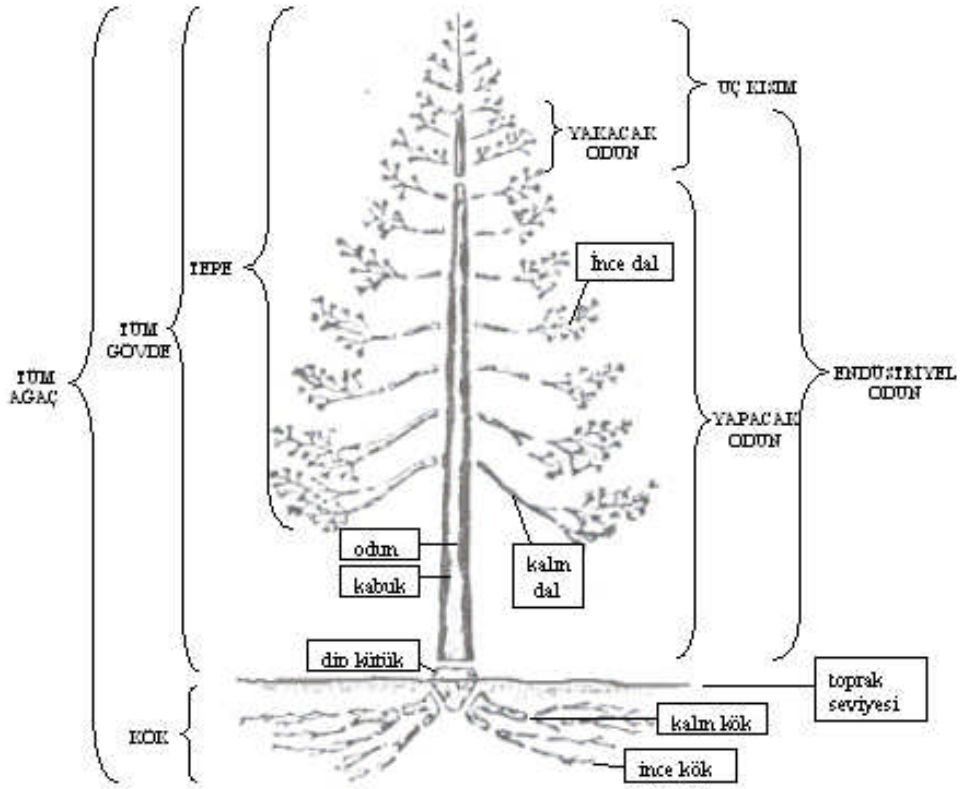
Günümüzde yenilenebilir enerji kaynağı olarak önerilen kaynaklardan birisi de orman biyokütlesidir. Ekonomik olmadığı için şimdiye kadar değerlendirilmeyen ağaç plantasyonları ve doğal meşcere, yenilenebilir yeni enerji kaynakları olarak araştırılmaktadır (Alemdağ, 1981).

Biyokütle; gövde, dal, yaprak, kabuk ve köklerden oluşan bir ağacın ve bu ağaçların oluşturduğu meşcerenin toplam kütle (ağırlık) miktarı olarak tanımlanabilir. Birim alandaki biyolojik kütle, ağırlık olarak (Kg veya ton) belirtilir. Bu ağırlık yaş ya da fırın kurusu ağırlık olabilir. Ancak fırın kurusu ağırlık olarak belirtmek daha objektif olmaktadır (Sun vd, 1976; Sun vd, 1980).

Orman biyokütlesi terimi, bir orman ekosistemi içerisindeki organizmaların miktarını kütle olarak açıklamaktadır (Alemdağ, 1981). Ormanların en büyük biyokütle kaynağı olan ağaçların, yalnız odun varlığının bilinmesi yeterli olmayıp; ayrıca ekosistem araştırması ve orman ekosistemi içindeki biyolojik ilişkilerin açıklanmasında, ormanların toprak üstü ve toprak altı üretiminin de bilinmesi gerekmektedir (Saraçoğlu, 1998).

Orman ekosistemi içerisindeki kütle olarak miktarı belirlenecek olan öğeleri;

- Tüm Ağaç: kökler, gövde, dal odunu, kabuk, yaprak
- Toprak Üstü: gövde, dal odunu, kabuk, yaprak, ölü örtü, diri örtü
- Toprak Altı: 2 mm den kalın kökler, ince kökler
- Endüstriyel Odun: İnce uçtaki çapı 4 cm ye kadar olan gövde odunu
- Yakacak Odun: İnce uçtaki çapı 3 cm ye kadar olan kabuklu gövde ve dal odunları
- Satılabilir Hacim: endüstriyel, yakacak odun
- Toprak Üstü Kesim Artıkları: İbrelilerde kabuk dahil, dip kütük, ince dal, uç odunu, yaprak, şeklinde sınıflandırabiliriz. Şekil 1'de biyokütle öğeleri şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1. Tek ağaçlarda toplam biyokütlenin ağaç üzerindeki dağılımı

Biyokütle araştırmaları ile ilgili yapılan ilk çalışmalarda şekil 1 de gösterilen biyokütle öğelerinin tamamının belirlenmesi zordu, fakat yaşam şartlarının yükselmesi ile birlikte teknolojik gelişmelerin artması, ağacın tümünün hasat edilmesine imkan sağlamakta ve böylelikle ağaç bileşenleri olarak bilinen gövde, dal, yaprak, ibre, kök ve kütük gibi biyokütlenin tamamının değerlendirilmesi mümkün olmaktadır.

Biyokütlenin saptanmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar orta ağaç yöntemi, birim alan yöntemi ve regresyon yöntemi olarak 3 grupta toplanabilir.

#### 1. Orta ağaç yöntemi

Bu yöntemde, örnek alanlar alınarak bu örnek alanlara ilişkin orta ağaçlar belirlenir. Orta ağaç olduğuna karar verilen ağaç kesilerek bu ağacın biyokütlesi belirlenir. Elde edilen değer örnek alandaki ağaç sayısı ile çarpılarak örnek alana ilişkin biyokütle ve bu değer hektara çevrilmesiyle de meşcere biyokütlesi belirlenmiş olur. Birim alan yönteminde olduğu gibi bu yöntemde de gerek ağaç bileşenleri için ayrı ayrı, gerekse tüm ağaç için toplam biyokütle miktarı belirlenebilir.

Bu yöntemin önemli eksikliklerinden birisi, biyokütle miktarının toplam değer olarak elde edilmesi ve çap basamaklarına ilişkin detaylı bilgilerin elde edilememesidir. Bir diğer olumsuzluk, yine farklı çap basamaklarındaki ağaç gövdelerinin bileşenlerinin (kök, gövde, dal, yaprak ve kabuk) ayrı ayrı tahmin edilmesi istendiğinde, bu bileşenlerin ağaçların büyüklüklerine bağlı olarak çeşitli farklılıklar göstereceği ve bu yöntemde de yine tek bir genel değer elde edileceğinden bu farklılıkların belirlenemeyeceğidir.

Bu yöntem ülkemizde 1976 yılında Sarıçam için Sun vd, tarafından ve Kızılcım için de 1980 yılında Sun tarafından kullanılmıştır.

## 2. Birim alan yöntemi

Bu yöntemde, bir orman alanına ilişkin biyokütle tahmini için belirli büyüklükteki örnek alanlardan yararlanır. Söz konusu örnek alanlar içerisinde yer alan tüm ağaçlar kesilip bileşenlerine ayrılarak (kök, gövde, dal, yaprak ve kabuk) her bir bileşene ilişkin toplam ağırlık (yaş veya kuru olarak) ölçülmektedir. Daha sonra elde edilen değer hektara çevrilerek meşçereye ilişkin biyokütle miktarları ağaç bileşenlerine göre ayrı ayrı elde edilmiş olmaktadır. Bileşenlere ilişkin biyokütle değerlerinin toplanması ile de alana ilişkin toplam biyokütle miktarı tahmin edilir.

Bu yöntemin uygulanışı sırasında örnek alanların sayısı, büyüklükleri ve meşçere içerisindeki dağılımları konularında verilecek kararlar oldukça önemlidir. Alınan örnek alanlar meşçereye temsil edecek sayıda olmalı ve nitelikleri ile de meşçereyi temsil etmelidirler.

Saraçoğlu, bu yöntemin genç meşçerelerde, çok tabakalı tropik ormanlarda kullanımının uygun olduğunu belirtmektedir (Saraçoğlu, 1990).

## 3. Regresyon yöntemi

Bu yöntemin amacı, birçok örnek ağaçtan alınan ölçümlere göre regresyon denklemleri düzenlenerek bu denklemler yardımıyla biyokütlenin tahmin edilmesidir. Bu denklemlerin geliştirilmesinde göğüs çapı ve boy gibi kolay ölçülebilen çeşitli parametreler bağımsız değişkenler olarak alınmaktadır. Ölçümü daha zor ve karmaşık olan biyokütle değerleri de bağımlı değişkenler olarak sözü edilen bağımsız değişkenlerin ilgili denklemlerde yerine konulmasıyla tahmin edilmektedir. Bu denklemler ağaç bileşenleri için ayrı ayrı geliştirilebileceği gibi tüm ağaç için de elde edilebilir.

Fotosentez ile enerji biçiminde depolanan enerji miktarı, dünyanın yıllık enerji gereksiniminin yaklaşık on katına eşdeğerdir. Bu biyokütlenin büyük miktarını ormanlar oluşturmaktadır. Orman yenilenebilir enerji kaynağı olduğu için, ekolojik ve sosyal



fonksiyonları her geçen gün artmaktadır. Dünya ormanları günümüzde endüstriyel odun gereksinimlerini karşılarken, aynı zamanda insan topluluklarının enerji gereksinimlerine önemli katkı sağlayabilmektedir (Saraçoğlu, 1996). Gelişmiş teknolojilerin daha etkin kullanımı ile orman biyokütlesinden enerji üretimi gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle; enerji üretimi amaçlı olarak da orman biyokütlesinden yararlanılabilir. Enerji ormancılığı yapmak için ayrılan orman alanlarında da artış görülmektedir. Bu amaçla, bir yandan “Enerji Ormanı” adı verilen ve yalnız enerji üretimine yönelik ormanlar oluşturulurken, diğer yandan da odun hammaddesi üretimi amacıyla işletilen ormanlardan da enerji üretilmesi yolları araştırılmıştır (Hall, 1997). Enerji ormanlarında tüm odunsu materyal enerji üretimi amacıyla kullanılabilirken, odun hammaddesi (tomruk, direk, sanayi odunu vb.) üretimi amacıyla işletilen ormanlarda üretim artıkları ile dallar, yapraklar, kabuklar ve kökler enerji kaynağı olabilmektedir.

Ekonomik değeri yüksek ve hızlı büyüyen akkavak, titrek kavak, kızılbaş, kızılçam, fıstık çamı, meşe, dişbudak, karaçam, sedir ve servi gibi yerli türler alternatif enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Enerji ormancılığı amacı ile sözü edilen bu orman ağaçları kullanılabilir ve kullanılan orman ağaçlarının, tüm yönleriyle değerlendirilebilmesi önemlidir.

Karbon birikimini saptamaya yönelik çalışmalarda önce ormanda fotosentez yoluyla oluşan bitkisel kütle miktarı saptanarak bu kütle içindeki karbon miktarı belirlenmekte, sonrada bu karbon miktarına eş değer CO<sub>2</sub> hesaplanmaktadır. Ormanlardaki karbon birikimi ve bilançosu orman alanları üzerindeki bitkisel kütlenin ağaç türleri itibariyle dağılımına ve bunların fırın kurusu maddeye dönüştürülmüş miktarına dayanılarak saptanmaktadır. Günümüze kadar orman ekosistemlerindeki karbon miktarının belirlenmesinde LULUCF kılavuzundan faydalanılmıştır.

LULUCF kılavuzunda, orman ekosistemindeki canlı biyokütleyle ait karbon havuzlarında yıllık karbon stok değişimleri çeşitli denklemler ve faktörler yardımıyla belirlenmektedir.

LULUCF kılavuzunda orman alanlarındaki karbon stoklarının yıllık değişimini belirleyebilmek için ormanlık alanların önce iklim tiplerine, sonra da orman tipi ve yönetim biçimine göre ayrıca alt kategorilere ayrılması gerekmektedir. Kılavuz içindeki diğer formülleri kullanabilmek için de orman alanları üzerindeki servet ve artımın, bu formüllerde istenen biçimde sınıflandırılması önerilmektedir. Örneğin, doğal ormanlarda birim alan (1 ha) daki ortalama biyokütleyi belirlerken alan, ağaç serveti ve artımın, tür

grubu olarak ibreli, yapraklı ve karışık; yaş sınıfı olarak da 20 yaşından küçük ve 21 yaşından büyük olmak üzere  $2 \times 4 = 8$  boyutlu bir sınıflama yeterli iken, toprakaltı biyokütlenin topraküstü biyokütle oranı için ayrıca servet gruplarına da gereksinim bulunmaktadır.

LULUCF kılavuzunda belirtilen değerlerin elde edilebilmesi için öncelikle bu verilerin biyokütleyle dönüştürülmesi gerekmektedir. Bunun için mevcut olan tek yol, önce dikili gövde hacmine karşılık gelen biyokütle miktarını fırın kurusu ağırlıklar yardımıyla belirlemek, sonra da bu miktarları dal ve yapraklara ait biyokütleyle de kapsayacak biçimde genişletmektir. Esasen, kılavuzdaki  $BEF_1$  ve  $BEF_2$  faktörleri bu amaç için gerekli görülen “Biyokütle Çevirim Katsayıları”dır.

$BEF_1$  ve  $BEF_2$  katsayıları bu açıdan ele alındığında;

$BEF_1$  faktörünü; “Yıllık net hacim artımını (kabuk dahil) toplam toprak üstü ağaç biyokütle artışına çevirmek için gerekli olan biyokütle çevirim faktörü”,

$BEF_2$  faktörünü; “Kesimler ile ormandan çıkartılan mamül (yapacak ve Yakacak) haldeki ağaç hacmini toplam toprak üstü biyokütleyle (kabuk dahil) çevirmek için gerekli olan biyokütle çevirim faktörü”, olarak ifade edebiliriz. Ancak Türkiye’de mevcut orman istatistikleri, amenajman planlarındaki veriler ile sınırlı olup sadece birim alandaki toprak üstü dikili gövde hacmi ve hacim artımını gösterecek biçimde düzenlenmiş olduğundan kılavuzda belirtilen bu katsayılar ülkemiz de olduğu gibi kullanılmamaktadır, ülkemiz koşullarına uygun olacak şekilde LULUCF çalışma grubu tarafından bu katsayılar hesaplanmıştır. Hesaplama yapılırken her iki faktöründe bulunmasında dikili gövde hacminden yararlanılmıştır. Toprak üstü biyokütleyle bulmak için kullanılan bu katsayılar ibreli ağaçlarda 1.20, yapraklılarda 1.24, toprak altı biyokütle için ibrelilerde 0.20, yapraklılarda 0.15, ölü ve diri örtü için ise 0.40 katsayısı Türkiye koşulları için uygulanabilir bulunmuştur.

FAO’ nun 2008 yılı envanter sonucuna göre Türkiye de toplam orman alanı 21.363.215 ha’dır. Bu ülke alanının % 27.2’sine tekabül etmektedir.

Ülkemiz orman alanlarının kuruluş yapısına, verimliliğine, idare şekline, karışım şekline ve mülkiyete göre alansal dağılımı (ha olarak) tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Ülkemiz orman alanlarının kuruluş yapısına, verimliliğine, idare şekline göre alansal dağılımı.

Kuruluş Yapısına Göre (ha)		Verimliliğine Göre (ha)				İdare Şekline Göre (ha)			
Koru	Baltalık	Verimli Orman		Verimsiz Orman		Yas sınıfı	Seçme	Baltalık	Muhafaza
		Koru	Baltalık	Koru	Baltalık				
16122635	5240580	9325438	1529771	6797197	3710808	12392965	568615	4836885	3564750

Tablo 2. Ülkemiz orman alanlarının karışım şekline ve mülkiyete göre alansal dağılımı

Karışımına Göre (ha)					Mülkiyete Göre (ha)	
İbrelî Saf	İbrelî Karışık	Yapraklı Saf	Yapraklı Karışık	İbrelî Yapraklı Kr.	Devlet	Özel
7.590.340	3.972.656	4.149.991	3.300.093	2.350.133	21.344.130	18.162

Türkiye orman varlığının % 75'i koru, % 25'i baltalık ormandır. Ormanlarının ancak % 50.8'i verimli orman niteliğindedir. Diğer %49.2'lik kısmı oluşturan bozuk orman alanlarının iyileştirme çalışmalarında ortaya çıkan ince ve düşük vasıflı materyalin endüstriyel odun olarak değerlendirilmesi hem bozuk ormanların ıslahı hem de endüstriyel odun talebini karşılamada bir şans oluşturmaktadır.

