

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANTALYA YÖRESİ AYNI YAŞLI SAF KIZILÇAM MEŞCERELERİNDE
TOPRAK ÜSTÜ BİYOKÜTLENİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan YILMAZ

Artvin-2015

**T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANTALYA YÖRESİ AYNI YAŞLI SAF KIZILÇAM MEŞCERELERİNDE
TOPRAK ÜSTÜ BİYOKÜTLENİN BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sercan YILMAZ

**Danışman
Doç. Dr. Turan SÖNMEZ**

Artvin-2015

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ANTALYA YÖRESİ AYNI YAŞLI VE SAF KIZILÇAM MEŞÇERELERİNDE
TOPRAK ÜSTÜ BİYOKÜTLENİN BELİRLENMESİ

Sercan YILMAZ

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 31/12/2014

Tezin Sözlü Savunma Tarihi : 14/01/2015

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Aydın KAHRİMAN

Jüri Üyesi : Yrd. Doç. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ

ONAY:

Bu Yüksek Lisans Tezi, AÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenen yukarıdaki jüri üyeleri tarafından .../.../2015 tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu'nun .../.../2015 tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

.../.../2015

Doç. Dr. Turan SÖNMEZ

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

“Antalya Yöresi Aynı Yaşlı ve Saf Kızılcım Meşçerelerinde Toprak Üstü Biyokütlenin Belirlenmesi” adlı çalışma Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Konu seçimimden çalışmamın son aşamasına kadar, ilgili ve yol gösterici tutumu ile çalışmaların planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilme aşamalarında bilgi ve katkılarını esirgemeyen danışmanım, Sayın Hocam Doç. Dr. Turan SÖNMEZ’ e teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek Lisans dersleri ve arazi çalışmalarımın her aşamasında yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Aydın KAHRİMAN ve Arş. Gör. Abdurrahman ŞAHİN’ e teşekkür ederim.

TÜBİTAK –TOVAG 1120808 No’ lu projenin bir parçası olan tez çalışmamda aldığım destek için Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumuna teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışması süresince arazi ve laboratuvar çalışmalarında desteklerini gördüğüm meslektaş ve arkadaşlarım Duygu ŞİMŞAK, Merve TERZİ, Yiğit GENÇ, Ümit DAMAR, Murat UZUN, Güven AKSU, Hüseyin ÇAKIR ve Antalya Orman Bölge Müdürlüğü ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Hayatım her döneminde maddi ve manevi destekleri ile sürekli yanımda olan aileme şükranlarımı sunarım.

Sercan YILMAZ

Artvin - 2015

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	I
İÇİNDEKİLER	II
ÖZET	IV
SUMMARY	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
SİMGELER DİZİNİ	VIII
1 GENEL BİLGİLER.....	1
1.1 GİRİŞ	1
1.2 Biyokütle İle İlgili Genel Bilgiler ve Yapılmış Çalışmalar	9
1.3 Kızılçam Hakkında Genel Bilgi.....	15
1.3.1 Kızılçam (<i>Pinus brutia</i>)'ın Dünya ve Türkiye Üzerindeki Yayılışı	15
1.3.2 Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten)'ın Botanik Özellikleri.....	17
1.3.3 1Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten)'ın Yetiştirme Ortamı Özellikleri.....	17
1.3.3.1 Klimatik Faktörler.....	17
1.3.3.2 Edafik Faktörler	18
1.3.3.3 Biyotik Faktörler.....	19
1.3.4 Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten)'ın Silvikültürel Özellikleri.....	20
1.3.5 Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten)'da Hasılat ve Amenajman Esasları.....	21
1.3.6 Kızılçam (<i>Pinus brutia</i> Ten)'ın Anatomik ve Teknolojik Özellikleri	23
2 YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	25
2.1 Araştırma Alanın Tanıtımı	25
2.2 Deneme Ağaçları Nitelikleri ve Seçimi	27
2.3 Laboratuvarında Yapılan Ölçme ve Değerlendirmeler.....	28
2.4 Yöntem.....	29
2.4.1 Gövde Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi	32
2.4.2 Dal Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi	33
2.4.3 İbre Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi	33
2.4.4 Kabuk Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi	33
2.5 Topraküstü Biyokütle Denklemlerinin Belirlenmesi	34

2.6	Biyokütle Denklemlerinin Kontrolü	35
3	BULGULAR	36
4	TARTIŞMA	41
5	SONUÇ	46
6	ÖNERİLER	48
	KAYNAKLAR	50
	EKLER	59
	ÖZGEÇMİŞ	60

ÖZET

Bu çalışmada, Antalya yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinin biyokütlesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma için Antalya Bölge Müdürlüğü sınırları içerisindeki doğal, saf Kızılçam meşcerelerinden 159 deneme ağacı alınmıştır.

Deneme ağaçları belirlenirken çap ve boy basamaklarına dağılımının sağlanmasına dikkat edilmiştir. Her örnek ağacın göğüs çapı, 2 m'lik seksiyonlar halinde gövde çapları, ağaç üzerindeki tüm canlı dalların çapları ve boyları ölçülmüştür.

Biyokütle tablolarının oluşturulmasında “Regresyon Analizi” kullanılmıştır. Uygulanan regresyon analizi sonucunda bir ağacın büyüme elemanlarının toprak üstü biyokütleleri ile göğüs çapları arasında 0,05 önem düzeyinde anlamlı ilişkiler olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu değişkenler kullanılarak geliştirilen her bir biyokütle bileşenine ilişkin biyokütle denklemi, 32 ağaç verisinden oluşan bağımsız bir veri kümesi ile test edilmiştir. Biyokütle denklemlerinin 0.05 önem düzeyi ile Antalya yöresi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcereleri için kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Biyokütle denklemlerinin belirtme katsayıları (R^2) 0,790 ile 0,950 arasında değişmektedir.

Anahtar Kelime: Biyokütle, Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.), Regresyon Analizi

SUMMARY

DETERMINATION OF BIOMASS OF EVEN AGED AND PURE STANDS OF PINUS BRUTIA IN ANTALYA REGION

In this study, it was aimed to determine estimating biomass of Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.) stands in Antalya region. For this study, 159 sample trees from natural Turkish pine stands in Antalya were sampled.

When sample trees were determined, it was noted to ensure that the distribution of the diameter and height class. Diameter at breast height, stem diameter on 2 m sections, all living branches and heights of each sampling trees were measured.

Regression Analysis was used to prepare biomass tables. As a result of regresyon analysis, it was found 0,05 significant level between breast height diameter and aboveground biomasses of a tree growing parts.

Biomass equations which were fitted using these variables were tested in independent data set, consisting of 32 sample trees. Test results indicated that biomass equations were statistically usable for stands of Turkish pine in Antalya with 0,05 significant level. The coefficients of determination of biomass equations (R^2) were varied between 0,790 and 0,950.

Key Words: Biomass, Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.), Regression Analysis

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1. Türkiye Ormanlarının Kuruluş Yapısı ve Verimliliğine Göre Alansal Dağılımı (OGM, 2013)	8
Tablo 2. Türkiye'deki İbrelili ve Yapraklı Ormanların Alansal Dağılımı (OGM, 2013).....	8
Tablo 3. Türkiye ormanlarının verimlilik ve meşçere kuruluşuna göre servet dağılımı (OGM, 2013).....	9
Tablo 4. Toprak üstü, toprak altı ve ölü ve diri örtü içindeki biyokütle miktarı	9
Tablo 5. Antalya yıllık ortalama sıcaklık ve yağış tablosu (Meteoroloji Genel Müdürlüğü).....	26
Tablo 6. Örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına dağılımı	28
Tablo 7. Tek ağaç bileşenlerine ait fırın kuru ağırlık denklemlerine ilişkin parametre değerleri	36
Tablo 8. Tek ağaç bileşenlerine ait kırın kuru ağırlık denklemlerine ilişkin katsayı değerleri	37

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 1. Kızılçam (<i>Pinus brutia Ten</i>)'ın Türkiye'deki doğal yayılışı (URL-1)	16
Şekil 2. Çalışma alanı.....	25
Şekil 3. Deneme Ağaçlarının Alındığı Yerlerin Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sınırları İçindeki Dağılımı	27
Şekil 4. Biyokütle bileşenlerinin ağaç üzerindeki dağılımı.....	29
Şekil 5. Tek ağaç için gövde kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki.....	38
Şekil 6. Tek ağaca ait dal kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği.....	38
Şekil 7. Tek ağaca ait kuru ibre ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği.....	39
Şekil 8. Tek ağaca ait kabuk kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği.....	39
Şekil 9. Tek ağaca ait tüm ağaç (toprak üstü) ait kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği	40
Şekil 10. Kızılçam ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda kuru gövde biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi.....	41
Şekil 11. Kızılçam ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda kuru dal biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi.....	42
Şekil 12. Kızılçam ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda kuru ibre biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi	42
Şekil 13. Kızılçam ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda toplam toprak üstü kuru biyokütlenin göğüs çapına bağlı değişimi	43
Şekil 14. Ağaç türlerine göre kuru gövde biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi.....	44
Şekil 15. Ağaç türlerine göre toprak üstü toplam kuru biyokütlenin göğüs çapına bağlı değişimi	44

SİMGELER DİZİNİ

$^{\circ}\text{C}$: Santigrad Derece
Cm	: Santimetre
CO ₂	: Karbondioksit
d _{1,3}	: Göğüs çapı
f	: düzeltme Faktörü
F	: F istatistiği
g	: Gram
ha	: Hektar
kg	: Kilogram
ln	: Doğal Logaritma
log	: Logaritma
m	: Metre
m ²	: Metrekare
OBM	: Orman Bölge Müdürlüğü
OGM	: Orman Genel Müdürlüğü
R ²	: Çoklu Belirleyici Regresyon Katsayısı
R _{adj} ²	: Çoklu Belirleyici Düzeltilmiş Regresyon Katsayısı
Se	: Hata Varyansı
S _{y.x}	: Standart Hata

1 GENEL BİLGİLER

1.1 GİRİŞ

İnsanların ormanla olan ilişkisi insanoğlunun varoluşu ile başlamış günümüze kadar devam etmiştir. Ormanlar ilk etapta günlük ihtiyaç ve barınak amaçlı kullanılmıştır. Zamanla hızlanarak gerçekleşen nüfus artışı ve teknolojik gelişmeler ile ormanlara yönelik olan talep artmış ve çeşitlenmiştir. Fakat artan bu talepler ormanları tahrip ederek karşılanmıştır. Tahribat sonucunda; toprak kayıpları, su kaynaklarının kirlenmesi ve yok olması, çevre kirliliği, biyolojik çeşitliliğin azalması, orman yapılarının bozulması ve orman alanlarını parçalanması gibi olumsuzluklar ortaya çıkmış ve tüm bu olumsuzlukların doğrultusunda genel olarak da orman ekosistemlerinin yapısı sürekli şekilde bir gerileme göstermiştir. Bu durum, ormanların göreceği ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel fonksiyonların sürekliliğini tehlikeye sokmuştur (Eraslan, 1982; Kapucu, 2004).

Kıtlığı hissedilebilir boyutlara ulaştığında bol ve tükenmeyeceği düşünülen ormanların tükenen kaynaklardan olduğu anlaşılınca, düzenli bir şekilde yararlanıp ve yararlanmayı belli bir sınırdan tutarak ormanların azalmasını yavaşlatma hatta durdurma gereği duyulmuştur (Kapucu, 1996).

Ormanlardan yararlanılırken bir çeşit döngü oluşturulması gerektiği, ormanlardan alınan kaynakların doğaya zarar vermeden, yok etmek yerine yeniden üretebilecek şekilde faydalanma amaçlanmıştır. Böylece ilk düşünce sonucunda orman amenajmanı doğarken, ikinci düşünce sonucunda da ağaçlandırma kavramı ortaya çıkmıştır (Mısır, 2003).

Ormanlar için tehlike fark edildiğinde korumacı politikaya başvurulmuş krallıklar ve derebeylikleri ormanları sahiplenerek halkın ormanlardan yararlanmasını sınırlamaya başlamıştır. Bazı ülkeler ormanlardan yararlanma konusunda yasa ve yönetmelikler çıkarmıştır. Teknik ormancılık yani planlı kullanım ise 16. yüzyılın sonlarında orman bakımı ile başlamış zamanla ağaçlandırma ve orman niteliğini kaybetmiş alanların

tekrar ormanlaştırılması ile devam etmiştir. Almanya ve Fransa bu konuda öncü ülkeler olmuştur.

Bu gelişmeleri takip eden Osmanlı Devleti' de fiili adımlar atmıştır. 1839 yılında ilk orman müdürlüğü kurulmuş, Fransa'dan getirilen ormancılık uzmanları yardımıyla 1857 yılında Orman fakültesi öğretime açılmış ve Orman Müdürlüğü'nün etkinliği artmıştır. 19. Yüzyılın sonlarına doğru düzenli bir ormancılığın kurulması gerektiği anlaşılmış ve 1870 yılında "Orman Nizamnamesi" çıkarılarak ülkemiz ormancılığı ilk yasal düzenlemesine kavuşmuştur. 1917 yılında çıkarılan ilk orman amenajman kanunu olan " Ormanların Usulü İdare-i Fenniyeleri Hakkında Kanun" ile tüm ormanlarımızın orman amenajman planı 1918 yılında hazırlanmıştır. Bu şekilde başlayan planlama çalışmaları 1960'lı yıllara kadar süreklilik ilkesi göz ardı edilerek devam edilmiştir (Eraslan, 1982; Mısıır, 2001).

Sanayi devrimi ile birlikte başlayan ve çok hızlı gelişen teknoloji, dengesiz nüfus artışı ve neden olduğu aşırı tüketim, yeryüzünü tehdit eder hale gelmiştir. Düzensiz yararlanma çevresel problemleri beraberinde getirmiş ve insan sağlığını tehdit eder hale gelmiştir. Doğaya verilen zararı ve bundan duyulan endişe 1972 yılında Stockholm konferansında Birleşmiş Milletler tarafından uluslararası gündeme taşınarak dünyadaki ormansızlaşma ve orman tahribatının çevresel bozulmalarda önemli rol oynadığı ortaya konmuştur fakat uygulama konusunda başarılı olamamıştır. 1983'te Birleşmiş Milletler tarafından bir komisyon oluşturmuştur. 1987'de "Ortak Geleceğimiz" adlı raporda ekonomik kalkınma planı çevre problemlerini gölgede bırakmış, tarımsal ve endüstriyel yayılmanın devam ettiği ve bu nedenlerle de ormanlara olan baskıların giderek arttığı belirtilmiştir. 1992'de Rio'da Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı (UNCED), "Dünya Zirvesi" olarak da anılan ve çevre ve kalkınma konularında bütün dünya ülkeleri küresel düzeyde ilk kez bir araya getiren bir konferanstır. Stockholm Konferansının 20. Yılına denk gelen bu konferans ayrıca, geçen 20 yıl içerisinde çevresel değerlerin korunması yolunda önemli adımlar atılmadığı gerçeğini de göstermiştir. Bu konferans sonucunda;

1. -Rio Deklarasyonu,
2. -Gündem 21,

3. -Orman Prensipleri,
4. -İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi,
5. -Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi

adı altında 5 temel belge ortaya çıkmıştır. Türkiye bu belgelerden, İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi dışındakilere taraf olmuştur. Daha sonra, ülkemiz Mayıs 2004 'te İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne taraf olmuştur.

Dünya Zirvesinden sonra 1993 yılında Helsinki'de Avrupa Ormanlarının Korunması Orman Bakanları Konferansı düzenlenmiştir. 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 fonksiyonlarının olduğu da kabul edilmiştir. Sürdürülebilir orman yönetiminde 3 ana başlıkta toplanan bu fonksiyonlar, izlenecek ve değerlendirilecek ilkeler şeklinde 6 kritere ayrılmıştır. Bunlar;

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. Orman koruma fonksiyonları
6. Ormanların sosyo-ekonomik ve diğer fonksiyonlarıdır.

1992 Rio Konferansı belgelerinden “ İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi” 24 Mayıs 2004 itibariyle 189. ülke olarak ülkemiz tarafından kabul edilmiştir. Ormanların karbon depolaması, dünyayı tehdit eden en önemli çevresel problemlerden biri olan küresel ısınmaya karşı alınabilecek en önemli önlemlerden biridir. Havadaki CO₂'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 CO₂ tüketmektedir. Bu nedenle küresel ısınmanın önlenbilmesinde en önemli faktör olarak ormanlarımız öne çıkmaktadır. Küresel ısınma ile ilgili yapılan en büyük atılım 1997'de imzalanan Kyoto Protokolü'dür. Kyoto Protokolü küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda mücadeleyi sağlamaya yönelik uluslararası tek çerçevedir ve Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içinde imzalanmıştır. Bu protokolü imzalayan ülkeler, CO₂ ve sera etkisine neden olan beş gazın (CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) salınımını azaltmayı veya bunu yapamıyorlarsa salınım ticareti yoluyla haklarını arttırmayı taahhüt etmişlerdir. Protokol, ülkelerin 2008-2012 döneminde atmosfere saldıkları karbon miktarını 1990 yılındaki düzeylere düşürmeleri gerektiğini hedef olarak belirlemiştir. 1997'de imzalanan bu protokol, ancak 2005'te yürürlüğe girebilmiştir. Bunun nedenleri en az 55 ülkenin protokole üye olma şartı ve protokolün yürürlüğe girebilmesi için taraf ülkelerin 1990'daki karbon emisyonlarının (atmosfere saldıkları karbon miktarının) yeryüzündeki toplam emisyonun %55' ini bulması gerekmesidir. Bu orana ancak 8 yılın sonunda Rusya'nın katılımıyla ulaşılabilmiş olmasıdır (Anonim, 2001).

2009 yılı itibariyle Kyoto protokolüne imza koymamış olsa da Türkiye, Rio-Helsinki sürecinin içinde yer almış ve Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na uyacağını 1992 yılında bildirmiştir.

2004 yılında BMİDÇS'ye taraf ülkelerden biri olan Türkiye, OECD üyesi olması dolayısıyla Aralık 1997'de Protokolün hazırlanması aşamasında gelişmiş ülkeler arasında değerlendirilerek hem Ek-I hem de Ek-II listesinde yer almıştır. Ek-II listesinde yer almanın getireceği yükümlülüklerin altına girmek istemeyen Türkiye, gelişmişlik düzeyini öne sürerek Ek-II listesinden çıkartılana kadar Protokole taraf olmayı reddetmiştir. Ek-II listesinden çıkma yönündeki taleplerini 1995 yılında Berlin'de (Almanya) gerçekleştirilen 1.Taraflar Konferansı'ndan günümüze kadar sürdüren Türkiye, 2001 yılında Marakeş'te (Fas) gerçekleştirilen 7.Taraflar Konferansı'nda Türkiye'ye özgün şartların tanınması ve Ek-II listesinden çıkarılması neticesinde 30.05.2008'de Protokolü imzalayacağını resmen açıklamıştır.

Türkiye'nin, Kyoto Protokolüne katılmasının uygun bulunduğuna ilişkin kanun tasarısı 05.02.2009 tarihinde, TBMM Genel Kurulunda kabul edilerek yasalastı (URL-3).

18. BM İklim değişikliği Konferansı, 26 Kasım- 7 Aralık 2012 tarihleri arasında, Katar'ın Doha kentinde gerçekleşti. 2012 yılı sonunda tamamlanması kabul edilen Kyoto Protokolü'nün 1 Ocak 2013 ve 31 Aralık 2020 tarihlerini kapsayacak şekilde ikinci taahhüt sürecinin 8 yıllık süreyle devam edeceği kararının alındığı COP 18 toplantısında 2005 yılında yürürlüğe gire Kyoto Protokolü'nün 2020 tarihine kadar devamlılığı sağlanmıştır.

Kyoto Protokolü'nün 2020 yılına kadarki süreci de kapsayacak olan ikinci dönemi için, Amerika, Çin ve Hindistan gibi yüksek emisyonla neden olan ülkeler herhangi bir azaltım taahhüdü vermekten çekinerek, AB, Avustralya, Norveç, İsviçre, Japonya, Kanada ve Yeni Zelanda azaltım taahhüdünde bulunmuşlardır. Azaltım taahhüdünde bulunan ülkeler, toplam emisyonun %15'ini kapsamaktadır (URL-4).

Sanayi devrimi gibi teknolojik gelişmelere paralel olarak artan fosil yakıt tüketimi atmosfer içindeki CO₂ miktarını arttırmış ve kısa zamanda gözlemlenebilecek boyutta çevresel zararlara yol açmıştır. Bu durum temiz, çevre dostu ve yenilenebilir enerji kaynakları aramaya sevk etmiş ve yeni enerji kaynaklarının bulunmasına neden olmuştur.

Enerji kaynakları iki ana başlık altında incelenmiştir. Bunlar, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynaklarıdır. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının giderek azalmakta olup, tükeneceği süre göz önüne alındığında fazla bir ömrü kalmadığı bilinmektedir. Bazı raporlara göre petrol 46-50 yıl, doğalgaz 63-119 yıl, kömür 119-176 yılda tükeneceği tahmin edilmektedir. Bunun yanı sıra kullanımının çevre açısından da başta küresel ısınma ve sera gazı etkisi gibi bazı olumsuzluklar ortaya çıkarması; gözleri yenilenebilir enerji kaynaklarına çevrilmiştir (Başçetinçelik vd, 2004).

Son yıllarda yenilenebilir enerji kaynağı olarak önerilen kaynaklardan birisi orman biyokütlesidir. Ekonomik olmadığı için şimdiye kadar değerlendirilmeyen ağaç plantosyanları ve doğal meşcereler, yenilenebilir yeni enerji kaynakları olarak

araştırılmaktadır (Alemdağ 1981). Biyokütle belirli büyüklükteki bir orman alanında ağaç ve ağaççık topluluğunun ağırlık olarak tanımlanmasıdır (Saraçoğlu, 1998). 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). Çünkü rutubet miktarı ağaç türü, kesim zamanı, yetiştirme ortamı, iklim koşulları vb. bağlıdır. Ayrıca ağaç gövdesi içerisinde gövdenin boyuna kesitinde alt bölümünden üst bölümüne ve yatay kesitinde farklılıklar gösterir. Rutubet farklılıkları ilkbahar ve yaz odunu ile dal odunu ve öz odunu arasında da gözlenir(Saraçoğlu, 1992).

Ülkemizde odunsu biyokütlenin zaman içerisindeki kullanımına kısaca bakacak olursak; 1800'lü yılların başında üretilen ve kullanılan enerjinin neredeyse tamamına yakını odundan elde edilmiştir. 1925-1937 yılları arasında enerjinin %60'ı odundan karşılanmıştır (Orman Bakanlığı, 1973). 1929 yılında, Sinop Ayancık'ta faaliyet gösteren Belçikalı Zingal Kereste Fabrikası, kesilen tomruk artıklarından elektrik üreten küçük bir sistem kurmuştur. Tomruklar 1600 metre yükseklikteki Çangal Ormanının tepelerinden bir yere kadar taşınmış, daha sonra odunla çalışan lokomotif vasıtasıyla Ayancık sahiline indirilmiştir. Odunla çalışan jeneratörün ürettiği elektrik hava hatlarının çalışmasında, evsel uygulamalarda, aydınlatmada hatta sinemada film gösteriminde kullanılmış olup jeneratör 1980'li yıllara kadar Ayancık Orman işletmesinde hizmet vermiştir. Dünya'da 1900'lü yıllarda petrol kullanılmaya başlamış teknolojik ilerlemeler ve üretim tekniklerinin artması, kolay taşınabilir olması ile düşen petrol fiyatları kullanımının artmasına neden olmuştur. Fosil yakıtlarının kalorisinin yüksek olması onlara olan talebi arttırmış ve odun fosil yakıtlarla rekabet edememiştir. 1950'lerde kömürle çalışan termik santrallerin ve hidroelektrik santrallerin devreye girmesi ile 1970'lerde enerji üretiminde odunun payı %30'a gerilemiştir. 1980'li yıllara gelindiğinde odunun tüm enerji kaynakları içindeki yeri %14'e gerilemiştir. 1990'lı yıllarda doğalgazın büyükşehirlerde kullanılması ve boru hatlarının yaygınlaşması ile odunun payı 2007 yılında %5'e düşmüştür (OGM, 2007).

Önemi bu kadar açık olduğu halde bu zamana kadar önemsenmeyen biyokütleyle teknoloji çağında neden ilgileniyoruz? Çevresel ve ekonomik endişeler bu eski kaynağı sürdürülebilir bir topluluk için potansiyel yenilenebilir bir kaynak yapmaktadır.

Biyokütle, yenilenebilir olmasının yanında, çevre açısından değerlendirildiğinde de diğer enerji kaynaklarına oranla daha az çevre sorununa neden olmaktadır(Arslan vd., 2007a). Biyokütleden elde edilen enerji kullanımında, fosil yakıtlara oranla %75 daha az CO₂ eklemektedir (McKendry, 2002; Arslan vd., 2007b). Diğer yandan Türkiye'nin kırsal bölgelerinde en önemli enerji kaynağının da biyokütle olduğu belirtilmektedir (Balat, 2005).

Enerji üretimi amaçlı olarak da orman biyokütlesinden yararlanılabilir. Ekonomik değeri yüksek ve hızlı gelişen akkavak, titrek kavak, kızılbaş, kızılçam, fıstık çamı, meşe, dişbudak, karaçam, sedir ve servi gibi yerli türler alternatif enerji kaynağı olarak kullanılabilir. Bu amaçla kullanılan orman ağaçlarının, tüm yönleriyle değerlendirilmesi önemlidir. (Alemdağ, 1981). Buna en iyi örnek ülkemizde odunsu biyokütleden elektrik üreten ilk tesisimiz olan Çaycuma OYKA Kağıt Fabrikası'dır. Fabrika enerjisini kağıt hamuru yapımında değerlendirilmeyen talaşından elde etmekte, kazandan üretilen buhar hem fabrikanın elektriğini hem de diğer endüstriyel işlemlerde ihtiyaç duyulan ısıyı sağlamaktadır. Bir diğer örnek ise Vezirbaş Orman Ürünleri – Vezirköprü Samsun'da Ağaç atıkları yakılarak, kızgın yağ kazanı çalıştırılmaktadır. Bu sistemlerin yıllık 700.000 TL'ye kadar tasarruf sağlaması beklenmektedir. (OGM, 2009). 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).

Odun, doğrudan yakılabilen ya da gazlaştırarak yakılan pelet, yonga, briket gibi katı yakıtlara; geleceğin yakıtı ve yakıt teknolojisi olarak görülen hidrojen üretiminde ve yakıt hücrelerinde kullanılmak üzere çeşitli sıvı ve gaz yakıtlara, elektrik enerjisine dönüştürülerek değerlendirilmektedir.

Orman Genel Müdürlüğü 2009 yılı biyoenerji komisyonu, Türkiye’deki orman atıklarından yenilenebilir temiz enerji üretme potansiyelini değerlendirilmiş, orman içi atıklarından ısı ve elektrik enerjisi elde edilmesinin, sosyal ve ekonomik yönden pek çok faydasının olacağını belirlemiştir. Özellikle küçük ve orta ölçekli ısıtma sistemlerde orman atıklarında üretilen odunsu biyokütlenin kullanılması durumunda, korbondiyoksit emisyonları büyük ölçüde azalacak dolayısıyla temiz ekonomik bir ısınma sağlanacağı belirtilmiştir (OGM, 2009).

Ülkemiz, sahip olduğu orman gen kaynakları bakımından oldukça zengin bir ülkedir. Çok değişik ana ve tali iklim tiplerinin egemen olduğu ülkemizde, zengin bir flora ve ekonomik değere sahip çok sayıda ağaç türlerinden oluşan saf ve karışık doğal ormanlar bulunmaktadır. 2012 yılı verilerine göre ülkemizin toplam orman alanı 21.678.134ha’dır (Tablo 1). Bu rakam ülke yüzölçümünün %27,6’si gibi önemli bir kısmı kapsamaktadır. Toplam ormanlık alanın %61’ini ibrelili, %39’unu yapraklı ağaç türleri oluşturmaktadır (Tablo 2).

Tablo 1. Türkiye Ormanlarının Kuruluş Yapısı ve Verimliliğine Göre Alansal Dağılımı (OGM, 2013)

Orman Formu	Normal		Bozuk		Toplam	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
Koru	10.281.728	47,4	6.978.864	32,2	17.260.592	79,6
Baltalık	1.276.940	5,9	3.140.602	14,5	4.417.542	20,4
Genel Toplam	11.558.668	53,3	10.119.466	46,7	21.678.134	100

Tablo 2. Türkiye’deki İbrelili ve Yapraklı Ormanların Alansal Dağılımı (OGM, 2013)

Orman formu	Normal		Bozuk		Toplam	
	(ha)	%	(ha)	%	(ha)	%
İbreliler	7.572.207	34,9	5.658.514	26,1	13.230.721	61,0
Yapraklılar	3.986.461	18,4	4.460.952	20,6	8.447.413	39,0
Toplam	11.558.668	53,3	10.119.466	46,7	21.678.134	100,0

Ülkemiz ormanlarında bulunan toplam servet ise 2013 yılı itibariyle 1 milyar 494 milyon m³’tür. Orman alanlarımızın kuruluş yapısı ve verimliliğe göre servet miktarı Tablo 3’ de gösterilmiştir.

Tablo 3. Türkiye ormanlarının verimlilik ve meşcere kuruluşuna göre servet dağılımı (OGM, 2013)

Orman formu	Normal (m ³)	Bozuk (m ³)	Toplam (m ³)
İbreliler	942.020.431	47.414.621	989.435.052
Yapraklılar	475.462.253	29.557.233	505.019.486
Toplam	1.417.482.684	76.971.854	1.494.454.538

OGM' nin 2013 Yılı verilerden yararlanarak, Asan tarafından geliştirilmiş tablo ve formüller yardımıyla Tablo 4' de yer alan Türkiye ormanlarına ait toplam biyokütle hesabı yapılmıştır.

Tablo 4. Toprak üstü, toprak altı ve ölü ve diri örtü içindeki biyokütle miktarı

Ağaç Türü Grupları	Servet (m3)	Biyokütle Miktarı Ton			
		Toprak Üstü	Toprak Altı (kök)	Toprak Üstü Ölü ve Diri Örtü	Toplam
İbreliler	989.435.052	558.041.369,3	83.706.205,4	256.699.029,9	898.446.605
Yapraklılar	505.019.486	404.015.588,8	80.803.117,76	193.927.482,6	678.746.189

Türkiye'nin klimaks ormanlarının çoğu, kuzey yarım kürede bulunan ormanlarının özelliklerine sahip olup, aynı zamanda hem iğne yapraklı hem de geniş yapraklı türleri bünyesinde bulundurmaktadır. Genel orman alanımızın %40'ını geniş yapraklı (meşe, kayın, kızılçam, kestane, gürgen gibi) ağaç türleri %60'ını da iğne yapraklı (karaçam, kızılçam, sarıçam, sedir, göknar, ladin gibi) ağaç türleri oluşturmaktadır (Anonim, 2006).

1.2 Biyokütle İle İlgili Genel Bilgiler ve Yapılmış Çalışmalar

Bu çalışma ile alakalı olan ulusal ve uluslararası literatür taranmış; ülkemizde bugüne kadar yapılmış bulunan hasılat çalışmaları ile bir takım uluslararası çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmeye çalışılmıştır.

Bir ağaç kökünden dalına ve hatta yaprağına kadar bize ürün sağlamaktadır. İşte ağaçların yalnız gövde odunu ve kalın dal odunu olarak değil tüm ağaç bileşenleri şeklinde değerlendirilmesi gerekliliği ormancılık terminolojisine "Biyokütle (Biomass)" kavramını kazandırmıştır (Aydın, 2010).

En genel ifadeyle biyokütle; gövde, dal, yaprak, kabuk ve köklerden oluşan bir ağacın ve bu ağaçların oluşturduğu meşcerenin toplam kütle (ağırlık) miktarı olarak tanımlanabilir. Biyokütle, yaş veya fırın kuru ağırlık (kg veya ton) olarak ifade edilebilir olmasına karşın, kuru ağırlık değerleri, yaş ağırlık değerlerine kıyasla tercih edilmekte ve uygulamada daha çok kullanılmaktadır (Saraçoğlu, 1992).

Orman biyokütlesi, yeryüzündeki toprak üstü karbonun %80'ini ve toprakaltı karbonun da %40'ını içermektedir (Dixon vd., 1994; Goodale vd., 2002). Bu yönleriyle ormanlar atmosferik karbondioksit (CO₂) için önemli bir havuz olarak görülürler ve atmosferik CO₂ için potansiyel bir geçici depo görevi üstlenirler. Bir orman alanının hayat döngüsü boyunca toprak üstü ve toprak altı biyokütlesindeki gelişim ile ilgili bilgiler, bölgesel ve ulusal bazda doğru biyokütle ve karbon havuzu miktarlarının bilinmesini gerektirmektedir (Vogt, 1991; Kurz vd., 1996; Brown, 2002; Peichl ve Arain, 2007).

Geçmiş dönemlerde biyokütle çalışmalarının gerçekleştirilmesindeki asıl amaç; petrol ve doğalgaz gibi yenilenemeyen kaynakların yerine, yenilenebilir enerji kaynaklarının ikamesi konularında çeşitli veriler türetilmesidir (Alemdağ, 1981). Yani biyokütle konusundaki ilk yaklaşımlar enerji perspektifli olmuştur. Orman yeşil kütlesi ile güneş enerjisini tutup depoladığı için en göze batan yenilenebilir doğal enerji kaynaklarından birisidir. Orman biyokütlesinin değişik ağaç türlerinden sağlayabileceği enerjinin doğru tahmin edilebilmesi ve meşcerelerin sağlayabileceği tüm üretim miktarının ortaya konabilmesi açısından, ağırlık tabloları, hacim tablolarına kıyasla daha etkin bulunmuş ve biyokütle tabloları düzenlenmeye başlanmıştır (Karabürk, 2011).

Biyokütle çalışmaları; ekosistemlerdeki madde dağılımını, dolaşımını ve ekosistem dinamiklerini anlamada, ormanların karbon stoklarını ve yıllık karbon depolama güçlerini saptamada, orman yangınlarının davranışlarının tahmininde ve biyoenerji potansiyelinin saptanmasında temel verileri oluşturmalıdırlar. Son yıllarda, artan petrol fiyatları, mevcut petrol rezervlerinin 25-50 yıl gibi bir sürede bitme ihtimali (yeni rezervler bulunmazsa) ve artan atmosferik karbondioksit konsantrasyonu gibi nedenlerle fosil yakıtlara alternatif yakıt kaynaklarının bulunması araştırmaları önem

kazanmıştır. Bu alternatif kaynaklardan biride biyokütleden elde edilecek enerjidir (Yavuz, vd., 2010).

Ormanların depoladığı toplam karbon ve yıllık depolama miktarı, gelecekte dünyamızı tehdit edecek en önemli çevresel problemden biri olan küresel ısınmaya karşı alınacak önlemlerin şekillendirilmesinde baz alınacak önemli verilerden birini oluşturmaktadır. Uluslar Arası İklim Değişimi Paneli (IPCC), dünya sıcaklığının şimdiki yüzyılda 1.4 -5.8 °C arasında artacağını tahmin etmektedir (Anonim, 2001). Atmosferdeki CO₂ miktarı endüstri devrimi öncesi 250 ppm iken, bu oran son yıllarda 370 ppm'e doğru tırmanmaktadır. Yirmi birinci yüzyılın ortalarına doğru bu rakamın 500-600 ppm'e çıkabileceği tahmin edilmektedir (Goudie, 1993). Bilim adamlarının çoğu CO₂'nin atmosferdeki miktarının giderek artacağını ve bunun sonucu olarak küresel ısınma ve sera etkisinin de artacağına inanmaktadırlar (Yavuz, vd., 2010).

Atmosfere eklenen karbondioksit miktarının % 80-85'inin fosil yakıtlardan, %15-20'sinde canlıların solunumu ve diğer ekolojik döngülerden kaynaklandığı bildirilmektedir (Anonim, 2001). Sanayinin gelişmesi ve motorlu araçların artması havadaki karbondioksit oranının atmosferde çok hızlı bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Dünya üzerindeki topraklarda ve bitki örtüsünde depolanan tahmini karbon miktarı sırasıyla 550±100 ve 1750±250 milyar ton olup; bunun yaklaşık 120 milyar tonu fotosentezle atmosferden alınmakta, 60 milyar tonu ise solunumla atmosfere geri verilmektedir. Küresel karbonun, tropik ormanlarda, ılıman yapraklı ormanlarda ve serin iğne yapraklı ormanlarda depolanan miktarları sırasıyla 428, 159 ve 559 milyar tondur (Anonim, 2001).

Türkiye genelinde düzenli bir biçimde dağıtılan 18 adet meteoroloji istasyonunun 1939-1989 yılları arasında 50 yıllık kayıtları analiz edilip, söz konusu periyot sonunda minimal ortalama sıcaklığın 0,63 °C yükseldiğini belirlenmiştir (Asan, 1995). Dünyamızda 20. yüzyılın en sıcak 10 yılı son 15 yılda oluşmuştur. Bunların içinde en sıcak yıl 1998 yılı olduğu belirtilmektedir (Anonim, 2001). Tüm bu etkenler, küresel ısınmaya karşı alınacak önlemlerin belirlenmesinde ormanların biyokütle üretim kapasitelerinin ve dolayısı ile karbon depolama potansiyellerinin

hesaplanmasının nedenli önemli olduğunu vurgulayan gerekçeleri göz önüne sermektedir. (Yavuz, vd., 2010).

Biyokütlenin toprak altı ve toprak üstü olmak üzere iki önemli bileşeni vardır. Toprak üstü ve toprak altı biyokütle tarım, orman ve çayır ekosistemlerinden faydalanmanın planlanmasında göz önünde bulundurulması gereken önemli değişkenlerdir. Çoğu araştırmacı biyokütle ile ilgili çalışmalarını çalışma kolaylığı açısından toprak üstü ile sınırlı tutmaktadır (Yavuz, vd., 2010).

Sönmez (2010)'e atfen; Ormanlardaki karbon birikimi ve bilânçosu; orman alanları üzerindeki bitkisel kütlenin ağaç türleri itibariyle dağılımına ve bunların fırın kurusu madde miktarlarına dayanılarak hesaplanmaktadır. Hesaplamalarda; 1 ton fırın kurusu bitkisel madde içinde 0,45 ton karbon bulunduğu ve bu miktarın 3,66 ton CO₂'ye eşdeğer olduğu kabul edilmektedir. Bu çalışmalarda önce toprak üstündeki biyokütle belirlenmekte, sonra da toprak altı biyokütle tahmin edilmektedir (Asan vd., 2002; Sönmez, 2010).

Saraçoğlu (1998)'na atfen; biyokütle konusunda gereken ilgiyi gösterenlerin başında Danimarkalı Baysen-Jensen (1932) ve İsveç'li Burger (1923, 1953) gelmektedir. Bu iki araştırmacı bugün de gereçli olan birçok araştırmayı; odun, yaprak miktarı ve artım başlıkları ile gerçekleştirmişlerdir. Modern çağ Senda (1952) ve Ovington (1957) ile başlamış ve bunların girişimciliği ile orman biyokütle araştırmasının gelişimi, ABD, Japonya, Belçika'da hızla devam etmiştir (Saraçoğlu, 1988).