2008 yılı itibariyle toplam servet 1.345.193 m<sup>3</sup>, tür. Orman alanlarımızın kuruluş yapısı ve verimliliğine göre toplam servet miktarı aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

Tablo 3. Orman alanlarımızın kuruluş yapısı ve verimliliğine göre toplam servet miktarı.

Kuruluş Yapısına Göre		Verimliliğine Göre			
Koru (m <sup>3</sup> )	Baltalık(str)	Verimli Orman		Verimsiz Orman	
		Koru (m <sup>3</sup> )	Baltalık(str)	Koru(m <sup>3</sup> )	Baltalık(str)
1.259.815	113.837	1.195.991	85.144	63.824	28.693

Ormanlarımızda meşcere oluşturacak ölçüde 27 ağaç türü vardır. En geniş yayılıma sahip ibrelî ağaç türleri sırasıyla 5.465.207 ha ile Kızılcım, 4.243.081 ha ile Karaçım, 1.241.083 ha ile Sarıçım ve 657.479 ha ile Gökna'r'dır. Yapraklı türler arasında ise

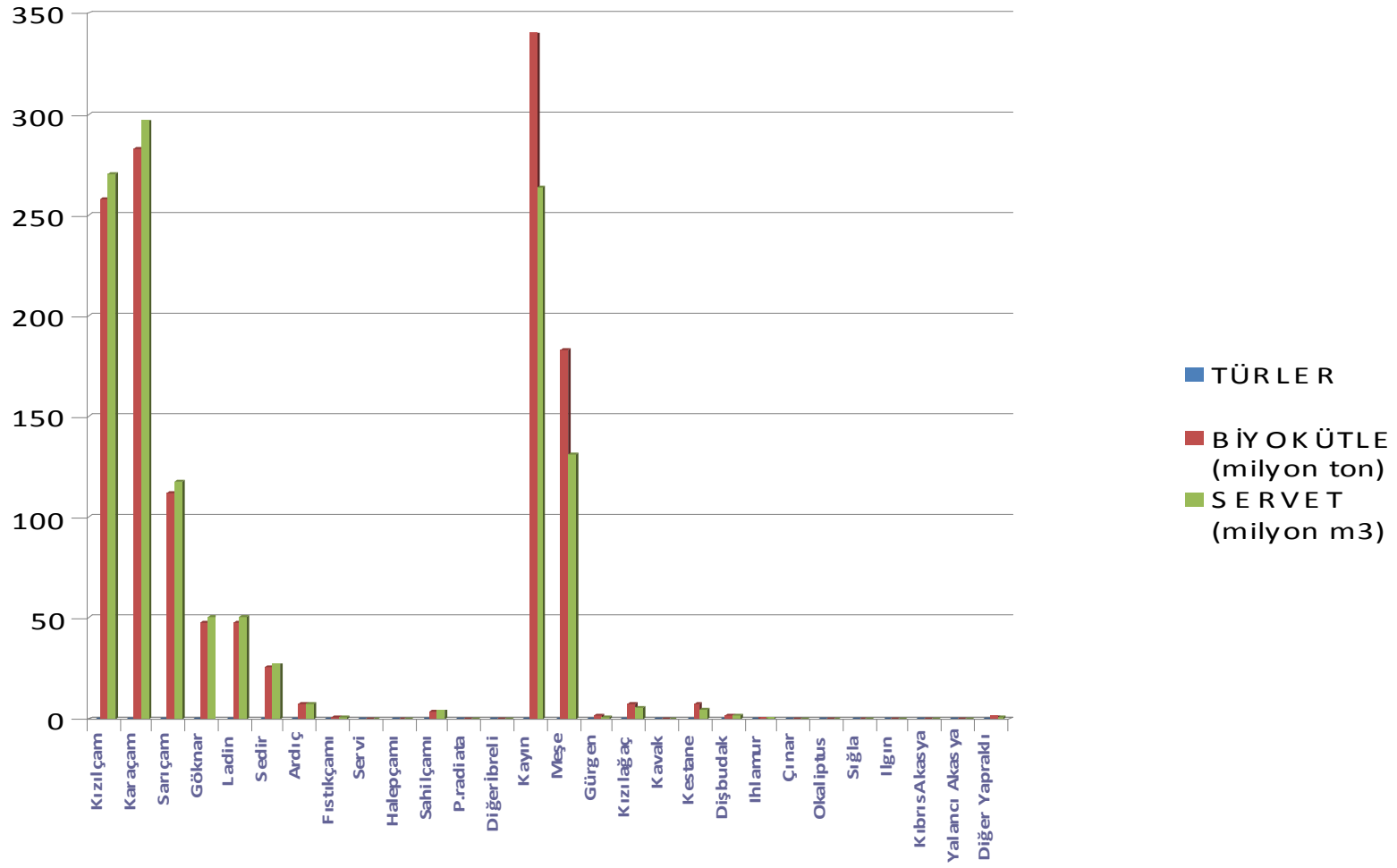
1.810.079 ha ile Kayın ve 6.274.720 ha ile Meşe başta gelmektedir (FAO 2008). Dikili servet olarak, %32 yapraklı ağaç serveti, %68 iğne yapraklı ağaç serveti tespit edilmiştir. Bu farkın nedeni olarak, yapraklı ormanların büyük bir kısmını teşkil eden meşe ormanlarında, geçmişten bugüne baltalık işletmeciliği yapılan alanlardaki ağaç servetinin düşük olması, bu nedenle koru ormanı formundaki türlerin servetinin daha yüksek paya sahip olması gösterilmektedir (Anonim, 2006).

LULUCF kılavuzunda belirten katsayılar yardımıyla OGM'nin 2008 Yılı Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeleri Raporundaki verilerden faydalanılarak Tablo 4'de yer alan Türkiye ormanlarına ait toplam biyokütle ve karbon hesapları yapılmıştır.

Tablo 4. Topraküstü, toprakaltı ve ölü odun içindeki biyokütle ve karbon miktarı

	Toplam Alanda Biyokütle (ton)	Toplam Alanda Karbon (ton)
	2008	2008
Toprak üstü İbrelili	519.201.452	233.640.653
Toprak üstü Yapraklı	344.369.408	154.966.234
Toprak üstü Toplam	863.570.860	388.606.887
Toprak altı İbrelili	103.840.290	46.728.131
Toprak altı Yapraklı	51.655.411	23.244.935
Toprak altı Toplam	155.495.702	69.973.066
Ölü Odun İbrelili	249.216.697	112.147.513
Ölü Odun Yapraklı	158.409.928	71.284.468
Ölü Odun Toplam	407.626.625	183.431.981
Toplam Biyokütle	1.426.693.186	642.011.934
Orman Toprağındaki Karbon		372.366.922
<b>TOPLAM</b>		<b>1.656.390.789</b>

Türkiye ormanlarının asli ağaç türlerine göre sahip olduğu toplam serveti ve biyokütle miktarları ise Orman Genel Müdürlüğü'nce 2006 yılında yayınlanan orman atlasındaki verilerden faydalanılarak kılavuzda belirtilen katsayılar yardımıyla hesaplanarak Şekil 2. de gösterilmiştir.



Şekil 2. Asli ağaç türlerine göre servet (m<sup>3</sup>) ve biyokütle (ton) miktarları

Şekil 2’de ifade edilen değerler, LULUCF kılavuzunda Türkiye koşullarına uygun olarak belirlenmiş katsayılar yardımıyla hesaplanmıştır. Yapılan bu çalışmada ise doğrudan gerçek biyokütle bulunmaya çalışılmıştır.

Ülkemizde birçok araştırmacı çeşitli ağaç türlerinin gerçek biyokütle değerlerini bulmaya yönelik çalışmalar yapmış ve biyokütle tabloları düzenlemiştir. Sun-Uğurlu-Araslı (1976), stepe geçiş yörelerindeki sarıçam meşcerelerinde gövde, dal, ibre ve tüm ağacın yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını göğüs yüzeyi orta ağacının çapı ve boyuna bağlı olarak kestiren doğrusal ilişkileri ve bileşenlerin hektardaki yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını Orta Ağaç Yöntemi ile belirlemişlerdir (Sun ve diğerleri, 1976). Sun-Uğurlu-Bük (1980) Antalya Bük araştırma ormanda kızılçam da yaptıkları araştırmalarda Orta ağaç Yöntemi ile tek ağaç ve hektardaki bileşenlerin yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını kestirmek için, eşitlikler geliştirmişlerdir (Sun ve diğerleri, 1980). Saraçoğlu (1988), kızılçam biyokütle tablolarını gövde odunu, gövde kabuğu, yaşayan dallar, dalcık ve yapraklar ile tüm ağaç için, regresyon modelleri yöntemine göre, ülkemizde ilk örnek çalışma olarak düzenlemiştir (Saraçoğlu, 1998). Saraçoğlu, Doğu Karadeniz Bölgesi Doğu Kayını meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarını tahmin edilmesi konusunda çalışma yapmıştır (Saraçoğlu, 1992). Kavak ve Hızlı Gelişen Tür Orman Ağaçları Araştırma Enstitüsü Ökalyptus ağaçlandırmalarında hacim ve kuru madde hasılatı değişik yönlerden araştırılmıştır (Orman Bakanlığı, 1995). Durkaya, Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Meşe meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda bir çalışma yapmıştır (Durkaya, 1998). İkinci (2000), Zonguldak Orman Bölge müdürlüğü Kestane meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda bir çalışma yapmıştır (İkinci,2000). Ünsal (2007), Adana Orman Bölge Müdürlüğü Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Kızılçam meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda bir çalışma yapmıştır (Ünsal, 2007). Atmaca (2008), Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda bir çalışma yapmıştır (Atmaca, 2008). Çakıl (2008), Zonguldak Orman Bölge müdürlüğü Karaçam meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda bir çalışma yapmıştır (Çakıl, 2008).

Yukarıda ifade edilen açıklamadan da görüldüğü gibi ülkemizdeki pek çok ağaç türü için henüz biyokütle tabloları düzenlenmemiştir. Bu nedenle; ülkemizdeki değişik ağaç türleri için biyokütle tablolarının düzenlenmesi, hem ormandan çıkartılan üründen tam

kapasite ile faydalanılmasını hem de karbon birikimi ve bilançosu araştırmalarında daha sağlıklı bilgilerin elde edilmesinde yararlı olacaktır.

Bu alışma ile Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü Kunduz Planlama Birimindeki Sarıçam (*Pinus Sylvestris L.*) türüne ait ağaç bileşenleri ve tüm ağaç için gerçek biyokütle değerleri bulunmaya ve biyokütle tabloları düzenlenmeye çalışılmıştır.

## **1.2. Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*)' ın Doğal Yayılışı ve Ekolojisi**

### **1.2.1. Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*)' ın Botanik zellikleri**

Ülkemiz, dünya üzerindeki konumu nedeniyle, çok çeşitli bitki örtüsüne sahip alanları bünyesinde barındırmaktadır. Bitki rts bakımından bu karmaşık özelliğin bulunması, coğrafik konumla beraber, ülkemizin farklı flora bölgelerinin bir bileşim yerinde bulunmasından, ayrıca topoğrafik yapının ve iklim özelliklerinin çok farklı oluşundan kaynaklanmaktadır (Yaltırık ve Efe, 1989). Bu bitki türü zenginliği içinde, değişik genetik frekansta, üstün özelliklere sahip birey ve populasyonlar bulunabilmektedir. Bu tip populasyonlar, hacim verimi, boy ve çap artımı, odun kalitesi, tohum verimi gibi, ülkemiz ormancılığı açısından önemli karakterleri yanında, ss değerleri yüksek özellikler de taşıyabilmektedirler (rge, 1982).

Sarıçam, lkemiz ormanlık alanlarının (21.2 milyon ha.) 1.2 milyon ha'lık kısmını oluşurmaktadır. Bu yayılışla sarıçam ülkemiz ormanlarının hem yayılış hem de ekonomik değer bakımından önemli bir türüdür. Sarıçam, Dünya ve Türkiye zerindeki geniş yayılış alanından da anlaşılacağı gibi evre koşullarına dayanıklı bir türüdür.

### **1.2.2. Sarıçam (*Pinus sylvestris L.*)' ın Sistematikteki Yeri**

Sarıçam, açık tohumlu bitkilerden (Gynospermae) Coniferea sınıfının, Pinaceae familyasının, *Pinus* (am) cinsinin bir türüdür. Çok değerlik iklim ve toprak koşulları altında yetişebilen Sarıçam, birçok alttür, varyete ve formlara sahip bir türüdür.

### 1.2.3. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' in Morfolojik Özellikleri

Yetiştirme ortamına göre 20–40 m. Boylarında, narin gövdeli, sivri tepeli ve ince dallı, ya da dolgun ve düzgün gövdeli, yayvan tepeli ve kalın dallı bir herdem yeşil ağaçtır. Aslında bu özellikleri ağacın yaşlılığı ile oluşur. Kabuk, genç bireylerde ve yaşlı ağaçların üst kesimlerinde " Tilki Sarısı" rengindedir. Yaşlı gövdelerde ise kabuk çatlaklı, kalın ve gri kahverengidir (Anşin, 2001).

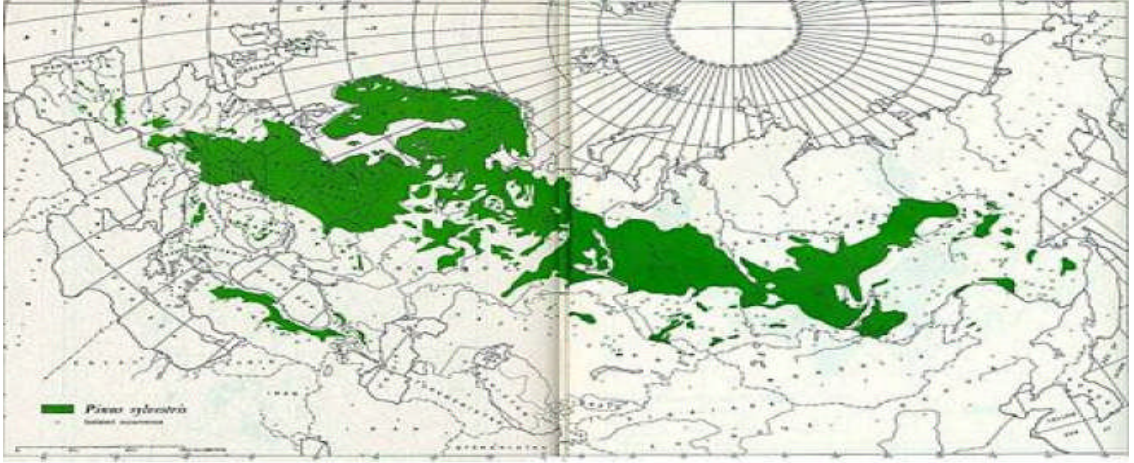
Tomurcuklar, uzun yumurta biçiminde, 6–12 mm. Uzunluğunda, kırmızı kahverengi ve genelde reçinesizdir. Ancak kurak yetiştirme ortamında tomurcuğun korunması amacıyla üstleri reçineyle örtülüdür. İğne yaprakların boyları yetiştirme ortamına göre 3–8 cm'dir. Kısa sürgünlerde ikişer adet, sert, mavimsi olup, uçları sivri batıcı ve kenarları ince dişlidir. İğne yapraklar ortalarından dikkati çekecek şekilde kıvrıktır (Anşin, 2001). Erkek çiçekler kükürt sarısı rengindedir ve polenlerini Mayıs'ta dökerler. Dişi çiçeklerde erkek çiçeklerle aynı zamanda belirir ve sürgünlerin uçlarına doğru çevresel olarak dizilmiş yan tomurcuklardan oluşmaktadırlar (Anşin, 2001).

Kozalaklar olgun evrede mat koyu sarı renkli ve saplıdır. Kozalaklar 3–6 cm. uzunluğunda olup ve dip tarafları çarpıktır. Fazla ışık gören taraftaki apofizler çıkıktır. Göbek orta durumlu küçük ve parlak açık kahverengidir. Tohum küçük 3–4 mm' dir ve kanat kendisinden 3–4 kez daha büyüktür (Anşin, 2001).

### 1.2.4. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' in Dünya ve Türkiye Üzerindeki Doğal Yayılışı

Avrupa ve Asya' da bütün kuzey bölgeleri kapsayan en büyük coğrafi yayılışa sahip bir türdür. Avrupa ve Asya'nın kuzeyinde iğne yapraklı orman sınırını oluşturur. Kuzey sınırı 70° N enlemine kadar çıkar. Kuzeyde Laponya. Kola Yarımadası. Kuzey Rusya ve Sibirya üzerinden Doğu Asya' da Büyük Okyanus yakınlarına ve Doğu Çin Denizine kadar uzanır. Güney sınırı ise Doğu Asya' dan Ural dağlarına ve aralıklı yayılışlarla Rusya stepine geçer ve ondan sonra da Galiçya, Karpatlar, Bulgaristan ve Anadolu' ya atlar.





Şekil 3. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' in dünyadaki doğal yayılışı

Sarıçamın Türkiye'de en güney yayılışını Kayseri-Pınarbaşı yöresinde  $38^{\circ}34'$  kuzey enlemindedir. Türkiye'de sarıçam, kuzeyde  $41^{\circ} 48' N$  ( Ayancık ). güneyde  $38^{\circ}34' N$  (Pınarbaşı ) enlem dereceleriyle doğuda  $43^{\circ}05' E$  ( Kağızman ). batıda  $28^{\circ}50' E$  ( Orhaneli) boylam dereceleri arsında bulunmaktadır. Ülkemizde en yoğun yayılışını Kuzey Anadolu' nun iç kesimlerinde yapar ve bu yörelerden İç Anadolu' ya sarkar. Kuzey Anadolu yöresindeki ana yayılışını esas itibariyle deniz ikliminin ulaşamadığı sahil dağlarının iç taraflarında olmakla beraber yalnız Of-Sürmene arasında Çamburnunda küçük sahalar halinde denize iner. Çamburnundan doğuya doğru gidildikçe münferit halde denize kadar uzandığı küçük alanlarda bulunmaktadır. Sarıçam Doğu Anadolu' nun kuzeyinde Sarıkamış, Göle ve Ardahan yörelerinde 2300 m yüksekliklerde saf ormanlar oluşturur. En yüksek yayılışını Sarıkamış Ziyaret Tepesinde 2700 m. de yapar. Gümüşhane çevresinde Yazdar ve Dirî dağlarında 2400 m. de, Erzincan yöresinde Spikor dağında 2500 m. de bulunur.

Orta Anadolu' da dağların daha çok kuzey yamaçlarında 1000 m. den başlayarak ağaç sınırına kadar uzanır. Sarıçam ortalama olarak Türkiye'de 1000–2500 m. arasında doğal yayılışını gösterir.



Şekil 4. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' ın Türkiye' deki doğal yayılışı

### 1.2.5. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' in Silvikültürel Özellikleri

Sarıçamın, Dünya ve Türkiye üzerindeki dikey ve yatay yayılışından da anlaşılacağı gibi sıcak yazlara, kuraklığa ve çok soğuk kışlara dayanabilen bir türdür. Dondan etkilenmez ve ılıman iklimden kaçınır. Sarıçam tipik bir ışık ağacıdır. Doğal yayılış gösterdiği yörelerde vejetasyon süresi 2–9 ay arasında değişmektedir.

Doğal sarıçam ormanları, yüksek boylar yaparak çok sık ve sıkışık büyürler. Ekstrem ve ekstreme yakın iklim ve toprak koşulları ( sığ, kuru, iskeletçe zengin ve genellikle fakir) altında saf ormanlar oluştururlar. Karışık sarıçam ormanları ise yetişme ortamı bakımından göknar, ladin, kayın, karaçam ve meşenin daha elverişli olduğu yörelerde bulunur.

### 1.2.6. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' in Ekolojik Özellikleri

Sarıçam, Avrupa ve Asya kıtalarında çok geniş yayılış alanına sahiptir. Yayılış alanındaki ekolojik özelliklerin çeşitliliği sarıçamın çok farklı ortamlarda yaşayabileceğini göstermektedir. Bir taraftan polar iklim kuşağına yaklaşıırken, diğer taraftan subtropik iklim kuşağında yayılış gösterir.

Sarıçam meşcereleri iklim, toprak ve mevki özellikleri bakımından çok farklı ortamlarda yetişebilmektedirler. Kuru kum topraklardan, ince turbalıklara, kireçli topraklardan, silikatlar bakımından zengin topraklara, deniz ikliminden karasal iklime; her türlü anakaya ve materyal üzerinde, değişik ortam ve şartlarda yayılış gösteren bir ağaç türüdür.

### **1.2.7. Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.)' ın Anatomik Özellikleri**

Sarıçamda diri odun sarımsı ve kırmızımsı beyaz renkte olup, enine kesitte gövde yarıçapının yaklaşık üçte birini kapsar. Özodun sınırı belirli olup, genellikle yuvarlak, diri odundan daha koyu renkte kırmızımsı kahverengidir. Yıllık halka sınırları çok göze çarpıcı ve hafif dalgalıdır. Yıllık halkaları farklı genişlikte olup, ilkbahar odunundan yaz odununa geçiş anidir (Anşın, 2001).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

### 2.1. Araştırma Alanının Tanıtımı

Çalışma alanı Amasya Orman Bölge Müdürlüğüne ait orman sınırları içerisinde yer almaktadır.

Amasya, Yeşilırmak'ın açtığı dar boğaz üzerinde, deniz seviyesinden 400 m yükseklikte, dağ, ova-su ve yeşilliğin kucaklaştığı bir ildir. Yeşilırmak, şehrin ortasından akar. Nehrin batısı Eskişehir'dir. Amasya; Yozgat, Tokat, Çorum ve Samsun illeri ile çevrilidir. 35° 03' ve 36° 02' doğu boylamları ile 39°50' ve 41° 02' kuzey enlemleri arasında yer alır.

Çalışma alanı Vezirköprü orman işletme müdürlüğü kunduz planlama birimidir. Kunduz Planlama Birimi 34°49'00" - 35°03'30" doğu boylamı ile 41°07'35" -41°12'17" kuzey paralelleri arasında yer almaktadır. Karadeniz iklim tipi hakimdir. Hemen her mevsim yağış görülen bu iklim tipinde yazlar çok sıcak geçmemekle birlikte kışlar ılıktır. çalışma alanının denize yakınlığı ve yüksek olmayan dağ sıralarının kıyıya paralel oluşu, genellikle kıyı şeridi üzerinde sıcaklık farklılıklarının azalmasına, nemin artmasına ve balkanlardan gelen hava kütlelerinin etkisinde kalmasına neden olmaktadır (Anonim, 2004).

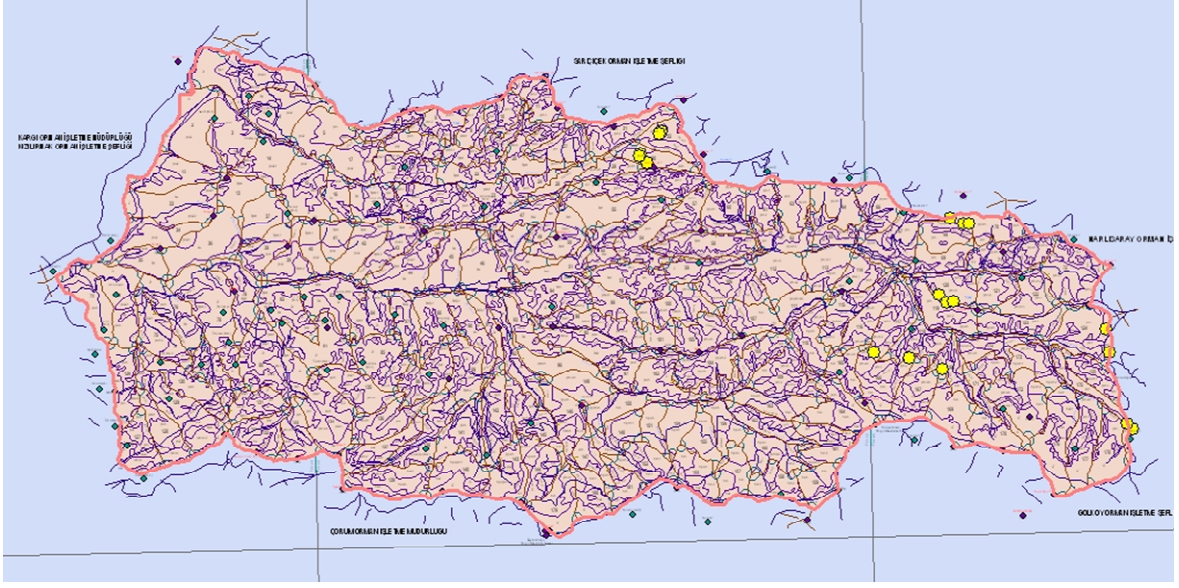


Şekil 5. Amasya ilinin Türkiye'deki konumu

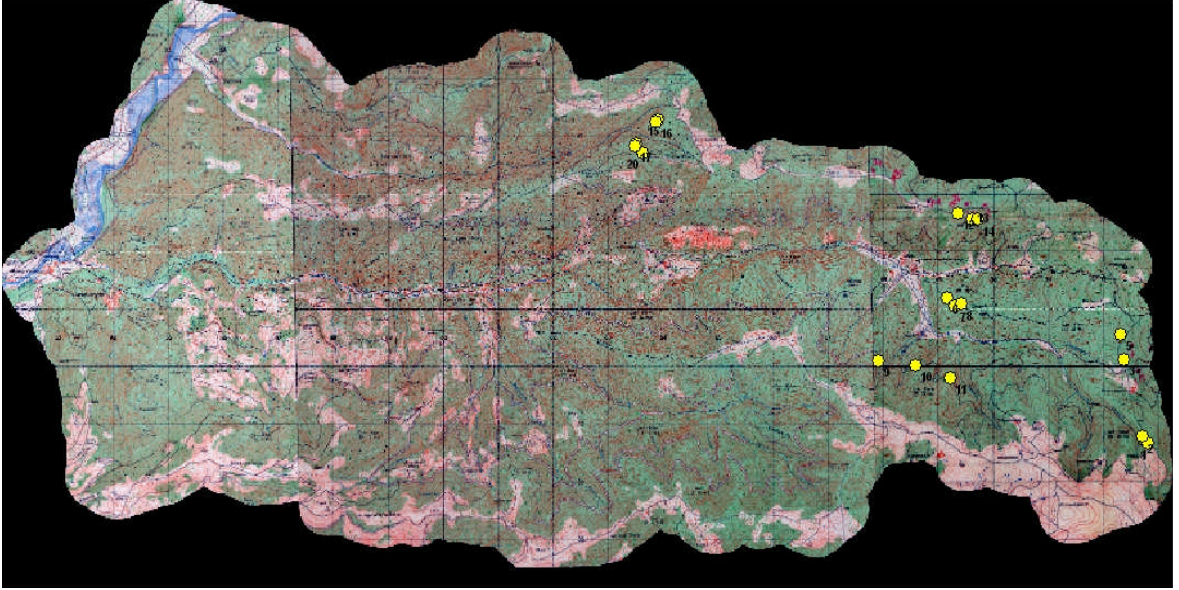


Şekil 6. Amasya il haritası



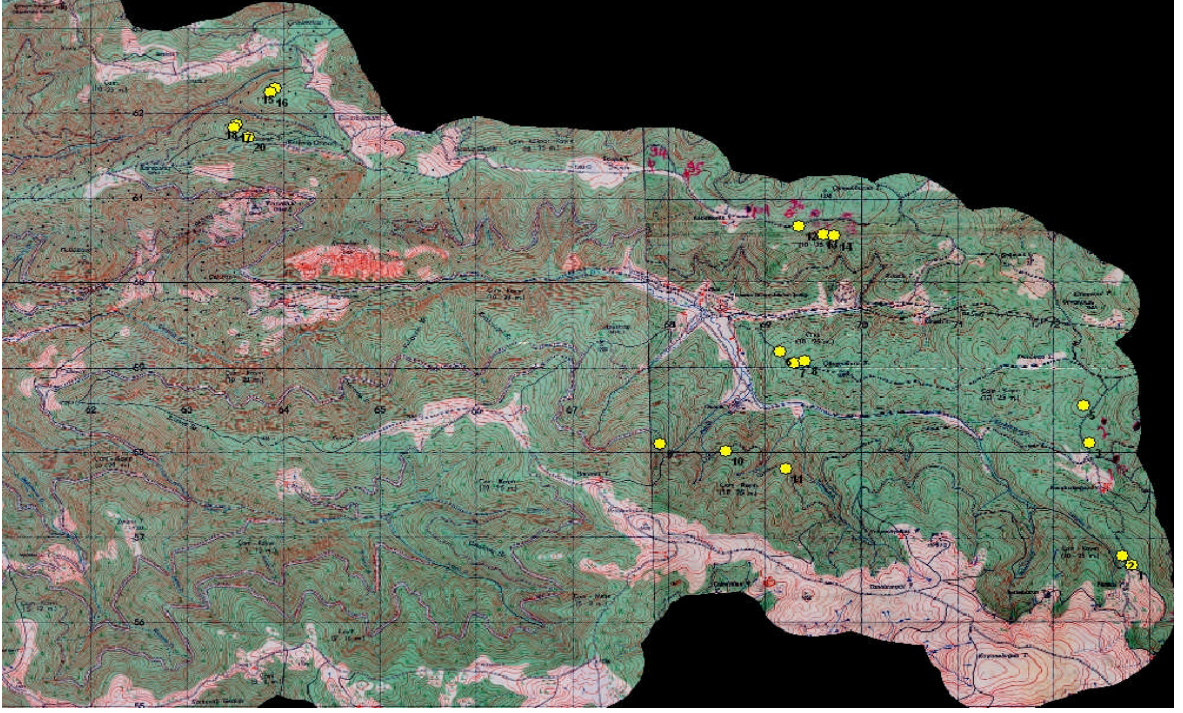


Şekil 7. Kunduz planlama birimi



Şekil 8. Topoğrafik harita üzerinde örnek alanların dağılımı.





Şekil 9. Topoğrafik haritanın bir kısmı üzerinde örnek alanların yerleri



Şekil 10. Kunduz planlama birimi meşcere haritası

Amasya Orman Bölge Müdürlüğü'ne ait orman durumu aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 5. Amasya Orman Bölge Müdürlüğüne ait orman durumu

Bölge Müdürlüğü	Koru Ormanları		Baltalık Ormanları		Genel Ormanlık		Ormansız (ha)	Genel (ha)
	Normal (ha)		Normal (ha)		Normal (ha)			
Amasya	Normal (ha)	538109.7	Normal (ha)	376508	Normal (ha)	914617.7	6135350	7977220.5
	Bozuk (ha)	464981	Bozuk (ha)	4622715	Bozuk (ha)	927252.5		
	Toplam (ha)	1003090.7	Toplam (ha)	838779	Toplam (ha)	1841870		

Tablo 5 de görüldüğü gibi Amasya Orman Bölge Müdürlüğü'nün toplam ormanlık alanı 7977220.5 ha'dır. Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü Samsun iline bağlı olup Samsun iline ait toplam ormanlık alan 971996 ha' dır. Bunun 3685527.2 ha' ı orman, 603468.8 ha' ı ise ormansız alandır. Orman alanınının 250082.7 ha' ını normal ormanlar, 118444.5 ha' ını ise bozuk ormanlar oluşturmaktadır. Türler itibariyle ormanlık alanlara bakıldığında Kızılcım 45780 ha, Karaçam 27693.5 ha, Sarıçam 6967.5 ha, Gökmar 7629 ha, Sahilçamı 435.5 ha, Kayın 140045.5 ha, Meşe 128132.5 ha, Kızılağaç 5269.5 ha, Kavak 1275 ha, Dişbudak 5299.2 ha alan kaplamaktadır.

Samsun iline ait iklim özellikleri aylar itibariyle Tablo 6' da gösterilmiştir.



Tablo 6. Aylar itibariyle Samsun iline ait iklim özellikleri

Samsun	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler(1975-2008)											
Ortalama Sıcaklık©	7.1	6.6	7.8	11.2	15.3	20.0	23.20	23.3	19.8	15.8	1.9	9
Ortalama En Yüksek Sıcaklık	10.8	10.6	11.8	15.3	18.6	23.3	26.5	26.9	23.8	19.9	16.1	12.7
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	4.1	3.4	4.5	7.7	11.7	15.8	19	19.5	16.3	12.5	8.6	6
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	2.8	33.3	3.7	4.6	6.2	8.2	8.7	8.1	6.3	4.6	3.6	2.7
Ortalama Yağış Miktarı (kg/m <sup>2</sup> )	13.3	13.7	15.2	14.9	12.6	9.8	6.1	6.6	9.9	12.6	12.7	13.5
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1975-2008)											
En Yüksek Sıcaklık ©	24.2	26.2	32.3	37	34.4	37.4	35.4	35.2	34.8	38.4	29	25.4
En Düşük Sıcaklık ©	-6.6	-6.8	-7	-2.4	2.7	9	13.6	14	7	1.5	-3.4	-3.4

En Çok Yağış	28.08.1985	113.2 kg/m <sup>2</sup>	En Hızlı Rüzgar	15.12.1978	124.2 km/sa	En Yüksek Kar	19.01.1976	36 cm
--------------	------------	-------------------------	-----------------	------------	-------------	---------------	------------	-------

## 2.2. Örnek Ağaçların ve Örnek Alanların Nitelikleri ve Seçimi

### 2.2.1. Örnek Ağaçların Nitelikleri

Örnek ağaçların seçiminde; ağaçların değişik çap ve boy kademesinde, canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı olmasına özen gösterilmiştir. Örnek ağaçlar 1200-1500 m arasındaki yüksekliklerden seçilmiştir. Örnek ağaçlar yerden 30 cm yükseklikten kesilmiş 1.3m 3.3m şeklinde 2 m' lik seksiyonlar halinde çapları ölçülmüştür. Ağaç üzerindeki tüm canlı dalların çap ve boyları ölçülmüştür. Daha sonra kesilmiş örnek ağacın dalları gövdesinden ayrılmış, dal kümelerinden yeteri kadar örnek dal alınmış, dallar yapraklarından ayrılmış ve dal ile yaprak ağırlıkları ayrı ayrı tartılmıştır. Örnek ağaçtan 5-7 cm kalınlıkta bir kesit alınmıştır, bu kesitin alındığı yüksekliğin ağacın boyunun ortasına gelmesine dikkat edilmiştir, alınan bu örneklerin yaş ağırlıkları arazide tartılmış ve elde edilen değerler Tablo.8 de verilmiştir.