Karabürk (2011)'e atfen; Doucet vd. (1976), Kanada'nın Ouebec eyaletinde çam (*Pinus banksiana* Lamb.) meşcerelerinde gövde odunu, gövde kabuğu, dal, ibre, kozalak ve toplam toprak üstü biyokütle kapasitelerini hesaplamışlar; yine Kanada'nın New Brunswick eyaletinin kuzey doğusunda MacLean ve Wein (1976) tarafından da, birçok ağaç türünün oluşturduğu geniş alan üzerine yayılan ormanlarda toprak üstü biyokütle özellikleri araştırılmıştır. Bunlardan başka; Ablan vd. (1978), Kuzey Minnesota'da çok ince kumlu balçık toprağı üzerinde yetişen 40 yaşındaki çam, Ladin ve Titrek kavak meşcereleri üzerinde yaptıkları araştırmaları ile toplam ağaç biyokütlesi ile besin maddesi (P, K, Ca, Mg) ilişkilerini saptamış; Payandeh (1981), biyokütle tahmini eşitlikleri için, regresyon modellerinin seçimi konusunda çalışmışlardır. Japonya'nın Ishigaki adasındaki Mangrow ormanlarının biyokütle

özellikleri Suzuki ve Tagawa (1983) tarafından araştırılmış; Gerwing ve Farias (2000) ise Doğu Amazon Ormanları'nda farklı yükseklikteki dört ayrı meşcere yapısına ait en az 25 m²'lik alanlarda yaptığı çalışmada toplam biyokütle değerini tahmin etmişlerdir.

Son yıllarda yapılan biyokütle çalışmalarına bakıldığında ise uzaktan algılama tekniklerinin kullanıldığı görülmektedir. Bu çalışmalardan bazıları olarak; Steininger (2000), uydu verilerinden yararlanılarak Brezilya ve Bolivya'da yeni gelişen bazı meşcerelerin yer üstü biyokütellerini belirlemeye yönelik çalışmış; Hall vd. (2006), Kanada'nın güneyinde yer alan Alberta ormanlarında yaptıkları çalışmada, uydu görüntü verisi Landsat 7 ETM kullanılarak istatistiki hesaplar doğrultusunda toplam biyokütle ve meşcere hacmi bilgilerine ulaşmış ve Mukkonen ve Heiskanen (2006), Kuzey Finlandiya'da yaptıkları çalışmada farklı çözünürlüklere sahip ASTER ve MODIS uydu görüntüleri kullanarak regresyon modelleme yöntemiyle meşcere hacmi ve toplam biyokütle bilgilerine ulaşmışlardır.

Türkiye'nin yaygın ağaç türlerinin çoğu için toprak üstü biyokütle tahminleri allometrik ilişkiler yardımıyla geçen yıllarda yapılmıştır (Durkaya vd., 2009; Durkaya vd., 2010a; Durkaya vd., 2010b). Bu çalışmalar; gövde, dal ve yaprak olmak üzere üç bileşene göre toprak üstü biyokütle miktarlarının tahminine imkân vermektedir. Fakat hasatta ticari değere sahip görülerek ormandan çıkarılan ve ticari değeri olmadığı gerekçesiyle ormana terk edilen miktar ile kabuk miktarları hakkında bir tahmine, ilave değerlendirmeler olmaksızın, imkan vermemektedir. Ayrıca Türkiye orman ekosistemlerinin karbon depolama kapasitelerinin tahmininde kullanılabilir, ağaç bileşenlerine ait, karbon bileşimlerinin tespitine yönelik çalışmalar çok azdır (Karabürk, 2011).

Ülkemizde de birçok araştırmacı çeşitli ağaç türlerinin biyokütle değerlerini bulmaya yönelik çalışmalar yapmış ve biyokütle tabloları düzenlemiştir. Sun vd. (1976), steppe geçiş yörelerindeki sarıçam meşcerelerinde gövde, dal, ibre ve tüm ağacın yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını göğüs yüzeyi orta ağacının çapı ve boyuna bağlı olarak hesaplayan doğrusal ilişkileri ve bileşenlerin hektardaki yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını orta ağaç yöntemi ile belirlemişlerdir. Yine Sun vd. (1980), Antalya Bük Araştırma Ormanı'nda Kızılçamda yaptıkları araştırmalarda orta ağaç yöntemi ile tek

ağaç ve hektardaki bileşenlerin yaş ve fırın kurusu ağırlıklarını belirlemek için eşitlikler geliştirmişlerdir. Saraçoğlu, N., (1988), Kızılağaç 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 (1992), Doğu Karadeniz Bölgesi Doğu Kayını; Durkaya (1998), Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Meşe; İkinci (2000), Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane; Ünsal (2007), Adana Orman Bölge Müdürlüğü, Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Kızılcım; Atmaca (2008), Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam; Çakıl (2008), Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Karaçam; Ülküdür (2010), Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'ndeki Sedir ile Karabürk (2011) de, Bartın ili Gökmar meşcerelerinin tek ağaç ve hektardaki biyokütle miktarlarının tahmin edilmesi konusunda çalışma yapmışlardır. Bunlardan ayrı; Ülker (2010), Amasya Orman Bölge Müdürlüğü içerisindeki Sarıçam meşcerelerinin; Mısır vd., (2010) Maçka Orman İşletme Müdürlüğü, Eğitim ve Araştırma İşletme Şefliği Ladin meşcerelerinin, Aydın (2010), Artvin Orman Bölge Müdürlüğü, Borçka Orman İşletme Müdürlüğü'ndeki Sarıçam meşcerelerinin tek ağaç biyokütle miktarlarının tahmin edilebilmesi amacıyla çalışma yapmışlardır. Ayrıca Tüfekçioğlu vd. (2008), Artvin-Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarına ilişkin biyokütle tahmini ve Sönmez vd. (2010), Artvin yöresindeki aynı yaşlı ve saf Doğu Ladini meşcereleri için biyokütle tahmini çalışmaları yapmışlardır.

Yurt dışında yapılmış Kızılcım türüne ait güncel biyokütle tahmin çalışmaları bulunmaktadır. Magana (2014), Lübnan ve Suriye bölgesindeki kızılçam meşcerelerinin, Zianis (2011), Yunanistan bölgesindeki kızılçam meşcerelerinde biyokütle tahmin çalışmaları yapmışlardır.

Yukarıda verilen açıklamalardan da anlaşılacağı gibi ülkemizdeki pek çok asli ağaç türü için henüz biyokütle tabloları düzenlenmiş değildir. Bu nedenle; ülkemizdeki değişik ağaç türleri için biyokütle tablolarının düzenlenmesi, ormandan çıkartılan üründen tam kapasite ile faydalanılabilmesi, bunun yanında gerek doğaya gerekse çeşitli uluslararası sözleşmelere karşı olan sorumluluklarımızı yerine getirmek için gerekli bilgilerin ortaya konulması gerekmektedir. Ayrıca karbon birikimi ve bilançosu araştırmaları için daha sağlıklı bilgilerin elde edilmesi açısından oldukça önemlidir (Aydın, 2010).

1.3 Kızılçam Hakkında Genel Bilgi

1.3.1 Kızılçam (*Pinus brutia*)'ın Dünya ve Türkiye Üzerindeki Yayılışı

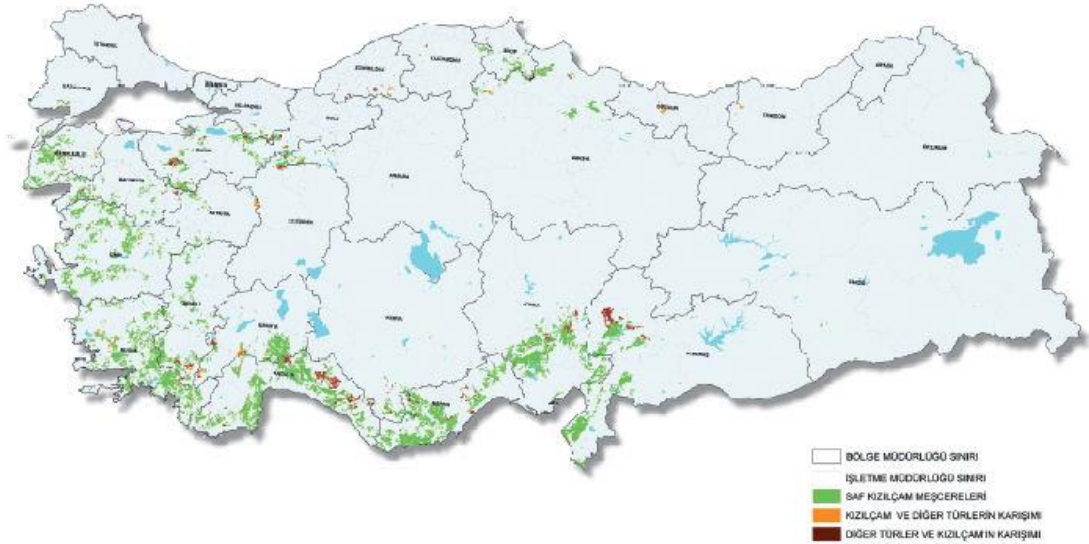
Kızılçam, kuzey yarım kürede yaklaşık 32° - 45° kuzey enlemleri ile 15° - 45° doğu boylamları arasında kalan oldukça geniş bir bölgede doğal yayılış göstermektedir (Kayacık, 1965). Kızılçam, Akdeniz iklimine ait bir ağaç türü olduğu için yayılışı Doğu Akdeniz Havzasında yer almaktadır. Bu yayılışında en batı noktası Kalabriya yarımadası, en doğu noktası da Irak'ın kuzeyi olduğu belirtilmektedir (Asmaz, 1993). Kuzey'de Kırım'a kadar çıkan bu tür, güneyde Filistin'e kadar inmektedir (Kayacık, 1965). Bu sınırlarda Yunanistan, Suriye, Lübnan, Irak ve Kıbrıs'ta yayılış göstermektedir (Nahal, 1986; Quzel 1986). Ayrıca, Gürcistan, Orta Kafkasya yakınlarında, Rusya'nın Karadeniz sahilinde, Kırım yarımadasında da doğal yayılış yapmaktadır. Özellikle Kıbrıs ormanlarının %90'ını Kızılçam ormanları oluşturmaktadır (Pantelas,1986).

Kızılçam en geniş yayılışını Türkiye'de yapmaktadır (Anşin, 1994). Türkiye'de kapsadığı 3.207.914 ha' ı verimli 2.646.759 ha' ı verimsiz orman olmak üzere toplam 5.854.673 hektar alan ile iğne yapraklı türler içinde en geniş yayılış yapan türü oluşturmaktadır (OGM, 2012). Bu sebeple bilimsel çevrelerde “*Turkish red pine*” (Türk Kızılçamı) olarak da adlandırılmaktadır (Boydak vd., 2006). Türkiye'de Marmara, Ege, Akdeniz bölgelerinde geniş alanlar boyunca yayılmakta; Karadeniz sahilleri boyunca da küçük topluluklar halinde görülebilmektedir (Anşin, 1994) (Şekil 1).

Türkiye'de kızılçam deniz seviyesinden başlayarak 1300 m yükseltiye kadar, bazı yörelerde 1500 m'ye kadar çıkararak yapmaktadır (Yaltırık ve Boydak, 1993). Burdur Gölhisar yöresinin güney bakılarında 1595 m'ye kadar çıkararak meşçere kurmakta, aynı yükseltide ve kuzey bakılarda ise yerini Anadolu karaçamına bırakmaktadır (Kılıç ve Güner, 2000). Ülkemizde bulunan kızılçam ormanlarının yarısına yakını Akdeniz Bölgesi'nde yer alır. Büyük bölümü Batı ve Orta Toros dağlarının denize bakan yamaçlarında yoğunlaşmıştır (Neyişçi. 1987a). Akdeniz Bölgesi'nde Adana, Antalya, Hatay, Mersin, Muğla illerinde yoğun olarak yayılış göstermektedir (Boydak vd., 2006).

Kızılçam ülkemizdeki ikinci büyük yayılışını Ege Bölgesi'nde yapmaktadır. Alan olarak Türkiye'deki yayılışının yaklaşık %40'ını bu bölgede gerçekleştirir. Ege Bölgesi'nde iç kesimlere kadar sokulabilen kızılçam; Uşak, Denizli ve Eskişehir'in batı tarafında bol olarak görülmektedir (Neyişçi, 1987a).

Yayılış bakımından üçüncü sırada ise Kızılçam ormanlarının %10'un yer aldığı Marmara Bölgesi gelmektedir. Trakya Kuru dağı, Biga yarımadasının batı bölümleri, Gelibolu Elikçi Dağı civarlarında kızılçam meşcereler halinde yer almaktadır (Neyişçi, 1987a). İstanbul Adaları'nda da doğal olarak yayılmaktadır (Boydak vd., 2006).



Şekil 1. Kızılçam (*Pinus brutia Ten*)'ın Türkiye'deki doğal yayılışı (URL-1)

Karadeniz Bölgesi'nde ise Erbaa yakınlarındaki Kelkit çayı ile Yeşilirmak'ın birleştiği yer, Sinop – Ayancık, Boyabat, Amasya, Zonguldak gibi Akdeniz ikliminin bariz olarak görüldüğü mikroklima bölgelerinde küçük adacıklar halinde bulunur (OGM, 2013). Güneydoğu Anadolu'da da Kahramanmaraş, Gaziantep, Adıyaman yörelerinde ve Dicle ırmağı vadisinde (Siirt – Eruh yöresinde lokal olarak) yayılışlarını bulunmaktadır (Atalay vd., 1998).

1.3.2 Kızılçam (*Pinus brutia* Ten)'ın Botanik Özellikleri

Kızılçam, bitkiler aleminin tohumlu bitkiler (*Spermatophyta*) bölümü, açık tohumlular (*Gymnospermae*) alt bölümü *Coniferae* sınıfı *Pinaceae* familyasının *Pinus* cinsi içerisinde yer almaktadır (Anşin, 1994). Türkiye'de doğal yayılış gösteren beş çam türünden birisidir (Anşin, 1994). Kızılçamın günümüze gelinceye kadar beş adet varyetesi bulunmuştur. Bunlar; *agrophlottii* Papaj, *pyramidalis* Selik, *densifolia* Yalt. ve Boydak, *pendulifolia* Frankis ve *brutia*'dır (Papajoannou 1936, Selik 1962, Frankis,1993; Yaltırık ve Boydak, 2000; Schiller, 2000).

Kızılçamın tepe yapısı genç yaşlarda piramit, ileri yaşlarda yayvan görünümündedir. Dalları gövdeye dik açıyla birleşmiş ve uçlarında çok kez kısa sürgünler bulunur. Kabuğu düzgün, boz renkte, ileri yaşlarda kalın, derince yarıklı ve esmer kırmızımsıdır (Anşin, 1994). Genç sürgünleri tüysüz, önceleri kırmızımsı, gelişimiyle birlikte yeşilimsi kahverengi renktedir. Adını genç sürgünlerinin renginden dolayı almıştır (Davis, 1965; Selik, 1963). İğne yapraklar 10-18 cm uzunlukta, yumuşak, açık yeşil renkte kenarları ince dişli, kısa sürgünleri dalların ucunda toplanmış ve fırça biçiminde görülür (Anşin, 1994).

Tomurcuklar, genel olarak yumurta biçiminde ve 15-20 mm uzunlukta olup, tomurcuk pulları aşağıya doğru bakar ve kenarları kirpiklidir, reçinesiz, erkek çiçekler sivri piramit görünüşündedir (Gökşin, 2001). Kozalak 6-11 cm boyunda, parlak açık kahverengi ve topaç biçimindedir. Çok kısa saplı veya sapsız kozalak sürgünlere dik oturur ya da yan durumlu olarak çoğunlukla 2-6 adedi bir arada çevrel halde bulunur. Apofiz yan pervazlı, göbek büyük, içe doğru hafifçe basıktır (Yaltırık, 1993; Anşin ve Özkan 1997).

1.3.3 Kızılçam (*Pinus brutia* Ten)'ın Yetiştirme Ortamı Özellikleri

1.3.3.1 Klimatik Faktörler

Genel olarak ısı ve ışık isteği fazla, rüzgara karşı dayanıklılığı az olan bir türdür (Neyişçi, 1987b). Dona karşı hassas olan bir tür olmasına rağmen, doğal yayılış alanları içinde çok nadiren don vakası görülmektedir (Ata, 1995). Kızılçam genel olarak yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan Akdeniz iklimi bölgelerinde

yayılış göstermekte ve karasal iklimlerden kaçınmaktadır (Saatçiođlu ve Pamay, 1962).

Yayılış alanında hava sıcaklığı 10-25°C arasında değişmekte, ocak ayı ortalama sıcaklığı 5-10°C, bazı kuzey ve yüksek kesimlerde 3-4°C olup, 0°C'nin altına düşmemektedir. En düşük düşük sıcaklık ise +4°C ile -11°C arasında seyretmekte, -15°C'nin altında inmemektedir. Temmuz ayı ortalama sıcaklık ise 23-28°C arasında olup, en yüksek sıcaklık ise 45°C'ye ulaşmaktadır (Atalay vd. 1998; Neyişçi, 1987).

Kızılçamın yayıldığı bölgelerde yağışların yıl içindeki dağılımı düzensiz olup, önemli bir kısmı kış aylarına rastlamaktadır (Atalay vd., 1998). Yıllık ortalama yağış ise 400-2000mm arasında değişmektedir (Boydak vd., 2006). Kızılçam yayılış alanlarında yükselti arttıkça yağışların yıl içindeki dağılımı daha dengeli bir hale kavuşmaktadır (Neyişçi, 1987b). Güney-batıya bakan ve bu yönden yağış getiren rüzgarları doğrudan alan yamaçlarda, yağış miktarı daha yüksektir (Kantarcı, 1982). Bu durum güneybatı yamaçlarda nemlilik şartlarını arttırdığı için iyi bonitette kızılçam ormanlarının yetişmesi sağlanmaktadır (Atalay vd. 1998).

Kızılçam yayılışının sahil kuşağında, yıllık ortalama bağıl nem % 60-70 arasında olup, Akdeniz bölgesinin bazı yörelerinin bağıl nemi, yazın kış aylarına göre daha yüksektir (Boydak vd., 2006). Kızılçamın yayılış gösterdiği alanlarda kurutucu kuzey rüzgarlarının ilkbahar ve sonbaharlarda etkili olduğu dönemlerde bağıl nem %0'a kadar düşebilmektedir (Neyişçi, 1987b). Kızılçamın doğal olarak yayıldığı bölgelerde genelde hakim rüzgar yönü batı ve güneybatıdır (Neyişçi, 1987b). Rüzgar kızılçamın gelişiminde önemli olan ve gelişimini etkileyen bir iklimik faktör olarak belirtilmektedir (Saatçiođlu, 1976).

1.3.3.2 Edafik Faktörler

Kızılçam son derece kanaatkar bir tür olup çok değişik anataş ve toprak üzerinde yetişebilmektedir (Neyişçi, 1987b; Genç, 2004). Kireç taşı, marn, konglomera, serpantin, bazalt, peridodit, gnays kil şisti, mikaşist kızılçam yayılış alanlarında başlıca anataş türleri olarak sayılabilir. En iyi gelişimlerini killi şist, marn ve fliş üzerinde yapmaktadır (Boydak vd., 2006). Özdemir (1977), kızılçamın Antalya

bölgesinde dokuz büyük toprak grubu üzerinde yayılış gösterdiğini saptamıştır. Kızılçam doğal yayılış alanlarında pH değeri 5.6-7.8 arasında değişen topraklar üzerinde bulunabilmektedir (Neyişçi, 1987b).

Kızılçam ormanlarında alçak rakımlarda ortalama olarak 1800 kg/ha/yıl, yüksek rakımlarda 100 kg/ha/yıl civarında iğne yaprak dökülmektedir. Ölü örtü toprak yüzeyini örterek özellikle yaz aylarında önemli bir yalıtıcı olması bakımından önemlidir. Kızılçamın dökülen iğne yapraklarının gevşek olduğu, havalanmasının oldukça iyi ölü örtü oluşturduğu belirtilmektedir (Neyişçi, 1987b).

1.3.3.3 Biyotik Faktörler

Kızılçamda kozalak, tohum, tomurcuk, sürgün, iğne yaprak, kabuk ve odun zararlıları olmak üzere birçok zararlılar mevcuttur. En yaygın zararlısı Çam keseböceği (*Thaumetopea pityocampa*) olarak bilinmektedir. Akdeniz iklimi etkisinde olan alanların çam zararlısıdır. Bu böceğin yaptığı zarar özellikle gençlik ve ağaçlandırma alanlarında fidanların ölümüne dahi neden olmakta, çoğu kezde form bozukluğuna ve sekonder karakterli böceklerin fidanlara yerleşmesine sebep olmaktadır (Erdem, 1968).