Tablo 7. Örnek ağaçların çap ve boy sınıflarına dağılımı

Çap Basamakları	Boy (m)											Σ
	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	
10	***	**										5
14			**	**								4
18			*	*		***	*					6
22			*			*	**	*				5
26					*			***	*			5
30								*	***	*		5
34								**	**		*	5
38									**	*	**	5
42								*	*		***	5
46										**	***	5
Σ	3	2	4	3	1	4	3	8	9	4	9	50

### 2.2.2. Örnek Alanların Seçimi

Örnek alanların seçiminde; regresyon analizi sonucunda elde ettiğimiz denklemleri uygulayabileceğimiz, farklı yaşlarda, farklı yetiştirme ortamında, farklı ekolojik koşullarda farklı yükseklik ve bakıda 32 adet örnek alan alınmıştır.

### 2.2.3. Laboratuvarında Yapılan Ölçme ve Saptamalar

Örnek alanlarda yaş ağırlıkları ayrı ayrı belirlenen gövde, dal ve yaprak örnekleri torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin kuru ağırlıklarının belirlenebilmesi için, kurutma fırınında  $105\pm 3$  °C'de değişmez ağırlığa gelinceye kadar gövde ve dal odunları 96 saat süre ile, yaprak örnekleri ise 24 saat süre ile bekletilerek kurutulmuş ve örnekler için kuru ağırlıklar Tablo 8 de verilmiştir. Örnekler üzerinde gövde analizi çalışmaları tamamlandıktan sonra biyokütle hesaplanması için kullanılacak olan gövde kesitlerinin yaş haldeki hacimlendirilmesi yapılmıştır. Fırın kurusu haline gelen gövde odunu kesitlerinin önce kabuklu ağırlığı ölçülmüş ve hacimlendirilmesi yapılmış daha sonra kabuğu soyularak tekrar hacimlendirilmiş ve kabuk kuru ağırlığı ölçülmüştür. Arazi çalışmaları sırasında her bir örnek ağaç üzerinde ölçülen gövde çapları yardımıyla, her örnek ağacın toplam gövde hacmi hesaplanmıştır. Gövde analizi ve seksiyon ölçümleri yardımı ile örnek ağaçların hacimleri hesaplanmış ve bu değerler yardımıyla ağaçların yaş ve kuru haldeki gövde ve tüm ağaç ağırlıkları hesaplanmıştır.

Tablo 8. Örnek ağaçlardan alınan örneklere ait yaş ve kuru ağırlıklar

Örnek No	Çap	Gövde Örneği		Dal Örneği		İbre Örneği		Kabuk Örneği	
		Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık	Yaş Ağırlık	Kuru Ağırlık
1	20.8	570.49	335.30	100.80	50.00	588.80	212.50	32.10	30.00
2	25.0	613.19	378.00	143.20	75.00	723.90	249.10	61.94	56.30
3	15.0	328.80	134.20	59.20	26.10	222.50	85.20	9.83	10.00
4	20.8	613.19	378.00	132.10	70.00	163.40	55.40	29.77	30.00
5	24.8	725.69	490.50	77.70	45.00	408.60	150.80	24.66	25.00
6	16.4	277.70	139.00	38.70	20.20	108.90	49.70	10.16	10.00
7	14.2	325.10	149.40	50.00	25.70	440.90	145.70	9.87	10.00
8	34.0	1295.19	1060.00	188.30	105.00	798.10	299.80	42.10	36.30
9	26.4	536.19	301.00	145.80	120.00	402.90	151.60	15.72	15.00
10	37.2	1220.19	985.00	251.10	135.00	1081.30	285.70	7.59	7.20
11	46.5	1380.19	1145.00	178.60	105.00	1050.60	302.50	25.86	25.00
12	23.4	748.70	411.80	35.80	18.20	198.70	72.70	22.07	25.00
13	19.8	457.60	237.10	143.40	79.40	614.30	102.20	4.01	4.00
14	30.0	1115.19	880.00	53.90	31.20	362.00	137.90	20.20	19.10
15	19.0	519.00	282.20	51.90	27.20	315.00	121.80	8.50	6.00
16	14.0	644.39	409.20	34.90	20.00	129.80	124.80	37.77	35.00
17	17.8	550.89	315.70	62.10	29.60	281.60	99.60	27.56	25.00
18	16.9	664.69	429.50	91.80	50.00	147.50	53.90	27.26	25.00
19	12.5	555.20	253.40	80.20	40.10	344.10	136.80	19.17	20.00
20	21.6	766.19	531.00	134.60	73.30	418.50	148.30	25.57	25.00
21	29.1	1080.19	845.00	92.60	44.10	482.00	151.90	21.25	20.00
22	26.4	1055.19	820.00	141.00	70.00	653.20	133.80	42.71	40.00
23	27.0	303.19	68.00	100.10	44.50	389.60	136.20	36.01	33.20
24	19.0	737.29	502.10	92.20	50.00	228.30	77.70	26.09	25.00
25	21.6	554.40	277.70	101.70	48.50	478.30	157.40	18.82	20.00
26	36.3	1735.19	1500.00	301.60	170.00	695.70	219.30	20.39	18.70
27	38.1	2205.19	1970.00	89.00	45.00	292.00	90.40	32.02	30.00
28	29.7	1165.19	930.00	230.20	135.00	377.00	122.70	46.30	50.00
29	41.5	1075.19	840.00	835.00	415.00	1087.90	449.50	25.92	25.00
30	37.0	1440.19	1205.00	514.80	295.00	657.30	221.20	20.67	18.50
31	31.6	1385.19	1150.00	140.30	70.00	497.20	168.40	45.39	45.00
32	47.7	1510.19	1275.00	226.80	33.70	329.30	111.80	19.56	20.00
33	43.7	1720.19	1485.00	101.40	55.00	470.20	152.90	29.86	30.00
34	39.7	607.79	372.60	208.70	130.00	331.30	101.10	3.00	2.90
35	28.2	558.10	246.30	149.20	87.10	308.2	116.40	14.97	15.00
36	42.4	1040.19	805.00	288.20	149.90	1701.60	562.80	10.12	9.40
37	32.3	827.39	592.20	159.60	95.00	348.10	67.90	5.14	4.80
38	42.5	2350.19	2115.00	313.30	160.00	466.30	157.70	98.64	95.00
39	10.7	373.60	134.10	34.30	15.60	249.20	83.20	10.29	20.00
40	11.5	340.30	125.90	32.30	14.60	312.80	112.60	9.48	10.00
41	8.3	211.30	76.10	45.40	20.40	237.20	86.80	10.16	10.00
42	11.1	323.80	123.60	66.60	31.10	433.30	167.10	26.05	25.00
43	11.2	523.40	217.60	66.10	31.40	271.80	92.90	27.82	30.00
44	33.5	1240.19	1005.00	240.20	140.00	745.80	248.10	41.97	40.00
45	32.3	1500.19	1265.00	66.80	35.00	514.50	170.80	56.14	50.80
46	46.2	985.19	750.00	100.40	45.10	577.40	179.30	47.17	45.00
47	46.9	752.19	517.00	208.70	115.00	1058.20	345.10	3.90	3.80
48	45.4	830.79	595.60	183.80	75.00	987.10	341.80	20.98	20.00
59	34.9	678.99	443.80	129.90	30.00	539.90	180.30	21.27	20.00
50	42.0	1430.19	1195.00	154.00	80.00	372.20	87.60	42.89	40.00

### 2.3. Yöntem

Biyokütle tabloları, Regresyon Analizi kullanılarak düzenlenmiştir. Bu yöntemin amacı, bir çok deneme ağacından alınan ölçümlere göre regresyon denklemleri yardımı ile tek ağaca ilişkin bileşenlerin biyokütlelerini, göğüs çapı ve boy gibi kolay ölçülebilen parametreler ile belirlemektedir. Biyokütle tabloları yaş ve kuru biyokütle tabloları biçiminde düzenlenmektedir. Yaş ağırlık mevsimden mevsime değiştiğinden kuru biyokütle tablolarının düzenlenmesi uygun görülmüştür. Kuru biyokütle denklemleri regresyon analizi yöntemi ile değerlendirilmekte olup, bunlar ağacın her bir önemli bileşeni (gövde odunu, dal, ibre ve kabuk) için ve hem de tüm ağaç için düzenlenmektedir.

#### 2.3.1. Gövde Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıklarının Belirlenmesi

Gövde yaş ve fırın kuru ağırlıklarının bulunabilmesi için örnekleme yöntemi kullanılmaktadır. Her bir örnek ağaçtan, ağacın gövdesini temsil eden yaklaşık gövdenin orta yerinden bir örnek kesit alınmaktadır. Bu örnek kesit arazide tartılarak yaş ağırlığı bulunur. Laboratuara getirilen örnek kesitin hacmi bulunarak, gövdenin toplam hacmine oranlanır. Bu oran (katsayı) yardımıyla örnek ağacın yaş ağırlığı belirlenir. Gövde örnek kesiti  $105\pm 2$  °C'de 24 saat süreyle fırınlanarak değişmez ağırlığa gelmesi beklenir ve daha sonra örnek fırından alınarak soğuması için desikatöre konular ve soğuyan örnekler tartılır. Gövdeyi temsil eden kesitin fırın kuru ağırlığı ile yukarıda açıklandığı şekilde bulunan katsayı çarpılarak örnek ağacın gövde fırın kuru ağırlığı bulunur.

#### 2.3.2. Dal Yaş ve Fırın Kuru Ağırlığının Belirlenmesi

Her bir örnek ağacın canlı tüm dallarının taban çapları ile boyları ölçülerek hacmi bulunur. Bu dalların tümünü temsil edecek. bir adeti örnek olarak seçilerek ibrelerden temizlenir, bu dalın hacmi ile yaş ağırlığı bulunur (Dal örneği arazide tartılır ve hacimlendirilmesi yapılır).

Dal örneği fırına konularak ( $105\pm 2$  °C'de 24 saat) fırın kuru ağırlığı bulunur. Örnek dalın (yapraksız olarak) hacmi ağacın toplam dal hacmine oranlanır. Bu oran örnek

dalın yaş ağırlığı ile çarpılarak dal yaş ağırlığı, fırın kurusu ağırlığı ile çarpılarak dal kuru ağırlığı elde edilir.

### **2.3.3. Yaprak Yaş ve Fırın Kurusu Ağırlığının Belirlenmesi**

Bu amaç için her bir örnek ağacın toplam dal ağırlığından yararlanılmaktadır. Ağacın dallanmasını temsil edecek şekilde seçilen örnek daldaki ibre (yaprak) ağırlığı belirlenerek tüm ağacın dal ağırlığına oranlanır. Bu oran örnek daldan toplanan ibrenin yaş ağırlığı ile çarpılarak ağacın ibre yaş ağırlığı, fırın kurusu ağırlığı ile çarpılarak ibre kuru ağırlığı elde edilir.

Tablo 9. Tek ağaç bileşenlerinin yaş ve fırın kurusu ağırlık tablosu (kg)

Ağaç No	Göğüs Çapı	Gövde		Dal		İbre		Kabuk		TOPLAM	
		Yaş	Kuru	Yaş	Kuru	Yaş	Kuru	Yaş	Kuru	Yaş	Kuru
1	20.8	156.84	92.18	11.75	5.83	30.54	11.02	8.83	8.83	207.95	117.86
2	25	123.08	75.88	20.30	10.63	41.86	14.40	12.43	12.43	197.68	113.35
3	15	98.39	40.16	0.55	0.24	6.04	2.31	2.94	2.94	107.92	45.66
4	20.8	140.35	86.52	27.82	14.74	20.38	6.91	6.81	6.81	195.37	114.99
5	24.8	334.92	226.38	7.90	4.57	8.61	3.18	11.38	11.38	362.81	245.51
6	16.4	114.46	57.29	4.14	2.16	12.65	5.77	4.19	4.19	135.44	69.41
7	14.2	106.82	49.09	11.29	5.80	12.57	4.15	3.24	3.24	133.92	62.29
8	34	474.84	388.62	96.22	53.65	92.41	34.71	15.43	15.43	678.91	492.42
9	26.4	366.62	205.81	9.58	7.89	6.73	2.53	10.75	10.75	393.68	226.98
10	37.2	637.17	514.36	110.07	59.18	53.74	14.20	3.96	3.96	804.94	591.70
11	46.5	1040.37	863.09	19.42	11.42	19.13	5.51	19.49	19.49	1098.42	899.51
12	23.4	312.10	171.66	1.45	0.74	11.36	4.15	9.20	9.20	334.11	185.76
13	19.8	215.63	111.73	12.96	7.17	14.06	2.34	1.89	1.89	244.54	123.13
14	30	411.29	324.55	18.54	10.73	43.81	16.69	7.45	7.78	481.09	359.75
15	19	288.70	156.98	5.40	2.83	15.35	5.94	4.73	2.12	314.18	167.86
16	14	73.30	46.55	3.41	1.96	14.55	13.99	4.30	4.30	95.56	66.79
17	17.8	146.20	83.78	1.69	0.81	16.15	5.71	7.31	7.31	171.35	97.61
18	16.9	83.22	53.77	7.79	4.24	14.30	5.23	3.41	3.41	108.72	66.65
19	12.5	78.26	35.72	2.32	1.16	7.51	2.98	2.70	2.70	90.79	42.56
20	21.6	203.57	141.08	8.90	4.84	12.91	4.58	6.79	6.79	232.17	157.30
21	29.1	314.37	245.92	4.28	2.04	13.61	4.29	6.18	6.18	338.44	258.43
22	26.4	286.66	222.76	9.14	4.54	9.79	2.01	11.60	11.60	317.19	240.91
23	27	113.28	25.41	9.39	4.18	13.53	4.73	13.45	13.45	149.66	47.77
24	19	148.45	101.09	9.00	4.88	6.74	2.29	5.25	5.25	169.44	113.52
25	21.6	251.23	125.84	16.70	7.97	32.91	10.83	8.53	8.53	309.37	153.17
26	36.3	617.45	533.76	82.53	46.52	52.45	16.53	7.25	7.25	759.69	604.07
27	38.1	549.55	490.94	32.03	16.20	63.63	19.70	7.98	7.98	653.19	534.81
28	29.7	614.46	490.43	49.60	29.09	21.82	7.10	24.42	24.42	710.29	551.03
29	41.5	1156.16	903.26	48.63	24.08	13.32	5.50	27.88	27.88	1245.99	960.72
30	37	803.11	671.95	179.09	102.62	54.01	18.18	11.53	11.53	1047.73	804.28
31	31.6	508.16	421.88	15.81	7.89	30.67	10.39	16.65	16.65	571.29	456.81
32	47.7	1497.46	1264.25	151.62	22.53	34.07	11.57	19.40	19.40	1702.54	1317.74
33	43.7	869.85	750.92	41.11	22.30	98.03	31.88	15.10	15.10	1024.08	820.19
34	39.7	1073.82	658.30	59.92	37.32	33.86	10.33	5.30	5.30	1172.89	711.25
35	28.2	738.93	326.10	9.85	5.75	7.16	2.70	19.82	19.82	775.76	354.38
36	42.4	898.29	695.19	177.13	92.13	127.82	42.28	8.74	8.74	1211.99	838.34
37	32.3	589.28	421.77	14.24	8.48	10.09	1.97	3.66	3.66	617.26	435.87
38	42.5	839.47	755.47	239.63	122.38	95.37	32.25	35.23	35.23	1209.70	945.33
39	10.7	46.48	16.68	4.11	1.87	5.90	1.97	1.28	1.28	57.78	21.81
40	11.5	54.13	20.03	4.17	1.89	41.11	14.80	1.51	1.51	100.93	38.22
41	8.3	21.44	7.72	2.95	1.33	17.43	6.38	1.03	1.03	42.85	16.46
42	11.1	36.79	14.04	5.82	2.72	20.32	7.84	2.96	2.96	65.89	27.56
43	11.2	46.22	19.22	5.81	2.76	8.63	2.95	2.46	2.46	63.12	27.38
44	33.5	478.88	388.06	113.24	66.00	101.67	33.82	16.21	16.21	710.00	504.09
45	32.3	463.93	391.20	22.26	11.67	37.78	12.54	17.36	17.36	541.34	432.77
46	46.2	909.61	692.47	268.29	120.52	211.15	65.57	43.55	43.55	1432.60	922.10
47	46.9	1082.27	743.87	116.57	64.23	105.75	34.49	5.62	5.62	1310.21	848.21
48	45.4	1146.56	821.98	158.35	64.62	384.08	132.99	28.96	28.96	1717.95	1048.55
49	34.9	547.65	357.95	82.75	19.11	59.90	20.00	17.15	17.15	707.45	414.22
50	42	659.17	550.77	43.54	22.62	27.02	6.36	19.77	19.77	749.50	599.52

## 2.4. Toprak Üstü Biyokütle Denklemlerin Belirlenmesi

Tek ağaç bileşenlerine ait biyokütle tablolarının oluşturulmasında “Regresyon Analizi” Yönteminden yararlanılmıştır. Hesaplanan tek ağacın yaş-kuru ağırlıkları ağaçların göğüs çapları ( $d_{1.3}$ ) ile ilişkilendirilerek regresyon analizi uygulanmıştır. Regresyon analizi ile en uygun denklemin bulunmasında her bir bileşen için dokuz denklem denenmiştir. Bu denklemler arasında  $R^2$  ve F değeri en büyük, standart hatası en küçük olan denklemin en uygun regresyon denklemi olduğuna karar verilmiştir.

Denen formüller aşağıdaki gibidir.

$$y = b_0 + b_1 \times d_{1.3} + b_2 \times d_{1.3}^2 \quad (1)$$

$$y = b_0 + b_1 \times d_{1.3} \quad (2)$$

$$y = b_0 + b_1 \times \ln d_{1.3} \quad (3)$$

$$y = b_0 + (b_1 / d_{1.3}) \quad (4)$$

$$y = b_0 + b_1 \times d_{1.3} + b_2 \times d_{1.3}^2 + b_3 \times d_{1.3}^3 \quad (5)$$

$$\ln y = \ln b_0 + b_1 \times \ln d_{1.3} \quad (6)$$

$$\ln y = \ln b_0 + \ln b_1 \times d_{1.3} \quad (7)$$

$$\ln y = b_0 + (b_1 / d_{1.3}) \quad (8)$$

$$\ln y = b_0 + b_1 \times d_{1.3} \quad (9)$$



### 3. BULGULAR

Tek girişli biyokütle tablolarının düzenlenmesi için 2.4 bölümünde verilen 9 değişik regresyon denklemi (1-9) denenmiştir. Gövde ve ağaç biyokütlesi için, bu denklemler arasında  $R^2$  ve F değeri en büyük, standart hatası en küçük olan parabolik denklemin en uygun denklem olduğuna karar verilmiştir. Dal, ibre ve kabuk biyokütlesi için logaritmik denklemin en uygun denklem olduğuna karar verilmiştir. Tek ağaca ait yaş ve kuru gövde, tüm ağaç ağırlıkları ile ağaçların göğüs çapları arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model,

$$y = b_0 + b_1 \times d_{1,3} + b_2 \times d_{1,3}^2$$

(y)= i ağacının gövdesinin, tüm ağaç yaş ve kuru ağırlığı (Kg) ( $d_{1,3}$ )= Göğüs çapı (cm) şeklindedir.

Dal ve ibre gibi ağaç bileşenlerinin yaş ve kuru ağırlıkları ile göğüs çapları arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model

$$\ln y = \ln b_0 + \ln b_1 \times d_{1,3}$$

ve kabuk ağırlığı ile göğüs çapları arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model

$$\ln y = \ln b_0 + b_1 \times \ln d_{1,3}$$

(y)= i ağacının, dalının, ibresinin yaş ve kuru ağırlığı (Kg) ( $d_{1,3}$ )= Göğüs çapı (cm) şeklindedir.

Bu denklemlere ilişkin parametrelerin tahmin değerleri, önemlilik düzeyleri yaş biyokütle tabloları için Tablo 10' da kuru biyokütle tabloları için Tablo 11'de verilmiştir.

Tablo 10. Tek ağaç bileşenlerine ait yaş ağırlık denklemlerine ilişkin parametre değerleri

Bileşen	Denklem No	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2$	$Sy.x$
Gövde	(1)	31.071 **	-4.202 **	0.57 **	0.991	43.641
Dal	(7)	1.113 **	1.120 **	-	0.87	176.69
İbre	(7)	2.887 **	1.089 **	-	0.860	83.07
Kabuk	(6)	0.013 **	2.089 **	-	0.951 **	11.88
Tüm Ağaç	(1)	69.686 **	-8.960 **	0.807 **	0.974	85.129

\*\* :  $p < 0.05$

Tablo 11. Tek ağaç bileşenlerine ait fırın kurusu ağırlık denklemlerine ilişkin parametre değerleri

Bileşen	Denklem No	$b_0$	$b_1$	$b_2$	$R^2$	$Sy.x$
Gövde	(1)	21.969 **	-6.025 **	0.518 **	0.997	13.582
Dal	(7)	0.709 **	1.102 **	-	0.794	33.13
İbre	(7)	1.045 **	1.086 **	-	0.827	27.69
Kabuk	(6)	0.013 **	2.089 **	-	0.951	11.88
Tüm Ağaç	(1)	12.581 **	-5.359 **	0.565 **	0.990	27.343

\*\* :  $p < 0.05$

Dal, ibre ve kabuk biyokütle tablolarının düzenlenmesinde logaritmik denklemlerin kullanılmış olması sebebiyle, bu değerlere düzeltme faktörü uygulanmıştır.

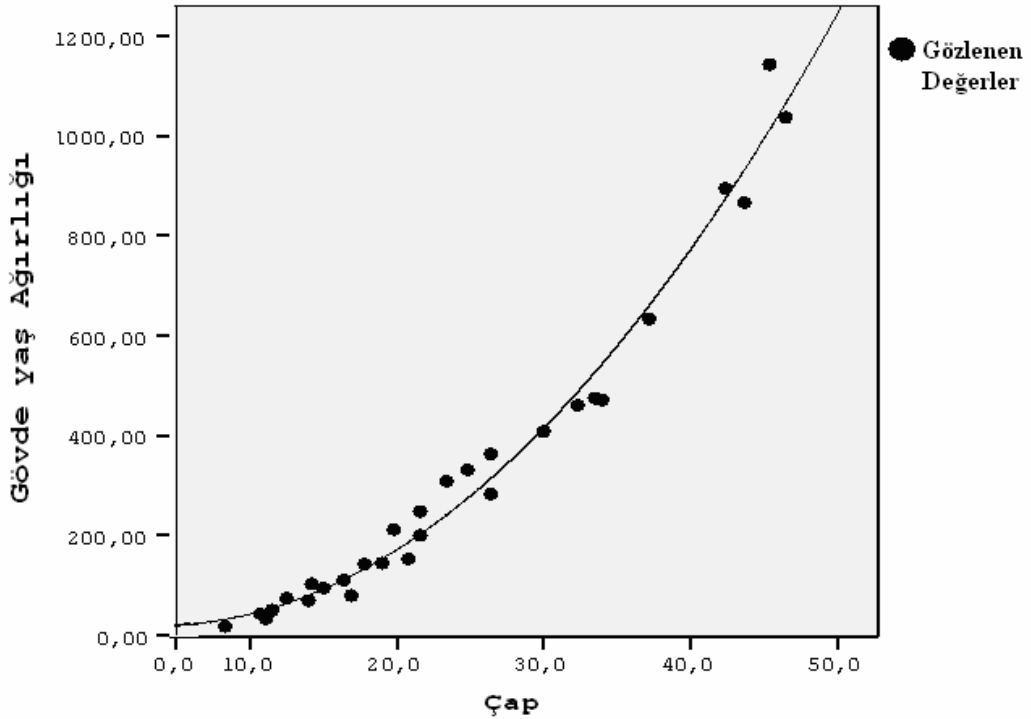
Meyer'e (1941) atfen Alemdağ'ın (1962) bildirdiğine göre çap veya çap-boy kullanılarak hacim hesaplanmasında logaritmik ifadelerin kullanılması sistematik hatalara sebep olabilmektedir. Bunun sebebi logaritmik olarak hesaplanan hacmin, % 1-2 oranında gerçek hacimden küçük olmasıdır. Bu hatanın giderilmesi için f düzeltme faktörü

hesaplanmış ve denklemlerde kullanılmıştır. Denenen logaritmik değerlerde düzeltme faktörü;

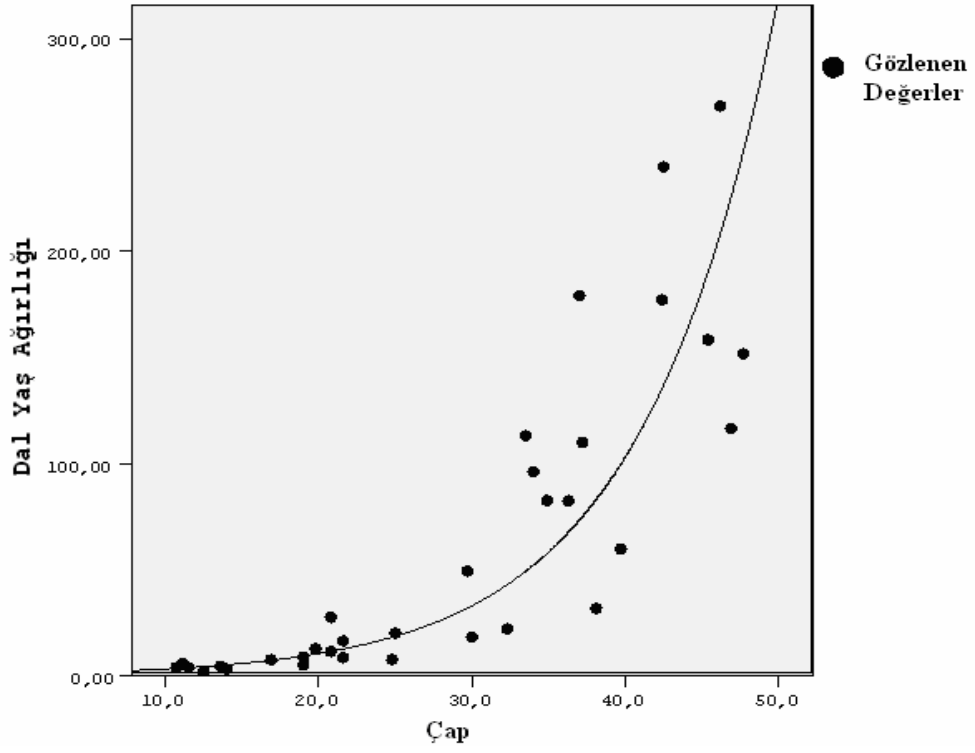
$$f = e^{1.1513 \times (S_e)^2}$$

Sarıçam tek girişli biyokütle tablosunun düzenlenmesinde kullanılmasına karar verilen denklemin genel bazda uygulanabilirliğinin denetimi için 20 adet kontrol verisi kullanılarak, normal dağılımlı toplumlarda eşlendirilmiş örneklerin karşılaştırılmasında eşlendirilmiş t-testi sonuçlarına göre karar verilen en uygun biyokütle denkleminin  $p > 0.05$  önem düzeyinde genel bazda kullanılabileceği kararına varılmıştır.

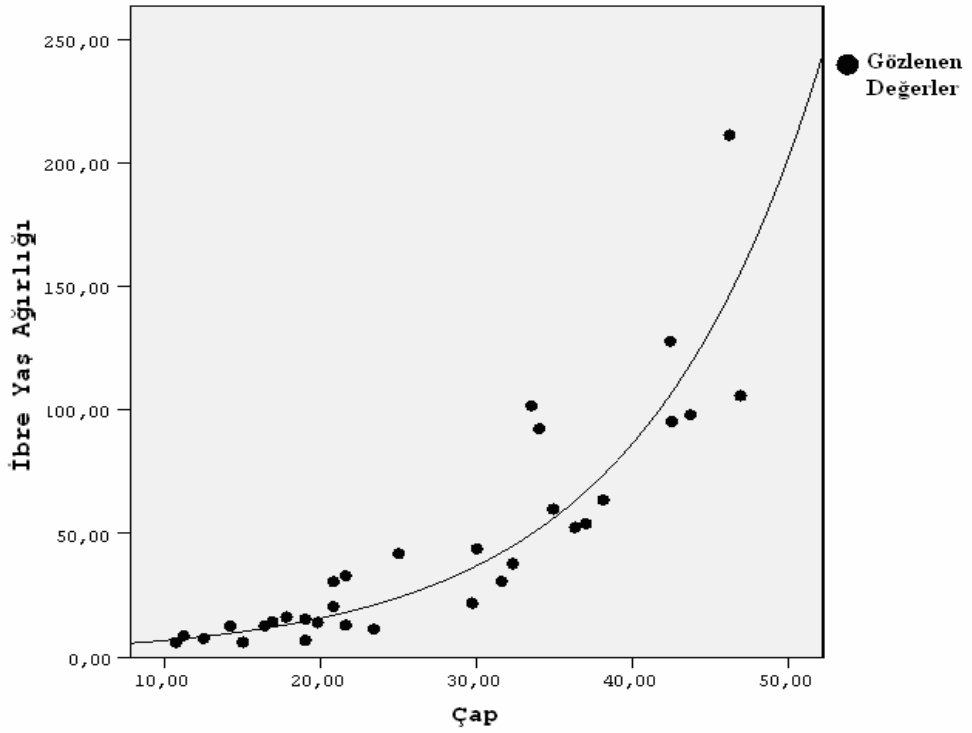
Sarıçam için düzenlenen tek girişli biyokütle tablosu değerleri Ek Tablo 1'de verilmiştir.



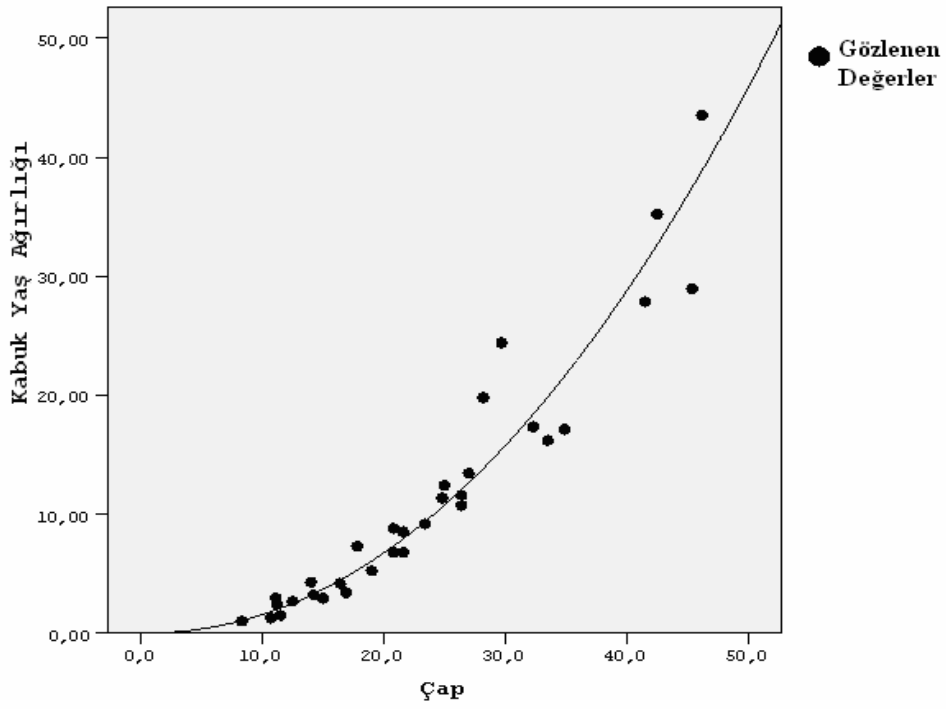
Şekil 11. Tek ağaç için gövde yaş ağırlığı ile  $d_{1,3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