Çam sürgün bükücü (*Rhyaciona bouliana*), tırtılları tomurcukları delerek içine girer ve tomurcuğun iç kısmını oyarak zararlı olur. Bu şekilde zarar gören tomurcuklar ya kurur ya da postacı boynuzu denilen anormal oluşumlara sebep olurlar (Çanakçıoğlu, 1998).

İğne yaprak arıları (*Diprion pini* ve *neodiprion sertifer*), kızılçamın iğne yapraklarında zarar yapar. Kemirdikleri iğne yaprakların orta kısmında bıraktıkları damarlar, kıvrılmış sarı kahverengi iplik ve yumaklar şeklinde görünür (Özkazanç, 1987).

Akdeniz çam kabuk böceği (*orthotomicus erosus*), su ekonomisi bozulmuş ağaçları tercih etmektedir. Zararlı ile tuzak ağaçları ve feromon tuzakları kurarak mücadele etmem mümkündür (Özkazanç vd., 1985). Çam kozalak hortumlu böceği (*pissodes validirostis*) yumurtadan çıkan tırtıllar kozalağın iç kısmını tahrip ederek gelişmesini önler (Özkazanç, 1987). Çam pamuklu koşnili (*Marchalina hellenica*) kızılçamların

özsuyunu emerek zarara yol açmaktadır. (Çanakçıoğlu, 1993). Küçük orman bahçivani (*Blastophagus minör*) ve Büyük orman bahçivani (*Blastophagus piniperda*) kızılçamında aralarında bulunduğu çam alanlarının önemli zararlılarıdır. Ayrıca, *Dioryctria sylvestrella*, *Leucapsis pini*, *Cinara palaestinensis*, *Dioryctria mendacella* kızılçamda zarar yapan diğer türler olarak belirtilmektedir (Özkazanç, 1987).

1.3.4 Kızılçam (*Pinus brutia* Ten)’ın Silvikültürel Özellikleri

İşletme ormanlarında, meşcerelere uygulanan silvikültürel işlemlerde, ormanların sağlığı korunarak, arzulanan kalite ve kantite de odun ürününe daha erken ulaşılması amaçlanır. Bunun için de başlangıçtan itibaren kızılçamın biyolojisi amaç, yaş ve yetiştirme ortamı koşulları dikkate alınarak, silvikültürel işlemlerle bireylere meşcerenin gelişme süreci içinde değişen büyüme alanları verilir. Ormanlara yapılan her müdahale, bir sonraki müdahaledeki ara amaçla, idare süresi sonundaki son amacın gerçekleşmesini hedeflemektedir(Boydak, 1992).

Bir meşcerede yetiştirme ortamı verimliliği değişmediğinden, meşcere silvikültürel işlem uygulanması veya uygulanmaması halinde, doğal yaşamın sonlarına doğru, ormandaki ağaç serveti teorik olarak aynıdır. Ancak, ağaçların çap basamaklarına dağılımı farklıdır. Bir diğer fark da silvikültürel işlem uygulanması durumunda, ara hasıllardan gelir elde edilmesi, buna karşılık işlem görmeyen oranlarda ölümler gövde ayrılmaları sonucu bu ürünün organik madde olarak tekrar toprağa dönmesidir. Ayrıca, bakımlarla artım kaliteli bireyler üzerinde toplanır. Bu nedenlerle kızılçamlarda bakım uygulamaları, bir amaçlar dizisi hedefler. Kızılçamın endüstriyel plantasyonlarında en yüksek odun hasılatının elde edilebileceği bir ara amaçlar dizisi belirlenerek son amaca ulaşılması hedeflenir(Boydak vs. 2006).

Kızılçamın doğal gençleştirilmesinde yaygın olarak “ doğal tohum dökümü ve tohum takviyesine dayalı tıraşlama işletmesi” uygulanmaktadır (Genç,2006). Bu yöntemde, gençleştirilecek sahada tohumların büyük oranda saçılmasından sonra, tohum takviyesi yapılarak, mevcut siper konumundaki ağaçlar tıraşlanmakta ve saha tamamen boşaltılmaktadır. Bu kesimden elde edilen kozalaklı veya kozalaksız dallar ince bir örtü halinde sahaya serilmektedir (Genç, 2004). Takviye tohuma ihtiyaç

duyulması, kızılçamda tohum veriminin sayısal olarak az olduğu; rutubet şartları oluşuncaya kadar, yani uzun bir süre tohum yerde kalacağı için kayıplar daha fazla olacağı (Ayhan, 2002), çimlenme yeteneğindeki tohumların doğal koşullardaki zararlılar nedeniyle ancak %40 kadarı çimlenerek yaprak örtüsü üzerine çıkabildiği (Keskin vd., 1996) gerekçelerine dayanmaktadır.

1.3.5 Kızılçam (*Pinus brutia* Ten)'da Hasılat ve Amenajman Esasları

Kızılçam hızlı gelişen bir türümüz olup uygun tekniklerle yetiştirilirse ciddi bir kaynak oluşturabilecek potansiyeli vardır. Sık büyütüldüğünde beklenen potansiyele ulaşmamaktadır. Bu nedenle kızılçam kısa idare süreli ve normal göğüs yüzeyi dikkate alınarak olabildiğince seyrek yetiştirildiğinde verimli sahalarda oldukça hızlı bir gelişim göstermektedir.

Kızılçam Işık ağacıdır. Aynı yaşlı ve tek katlı meşcereler yapan bir tür olarak bilinir (Pamay, 1968). Genel gençleştirme süresi 10 yıldır. Aynı yaşlı meşcerelerde bireyler arasındaki yaş farkı gençleştirme süresini geçmeyeceğinden (Eraslan, 1971; Evcimen, 1972) kızılçam 10 yıldan daha fazla yaş farkı bulunmayan meşcereler kuracağı kabul edilir. Günümüz ormanlarında bu durum dikkate alınarak gençleştirme çalışmaları yapılır. Optimal kuruluştta meşcerelerin yetiştirilmesi için bu konu önemlidir.

Zaman içerisinde gerekli bakımların yapılmaması ile kendiliğinden yetişen doğal kızılçam meşcerelerinde, boşluklarda sonradan meydana gelen bireylerin dışında, yan yana bir arada büyümüş fertlerinde tabakalı bir yapı oluşturabildiği ve bu fertler arasında 10 yıldan fazla yaş farkının bulunduğu görülebilmektedir (Eler, 1993).

Maktalı ormanlarda planlamanın ana faktörlerinden birisi de idare süresidir. İdare süresi, meşcerelerin olgunluk sürelerinin ortalamasına denk gelen bir üretim süresidir. Bir diğer ifadeyle meşcerenin gençliğinden başlayarak olgunlaşıp kesildiği zamana kadar geçen süredir. İdare süresi hesaplanırken bir çok kriter baz alınır ve bu kriterlerin ortak etkilerine dayanarak hesaplanır. Bu kriterler; işletme amacı, amaç çapı, ağaç türü, bonitet sınıfı, teknik olgunluğu, en yüksek odun hasılatı olgunluğu, doğal olgunluğu, bakım ve gençleştirme metotları olarak belirlenir.

Ülkemizde OGM tarafından kızılçam meşçelerinde uygulanan idare sürelerini 1941 yılı yönetmeliğinde 150, 1955 yılı yönetmeliğinde 80-150, 1973 yılından sonraki amenajman planlarında 60, 1977 OGM oluruna göre 40-50, 1978 tarihli OGM oluruna göre 50-60 yıl arası olarak belirlenmiştir. İdare süresindeki değişim kısalma yönünde olmuş ve idare süresi 40 yıla kadar indiği dönemler olmuştur (Köse ve Yavuz, 1993).

Ekolojik tabanlı çok amaçlı planlamada ise odun üretimi yanında toprak koruma, su koruma, yaban hayatı koruma, rekreasyon ve karbon depolama gibi diğer fonksiyonları da gerçekleştirecek şekilde idare süreleri belirlenmekte ve genellikle odun üretimi için belirlenen idare süresinden daha uzun yaklaşık 150-200 yıllık bir idare süresi önerilmektedir

Kızılçam için (Alemdağ,1962; Sun vd., 1978), Genel Hacim Tabloları düzenlenmiştir. Bölgesel olarak da Güney Anadolu Bölgesinde (Alemdağ, 1962) yöresel ağaç hacim tablosu düzenlenmiştir.

Ülkemiz açısından büyük öneme sahip olan Kızılçam türü ile ilgili hasılat araştırmaları Alemdağ (1962) ile başlamaktadır. Bu çalışmada normal kapalı, müdahale görmemiş saf Kızılçam meşçerelerinin hasılatı, idare süresi ve amenajman esasları ortaya konulmuştur. Sun (1977), tek ağaç olarak, kızılçamın artım ve büyüme simülasyonunu yapmıştır. Yapay kızılçam meşçelerinde de, Usta (1991) tarafından, hacim elemanlarının artım ve büyüme özellikleri incelenmiştir. Müdahale görmüş Kızılçam meşçelerinde Yeşil (1992) tarafından, meşçere parametrelerinin gelişimi ve hasılatının ortaya koyulabilmesi için değişik sıklık ve bonitetteki Kızılçam meşçelerinin yaşa göre gelişiminin incelemiştir. Erkan (1996) tarafından da, doğal Kızılçam meşçeleri için tek ağaç ve meşçere gelişiminin simülasyonu yapılmıştır. Çatal (2009) tarafından da Batı Akdeniz Bölgesi'ndeki Kızılçam meşçelerinde artım ve büyüme ilişkileri araştırılmıştır.

Ülkemizde bonitet endeks tablolarının düzenlenmesi için aynı yaşlı ormanlarda meşçeredeki galip ağaçların boyunu esas alan anamorfik ve polimorfik bonitet belirleme yöntemleri yaygındır (Eler ve Carus 2006).

Bu yöntemlerden Anamorfik yöntem uygulamadaki kolaylığı nedeniyle önemli oranda kabul görmüş olmasına karşın, elde edilen bonitet eğrilerinin, kılavuz eğri olarak adlandırılan tek bir eğriyle orantılı olarak oluşturulmaları, hem iyi hem de kötü bonitetlerde aynı şekilde seyretmesi; ayrıca standart yaştaki boy farkı oranlarının diğer yaşlarda da aynı olması gibi büyüme kanunlarına aykırı varsayımlara dayanmaktadır (Günel, 1982).

Polimorfik yöntemde ise, hakim ağaçlarda yapılan gövde analizlerinden elde edilen yaş-boy verileri, verim güçlerine göre sınıflandırılmakta ve her bir sınıf için ayrı ayrı olmak üzere yaş-boy ilişkileri ve denklemleri elde edilmektedir. Böylece her bir verim gücü sınıfı için ortalamayı temsil eden bonitet eğrileri elde edilmektedir. Bununla birlikte polimorfik yöntem, farklı yetişme ortamı verim gücündeki eğrilerin, form olarak birbirine benzer olmamaları (polimorfizm) ve farklı yaşlardaki boy oranlarının farklı olması gibi biyolojik olarak daha gerçekçi ve uygulanabilir görülmektedir (Günel, 1982).

Bu suretle, Alemdağ (1962) tarafından, anamorfik yönteme göre yapılan bonitet endeks tablosu sonrasında, bahsedilen sakıncaların giderilmesi amacıyla gövde analizlerinden yararlanılarak polimorfik yöntemle; Yeşil (1992) ve Çatal (2009) tarafından yeni bonitet endeks tabloları geliştirilmiştir. Ayrıca ağaçlandırma yoluyla kurulmuş olan Kızılçam meşcereleri için de; Usta (1991) aynı yöntemle bonitet tablosu düzenlemiştir.

1.3.6 Kızılçam (*Pinus brutia* Ten)'ın Anatomik ve Teknolojik Özellikleri

Kızılçam odununun makroskopik yapısında diri odun; geniş ve kırmızımsı renkte olup enine kesitte gövde yarıçapının takriben 2/3'ü kadardır. Öz odun; daha koyu olup, sınırı bariz morumsu-kırmızımtırak kahverengidir. Yıllık halka sınırları belirgindir. Yaz odununun dış sınırı keskin, iç sınırında ise ilkbahar odununa geçiş ani olmayıp oldukça tedricidir. Yaz odunu tabakasının yıllık halka içerisindeki payı az, rengi özellikle öz odun içerisinde koyu morumsu kahverengidir. Yıllık halka sınırları, özellikle gövdenin alt kısımlarında, açık şekilde kaba dalgalıdır. Reçine kanalları açık ve belirli olup, enine kesitte, yaz odunu tabakası içerisinde veya bu

tabakanın iç kenarına yakın kısımlarda açık renkli noktacıklar halinde görülür (Berkel, 1957).

Kızılçam odunu kereste, inşaat malzemesi, ambalaj sandığı, tel direği, maden direği, çit kazığı, döşeme, travers, tarım aletleri, mobilya yapımında kullanılmaktadır. Ayrıca, kontrplak ve selüloz sanayinde önemli bir ham madde ve kabukları tanen üretiminde değerlendirilmektedir (Erten ve Taskın, 1985). Ayrıca, odunun sülfat yöntemiyle selülozik madde elde edilmesinde gerek lif morfolojisi, gerekse kimyasal bileşim ve dayanım özellikleri bakımından elverişli bir hammadde olduğu saptanmıştır (Göksel, 1984).

2 YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1 Araştırma Alanının Tanıtımı

Antalya ili Türkiye'nin güneybatısında 29°20'-32°35' doğu boylamları ile 36°07'-37°29' kuzey enlemleri arasındadır. Güneyinde Akdeniz doğusunda ise Mersin, Konya ve Karaman kuzeyinde Isparta ve Burdur batısında ise Muğla yer almaktadır (Şekil 2). Şehrin genel alanı 2.110.997 hektar olup 1.164.425 (%55) hektarı ormanlık alan, 946.572 (%45) hektarı açık alandır. Ormanlık alanın 641.837 hektarı verimli orman, 522.588 hektarı bozuk ormandır. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü'nün ormanlık alanı ülkemiz ormanlarının %5,4'ünü oluşturmaktadır.

Çalışma alanı Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Kızılcım ormanları Akdeniz ikliminin özelliklerini gösterir. Yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı geçer. Yıllık ortalama yağış 1069,8 kg/m²'dir. Antalya iline ait ortalama sıcaklık ve yağış değerler Tablo 5'de verilmiştir.



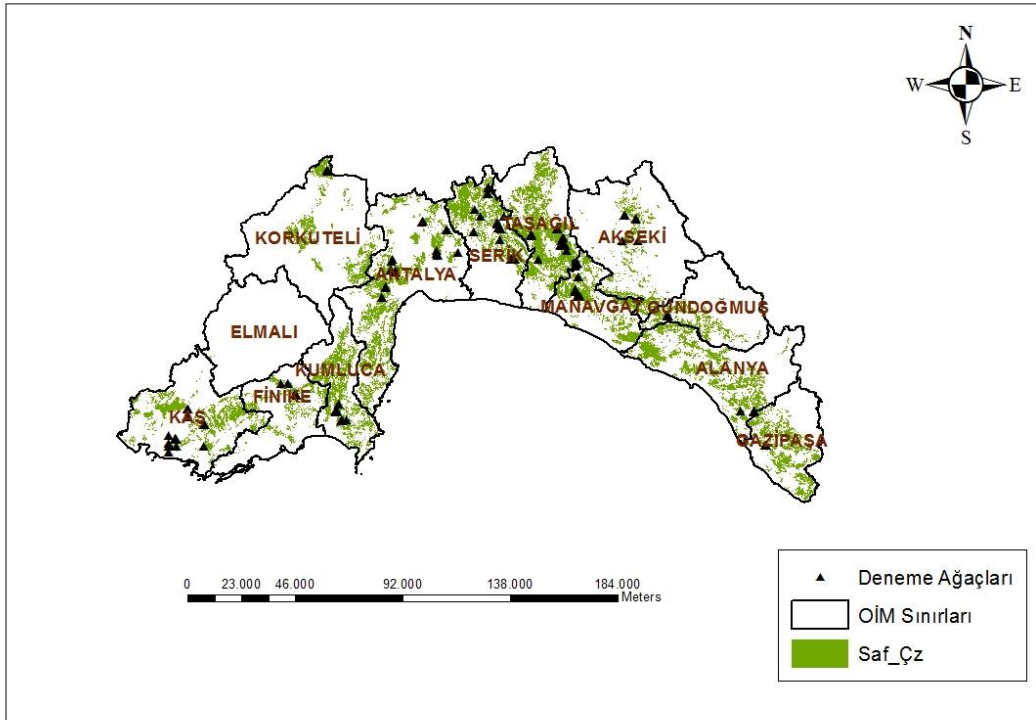
Şekil 2. Çalışma alanı

Tablo 5. Antalya yıllık ortalama sıcaklık ve yağış tablosu (Meteoroloji Genel Müdürlüğü)

Antalya	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen Ortalama Değerler(1954-2013)											
Ortalama Sıcaklık(°C)	9.8	10.4	2.7	16.1	20.5	25.4	28.4	28.2	24.7	20.0	14.9	11.3
Ortalama En Yüksek Sıcaklık(°C)	15.0	15.5	8.0	21.3	25.6	30.9	34.1	34.2	31.2	26.6	21.1	16.6
Ortalama En Düşük Sıcaklık(°C)	5.9	6.2	8.0	11.1	15.0	19.6	22.6	22.6	19.3	15.2	10.6	7.5
Ortalama Güneşlenme Süresi (saat)	5.3	5.9	6.9	8.1	10.0	11.6	12.0	11.5	10.0	8.0	6.5	5.0
Ortalama Yağışlı Gün Sayısı	12.6	10.8	8.8	7.2	5.5	2.6	0.6	0.5	1.8	5.7	7.6	11.9
Aylık Toplam Yağış Miktarı Ortalaması (kg/m ²)	224.9	156.3	96.2	58.3	31.8	7.9	3.0	2.4	13.7	78.8	137.1	259.4
	Uzun Yıllar İçinde Gerçekleşen En Yüksek ve En Düşük Değerler (1954-2013)											
En Yüksek Sıcaklık(°C)	23.9	25.9	28.6	35.7	38.0	44.8	45.0	44.6	42.1	37.7	33.0	24.5
En Düşük Sıcaklık(°C)	-3.4	-4.0	-1.6	1.4	6.7	11.1	14.8	15.3	10.6	4.9	0.8	-1.9

2.2 Deneme Ağaçları Nitelikleri ve Seçimi

Antalya İşletme Müdürlükleri saf Kızılcım meşcereleri Antalya yöresi saf Kızılcım meşcerelerinde kesilecek deneme ağaçlarının dağılımı katmanlı bilinçli örnekleme yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3). Deneme ağaçlarının seçiminde; değişik kapalılık, yaş sınıfı, çap ve boy kademesinde, canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli ve sağlıklı olmasına özen gösterilmiştir. Deneme ağaçları toprak seviyesinin 30 cm üstünden kesilip, gövde dipten tepeye doğru 0.3, 1.3, 3.3, 5.3 şeklinde ilk seksiyon 1 m olmak şartı ile kalan kısımlar ise 2 m'lik seksiyonlara bölünmüştür. Her bir metrede gövde çapları, ağaç üzerindeki tüm canlı dalların çapları ve boyları ölçülmüştür. Ağacın dip, orta ve uç kısımlarından örnek kesit, canlı dallarından örnek dal alınmıştır. Örnek dal yapraklarından ayrılmış ve dal ile yaprak ayrı ayrı tartılmıştır. Ağaç kesitlerinin, örnek dala ait dalcık ve yaprakların yaş ağırlıkları arazide tartılmıştır. Örnekler daha sonraki aşamalarda yapılacak ölçümler için laboratuvara götürülmüştür.