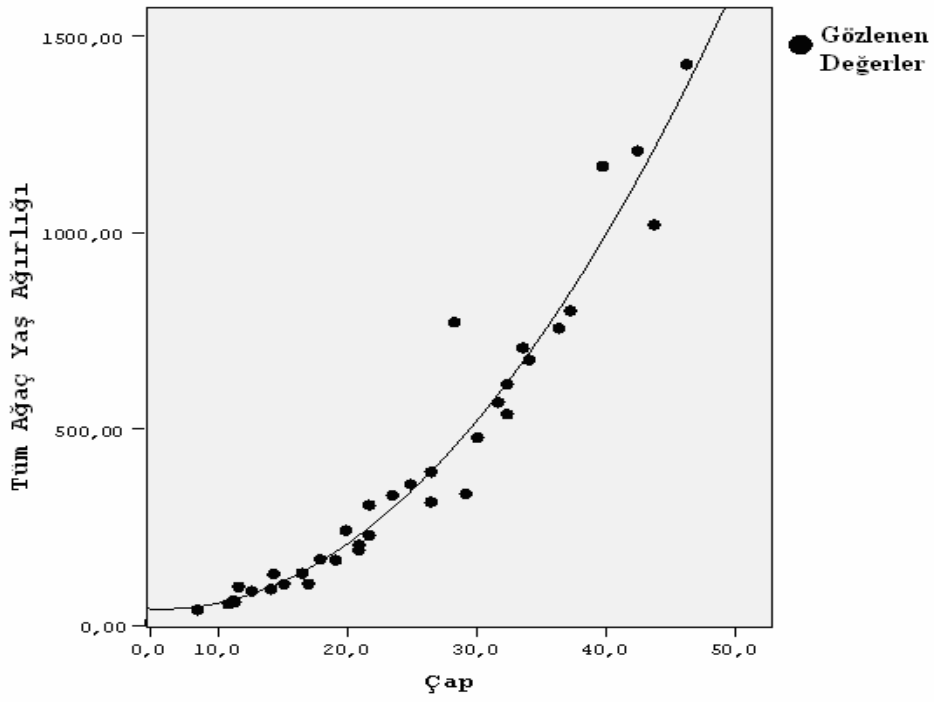
Şekil 12. Tek ağaç için dal yaş ağırlığı ile  $d_{1,3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



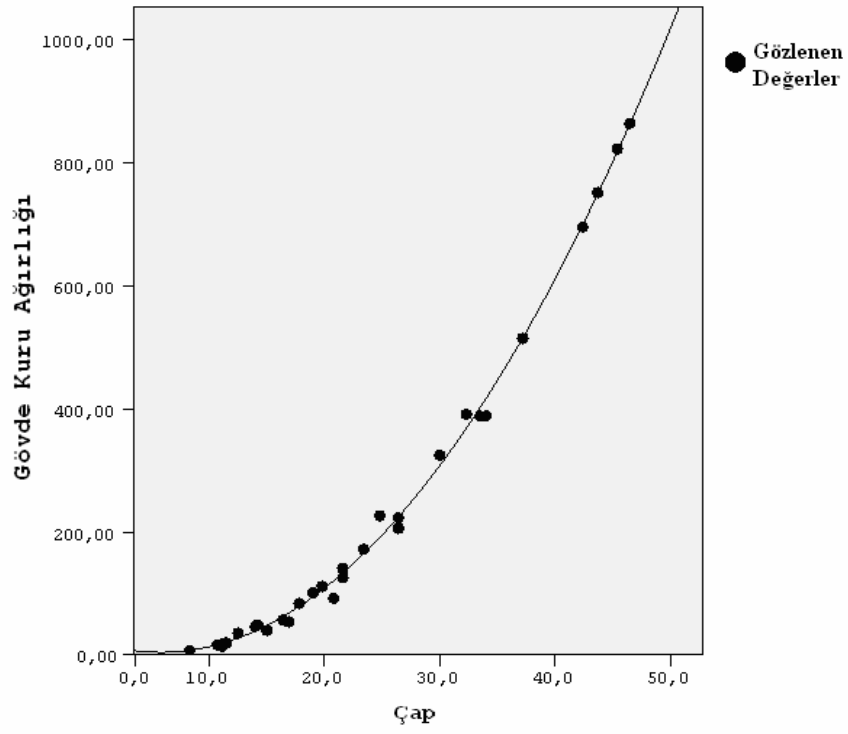
Şekil 13. Tek ağaç için ibre yaş ağırlığı ile  $d_{1,3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



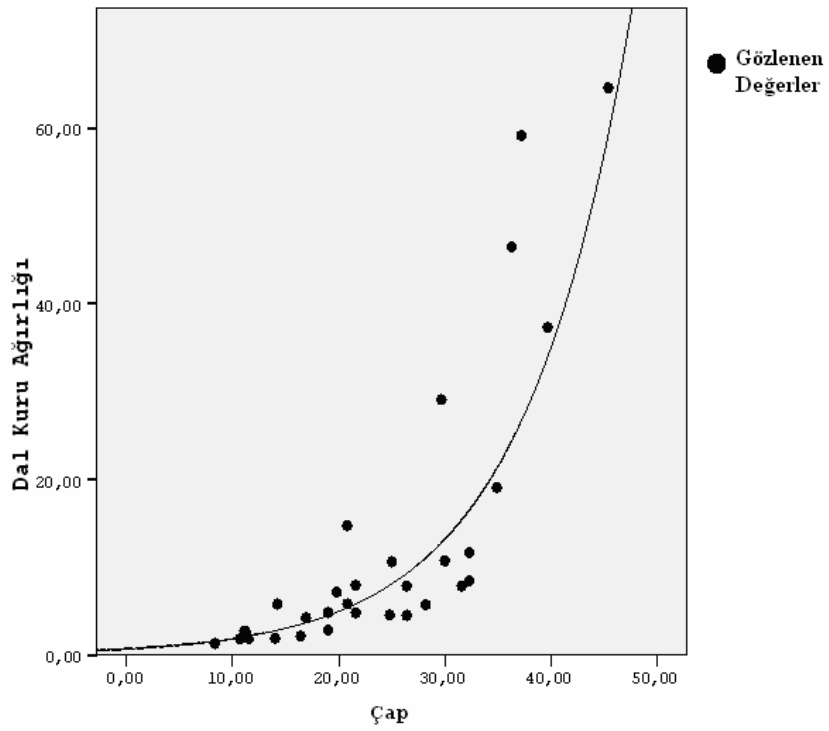
Şekil 14. Tek ağaç için kabuk yaş ağırlığı ile  $d_{1,3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



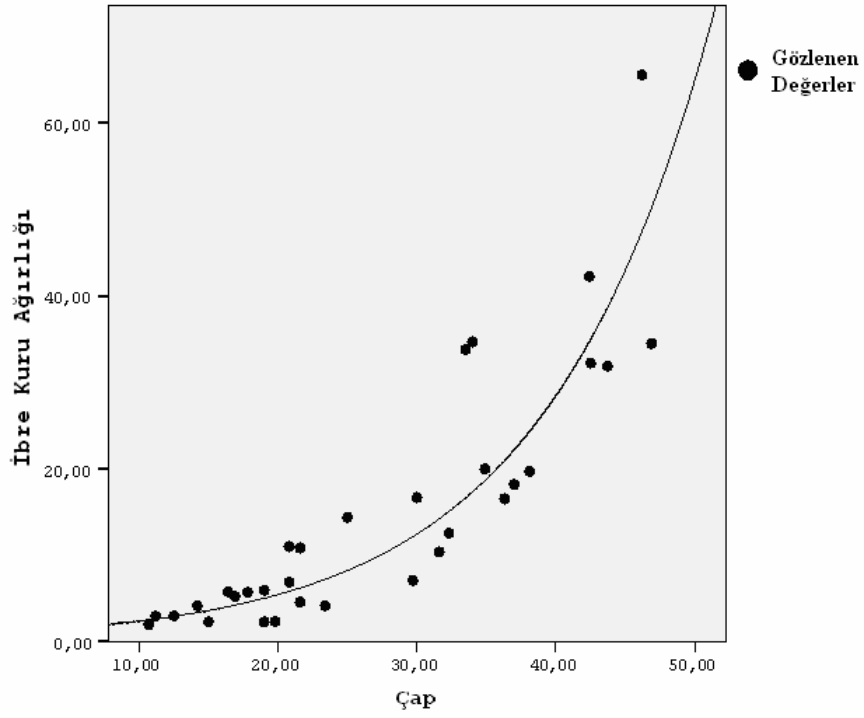
Şekil 15. Tek ağacın tüm bileşenlerinin yaş ağırlığı ile  $d_{1,3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



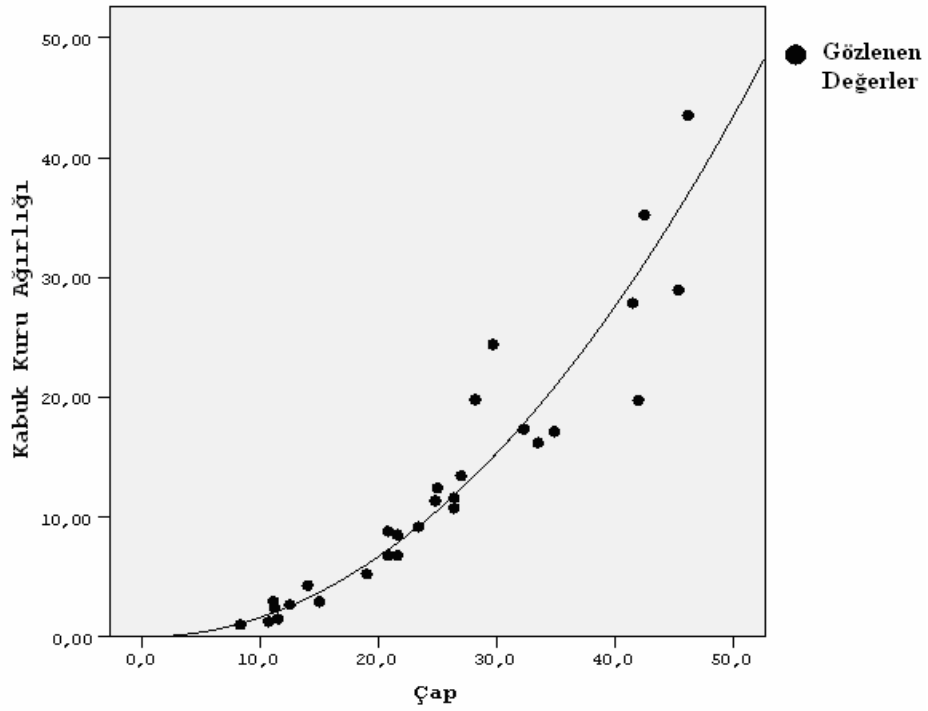
Şekil 16. Tek ağaç için gövde fırın kuru ağırlığı ile  $d_{1.3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



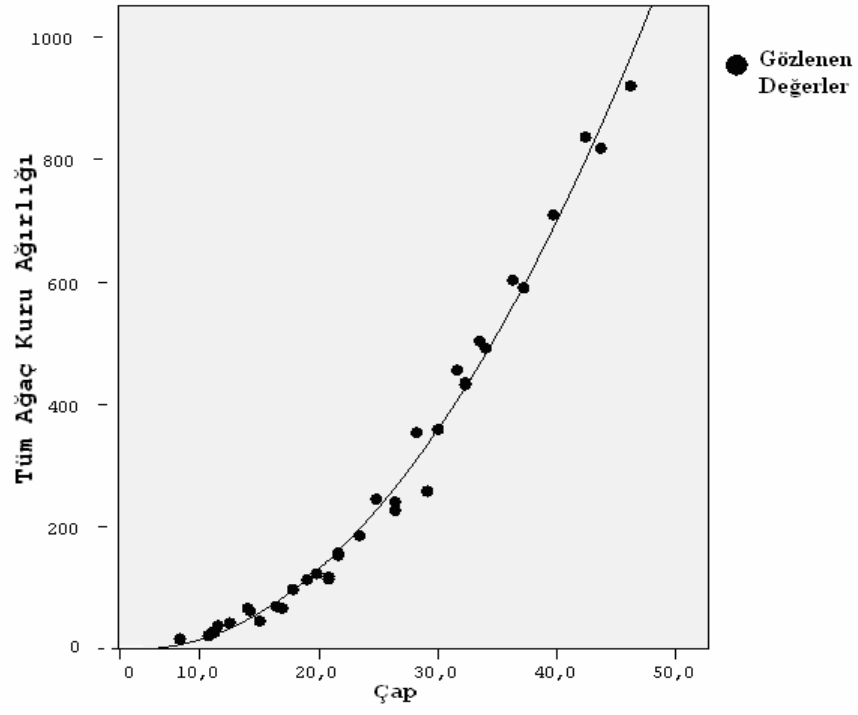
Şekil 17. Tek ağaç için dal fırın kuru ağırlığı ile  $d_{1.3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



Şekil 18. Tek ağaç için ibre fınm kuru ağırlığı ile  $d_{1.3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



Şekil 19. Tek ağaç için kabuk fınm kuru ağırlığı ile  $d_{1.3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



Şekil 20. Tek ağacın tüm bileşenlerinin fırın kuru ağırlığı ile  $d_{1,3}$  arasındaki regresyon analizi ve grafiği



#### 4. TARTIŞMA

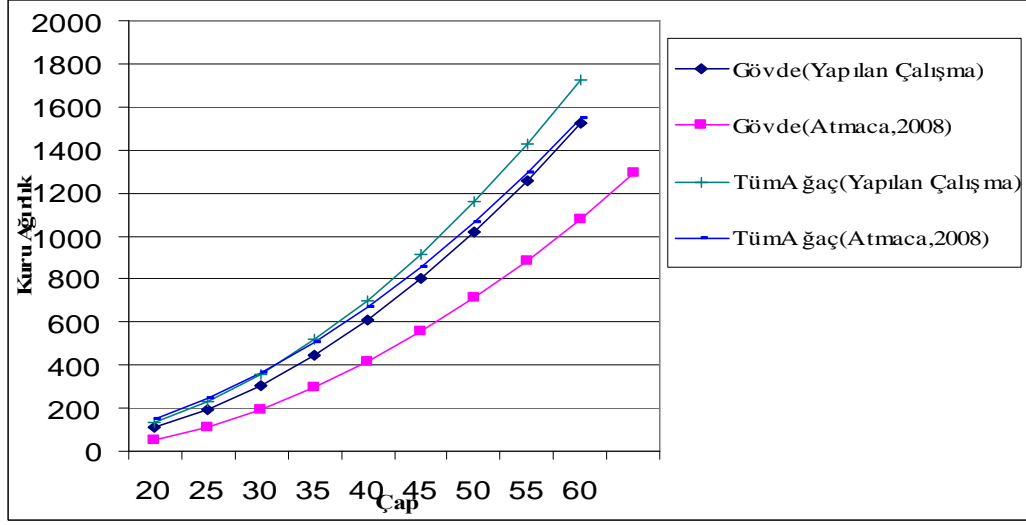
Tek girişli gövde ve tüm ağaç biyokütle tabloları parabolik denklem olan “Quadratic” denklemine göre, dal, ibre ve kabuk biyokütle tabloları ise “Logaritmik” denkleme göre düzenlenmiş olup sadece göğüs çapının ölçümünü gerektirmesi nedeniyle uygulanabilirliği çok yüksektir.

Tek girişli biyokütle denklemleri arasından seçilen en iyi biyokütle denklemlerinin her biri için “Kontrol Verileri” ile genel bazda uygunluk denetimi, yapılarak, 0.05 önem düzeyi ile biyokütle denklemlerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.

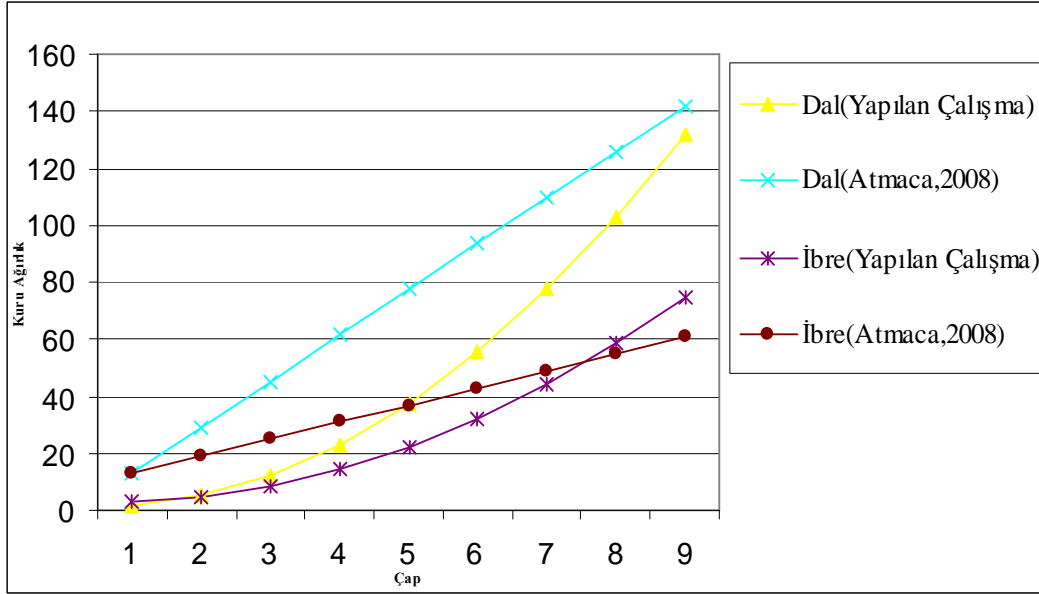
Atmaca 2008 yılında Erzurum yöresi için sarıçam türüne ait ağaç bileşenlerinin çapa bağlı biyokütle denklemlerini geliştirmiş ve biyokütle tablolarını düzenlemiştir. Atmaca'nın elde ettiği denklemler ile bu çalışma sonucunda elde edilen denklemler kullanılarak ağaç bileşenlerinin çap değişimine göre miktarları tablo 12, şekil 21 de verilmiştir.