Şekil 3. Deneme Ağaçlarının Alındığı Yerlerin Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sınırları İçindeki Dağılımı

Bu şekilde alınan 159 deneme ağacının yaklaşık %80 i (127adet) biyokütle denklemlerinin geliştirilmesi için kullanılırken, % 20 si (32 adedi) ise geliştirilen biyokütle denklemlerinin kontrolünde kullanılmıştır. Denklem geliştirmede ve geliştirilen denklemlerin kontrolünde kullanılan deneme ağaçlarının çap ve boy basamaklarına dağılımı Tablo 6’da verilmiştir, parantez içinde gösterilen numaralar kontrol için kullanılan veri ağaçlarını belirtmektedir.

Tablo 6.Örnek ağaçların çap ve boy basamaklarına dağılımı

Çap Bas. (cm)	Örnek Ağaçların Çap ve Boy basamaklarına Dağılımı (m)														Toplam
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	
0-4	12 (4)	6 (2)													18 (6)
4,1-8															
8,1-12			1 (1)	1 (1)											2 (1)
12,1-16			1 (1)	4 (1)	3 (1)	1 (1)	3 (1)	1							13 (3)
16,1-20					3 (1)	6 (1)	3 (1)	2							14 (3)
20,1-24						2 (1)	4 (1)	4 (1)	2			1			13 (3)
24,1-28						1	2 (1)	7 (1)	1 (1)	2 (1)	1				14 (3)
28,1-32							3	2 (1)	3 (1)	2 (1)	2 (1)	1	1		14 (3)
32,1-36								2	3 (1)	4 (1)	2 (1)	3 (1)	2 (1)	1	17 (4)
36,1-40									2 (1)	1 (1)	2 (1)	2 (1)	2 (1)	1	12 (3)
40,1-44										1 (1)	2 (1)	1	1	1	6 (2)
44,1-48										1		(1)	1	1	3 (1)
48,1-52													1		1
Toplam															127 (32)

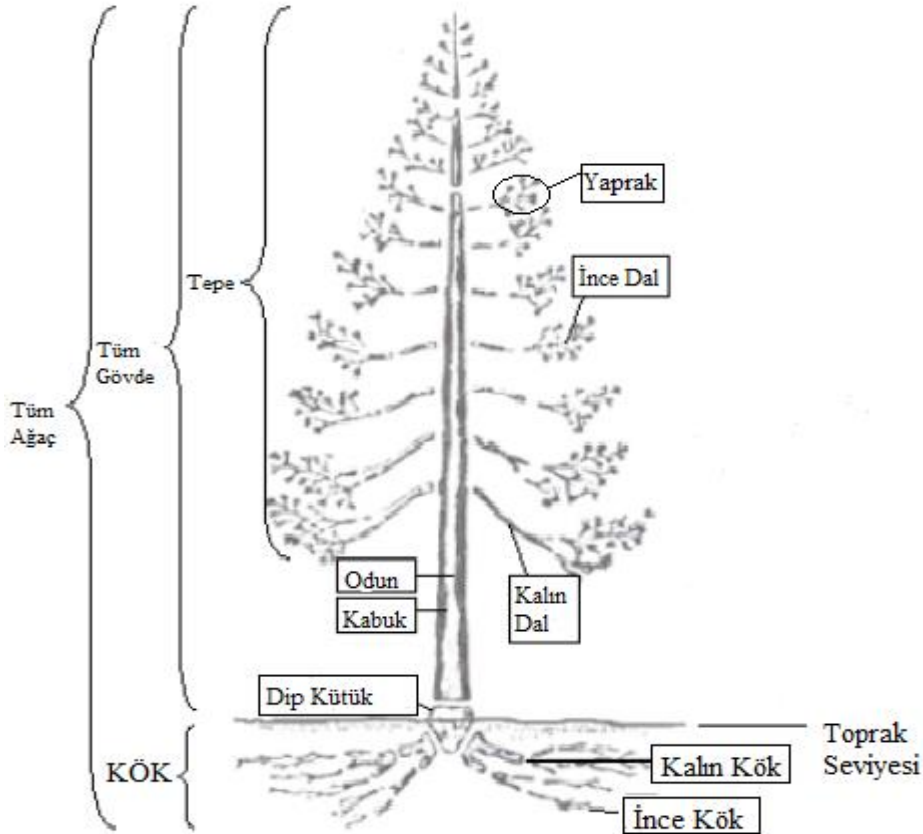
2.3 Laboratuvarda Yapılan Ölçme ve Değerlendirmeler

Arazide yaş ağırlıkları ayrı ayrı belirlenen gövde, dal ve yaprak örnekleri polietilen torbalara konularak laboratuvara getirilmiştir. Örneklerin kuru ağırlıklarının belirlenmesi için, kurutma fırınında $105\pm 2^{\circ}\text{C}$ 'de 24 saat değişmez ağırlığa gelinceye kadar bekletilerek kurutulmuş ve hassas tartı yardımıyla ağırlıkları belirlenmiştir.

Biyokütlenin hesaplanmasında kullanılacak olan gövde kesitlerinin kabuklu ve kabuksuz haldeki hacimlendirilmesi yapılmış aralarındaki farktan yararlanılarak gövde ve kabuk hacimleri ayrı ayrı belirlenmiştir. Kurutma fırınına atılan enine kesitler önce kabuklu olarak ağırlığı ölçülmüş sonrada kabuğu soyularak aynı işlem tekrarlanmış ve kabuk kuru ağırlığı belirlenmiştir. Arazi çalışmalarında her deneme ağacı üzerinde ölçülen gövde çapları yardımıyla, her deneme ağacının toplam gövde hacmi hesaplanmıştır. Deneme ağacından alınan örnek dala ait çap ve boy değerlerinden yararlanılarak örnek dal hacmi belirlenmiştir.

2.4 Yöntem

Orman ekosistemi içerisinde biyokütle bileşenleri bir ağaç üzerinde farklı konumlarda olabilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Biyokütle bileşenlerinin ağaç üzerindeki dağılımı

Biyokütle hesaplanmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemler;

1. Birim Alan Yöntemi
2. Orta Ağaç Yöntemi
3. Regresyon Yöntemi

Son yıllarda, yukarıda açıklanan üç temel biyokütle tahmininden farklı olarak, orman alanlarının toplam biyokütle miktarlarının belirlenmesinde uzaktan algılama teknikleri de kullanılmıştır. Bu yöntemle, orman alanlarında herhangi yersel bir ölçüm yapılmadan doğrudan hava fotoğrafları ya da uydu görüntüleri yardımıyla biyokütle miktarı belirlenmektedir (Bergen vd., 1998).

-Birim alan yönteminde;

Bu yöntemde, bir orman alanına ilişkin biyokütle tahmini için belirli büyüklükteki örnek alanlardan yararlanılır. 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 edilmektedir.

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 (1990), bu yöntemin genç meşçerelerde, çok tabakalı tropik ormanlarda ve alçak vejetasyonlarda bulunan ormanlarda kullanımının uygun olduğunu belirtmektedir.

- Orta ağaç yönteminde;

Örnek alanlar alınarak bu örnek alanlara ilişkin 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 değerin 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 ayrıntılı bilgilerin sağlanamamasıdır. Bir diğer olumsuzluk ise yine farklı çap basamaklarındaki ağaç gövde 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.

- Regresyon yönteminde;

Bu yöntemde amaç; birçok örnek ağaçtan alınan ölçümlere göre regresyon denklemlerinin 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 fonksiyonu olarak tahmin edilmektedir. Bu denklemler ağaç bileşenleri için ayrı ayrı geliştirilebileceği gibi tüm ağaç için de elde edilebilir.

Biyokütle tahmininde kullanılan regresyon denklemleri sadece göğüs çapını (d) dikkate alan Tek Girişli Denklemler veya göğüs çapı (d), ağaç boyu (h), tepe çapı gibi çeşitli parametreleri birlikte dikkate alan Çok Girişli Denklemler biçiminde iki ayrı yaklaşımla düzenlenebilir.

Regresyon yöntemi, tek ağacın bileşenlerinin ve tüm ağacın biyokütle miktarlarının belirlenebilmesi ve diğer yöntemlere kıyasla daha güvenilir sonuçlar vermesi nedeniyle dünyada en çok tercih edilen ve uygulanan yöntemdir (Saraçoğlu, 1990; Aydın, 2010).

Biyokütle tabloları Regresyon Yöntemi ile hazırlanmıştır. Regresyon yönteminin amacı, birçok deneme ağacından alınan örnek ve yapılan ölçümlerle tek ağaca ilişkin

bileşenlerin biyokütlelerini, göğüs çapı gibi kolay ölçülebilen parametreler ile belirlemektedir. Çeşitli etmenlere bağlı olarak değişiklik gösteren yaş ağırlık yerine kuru ağırlığa bağlı biyokütle tablolarının düzenlenmesi uygun görülmüştür (Saraçoğlu, 1992). Kuru ağırlık dikkate alınarak hazırlanan biyokütle denklemleri, ağacın her önemli bir bileşeni (gövde, dal, ibre ve kabuk) için ve bileşenlerin toplamından oluşan tüm ağaç için hazırlanmıştır.

Bu çalışmada, ağacın kabuk, gövde, dal ve ibreden oluşan, topraküstü biyokütlesinin hesaplanmasında bağımsız değişken olarak göğüs çap kullanılarak tek girişli biyokütle denklemleri geliştirilmiştir. Çalışmada kullanılan regresyon yöntemi için SPSS 15.0 paket programı kullanılmıştır.

2.4.1 Gövde Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Her deneme ağacının dip, orta ve uç kısmından örnek kesit alınmıştır. Laboratuvara getirilen tüm örnek kesitler 105 ± 2 °C'de 24 saat fırında değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutularak fırın kuru hale getirilmiştir. Fırın kuru haline gelen örnek kesitlerin kabuklu ağırlıkları ve hacimleri bulunmuş, sonrada kabuk soyularak aynı işlem tekrarlanmıştır. Örnek gövde kesitlerinin kabuklu ve kabuksuz kuru ağırlıkları ve hacimleri bulunmuştur. Örnek gövde kesitinin ağacı en iyi şekilde temsil etmesi için alınan üç kesitin (dip, orta, uç) ortalaması alınmıştır. Arazide ölçülen çap ve boy değerleri ile örnek ağaca ait gövdenin toplam hacmi hesaplanmış, örnek kesitlerin ortalama hacmine oranlanmıştır. Bu oran örnek gövde kesitinin ortalama fırın kuru ağırlığı ile çarpılarak deneme ağacının fırın kuru gövde ağırlığı hesaplanmıştır.

$$V(\text{gövde}) = V(\text{dip kesit}) + V(\text{seksiyon}) + V(\text{uç})$$

$$V(\text{dip kesit}) = \pi \cdot d_0^2 \cdot l$$

$$V(\text{seksiyon}) = \frac{\pi}{4} \left(\frac{d_0^2 + d_n^2}{2} \right) l$$

$$V(\text{uç}) = \frac{\pi}{4} \frac{1}{3} d_0^2 l$$

d_0 : dip çap (m), d_n : uç çap (m) ve l : uzunluğu (m) ifade etmektedir.

2.4.2 Dal Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Her deneme ağacının canlı tüm dallarının dip çapları ile boyları ölçülmüş ve tüm dalların hacimleri hesaplanmıştır. Deneme ağacına ait hesaplanan tüm dal hacimleri toplanarak ağaca ait toplam dal hacmi bulunmuştur. Deneme ağacına ait tüm dalları temsil edecek bir adet örnek dal seçilmiş ibreleri temizlenmiş ve tartılarak yaş ağırlığı hesaplanmıştır. Örnek dal kesitine ait orta çap ve uzunluk ölçülerinden yararlanılarak hacmi hesaplanmıştır.

$$V(\text{örnek dal kesiti}) = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0,5}^2 \cdot h \quad V(\text{örnek dal}) = \frac{1}{3} \cdot \frac{\pi}{4} \cdot d_0^2 \cdot h$$

İbresi temizlenen dal 105 ± 2 °C'de 24 saat fırında değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutularak fırın kuru ağırlığı belirlenmiştir. Ağacın toplam dal hacmi, örnek dalın hacmine oranlanmıştır. Bulunan oran örnek dal kesitinin fırın kuru ağırlığı ile çarpılarak deneme ağacına ait kuru dal ağırlığı elde edilmiştir.

2.4.3 İbre Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Daldan ayrılan ibre 105 ± 2 °C'de 24 saat fırında değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutularak fırın kuru ağırlığı belirlenmiştir. Ağacın dallanmasını temsil edecek şekilde seçilen örnek dalın ağırlığı, ağaçta bulunan tüm dalların toplam ağırlığına oranlanmış, bulunan bu oran ile örnek daldan toplanan ibrenin fırın kuru ağırlığı çarpılarak deneme ağacına ait kuru ibre ağırlığı elde edilmiştir.

2.4.4 Kabuk Yaş ve Fırın Kuru Ağırlıkların Belirlenmesi

Örnek gövde kesitinde bulunan kabuk 105 ± 2 °C'de 24 saat fırında değişmez ağırlığa gelinceye kadar kurutularak fırın kuru ağırlığı belirlenmiştir. Deneme ağacının kabuklu ve kabuksuz gövde hacmi hesaplanmış ve aralarındaki fark belirlenerek deneme ağacının kabuk hacmi bulunmuştur. Aynı işlem örnek kabuklu gövde kesiti ve kabuksuz gövde kesiti için tekrarlanmış, örnek gövde kesitine ait kabuk hacmi bulunmuştur. Deneme ağacına ait toplam kabuk hacmi ile örnek kesit kabuk hacmi ilişkilendirilmiştir. Bulunan bu oran ile örnek enine kesite ait fırın kuru kabuk ağırlığı çarpılarak örnek ağacın kabuk kuru ağırlığı hesaplanmıştır.

2.5 Topraküstü Biyokütle Denklemlerinin Belirlenmesi

Tek ağaç bileşenlerine ait biyokütle tablolarının oluşturulmasında “Regresyon” yöntemi kullanılmıştır. Hesaplanan tek ağacın kuru ağırlıkları ağaçların göğüs çapı ($d_{1,3}$) ve boyu (h) ile çeşitli denklemler türetilerek analizde kullanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda gövde, dal, ibre, kabuk ve ağacın toplam kuru ağırlığı gibi bağımlı değişkenlere en anlamlı bağımsız değişkenler belirlenerek her biyokütle bileşeni ve toplam ağaç biyokütlesi için biyokütle denklemleri oluşturulmuştur. En uygun regresyon denklemi belirlenirken üç ayrı kriter dikkate alınmıştır. Bunlardan birincisi R^2 yüksek, standart hatası düşük değer olmasıdır. İkinci kriter hem modelin hem de modelin içerdiği katsayıların (b_0, b_1, \dots) anlamlı olmasıdır. Son olarak da belirlenen denklemin tahmin değerlerinin biyolojik gelişime uygun olmasıdır. En uygun regresyon denklemi için denenen denklemler;

$$y = b_0 + b_1 \cdot d_{1,3} \quad (1)$$

$$y = b_0 + b_1 \cdot \ln(d_{1,3}) \quad (2)$$

$$y = b_0 + b_1/d_{1,3} \quad (3)$$

$$y = b_0 + b_1 \cdot d_{1,3} + b_2 \cdot d_{1,3}^2 \quad (4)$$

$$y = b_0 + b_1 \cdot d_{1,3} + b_2 \cdot d_{1,3}^2 + b_3 \cdot d_{1,3}^3 \quad (5)$$

$$y = b_0 \cdot d_{1,3}^{b_1} \quad (6)$$

$$y = b_0 \cdot b_1^{d_{1,3}} \quad (7)$$

$$\ln y = b_0 + b_1/d_{1,3} \quad (8)$$

$$\ln y = \ln b_0 + b_1 \cdot d_{1,3} \quad (9)$$

$$y = b_0 + b_1 \cdot d_{1,3}^2 \quad (10)$$

$$y = b_0 \cdot d_{1,3}^2 \cdot h \quad (11)$$

$$y = b_0 + b_1 \cdot d_{1,3}^2 \cdot h \quad (12)$$

$$y = b_0 + b_1(d_{1,3}/h) \quad (13)$$

$$y = b_0 \cdot d_{1,3}^{b_1} \cdot h^{b_2} \quad (14)$$

$$y = b_0 + b_1 \cdot d_{1,3} + b_2 \cdot h + b_3 \cdot d_{1,3}^2 \cdot h \quad (15)$$

$$y = b_0 \cdot d_{1,3}^2 + b_1 \cdot h + b_2 \cdot d_{1,3}^2 \cdot h \quad (16)$$

$$\ln(y) = b_0 + b_1 \cdot \ln^2 d_{1,3} \quad (17)$$

Bu eşitliklerde;

y : Bileşen ağırlığını (kg),

d :Göğüs Çapını (cm),

h : Ağaç Boyunu (m),

b_0, b_1 : Modele ait katsayıları

ifade etmektedir.

2.6 Biyokütle Denklemlerinin Kontrolü

Oluşturulan denklemlerin kullanılabilirliğinin kontrolü, denklem oluşturmada yararlanılan verilerden bağımsız olan bir veri grubu ile gerçekleştirilmiştir. Denklem oluşturmak amacıyla kullanan veri toplam verinin yaklaşık %80 ini (127 adet) oluşturken, oluşturulan denklemin kontrolü için geri kalan verinin yaklaşık %20'lik (32 adet) kısmı kullanılmıştır.

3 BULGULAR

Biyokütle tablolarının düzenlenmesi için 17 değişik regresyon denklemi (1-17) denenmiştir. R^2 , R_{adj}^2 , F, $S_{y.x}$, Sig değerleri baz alınarak her bir ağaç bileşeni için uygun model belirlenmiştir. Seçilen modellere ait R^2 , R_{adj}^2 , F, $S_{y.x}$, Sig., değerleri Tablo 7'de, katsayı değerleri Tablo 8'de belirtilmiştir. Tek ağaca ait kuru gövde, dal, ibre, kabuk ve toprak üstü kuru ağırlık (tüm ağaç) ağırlıkları ile ağaçların göğüs çapları arasındaki ilişkiyi en iyi yansıtan model (Power),

$$y = b_0 \cdot d_{1,3}^{b1}$$

(y): tüm ağacın gövde ve kabuk kuru ağırlıkları (kg),

($d_{1,3}$): göğüs çapı (cm).

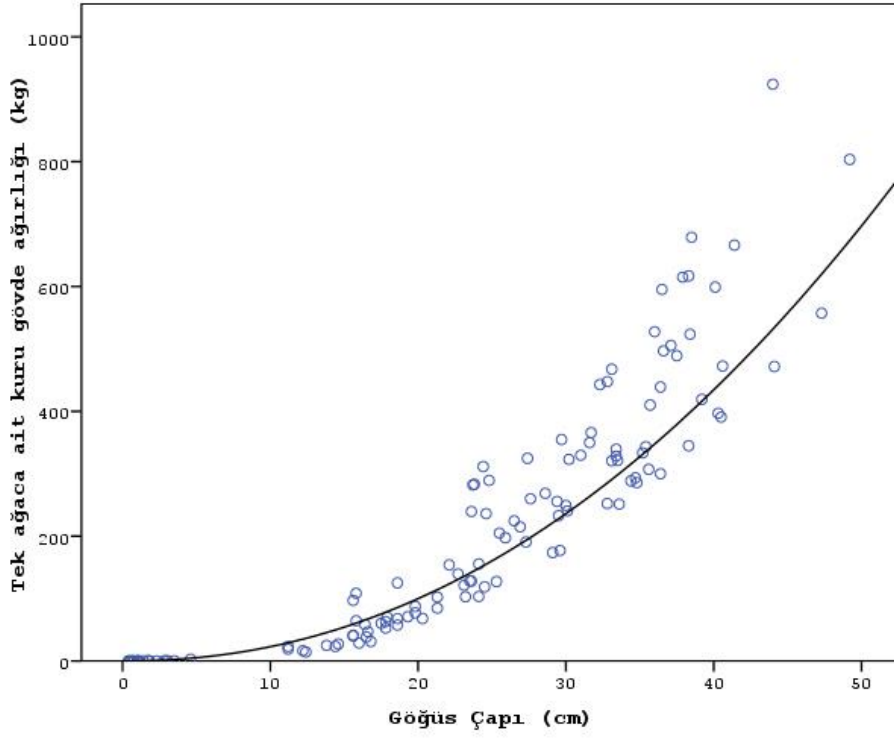
Tablo 7. Tek ağaç bileşenlerine ait fırın kurusu ağırlık denklemlerine ilişkin parametre değerleri

Denklem No	Fırın Kurusu Ağaç Bileşeni	R^2	R_{adj}^2	$S_{y.x}$	F	Sig.
6	Gövde	0,950	0,949	0,566	2247,409	0,000
6	Dal	0,874	0,873	0,787	715,744	0,000
6	İbre	0,790	0,788	0,644	339,101	0,000
6	Kabuk	0,904	0,903	0,714	1094,617	0,000
6	Toprak Üstü Biokütle	0,934	0,933	0,559	1442,988	0,000

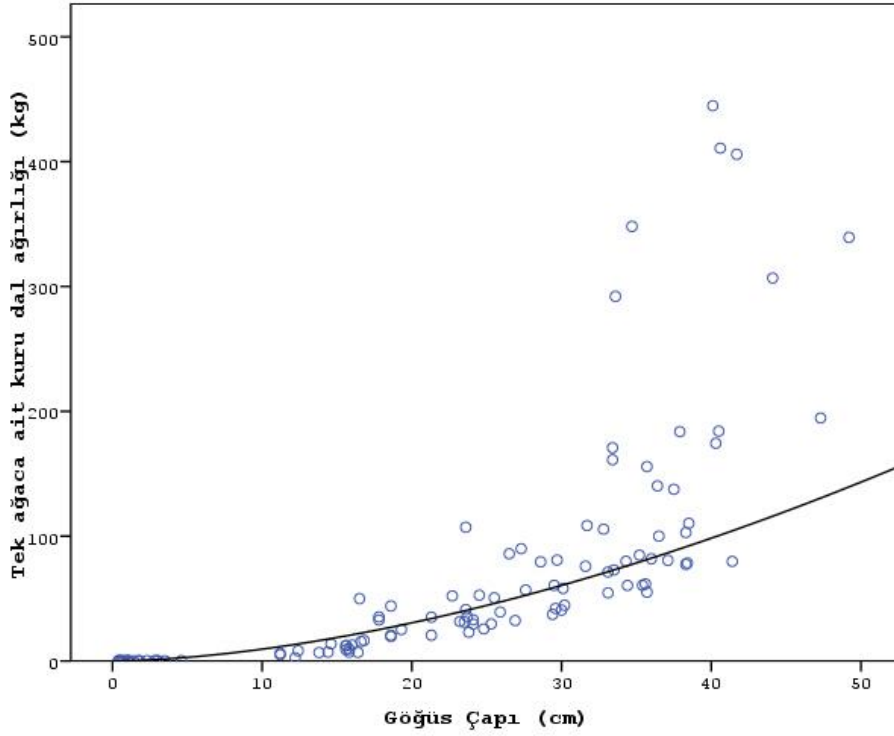
Tablo 8. Tek ağaç bileşenlerine ait kırım kurusu ağırlık denklemlerine ilişkin katsayı değerleri

Fırın Kurusu Ağaç Bileşeni	Model Katsayıları	Katsayı Değerleri	Std. Error	Sig.
Gövde	b0	0,175	0,024	0,000
	b1	2,119	0,045	0,000
Dal	b0	0,197	0,037	0,000
	b1	1,685	0,063	0,000
İbre	b0	0,869	0,060	0,000
	b1	1,120	0,156	0,000
Kabuk	b0	0,070	0,012	0,000
	b1	1,884	0,057	0,000
Topral Üstü Biokütle	b0	1,467	0,198	0,000
	b1	1,681	0,044	0,000

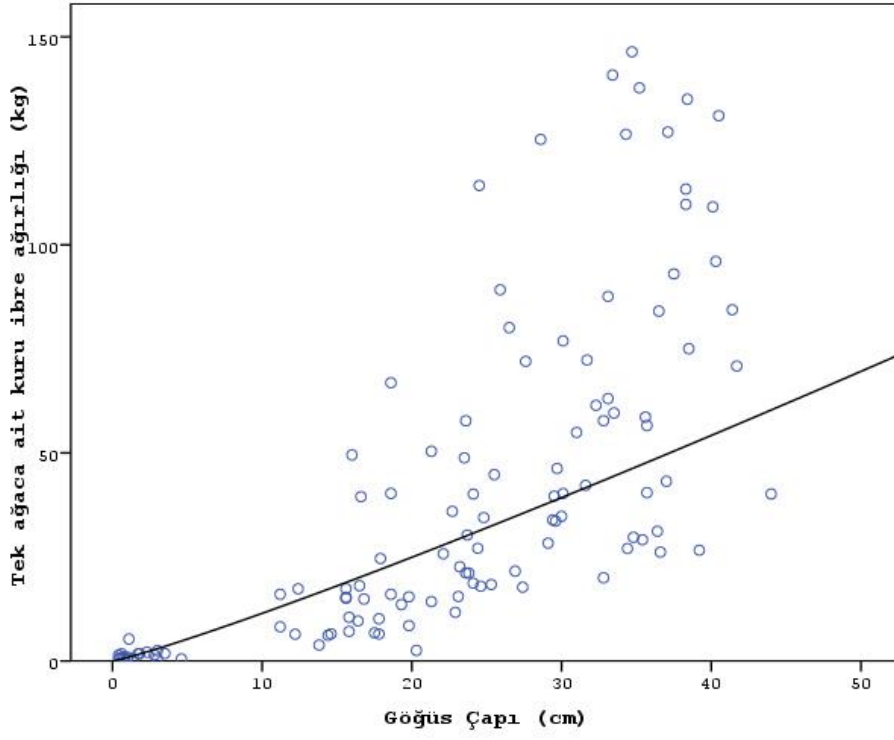
Kızılçam tek girişli biyokütle tablosunun düzenlenmesinde kullanımına karar verilen denklemin genel bazda uygulanabilirliğinin denetimi için 27 adet kontrol verisi kullanılarak, normal dağılımlı toplumlarda eşlendirilmiş örneklerin karşılaştırılmasında eşlendirilmiş t-testi sonuçlarına göre karar verilen en uygun biyokütle denkleminin %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) genel bazda kullanılabileceği kararına varılmıştır.



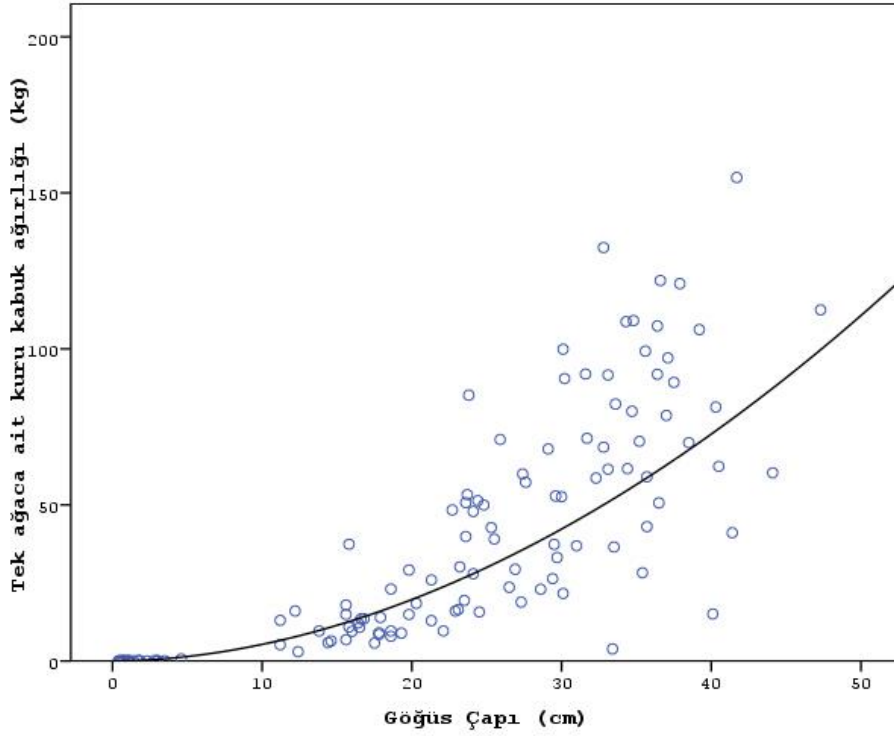
Şekil 5. Tek ağaç için gövde kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki



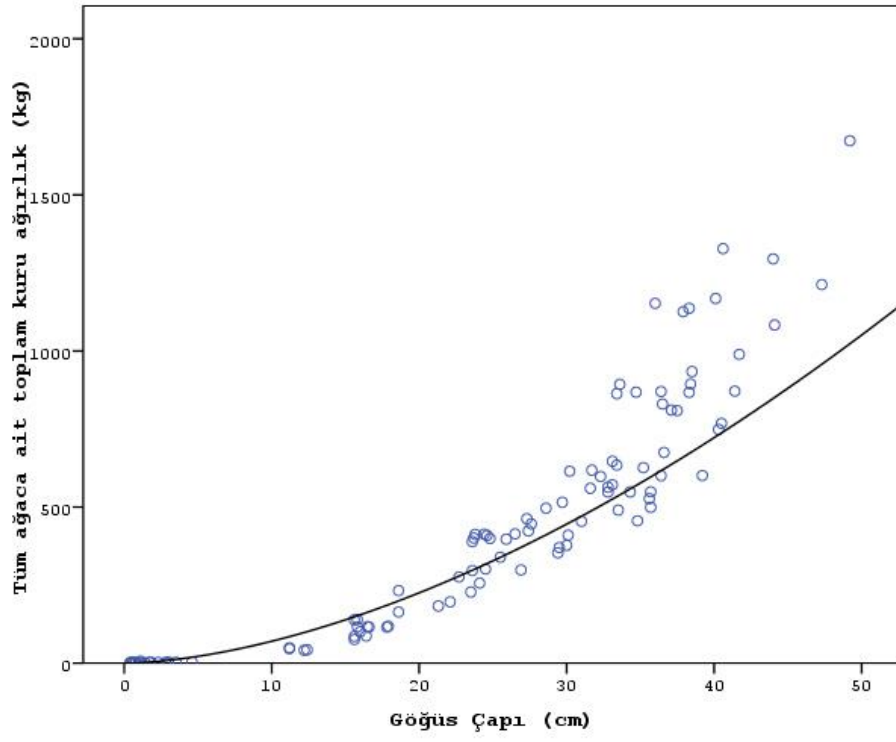
Şekil 6. Tek ağaca ait dal kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği



Şekil 7. Tek ağaca ait kuru ibre ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği



Şekil 8. Tek ağaca ait kabuk kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği

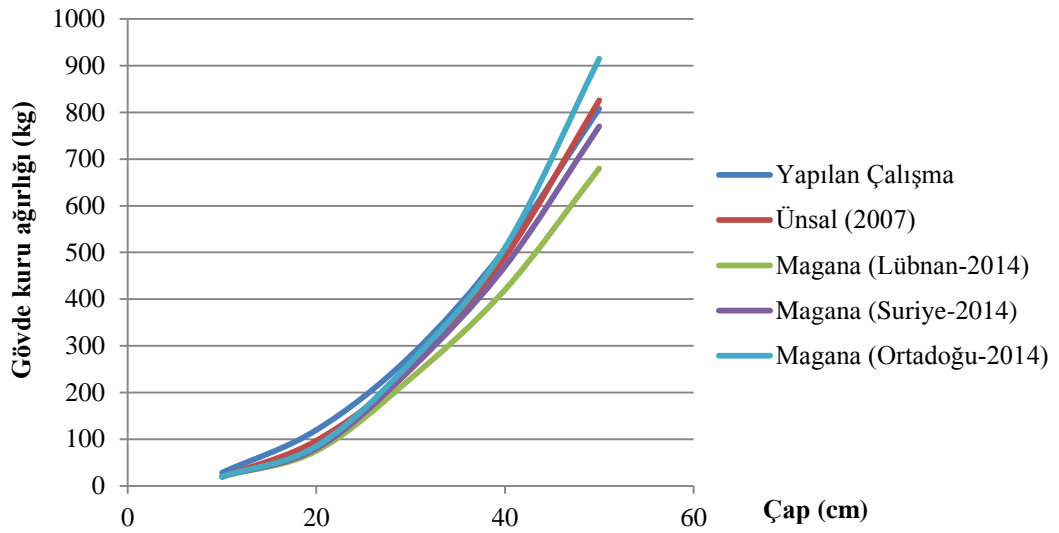


Şekil 9. Tek ağaca ait tüm ağaç (toprak üstü) ait kuru ağırlıkları ile göğüs çapı arasındaki ilişki grafiği

4 TARTIŞMA

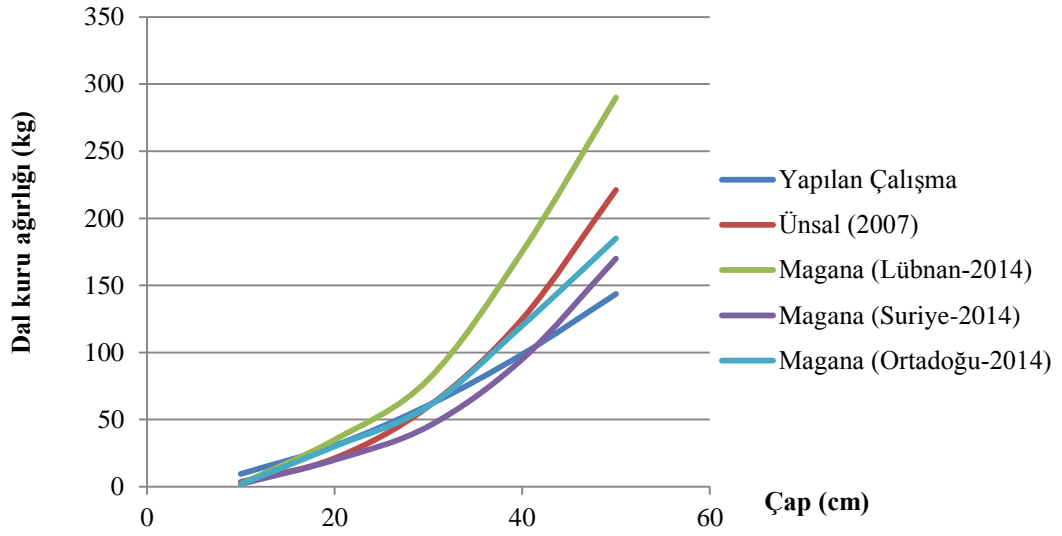
Biyokütle tablolarının oluşturulması için Regresyon Analizi ile tek ağaç bileşenlerinin kuru ağırlıkları ile göğüs çapı ($d_{1,3}$) ve boyu (h) ile türetilmiş çeşitli bağımsız değişkenler ilişkiye getirilmiş ve yeni denklemler oluşturulmuştur.

Biyokütle tablolarının oluşturulabilmesi için denenen denklemler içinden en iyi sonuç veren denklem seçilmiştir. Seçilen denklemlerin her biri için ‘‘Kontrol Verileri’’ ile uygunluk denetimi yapılarak. %95 güven düzeyinde ($p<0,05$) biyokütle denklemlerinin kullanılabileceği sonucuna varılmıştır.



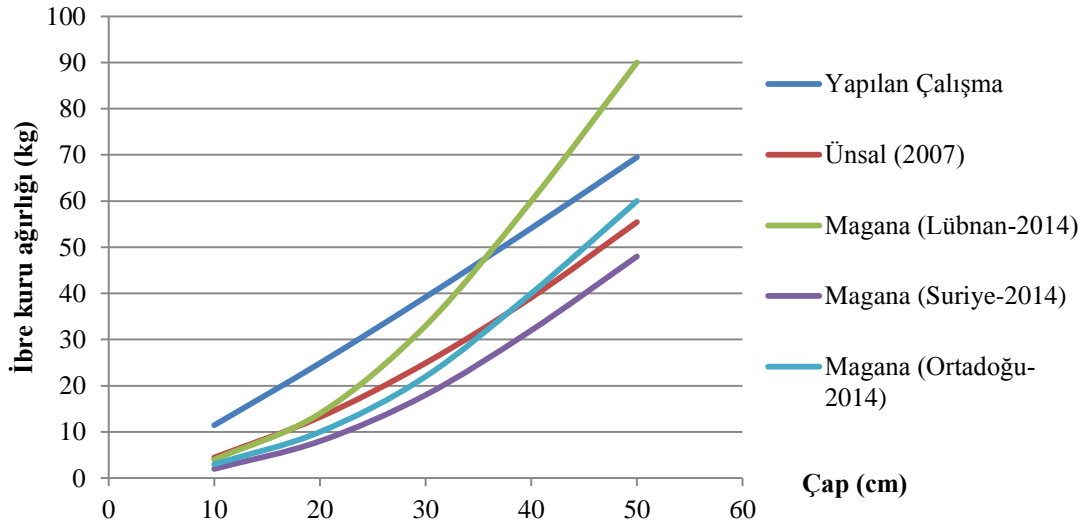
Şekil 10.Kızılcım ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda kuru gövde biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi

Şekil 10 incelendiğinde, denklemler yardımıyla bulunan beş yöreye ilişkin gövde kuru biyokütle ağırlıklarının birbirine yakın değerler oldukları görülmektedir. İnce çaptan kalın çapa gittikçe değerler arasındaki fark artmaktadır. Biyokütle değerleri incelendiğinde yapılan çalışma ile Ünsal (2007)’ın yapmış olduğu çalışmadaki değerler diğer çalışmalara oranla birbirlerine daha yakın sonuç vermiştir. Bu durum iki bölgenin diğer bölgelere kıyasla daha benzer iklim tipi ve toprak yapısına sahip olması ile açıklanabilir.



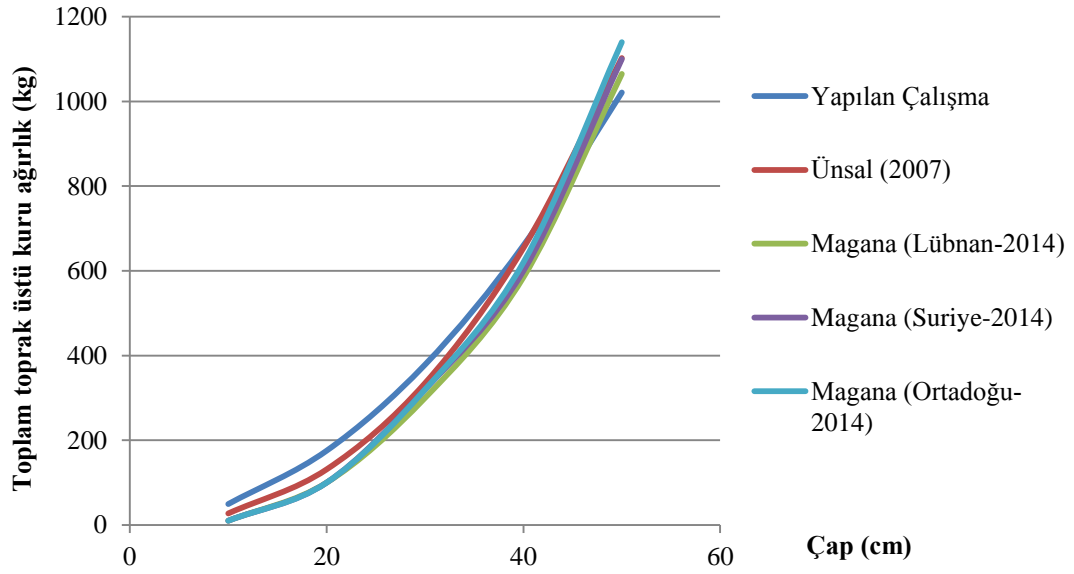
Şekil 11. Kızılcām ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda kuru dal biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi

Şekil 11 incelendiğinde, denklemlerle elde edilen dal biyokütle değerlerinin başlangıç çaplarında fark olsa da birbirlerine yakın değer göstermektedir. İlerleyen çaplarda değerler arasında bariz farklılıklar ortaya çıkmıştır. Özellikle Lübnan kızılcāmına ait kuru dal ağırlığı diğer çalışmalara kıyasla ciddi farklılık göstermektedir. Bunun sebebinin coğrafi bölgeye bağlı yetişme ortamı koşullarından kaynakladığı düşünülmektedir.