Tablo 12. İki farklı çalışmada çap değişimine göre ağaç bileşenlerinin miktarlarının değişimi

Çap (cm)	Gövde (kg)		Dal (kg)		İbre (kg)		Tüm ağaç (kg)	
	Yapılan Çalışma	Atmaca (2008)	Yapılan Çalışma	Atmaca (2008)	Yapılan Çalışma	Atmaca (2008)	Yapılan Çalışma	Atmaca (2008)
20.00	108.67	114.30	1.29	13.09	2.99	12.99	131.40	148.45
25.00	195.09	197.00	4.98	29.19	4.76	18.96	231.73	246.65
30.00	307.42	298.07	12.28	45.29	8.59	24.93	360.31	366.66
35.00	445.64	417.53	23.17	61.39	14.46	30.89	517.14	508.50
40.00	609.77	555.36	37.67	77.49	22.39	36.86	702.22	672.16
45.00	799.79	711.57	55.76	93.59	32.36	42.82	915.55	857.64
50.00	1015.72	886.15	77.46	109.69	44.39	48.79	1157.13	1064.94
55.00	1257.54	1079.12	102.75	125.79	58.46	54.76	1426.96	1294.06
60.00	1525.27	1290.46	131.65	141.89	74.59	60.72	1725.04	1545.00



Şekil 21. Erzurum ve Vezirköprü yörelerindeki sarıçam türüne ait gövde ve tüm ağacın biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki



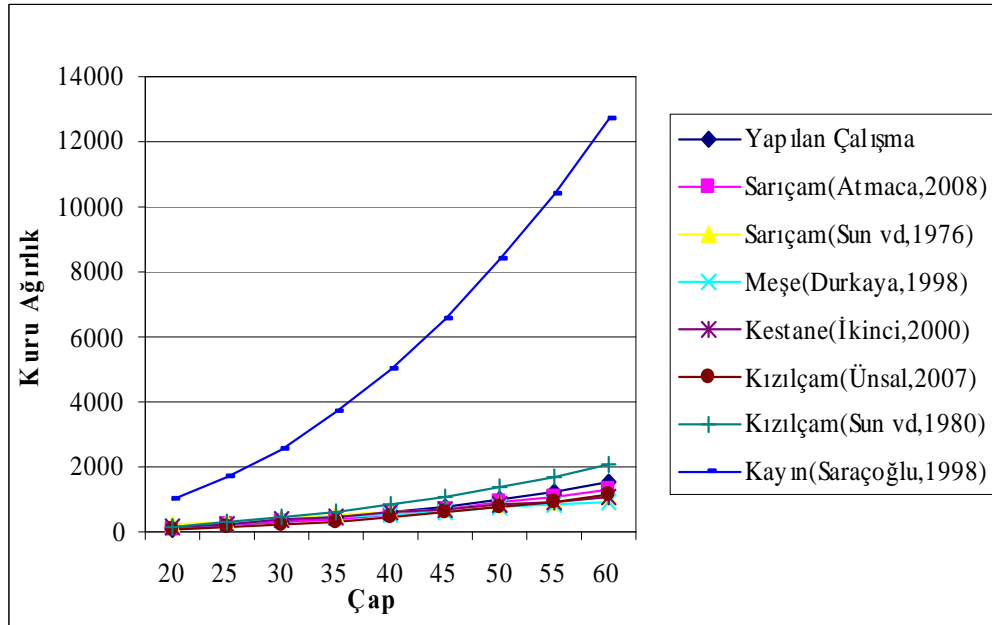
Şekil 22. Erzurum ve Vezirköprü yörelerindeki sarıçam türüne ait dal ve ibre biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki

Tablo 12 ve Şekil 21 den görüldüğü gibi Atmaca'nın 2008 yılında gövde ve tüm ağaç için elde ettiği denklemler kullanılarak hesaplanan biyokütle değerleri ile, bu çalışma sonucunda elde edilen denklemler kullanılarak hesaplanan biyokütle değerleri 30 cm'ye kadar lineer sonuç verirken, 30 cm den sonraki çap değerlerinde elde edilen biyokütle değerlerinin bu çalışmada daha yüksek, ibre ve dal biyokütle değerlerinin ise daha düşük

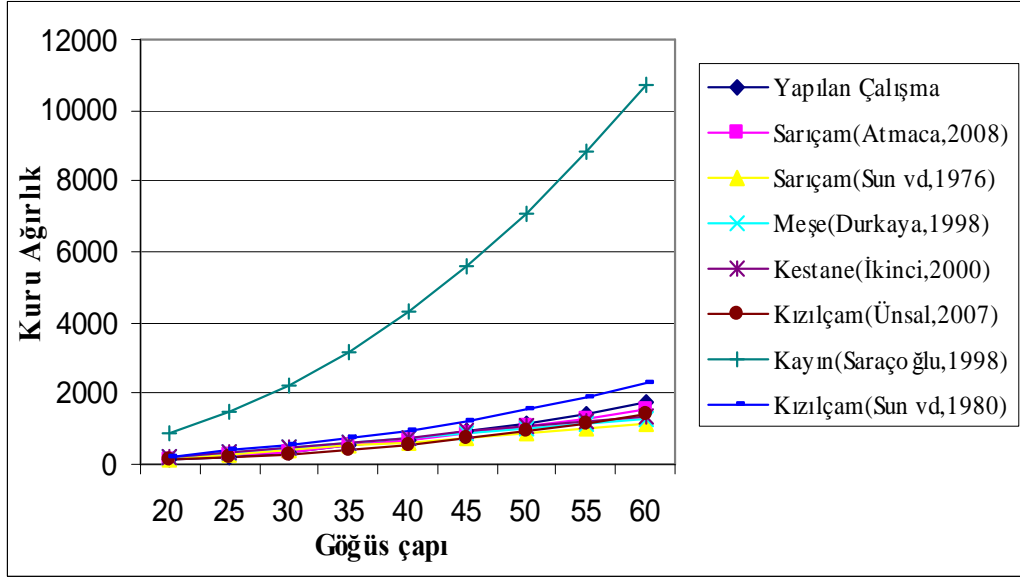
sonuçlar verdiği görülmüstür. İki farklı bölge için geliştirilen biyokütle denklemleri arasında fark olup olmadığı Student'in Eşlendirilmiş t-testi ile test edilmiş ve  $\alpha=0.05$  önem düzeyinde Atmaca (2008)'ın yılında Erzurum yöresi için elde ettiği biyokütle denklemleri ile bu çalışma sonucunda elde edilen biyokütle denklemleri arasında fark olduğu ve Erzurum yöresi için geliştirilen denklemlerin Amasya Vezirköprü yöresi için uygun olmadığı ve kullanılamayacağı sonucuna varılmıştır.

Sun vd (1976)' nin Sarıçamda yaptıkları çalışma sonucunda gövde ve tüm ağacın kuru ağırlığı ile çap arasında doğrusal ilişki olduğu belirtilmiştir.

Saraçoğlu (1992) Kayında gövde ve tüm ağacın kuru ağırlığı ile çap arasındaki ilişkinin  $\log y = b_0 + b_1d + b_2 \frac{1}{d}$  olduğunu belirtmiştir. Durkaya (1998)' nin meşede, İkinici (2000)' nin Kestanede yaptığı çalışma ile göğüs çapı ile gövde ve tüm ağacın kuru ağırlığı arasındaki ilişkinin doğrusal olduğu ifade edilmiştir. Ünsal (2008)' in Kızılcamda yaptığı çalışmada ise gövde ve tüm ağacın kuru ağırlığı ile çap arasında logaritmik bir ilişki olduğu belirtilmiştir.



şekil 23. Ağac türlerine göre gövde biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki



Şekil 24. Ağaç türlerine göre tüm ağacın biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişki

Şekil 22 ve 23 den görüldüğü gibi tek ağaçlarda en yüksek gövde ve tüm ağaç biyokütlesine, diğer türlere oranla çok büyük bir üstünlükle, Saraçoğlu tarafından düzenlenen Kayın tablosunun, en düşük değere ise Sun vd. tarafında düzenlenen Sarıçam tablosunun sahip olduğu görülmektedir. 30 cm çapına kadar diğer türlerin biyokütle değerleri birbirine çok yakın değerler vermekte, 30 cm çapından sonra farklılık göstermektedir. Meşe ve Kestanenin ise her çap değerinde birbirine çok yakın değerler verdiği görülmektedir.

## 5. SONUÇ

Sarıçam biyokütle miktarlarının tahmini için, Amasya Orman Bölge Müdürlüğü, Vezirköprü Orman İşletme Müdürlüğü sınırları içerisinde örnek ağaçlar ve örnek alanlar seçilmiştir. 32 örnek alanda, toplam 50 örnek ağaçta yapılan ölçümlerden elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Örnek ağaç seçiminde; ağaçların değişik çap ve boy kademesinde, canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı olmasına özen gösterilmiştir.

Biyokütle tabloları yaş ve kuru biyokütle tabloları şeklinde düzenlenmiştir. Yaş ağırlık, mevsimden mevsime değiştiği için kuru ağırlık tablolarının düzenlenmesi daha uygun görülmektedir. Ancak bu çalışmada her iki tablo da düzenlenmiştir. Ağaç bileşenlerinin tüm ağaç üzerindeki yaş ve fırın kurusu ağırlıklarının bulunabilmesi için örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Gövde ağırlıklarının bulunabilmesi için, her bir örnek ağaçtan, ağacın gövdesini temsil edecek şekilde yaklaşık gövdenin orta yerinden bir örnek kesit alınmış ve bu örnek kesit arazide tartılarak yaş ağırlığı bulunmuştur. Laboratuara getirilen örnek kesitin hacmi bulunmuş, gövdenin toplam hacmine oranlanmış ve bu oran yardımıyla ağacın yaş ağırlığı belirlenmiştir. Gövde kesitinin kuru ağırlığı, bulunan oran ile çarpılarak ağacın kuru ağırlığı belirlenmiştir. Dal ağırlıklarının bulunabilmesi için, seçilen örnek dalın hacmi ağacın toplam dal hacmine oranlanmış örnek dalın yaş ağırlığı ile çarpılarak dal yaş ağırlığı, kuru ağırlığı ile çarpılarak dal kuru ağırlığı belirlenmiştir. Yaprak ağırlıklarının bulunabilmesi için seçilen örnek daldaki ibre (yaprak) ağırlığı belirlenmiş ve tüm ağacın dal ağırlığına oranlanmıştır. Bu oran ile örnek daldan toplanan ibrenin yaş ağırlığı çarpılarak ağacın ibre yaş ağırlığı, fırın kurusu ağırlığı çarpılarak ibre kuru ağırlığı elde edilmiştir.

Biyokütle tablolarının düzenlenmesinde, regresyon analizi yöntemine göre, göğüs çapının bağımsız değişken olarak kullanıldığı tek girişli 9 adet biyokütle denklemi denenmiştir. Denenen bu biyokütle denklemleri arasında  $R^2$  ve  $S_{y,x}$  gibi uygunluk ölçütlerine göre yapılan karşılaştırmalar sonucunda; gövde ve tüm ağacın biyokütle tablolarının oluşturulmasında

$$y = b_0 + b_1 \times d_{13} + b_2 \times d_{13}^2$$

denklemini, dal ve ibre biyokütle tablolarının oluşturulmasında

$$\ell ny = \ell nb_0 + \ell nb_1 \times d_{1,3}$$

denklemini ve kabuk biyokütle tablolarının oluşturulmasında

$$\ell ny = \ell nb_0 + b_1 \times \ell nd_{1,3}$$

denklemini en iyi sonucu vermiştir.

Tek ağacın gövde ve tüm ağaç biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model (1) nolu model, dal ve ibre biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model (7) nolu model, kabuk biyokütlesi ile göğüs çapı arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model ise (6) nolu model olmuştur. Sarıçam biyokütle tabloları (1), (6) ve (7) nolu denklemler yardımıyla oluşturulmuştur. Biyokütle tabloları Ek Tablo1 ve 2’de verilmiştir.

Tek girişli biyokütle denklemleri arasından seçilen en uygun biyokütle denklemlerinin her biri için ‘Kontrol Verileri’ ile genel bazda uygunluk denetimi Eşlendirilmiş t-testi ile yapılarak 0.05 önem düzeyinde, biyokütle denklemlerinin kullanılabilmesi sonucuna varılmıştır.

Ek tablo 1 ve 2 de verilen değerlerin kullanılabilmesi bölgeler, verilerin toplandığı Amasya yöresindeki eşit yaşlı saf Sarıçam meşcereleridir. Tablonun yöre dışındaki ormanlarda kullanılabilmesi mümkün olsa bile uygulama sonuçları ile tablodan elde edilen sonuçların uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Çünkü, gerek örnek sayısı, gerekse bu örneklerin toplandığı bölge itibariyle bu tablo lokal bir tablodur. Bu nedenle, bu tablonun yöre dışı ormanlarda kullanılması halinde, tablo değerleri ile gerçek değerler arasında farklılık olacağı unutulmamalıdır.

Elde edilen biyokütle denklemleri örnek alanlara uygulandığında tek ağaçta en düşük gövde biyokütlesi 11.48 kg olarak, en yüksek gövde biyokütlesi ise 1582 kg olarak belirlenmiştir, ortalama bir gövdenin ise 198,99 kg ağırlıkta olduğu görülmüştür. En düşük ve en yüksek dal biyokütlesi 2,34 kg ve 347,53 kg olduğu, ortalama dal biyokütlesinin ise 14.18 kg olduğu belirlenmiştir. En düşük ve en yüksek ibre biyokütlesinin ise 2.81 ve 197.08 kg ve ortalama ibre biyokütlesinin ise 12.17 kg olduğu görülmüştür. En düşük ağaç

biyokütlesi 12.66 kg, en yüksek ağaç biyokütlesi 1788.05 olarak ve ortalama bir ağaç biyokütlesinin 233.47 kg ağırlıkta olduğu görülmüştür.

Hektarda, gövde, dal, ibre ve tüm ağacın en düşük ve en yüksek biyokütle miktarlarının sırasıyla 42.5-266.6 ton, 4-175 ton, 4-11 ton, 51-175 ton olduğu belirlenmiştir. Görüldüğü gibi her yıl ormanda bıraktığımız odun artıklarının miktarı küçümsenmeyecek kadar büyüktür. Bu artıklar aynı zamanda bünyelerinde bulundurdukları önemli miktardaki karbon ile karbon deposu görevi de görmektedirler. Bu artıkların farklı sanayi kollarında değerlendirilebilmesi mümkün iken değerlendirmeyip ormanda bırakmamız sahip olduğumuz değerleri bilinçsiz bir şekilde kullandığımız ve sahip çıkmadığımız gerçeğinin açık bir göstergesi olarak karşımıza çıkmaktadır.

## 6. ÖNERİLER

Biyokütle tablosu düzenlenmesi konusunda ülkemizde yeterli sayıda çalışma yapılmamıştır. Yapılan çalışmalarda ise örnek ağaçların alınmasında Orta Ağaç Yöntemi kullanılmıştır, bu yöntemde örnek alanlar içerisinde meşcere orta ağacı belirlenmekte ve belirlenen bu ağaç üzerinde ölçümler gerçekleştirilmektedir. Meşcere orta ağacının biyokütlesi bulunmakta ve ağaç sayısı ile çarpılarak meşcere biyokütlesi elde edilmektedir. Orta ağaç, hacim orta ağacına denk olsa bile dal odunu, ibre yada kabuk miktarlarının belirlenmesinde güvenilir olmayan sonuçlar vermektedir, bu nedenle meşcere tipi yada meşcere içerisine göre yeterli ölçüde doğru sonuçlar elde edilemeyebilir. Ayrıca, bu yöntem toplam biyokütle verimini sadece tahmini bir değer olarak verirken, meşcerenin çap kademelerindeki ağaçların biyokütle yada biyokütle verimine ilişkin bir bilgi vermez. Regresyon Modelleri Yönteminde ise birçok deneme ağacından alınan ölçümlere göre regresyon denklemlerini düzenlemek ve bunların yardımı ile diğer ağaç bileşenlerinin biyokütleleri göğüs çapı ve boy gibi kolay ölçülebilen parametreler ile belirlenebilmektedir. Bu yöntem ile tek ağaç ögelerinin ve tek ağacın toplam yaş ve kuru ağırlıklarının saptanabilmesi diğer yöntemlere göre daha güvenilir sonuçlar vermesi ile dünyada en çok tercih edilen ve uygulanan yöntemidir. Bu yöntemi ülkemizde ilk defa Saraçoğlu kullanmıştır. Bu çalışmada ülkemizde yapılan diğer çalışmalardan farklı olarak regresyon modelleri yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada ilk olarak örnek ağaçlar alınmış regresyon analizi ile elde edilen denklem sonuçlarına uygun olacak şekilde farklı yükseklikte ve bakıda, çeşitli yetişme ortamında, değişik gelişim çağlarında ve sıklıkta olacak şekilde örnek alanlar alınmıştır. Elde edilen regresyon analizi denklemleri ile tek ağaca ilişkin yaş ve kuru ağırlık değerleri belirlenmiştir. Biyokütle ile ilgili yapılacak olan çalışmalarda daha güvenilir sonuçlar vermesi açısından regresyon modelleri yönteminin kullanılması önerilmektedir.