Şekil 12. Kızılcām ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda kuru ibre biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi

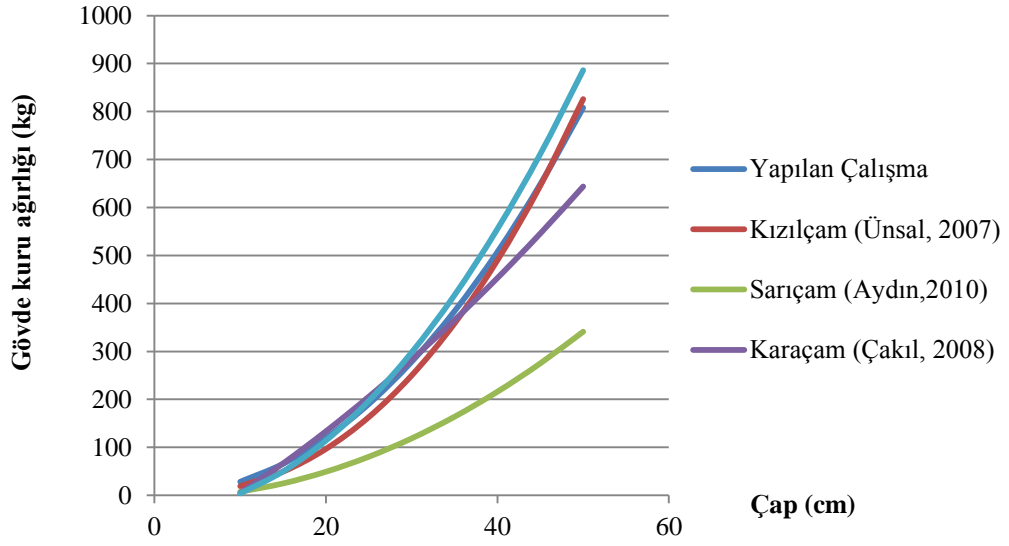
Şekil 12 incelendiğinde, dal biyokütle değerlerinde olduğu gibi ibrede de farklılıklar görülmektedir. İbre kuru ağırlığı, dalın hacim ya da ağırlığı üzerinden gidilerek belirlenmektedir. Bu nedenle dal değerlerindeki farklılığın ibre değerlerine yansımaları beklenen bir durumdur. Yapılan çalışmalarda dal ve ibre değerleri farklılıklarının iklim, toprak yapısı ve yöntemden kaynaklanabileceği değerlendirilmiştir.



Şekil 13. Kızılçam ile ilgili farklı yayılış alanlarında yapılan çalışmalarda toplam toprak üstü kuru biyokütlenin göğüs çapına bağlı değişimi

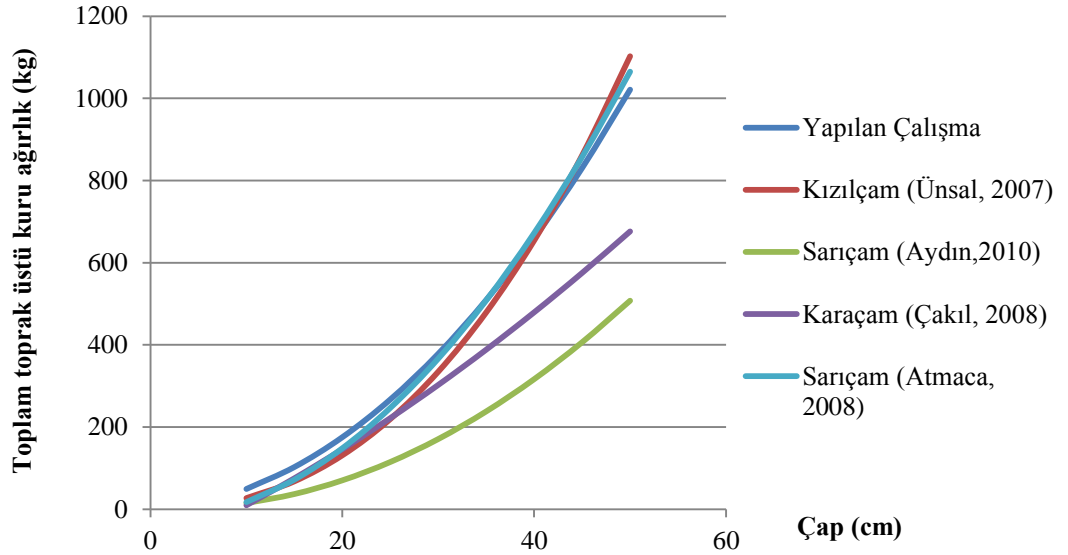
Şekil 13 incelendiğinde, toplam toprak üstü kuru ağırlık değerinin gövde kuru ağırlığına benzerlik gösterdiği görülmektedir. Bunun nedeni dal ve ibre değerlerinde farklılıklar olsa da toplam toprak üstü kuru ağırlık değerlerinde en büyük etki şüphesiz gövde kuru ağırlığına aittir.

Yapılan çalışmayı diğer ağaç türlerimizle birlikte irdelemek için ülkemizde yayılış gösteren gövde ve toprak üstü biyokütle tabloları düzenlemiş olan Ünsal'ın (2007) Kızılçam, Aydın'ın (2010) ve Atmaca'nın (2008) Sarıçam, Çakıl'ın (2008) Karaçam'da yapmış olduğu çalışmaları Şekil 14 ve Şekil 15'de gösterilmiştir.



Şekil 14. Ağaç türlerine göre kuru gövde biyokütlesinin göğüs çapına bağlı değişimi

Şekil 14’de de görüldüğü gibi aynı göğüs çapındaki gövde biyokütlesi değerleri ince çap basamaklarında birbirlerine oldukça yakın sonuç vermiştir. Çaplar arttıkça aralarındaki benzerlikler ortadan kalkmış ve Atmaca (2008) tarafından geliştirilen modele bağlı olarak Sarıçam en yüksek biyokütle değerine sahiptir. En düşük değeri ise Aydın (2010) tarafından geliştirilen denkleme bağlı olarak Sarıçam almıştır.



Şekil 15. Ağaç türlerine göre toprak üstü toplam kuru biyokütlenin göğüs çapına bağlı değişimi

Şekil 15 incelendiğinde toplam toprak üstü kuru ağırlık, gövdeden farklı sonuçlar vermiştir. Şekil 14 ve Şekil 15 birlikte incelendiğinde aradaki fark dal kuru miktarı

ile açıklanabilir. 50 cm çapında elde edilen dal kuru ağırlığı Aydın (2010) 44 kg, Atmaca (2008) 109 kg, Çakıl (2008) 33kg, Ünsal (2007) 221 kg yaptığımız çalışmada ise 143kg olarak hesaplanmıştır. Dal biyokütle miktarındaki bu farklılık gövde ve toplam toprak üstü kuru ağırlık arasındaki değişime neden olmuştur.

Türe ait biyolojik özelliklerin, yöreler arası iklim ve toprak yapısının, kullanılan yöntemlerin farklılıkları çalışmaların sonucunu doğrudan etkileyecektir. Bu nedenle yöresel yapılan çalışmalarla elde edilen tabloların farklı yöre ve türlerde kullanılması halinde farklılıklar olacağı bilinmelidir.

5 SONUÇ

Kızılçam biyokütle miktarlarının tahmini için, Antalya Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde deneme ağaçları seçilmiştir. Toplam 159 deneme ağacında yapılan ölçümlerden elde edilen verilerden yararlanılmıştır. Örnek ağaç belirlerken; ağaçların değişik çap ve boy basamağında, tek gövdeli, canlı, tepesi sağlam ve sağlıklı olmasına özen gösterilmiştir.

Biyokütle tabloları kuru ağırlık tabloları şeklinde düzenlenmiştir. Yaş ağırlık zaman içerisinde değiştiği için kuru ağırlık tablolarının düzenlenmesi daha objektif görülmüştür. Ağaç bileşenlerinin yaş ve fırın kurusu ağırlıklarının bulunabilmesi için örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Gövde ağırlığının bulunabilmesi için, her örnek ağaçtan, ağacın gövdesini temsil edecek şekilde gövdenin dip, orta ve uç kısmından enine kesit alınmış ve örnek kesitler arazide tartılarak yaş ağırlıkları bulunmuştur. Örnek ağaç gövde hacmi ve laboratuvara getirilen örnek kesit hacmi hesaplanmıştır. Gövdenin toplam hacmi, örnek kesit hacmine oranlanmış ve bu oran kesitin yaş ağırlığı ile çarpılarak ağacın yaş ağırlığı, kesitin fırın kurusu ağırlığı ile çarpılarak ağacın kuru ağırlığı belirlenmiştir. Dal ağırlıklarının bulunabilmesi içinse toplam dal hacmi örnek dal hacmine oranlanmış ve bu oran örnek dalın yaş ağırlığı ile çarpılarak tüm dalların yaş ağırlığı, örnek dalın fırın kurusu ağırlığı ile çarpılarak tüm dalların kuru ağırlığı bulunmuştur. İbre ağırlığının bulunabilmesi için örnek kuru dal ağırlığı ile örnek ağaca ait tüm dalların kuru ağırlığı arasındaki oran ibre yaş ağırlığı ile çarpılarak ağacın yaş ibre ağırlığı, fırın kurusu ağırlığı ile çarpılarak ibre kuru ağırlığı bulunmuştur.

Biyokütülle tablolarının düzenlenmesinde kullanılan regresyon analizine göre, bağımsız değişkenler göğüs çapı ve boy kullanılarak 17 adet denklem denenmiştir. Denenen bu denklemler arasında R^2 ve $S_{y,x}$ gibi uygunluk değerlerine göre sıralama yapılmıştır. Ancak R^2 ve $S_{y,x}$ değerlerini dikkate alarak model seçmek doğru değildir. Seçilen modelin ve modelin bulundurduğu katsayıların anlamlı olması ve seçilen modelin verdiği tahmin değerlerinin biyolojik gelişimle uyum içerisinde olması gerekmektedir. Bu üç farklı kriter dikkate alındığında ağacın kuru gövde, dal, ibre, kabuk ve toprak üstü toplam biyokütle tablolarının oluşturulmasında $y = b_0 \cdot d_{1,3}^{b1}$ (Power) denkleminin kullanılmasına karar verilmiştir.

Gövde, dal, kabuk ve tüm ağaç kuru ağırlıklarına kıyasla ibre kuru ağırlığının daha düşük R^2 değeri olduğu görülmektedir. Bu düşük R^2 değeri Durkaya (1998), İkinci (2000), Ünsal (2007)'in yaptıkları biyokütle çalışmalarında da görülmektedir. Bu durum beklenen bir sonuçtur çünkü ibre ağırlığı ile çap arasındaki ilişki düşüktür.

Kontrol verileri ile genel bazda uygunluk denetimi Eşlendirilmiş t-testi ile yapılarak %95 güven düzeyinde ($p < 0,05$) biyokütle denklemlerinin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Ek Tablo 1'de verilen değerler Antalya yöresi için kullanılabilir. Antalya dışındaki kızılçam meşcerelerinde ya da farklı ağaç türleri için kullanılması mümkün olsa bile elde edilen sonuçların, tablodaki sonuçlarla uygun olup olmadığı kontrol edilmelidir. Bölgelerin iklim, toprak yapısı vs. gibi farklılıkları bulunduğundan bu tablo yerel bir tablodur. Bu tablonun farklı yöre ve türlerde kullanılması halinde farklılıklar olacağı bilinmelidir.

6 ÖNERİLER

Ülkemizde biyokütleye duyulan ihtiyacın artmasına rağmen gerekli önem verilmemiş ve yeterli düzeyde araştırma yapılmamıştır. Yapılan çalışmaların büyük bir kısmında ise biyokütle tahmin yöntemlerinden biri olan orta ağaç yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde örnek alan yardımı ile meşcere orta ağacının biyokütlesi bulunmakta ve ağaç sayısı ile çarpılarak meşcere biyokütlesi tahmin edilmektedir. Bu yöntem ağacın bazı bileşenlerinin (dal odunu, ibre ve kabuk) miktarında güvenilir olmayan sonuçlar vermektedir. Ayrıca bu yöntem meşcerenin çap basamaklarına göre biyokütle ya da biyokütle verimine ilişkin bir bilgi vermemekte, toplam biyokütle verimini sadece tahmini bir değer olarak vermektedir. Regresyon yönteminde ise birçok ağaçta yapılan ölçümlere göre hem tüm ağaç hem de ağaç bileşenlerinin biyokütleleri göğüs çapı ve boy gibi kolay ölçülebilen parametreler ile tek ağaç bazında belirlenmektedir. Bu yöntem ile tek ağaç öğelerinin ve tek ağacın toplam yaş ve kuru ağırlıklarının belirlenebilmesi ve diğer yöntemlere göre daha güvenilir sonuçlar vermesi ile dünyada en çok tercih edilen ve uygulanan biyokütle yöntemidir (Saraçoğlu, 1990).

Çevresel zararları azaltma amaçlı yenilenebilir biyokütlenin enerji üretimi için bir alternatif olması biyokütleye olan talebi arttırmış ve ormandaki biyokütleyi önemli bir kaynak haline getirmiştir. Orman biyokütlesinin enerji potansiyelini kullanmak ülkemizin enerji açığını kapatmada önemli bir rol oynayacaktır. Ormanlarda değerlendirilmeyen enerji potansiyeli yüksek olan odun artıkları bulunmaktadır. Odun artıklarının kullanılabilceği sanayi kolları oluşturulmalı ve teşvik edilmelidir. Odun artıkları kullanıldığında enerji katkısının yanında orman yangınlarını tetiklemedeki payı da azalacaktır. Orman biyokütlesinin kullanımı enerji üretimi için doğaya uygulanan tahribatı da belli bir oranda azaltacaktır. Artan talebi planlı bir şekilde karşılamak için ağaçlandırma ve bozuk ormanların iyileştirilmesi, enerji ormancılığı konusundaki çalışmaların arttırılması gereklidir.

Her ülke gibi Türkiye’de mevcut ormanlarındaki karbon stoklarını arttırarak iklim değişikliğine olumlu yönde katkı sağlayabilir. Bozuk ormanlar ağaçlandırılarak karbon potansiyelimizi arttırabiliriz.

Diğer çam türlerine göre daha kalitesiz gövdeye sahip olması ve daha hızlı gelişen türümüz olması biyoenerji konusunda Kızılcım'ın tercih edilmesi daha akılcı bir yaklaşım olacaktır.

Türkiye'nin iklim şartları kısa mesafede önemli farklılıklar göstermektedir. Bu farklılıklar orman biyokütlesinin en önemli bileşeni olan ağaçlar (hacim, ağırlık) üzerinde doğrudan etki eder. Ağaçlardaki yöresel farklılıklar biyokütle tablolarına da doğrudan yansıtacaktır. Bu nedenle biyokütle tabloları hazırlarken yöresel bazlı çalışmalar daha doğru sonuç verecektir.

Ülkemizde biyokütle konusu ile ilgili yapılan çalışmalarda sadece toprak üstü ağaç biyokütlesi çalışılmıştır. Çalışmaların ölü ve diri örtü, toprak altı biyokütleyide dikkate alarak yapılması gerektiği bilinmektedir.

TÜBİTAK –TOVAG 1120808 Nolu projenin bir parçası olan bu çalışmada sadece toprak üstü ağaç biyokütlesi belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmanın eksiği olarak toprak altı biyokütleye yönelik bir çalışma yapılmamıştır. Çalışma boyunca ağaç bileşenlerinden biri olan kozalak her hangi bir işlem ya da hesaba katılmamıştır.

KAYNAKLAR

- Ablan, D.H., Perala, D.A. and Schlaegel, B.E., 1978. Biomass and nutrient distribution in aspen, pine and spruce stands on the same soil type in minnesota. Canadian Journal of Forest Research, 8: 290-299.
- Alemdağ, Ş., 1962. Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişimi, Hasılat ve Amenajman Esasları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü, Teknik Bülten No: 11, Ankara, s.160.
- Alemdağ, İ.Ş., 1981. Aboveground-mass Equations For Six Hardwood Species From Natural Stands Of The Resarch Forest At Petawawa. Canadian Forestry Service, Environ. Can., Inf, Rep. PI-x-6, p9.
- Anonim, 2001. Climate Change: Impacts, Adaptations and Vulnerability, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Working Group II, MacCarthy, J.J. et al., Cambridge University, UK.
- Anonim, 2006. Orman Varlığımız, OGM Yayınları, Ankara
- Anşin, R., 1994. (*Gymnospermae*) Tohumlu Bitkiler, KTÜ Orman Fakültesi, Yayın No: 122/15, Trabzon, 262s.
- Anşin, R. ve Özkan, Z.C., 1997. Tohumlu Bitkiler (*Spermatophyta*) Odunsu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi Yayın No 167/19, Trabzon, 512s.
- Arslan, I E., Aslan, S ve Topal. M., 2007a. Biyokütlenin Enerjiye Dönüştürülmesi, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul, s485-492.
- Arslan, I E., Aslan, S ve Topal, M., 2007b. Biyokütle Yetiştiriciliği, I. Türkiye İklim Değişikliği Kongresi Bildiri Kitabı, İstanbul, s479-484.
- Asan, Ü., Destan, S. ve Özkan, U.Y., 2002. İstanbul korularının karbon depolama, oksijen üretimi ve toz tutma kapasitesinin kestirilmesi, Orman Amenajmanında Kavramsal Açılımlar ve Yeni Hedefler Sempozyumu, Nisan, İstanbul, Bildiriler Kitabı, 194-202.
- Asmaz, H., 1993. Akdeniz Peyzajında Kızılçamın Önemi. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu 18-23 Ekim, Bildiriler Kitabı, Marmaris, s.48-55.
- Ata, C. 1995. Sivikültür Tekniği, ZKÜ Bartın Orman Fakültesi Yayın No:4/3, Bartın, s453.
- Atalay, İ., Sezer. L.İ. ve Çukur, H. 1998. Kızılçam (*Pinus brutia Ten.*) Ormanlarının Ekolojik Özellikleri ve Tohum Nakli Açısından Bölgelere Ayrılması, Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü, No:6, s.108-109.
- Atmaca, S., 2008. Erzurum Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Zonguldak Karaelmas Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.

- Aydın, Ç., 2010. Artvin Orman Bölge Müdürlüğü Borçka Orman İşletme Müdürlüğü Sarıçam Biyokütle Tabloları, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 53s.
- Ayhan, A.A., 2002. Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Doğal Yolla Gençleştirilmesi. Orman Mühendisliği Dergisi (3-4), s. 25-30.
- Balat, M., 2005. Use of Biomass Sources for Energy in Turkey and A view to Biomass Potential, Biomass and Bioenergy 29, p32-41.
- Başçetinçelik, A., Karaca, C. Ve Öztürk, H.H., 2004. Bazı Avrupa Birliği Ülkelerinde Biyokütle Politikaları, V. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu, Mayıs, İstanbul, Bildiri Kitabı: s. 439-448.
- Bergen, K.M., Dobson, M.C., Pierce, L.E. ve Ulaby, F. T., 1998. Characterizing Carbon in a Northern Forest by Using SIR-C/X-SAR Imagery, Remote Sensing of Environment, 63, 1, 24-39.
- Berkel, A., 1957. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'da Teknolojik Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi Dergisi A-7(1), s.22-68.
- Brown, S., 2002. Measuring Carbon in Forests: Current Status and Future Challenges, Environmental Pollution, 116, 363-372.
- Boydak, M., 1992. Ormancılıkta Araştırma ve Uygulama Yönleriyle Dikim Aralıklarının Anlam ve Önemi. Kavak ve Hızlı Gelişen Yabancı Tür Orman Ağaçları Enstitüsü Dergisi 19(2), s7-17.
- Boydak, M., Dirik, H. ve Çalikoğlu, M. 2006 Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Biyolojisi ve Silvikültürü, Ormancılığı Geliştirme ve Orman Yangınları ile Mücadele Hizmetlerini Destekleme Vakfı Yayını, Ankara, 364s.
- Çanakçıoğlu, H., 1993. Orman Entomolojisi Özel Bölüm, İÜ Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:412, İstanbul.
- Çanakçıoğlu, H., 1998. Orman Entomolojisi, Yararlı ve Zararlı Böcekler, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Yayın No:451, İstanbul.
- Çakıl, E., 2008. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Karaçam Meşcereleri Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Z.K.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Çatal, Y., 2009. Batı Akdeniz Bölgesi Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) meşcerelerinde Artım ve Büyüme, (Doktora Tezi), Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi, Isparta.
- Davis, B.H., 1965. Flora of Turkey and The East Aegean Islands, Volume I, University of Edinburgh Press, Edinburgh, s.74-75.