Yapılan çalışma sonunda elde edilen regresyon denklemleri tek ağaca ait olup bir değişkene bağlı olduğundan uygulanması kolaydır. Tek ağaca ait biyokütle denklemlerini belirlenmesi ile meşcere biyokütlesi de belirlenebilmektedir. Böylece aynı işlemlerin meşcere bazında yeniden uygulanıp yeni bir denklem bulunmasına ihtiyaç kalmamaktadır.



Orman biyokütlesi terimi incelendiğinde, biyokütlenin sadece toprak üstü ağaç biyokütlesinden (gövde, dal, ibre, kabuk ve tüm ağaç) ibaret olmadığı, toprak üstü biyokütlenin ölü ve diri örtü biyokütlesini de kapsadığı; bunun yanında toprak altı, endüstriyel odun, yakacak odun ve satılabilir odun biyokütlesinin de orman biyokütlesine dahil olduğu bilinmektedir. Ülkemizde bugüne kadar yapılan biyokütle çalışmalarında sadece toprak üstü ağaç biyokütlesi çalışılmış, ancak biyokütle çalışıldığında, toplam biyokütle içinde olması gereken toprakaltı biyokütlenin de belirlenmesi gerektiği bilinmektedir.

TÜBİTAK TOVAG-106O274 Nolu projenin bir parçası olarak yapılan bu çalışmada sadece toprak üstü ağaç biyokütlesi belirlenmeye çalışılmış, ancak toprak altı biyokütleyi belirlemeye yönelik çalışma yapılmamıştır. Çalışmanın eksikliği olarak toprakaltı, endüstriyel, yakacak odun ve satılabilir odun biyokütlesine yönelik çalışma yapılmaması gösterebilir. Yapılacak olan biyokütle çalışmalarında, bu biyokütle değerlerinin belirlenmesine yönelik çalışmalar yapılmalıdır.

Serveti ve biyokütlesi bilinen ibrelili ve yapraklı türler için karbon depolamasının hesaplanmasında genel katsayılar kullanılmaktadır. Halihazırda Sarıçam ve Ladin için yürütülen doğrudan karbon depolama miktarının tahmin edilmesine yönelik çalışmalar tüm asli ağaç türlerimiz için dikkate alınacak şekilde yaygınlaştırılmalıdır.

Orman alanlarındaki biyokütleyi dolayısıyla karbon birikimini arttırabileceğimiz ülkemizde 10 milyon hektar bozuk orman alanımız vardır bu açıdan ülkemiz büyük bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle hem politik, hem de mali yönden desteklenen ağaçlandırma projeleri gerçekleştirilmelidir. Göç ve kentleşme nedeniyle terk edilen araziler ormana dönüştürülmelidir.

Ağaçlar kesildiğinde yada endüstriyel anlamda kullanıldığında bitki büyümesi esnasında alınan miktarda karbonla hemen hemen aynı miktarda karbonu dışarı verir. Bu sebeple biyokütlenin kullanımı, atmosferdeki CO<sub>2</sub> in birikimine katkıda bulunmaz. Bu yüzden endüstriyel amaçlı, sanayide fosil yakıtlar kullanmak yerine hızlı gelişen türlerimizden oluşan enerji ormanları kurulmalı ve bunlara amenajman planlarında da yer verilmelidir.

## 7. KAYNAKLAR

- Alemdağ, İ.Ş., 1981. Aboveground-mass Equations For Six Hardwood Species From Natural Stands Of The Research Forest At Petawawa. Can. For. Serv., Environ. Can., Inf, Rep. PI-x-6.
- Anonim, 2001. Climate Change: Impacts, Adaptations, and Vulnerability. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Working Group II, MacCarthy, J:J. Et al., eda. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Anonim, 2004. Orman Varlığımız, OGM Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı.
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız, OGM Yayınları, Ankara.
- Ansin, R., 2001. Tohumlu Bitkiler Gymnospermae, Ders Kitabı, K.T.Ü Orman Fakültesi.
- Atmaca, S., 2008. Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle tablolarının düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Ens., Zonguldak.
- Başçetinçelik, A., Karaca, C. ve Öztürk, H.H., 2004. Bazı Avrupa Birliği Ülkelerinde Biyokütle Politikaları, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu.
- Çakıl, E., 2008. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Karaçam Mesçereleri Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Ens., Zonguldak.
- Durkaya, B., 1998. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Mese Mesçerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Ens., Zonguldak.
- FAO, 2008. Orman Envanteri.
- Hall, R.J., Skakun R.S., Arsenault E.J., Case B.S., 2006. Modeling Forest Stand Structure Attributes Using Landsat ETM+ data: Application to Mapping of Aboveground Biomass and Stand Volume, Forest Ecology and Management, 225, pp. 378-390.
- İkinci, O., 2002. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Mesçereleri Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Ens., Zonguldak.
- Kalıpsız, A., 1981. İstatistik Yöntemler, İ.Ü.O.F. Yayınları.
- Kalıpsız, A., 1984. Dendrometri, İ.Ü. Orman Fak. Yayın, No:3149/354, İstanbul.
- Kaplan, E., 2006. Türkiye’de Orman Ürünleri Arz – Talebi Ve Endüstriyel Plantasyonların Önemi, Orman Mühendisliği, Ankara.

- Karahalil, U., 2009. Korunan Orman Alanlarında Amenajman Planlarının Düzenlenmesi (Köprülü kanyon Milli Parkı Örneği), Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, 167 s.
- Kapucu, F., 1996. Orman Amenajmanı (Temel Kavramlar), Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Ders Notları, Artvin.
- Köse, S., Başkent, E., Sivrikaya, F., Yolasığmaz, H., 2002. Karadeniz’de Orman Fonksiyonlarının Belirlenmesi ve Örnek Uygulamalar, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Uygulaması, cilt no 1, s 78-87.
- Mısır, M., 2001. Çok Amaçlı Orman Amenajman Planlarının Coğrafi Bilgi Sistemlerine Dayalı Olarak Amaç Programlama Yöntemi ile Düzenlenmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Mısır, N., 1990. Dişbudak Gövde Hacim ve Ağaç Hacim Tablolarının Düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Mısır N., 2003. Karaçam Ağaçlandırmalarına İlişkin Büyüme Modelleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 209 s.
- OGM, 2009. LULUCF Çalışma Grubu Raporu.
- OGM, 2010. Sürdürülebilir Orman Yönetimi Kriter ve Göstergeler Raporu.
- Özçelik, R., 2005. Değişik Statülerdeki Bazı Korunan Alanlarda Karbon Depolama ve Oksijen Üretiminin Tahmini, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 9-1, 86-94, Isparta.
- Saraçoğlu, N., 1988. Modern Ormancılıkta Yeni Görüş; Biyokütle, Orman Mühendisliği Dergisi, Yıl 25, Sayı 3, s. 29-32.
- Saraçoğlu, N., 1990. Orman Hasılat Bilgisi, K.T.U. Orman Fakültesi.
- Saraçoğlu, N., 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Biyokütle Tabloları.K.T.U. Trabzon.
- Saraçoğlu, N., 1998. Sakallı Kızılağaç (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn subsp. *barbata* (C.A. Mey.) Yalt.) Biyokütle Tabloları.
- Sun, O., Uğurlu, S ve Araslı, B., 1976. Stepe Geçiş Yörelerindeki Sarıçam Meşcerelerinde Biyolojik Kütlenin Saptanması. OEA Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No.80, Ankara, 48s.
- Sun, O., Uğurlu, S ve Özer, E., 1980. Kızıldağ (P. *Brutia* Ten.) Türüne Ait Biyolojik Kütlenin Saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No.104, Ankara, 32s.

- Ünsal, A., 2007. Adana Orman Bölge Müdürlüğü Kızılcım Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Z.K.Ü. Fen Bilimleri Ens., Zonguldak.
- Ürgenç, S., 1982. Orman Ağaçları Islahı, Yayın no: 2836/293, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 257-273.
- Yaltrık, F ve Efe, A., 1989. Otsu Bitkiler Sistematiği, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul, 45-53.
- Yavuz, H., 1992. Değişik Yaşlı Meşcerelerde Büyümenin Markov Zincirleri Yöntemi ile Analiz Edilmesi, Doktora Tezi, K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 223 s.

## EKLER

Tek ağaç bileşenlerine ait yaş ve kuru biyokütle tabloları

Ek Tablo 1. Tek ağaç için yaş biyokütle tablosu

Göğüs çapı (cm)	Gövde yaş ağırlığı (kg)	Dal yaş ağırlığı (kg)	İbre yaş ağırlığı (kg)	Kabuk yaş ağırlığı (kg)	Ağaç yaş ağırlığı (kg)
9.00	39.42	4.20	9.14	1.35	54.41
10.00	46.05	4.71	9.96	1.69	60.79
11.00	53.82	5.27	10.84	2.06	68.77
12.00	62.73	5.90	11.81	2.47	78.37
13.00	72.78	6.61	12.86	2.92	89.59
14.00	83.96	7.40	14.00	3.41	102.42
15.00	96.29	8.29	15.25	3.94	116.86
16.00	109.76	9.29	16.60	4.51	132.92
17.00	124.37	10.40	18.08	5.11	150.59
18.00	140.12	11.65	19.69	5.76	169.87
19.00	157.00	13.05	21.44	6.45	190.77
20.00	175.03	14.61	23.35	7.18	213.29
21.00	194.20	16.37	25.43	7.95	237.41
22.00	214.51	18.33	27.69	8.76	263.15
23.00	235.96	20.53	30.16	9.62	290.51
24.00	258.54	23.00	32.84	10.51	319.48
25.00	282.27	25.76	35.77	11.45	350.06
26.00	307.14	28.85	38.95	12.43	382.26
27.00	333.15	32.31	42.41	13.44	416.07
28.00	360.30	36.19	46.19	14.51	451.49
29.00	388.58	40.53	50.30	15.61	488.53
30.00	418.01	45.39	54.78	16.75	527.19
31.00	448.58	50.84	59.65	17.94	567.45
32.00	480.29	56.94	64.96	19.17	609.33
33.00	513.14	63.77	70.74	20.45	652.83
34.00	547.12	71.42	77.04	21.76	697.94
35.00	582.25	79.99	83.90	23.12	744.66
36.00	618.52	89.59	91.36	24.52	793.00

Ek Tablo 1'in devamı

37.00	655.93	100.34	99.49	25.97	842.95
38.00	694.48	112.39	108.35	27.45	894.51
39.00	734.16	125.87	117.99	28.98	947.69
40.00	774.99	140.98	128.49	30.56	1002.49
41.00	816.96	157.89	139.93	32.18	1058.89
42.00	860.07	176.84	152.38	33.84	1116.91
43.00	904.32	198.06	165.94	35.54	1176.55
44.00	949.70	221.83	180.71	37.29	1237.80
45.00	996.23	248.45	196.80	39.08	1300.66
46.00	1043.90	278.26	214.31	40.92	1365.14
47.00	1092.71	311.65	233.39	42.80	1431.23
48.00	1142.66	349.05	254.16	44.72	1498.93
49.00	1193.74	390.94	276.78	46.69	1568.25
50.00	1245.97	437.85	301.41	48.71	1639.19
51.00	1299.34	490.39	328.24	50.76	1711.73
52.00	1353.85	549.24	357.45	52.86	1785.89
53.00	1409.50	615.15	389.26	55.01	1861.67
54.00	1466.28	688.97	423.91	57.20	1939.06
55.00	1524.21	771.64	461.63	59.44	2018.06
56.00	1583.28	864.24	502.72	61.72	2098.68
57.00	1643.49	967.95	547.46	64.04	2180.91
58.00	1704.84	1084.10	596.19	66.41	2264.75
59.00	1767.32	1214.19	649.25	68.82	2350.21
60.00	1830.95	1359.90	707.03	71.28	2437.29

Ek Tablo 2. Tek ağaç için kuru biyokütle tablosu

Göğüs çapı (cm)	Gövde kuru ağırlığı (kg)	Dal kuru ağırlığı (kg)	İbre kuru ağırlığı (kg)	Kabuk kuru ağırlığı (kg)	Ağaç kuru ağırlığı (kg)
9.00	9.70	2.23	1.99	1.35	10.12
10.00	13.52	2.45	2.07	1.69	15.49
11.00	18.37	2.70	2.17	2.06	22.00
12.00	24.26	2.98	2.27	2.47	29.63
13.00	31.19	3.28	2.37	2.92	38.40
14.00	39.15	3.62	2.47	3.41	48.30
15.00	48.14	3.99	2.59	3.94	59.32
16.00	58.18	4.39	2.70	4.51	71.48
17.00	69.25	4.84	2.82	5.11	84.76
18.00	81.35	5.34	2.95	5.76	99.18
19.00	94.49	5.88	3.08	6.45	114.73
20.00	108.67	6.48	3.22	7.18	131.40
21.00	123.88	7.14	3.37	7.95	149.21
22.00	140.13	7.87	3.52	8.76	168.14
23.00	157.42	8.67	3.68	9.62	188.21
24.00	175.74	9.56	3.84	10.51	209.41
25.00	195.09	10.53	4.01	11.45	231.73
26.00	215.49	11.60	4.20	12.43	255.19
27.00	236.92	12.79	4.38	13.44	279.77
28.00	259.38	14.09	4.58	14.51	305.49
29.00	282.88	15.53	4.79	15.61	332.34
30.00	307.42	17.11	5.00	16.75	360.31
31.00	332.99	18.86	5.23	17.94	389.42
32.00	359.60	20.78	5.46	19.17	419.65
33.00	387.25	22.90	5.71	20.45	451.02
34.00	415.93	25.24	5.97	21.76	483.52
35.00	445.64	27.81	6.23	23.12	517.14
36.00	476.40	30.65	6.52	24.52	551.90
37.00	508.19	33.78	6.81	25.97	587.78
38.00	541.01	37.22	7.11	27.45	624.80
39.00	574.87	41.02	7.43	28.98	662.95
40.00	609.77	45.20	7.77	30.56	702.22
41.00	645.70	49.82	8.12	32.18	742.63
42.00	682.67	54.90	8.48	33.84	784.16
43.00	720.68	60.50	8.87	35.54	826.83
44.00	759.72	66.67	9.27	37.29	870.63
45.00	799.79	73.47	9.68	39.08	915.55
46.00	840.91	80.96	10.12	40.92	961.61
47.00	883.06	89.22	10.57	42.80	1008.79
48.00	926.24	98.32	11.05	44.72	1057.11
49.00	970.46	108.35	11.55	46.69	1106.56
50.00	1015.72	119.40	12.07	48.71	1157.13
51.00	1062.01	131.58	12.61	50.76	1208.84
52.00	1109.34	145.00	13.18	52.86	1261.67
53.00	1157.71	159.79	13.77	55.01	1315.64
54.00	1207.11	176.09	14.39	57.20	1370.74
55.00	1257.54	194.05	15.04	59.44	1426.96
56.00	1309.02	213.84	15.71	61.72	1484.32
57.00	1361.53	235.65	16.42	64.04	1542.80
58.00	1415.07	259.69	17.16	66.41	1602.42
59.00	1469.65	286.17	17.93	68.82	1663.17
60.00	1525.27	315.36	18.74	71.28	1725.04

## ÖZGEÇMİŞ

22.08.1985 tarihinde Adananın Ceyhan İlçesinde doğdu. İlk ve Orta Öğrenimini Mustafabeyli Y.İ.B.O da 1999 yılında tamamladı. 2003 yılında Ceyhan Yabancı Dil Ağırlıklı lisesinden mezun oldu. Aynı yıl girdiği üniversite sınavında Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi Orman Mühendisliği Bölümünü kazandı. 2008 yılında bölüm 2. si olarak mezun oldu.

2009 Şubat döneminde Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim dalı Orman Amenajmanı bilim dalında Yüksek Lisans öğrenimine başladı, öğrenimine halen devam etmektedir. İyi derecede İngilizce bilmektedir.