- Dixon, R.K., Brown, S., Houghton, R.A., Solomon, A.M., Trexler, M.C. and Wisniewski, J., 1994. Carbon Pools and Flux of Global Forest Ecosystems, *Science*, 263, 185- 190.
- Doucet, R., Berlug, J.V. and Fransworth C.E., 1976. Dry Matter Production in 40-year-old *Pinus banksiana* stands in Oubece, *Canadian Journal of Forest Research* 6 (3): 357-367.
- Durkaya, B., 1998 Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, s110.
- Durkaya, A., Durkaya, B., and Ünsal, A., 2009. Predicting the Above-ground Biomass of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) Stands in Turkey. *African Journal of Biotechnology* 8 (11): 2483-2488.
- Durkaya, A., Durkaya, B., and Atmaca, S., 2010a. Predicting the Above-ground Biomass of Crimean Pine (*Pinus nigra*) Stands in Turkey. *Energy Sources-Part A* 32: 485-493.
- Durkaya, A., Durkaya, B., and Çakıl, E., 2010b. Predicting the above-ground biomass of Crimean pine (*Pinus nigra*) stands in Turkey. *Journal of Enviromental Biology*, 40 (31): 115-118.
- Eler, Ü., 1993 Türkiye’de Müdahale Görmemiş Tam Kapalı Doğal Kızılçam Ormanlarında Meşcere Kuruluşları. Uluslar Arası Kızılçam Sempozyumu, 18-23 Ekim, Bildiriler Kitabı, Marmaris, s482-490.
- Eller, Ü., Carus, S., 2006. Orman Hasılat Bilgisi. SDÜ Yayın No:66, Isparta, s.201.
- Eraslan, İ., 1971. Orman Amenajmanı. İÜ Orman Fakültesi Yayın No:169, s.488.
- Eraslan, İ., 1982. Orman Amenajmanı, Dördüncü Baskı, İÜ Basımevi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 3010, Orman Fakültesi Yayın No: 318, İstanbul, 582s.
- Erdem, R., 1968. Ormanın Faydalı ve Zararlı Böcekleri, İÜ Yayın No:1265, Orman Fakültesi Yayın No:118, s.182.
- Erten, P. ve Taksım, O., 1985. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) Kabuklarında Tanen Miktarının Saptanmasına İlişkin Araştırmalar. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten Serisi No:147, Ankara.
- Erkan, N., 1996. Kızılçamda (*Pinus brutia* Ten.) Meşçere Gelişmesinin Simülasyonu, O.G.M. Güneydoğu Anadolu Ormancılık Araştırma Müdürlüğü, Elazığ.
- Evcimen, B.S., 1972. Türkiye’de Aynı Yaşlı Ormanların Optimal Kuruluşla Götürülmesi hakkında araştırmalar. Orman Genel Müd. Yayın No:555, s.253,
- Frankis, İ., 1993. Morphology and Affinities of *Pinus brutia* Ten. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu 18-23 Ekim, Bildiriler Kitabı, Marmaris, s.11-

- 18.ayılışı ile Bölgesel Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İÜ Orman Fakültesi Yayın No: 3054/330, İstanbul, S105.
- Genç, M., 2004 Silvikültürün Temel Esasları, SDÜ Orman Fakültesi Yayın No:44, Isparta.
- Genç, M., 2006. Silvikültürel Uygulamalar. SDÜ Yayın No:46, Isparta, s.357.
- Gerwing, J.J. and Farias D.L., 2000. Integrating liana abundance and forest stature into an estimate of total aboveground biomass for an eastern Amazonian forest, *Journal of Tropical Ecology*, 16 (3): 327-335.
- Goodale, C.L., Apps, M.J., Birdsey, R.A., Field, C.B., Heath, L.S., Houghton, R.A., Jenkins, J.C., Kohlmaier, G.H., Kurz, W., Liu, S., Nabuurs, G., Nilsson, S. and Shvidenko, A.Z.. 2002. Forest Carbon Sinks in The Northern Hemisphere, *Ecological Applications*, 12, 891–899.
- Goudie, A., 1993. *The Nature of the Environment*, University Of Oxford, s.227-230.
- Göksel, E., 1984. Kızılcamın Lif Mitolojisi ve Odundan Sülfat Selülozu Elde Etme Olanakları Üzerine Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi Yayın No: 3204/264, İstanbul, s.120.
- Gökşin, A., 2001. Kızılcamın Botanik Özellikleri, Kızılcam El Kitabı, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, Muhtelif Yayınlar Serisi52, Ankara, s.11-14.
- Günel, A., 1982. Orman Hasılatı Bilgisi Ders Notları. İÜ Orman Fakültesi, s89.
- Hall, R.J., Skakun, R.S., Arsenault, E.J. and 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: 378-390.
- İkinci, O., 2000 Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, ZKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi. S86.
- Kantarcı, D., 1982. Akdeniz Bölgesinde Doğal Ağaç ve Çalı Türlerinin Yayılışı ile Bölgesel Yetiştirme Ortamı Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3054/330, İstanbul, 105s.
- Kapucu, F., 2004. Orman Amenajmanı, KTÜ Matbaası, KTÜ Yayın No:215, Orman Fakültesi Yayın No:33, Trabzon, 515s.
- Kapucu, F., 1996. Orman Amenajmanı (Temel Kavramlar), Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Ders Notları, Artvin
- Karabürk, T., 2011. Bartın İli Gökmar Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi, Bartın.

- Kayacık, H., 1965. Orman ve Park Ağaçlarının Özel Sistematiği *Gymnospermae* (Açık Tohumlular) I. Cilt, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayın No: 1105/98, İstanbul, 390s.
- Keskin, S., Şahin, M. ve Abbasoğlu, E., 1996. Kızılcım Tohumunun Doğal Koşullarda Bekleme Süresi. Batı Akdeniz Ormancılık Araştırma Enstitüsü Dergisi 2, s.43-52.
- Kılıç, M. ve Güner, Ş.T., 2000. Gölhisar Kızılcım Meşceresi. Orman Mühendisliği,37(5) 18-21.
- Köse, S. ve Yavuz, H., 1993. Yaş Sınıfları Yönetiminin Türkiye'deki Kızılcım Ormanlarında Uygulanması. Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, 18-23 Ekim, Bildiriler Kitabı, Marmaris, s.598-605.
- Kurz, W.A., Beukema, S.J. and Apps, M.J., 1996. Estimation of Root Biomass and Dynamics for the Carbon Budget Model of the Canadian Forest Sector, Canadian Journal of Forest Research, 26, 1973–1979.
- Maclea, D.A., and Wein, W., 1976. Biomass of jack pine and mixed hardwood stands in and northeastern new brunswick, Canadian Journal of Forest Research, 6: 441-447.
- Magana, S.M., 2014. Growth and yield modelling for optimal multi-objective forest management of eastern Mediterranean *Pinus brutia*, University of Eastern Finland.
- McKendry, P., 2002. Energy Production From Biomass (Part 2): Conversion Technologies, Bioresource Technology, 83-1, pp.47-54.
- 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., 2003. Karaçam Ağalandırmalarına İlişkin Büyüme Modelleri. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 209s.
- Mısır, M., Köse, S., Yavuz, H., Mısır, N., Altun, L., Sakıcı, O.E. ve Karahalil, U., 2010. K.T.Ü Orman Fakültesi, Eğitim Araştırma Ormanının Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi ve Orman Amenajman Planına Aktarılması, (K.T.Ü Bilimsel Araştırma Projesi, No: 2007.113.001.13), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi.
- Muukkonen, P. and Heiskanen, J., 2006. Biomass estimation over a large area based standwise forest inventory data and a ster MODIS satellite data: a pessibility to verify carbon inventories, Remote Sensing of Environment, 107: 12-624.
- Nahal, I., 1986. Taxonomie Et Aire Géographiwue Des Pins Du Groupe *halepensis* Options Méditerranéennes 1, 1-9.

- Neyişçi, T., 1987a Kızılçamın Doğal Yayılışı, (Ed. Erol Öktem), Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yay., El Kitabı Dizisi2, Ankara, s.15-22.
- Neyişçi, T., 1987b Kızılçam Ekolojisi, (Ed. Erol Öktem), Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yay., El Kitabı Dizisi2, s.23-56.
- OGM, 2007., OGM 2003-2007. Ankara, Orman Genel Müdürlüğü Eğitim Dairesi. www.ogm.gov.tr
- OGM, 2009., Türkiye’de Odunsu Biyokütleden Temiz Enerji Üretimi, OGM Biyonerji Çalışma Grubu, Ankara.
- OGM, 2012., Türkiye Orman Varlığı, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- OGM, 2013., Orman Genel Müdürlüğü, Ormanlık İstatistikleri, Ankara.
- OGM, 2013., Orman Atlası, OGM Bilgi Sistemleri Daire Başkanlığı, Coğrafi Bilgi Sistemleri Şube Müdürlüğü, Ankara.
- Orman Bakanlığı.1973. Cumhuriyetimizin 50. Yılında Ormancılığımız. Düzenleyen Arslankara, M. S. , Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Özdemir, T., 1977 Antalya Bölgesinde Kızılçam Ormanlarının Tabii Gençleştirme Olanakları Üzerinde Araştırmalar. İÜ Orman Fakültesi Dergisi Seri A-27(2), s 312-363.
- Özkazanç, O., 1987 Kızılçam Ormanlarının Zararlı Böceklerden Korunması ve Mücadele, (Ed. Erol Öktem), Ormanlık Araştırma Enstitüsü Yay., El Kitabı Dizisi 2, s.103-121.
- Pamay, B., 1968. Yaş Sınıfları Amenajman Metodunun Türkiye Orman Uygulaması İmkanları ve Karşılaşılan Güçlükler. İÜ Orman Fakültesi A, Sayı:2, s.23-41.
- Pantelas, V., 1986. The Forests of Brutia Pine in Cyprus. Ciheam. 86(1), 46-46,
- Papajoannou, j., 1936. Eine New Varität Von *Pinus brutia Ten.*, *Pinus brutia Ten.* Var. *agrophyottii*. Extrait des Praktika de l’Académie d’Athenes11, 14-24.
- Payandeh, B., 1974. Formulated Site Index Curves for Major Timber Species in Ontario, Forest Science, 20, 143–144.
- Peichl, M. and Arain, M.A., 2007, Allometry and Partitioning of Above- and Belowground Tree Biomass in an Age-Sequence of White Pine Forests, Forest Ecology and Management, 253, 68-80.
- Quzel, p., 1986. The Forest Vegetation of Turkey. Porceedings of The Rolay Society, B-89, 113-122.

- Saatçiođlu, F. ve Pamay, B., 1962 Adana Bölgesinin Kalkınmasında Kızılçamın (*Pinus brutia* Ten.) Önemi ve Silvikültürü, İÜ, Orman Fakültesi Dergisi, Seri A, Cilt 7, Sayı 2, s88-101.
- Saatçiođlu, F., 1976. Silvikültürün Biyolojik Esasları ve Prensipleri İÜ Orman Fakültesi Yayın No:2187/222, İstanbul, s 423.
- Saraçoğlu, N., 1988. Kızılağaç gövde hacim ve biyokütle tablolarının düzenlenmesi, (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Ens., Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Trabzon.
- Saraçoğlu, N. 1990 Construction of Biomass Tables in Turkey. IUFRO XIX th World Congress, Canada, Division:1, Volume:2,2, 422, Montreal.
- Saraçoğlu, N., 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi K.T.Ü. Trabzon, 50s.
- Saraçoğlu, N., 1998. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) Biyokütle Tabloları. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 22: 93-100.
- Schiller. G., 2000. Inter-and intra-specific diversity of *Pinus halepensis* Mill. And *Pinus brutia* Ten. In, Ne'eman G. And Trabaud L. (ediörler) Ecology, Biogeography and Management of *Pinus halepensis* and *Pinus brutia* Forest Ecosystems in the Mediterranean Basin, Bachyus Publishers, p.13-35, Leiden.
- Selik, M., 1962. Eine neue Varietat von *Pinus brutia* Ten. (*Pinus brutia* Ten. Var. *Pyramidalis* Selik var. Nov.) Sonderdruck aus Mitteilungen der Deutschen Dendrologischer Gesellschaft, Jahrbuck 1961/62, Nr.2.
- Selik, M., 1963. Kızılçam (*Pinus brutia* Ten.)'ın Botanik Özellikleri Üzerinde Araştırmalar ve Bunların Halepçanı (*Pinus halepensis* Mill.) Vasıfları ile Mukayesesi. Orman Genel Müdürlüğü Yayın No 353, İstanbul, s.36.
- Sönmez, T., Yılmaz, M., Günlü, A., Karahalil, U. ve Aktürk, G.M., 2010. Aynıyaşlı ve Saf Doğu Ladini Meşcereleri İçin Büyüme Modeli Geliştirilmesi, (TÜBİTAK-TOVAG, proje no: 106O603), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, Artvin.
- Steininger, M.K., 2000. Satellite estimation of tropical secondary forest above-ground biomass: Data from Brazil and Bolivia. International Journal Remote Sensing, 21 (6-7): 1139-1157.
- 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., 1977. Bir Kızılçam Ağacının Simülasyonu İçin Büyüme Modeli. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten No:119, Ankara, 60s.

- Sun, O., Eren, M. E. ve Orpak, M., 1978. Temel Ağaç Türlerimizde Tek Ağaç ve Birim Alandaki Odun Çeşidi Oranlarının Saptanması, (TÜBİTAK, proje no: TOAG-288), Tarım ve Ormancılık Araştırma Grubu Yayını.
- Sun, O., Uğurlu, S ve Özer, E., 1980. Kızılçam (*P. Brutia* Ten) Türüne Ait Biyolojik Kütlenin Saptanması, OAE Yayınları, Teknik Bülten Serisi, No.104, Ankara, 32s.
- Suzuki, E. and Tagawa, H., 1983. Biomass of a mangrove forest and a sedge marsh on Ishigaki island, South Japan. Japanese Journal of Ecology, 33 (2): 231-234.
- Tüfekçioğlu, A. ve Güner, S., 2008. Artvin-Murgul Yalancı Akasya Ağaçlandırmalarının Odun Üretimi, Biyokütle, Karbon Depolama, Toprak Islahı ve Erozyonu Önleme Yöneliminden Araştırılması, (TÜBİTAK-TOVAG, proje no: 106O418), Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi, Artvin.
- URL-1. http://web.ogm.gov.tr/Resimler/sanalkutuphane/orman_varligi2012
- URL-2. <http://web.ogm.gov.tr/agacturleri/agac1.htm>
- URL-3. http://www.dsi.gov.tr/docs/iklim-degisikligi/iklim_degisikligi_cerceve_sozlesmesi_ve_turkiye.pdf?sfvrsn=2
- URL-4. http://www.bbc.co.uk/turkce/haberler/2012/12/121208_climate_talks.shtml
- Ülker, C., 2010. Amasya Orman Bölge Müdürlüğü Sarıçam (*Pinus sylvestris* L.) Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi (Kunduz Örneği), (Yüksek Lisans Tezi), K.T.Ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Ülküdür, M., 2010. Antalya Orman Bölge Müdürlüğü Sedir Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, (Yüksek Lisans Tezi), Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Ünsal, A., 2007. Adana Orman Bölge Müdürlüğü Karaisalı Orman İşletme Müdürlüğü Kızılçam Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Usta, H. Z., 1991. Kızılçam Ağaçlandırmalarında Hasılat Araştırmaları, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Teknik Yayın Serisi No: 219.
- Vogt, K., 1991 Carbon Budgets of Temperate Forest Ecosystems, Tree Physiology, 9, s.69–86.
- Yaltrık, F., 1993. Dendroloji, *Gymnospermae* (Açık Tohumlular). İÜ Orman Fakültesi Yayın No 3443/386, İstanbul, s320.
- Yaltrık, F. ve Boydak, M., 1993. Türkiye Kızılçamlarında Genetik Çeşitlilik. Uluslararası Kızılçam Sempozyumu 18-23 Ekim, Bildiriler Kitabı Marmaris, s.1-10.

- Yaltrık, F. ve Boydak, M., 2000. A New Variety of Calabrian Pine (*Pinus brutia* Ten.) From Anatolia. Karaca Arboretum Magazine, Tema Dergisi, 5(4), s.173-180.
- Yavuz, H., Mısır, N., Tüfekçioğlu, A., Altun, L., Mısır, M., Ercanlı, İ., Sakıcı, O. E., Kahriman, A., Karahalil, U., Yılmaz, M., Sarıyıldız, T., Küçük, M., Meydan, G., Bayburtlu, Ş., Bilgili, F., Aydın, A. C., Kara, Ö., Bolat, İ. ve Usta, A., 2010. Karadeniz Bölgesi Saf ve Karışık Sarıçam (*Pinus slyvestris* L.) Meşcereleri İçin Mekanistik Büyüme Modellerinin Geliştirilmesi, Biyokütle ve Karbon Depolama Miktarlarının Belirlenmesi, (TÜBİTAK-TOVAG Projesi, Proje No: 106O274), Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakültesi, Trabzon.
- Yeşil, A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetlerdeki Kızılcım Meşcerelerinin Yaş'a Göre Gelişimi, (Doktora Tezi), İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Zianis D., 2011. Xanthopoulos G., Kalabodikis K., Kazakis G., Ghosn D., Roussou O. Allometric equations for aboveground biomass estimation by size class for *Pinus brutia* Ten. Trees growing in North and South Aegean Islands, European Journal of Forest Research, Greece

EKLER

Ek Tablo 1. Tek Ağaç Bileşenlerinin Hektardaki Kuru Ağırlığı

Çap	Gövde (kg)	Dal (kg)	İbre (kg)	Kabuk (kg)	Tüm Ağaç (kg)
10	23,02	9,54	11,46	5,36	49,37
11	28,17	11,20	12,75	6,41	58,53
12	33,87	12,97	14,05	7,56	68,45
13	40,13	14,84	15,37	8,79	79,13
14	46,96	16,81	16,70	10,10	90,57
15	54,35	18,89	18,04	11,50	102,78
16	62,31	21,06	19,39	12,99	115,75
17	70,85	23,32	20,75	14,56	129,49
18	79,98	25,68	22,13	16,22	144,00
19	89,68	28,13	23,51	17,96	159,28
20	99,98	30,67	24,90	19,78	175,33
21	110,87	33,30	26,30	21,68	192,15
22	122,36	36,01	27,70	23,67	209,74
23	134,44	38,81	29,12	25,74	228,11
24	147,13	41,70	30,54	27,89	247,26
25	160,43	44,67	31,97	30,12	267,18
26	174,33	47,72	33,40	32,43	287,88
27	188,84	50,85	34,85	34,82	309,36
28	203,97	54,07	36,29	37,29	331,62
29	219,71	57,36	37,75	39,83	354,66
30	236,08	60,73	39,21	42,46	378,48
31	253,07	64,18	40,68	45,17	403,09
32	270,68	67,71	42,15	47,95	428,49
33	288,91	71,31	43,63	50,81	454,67
34	307,78	74,99	45,11	53,75	481,64
35	327,28	78,74	46,60	56,77	509,39
36	347,41	82,57	48,09	59,86	537,94
37	368,18	86,47	49,59	63,04	567,28
38	389,58	90,45	51,09	66,28	597,41
39	411,63	94,50	52,60	69,61	628,33
40	434,31	98,61	54,12	73,01	660,05
41	457,64	102,80	55,63	76,49	692,57
42	481,62	107,06	57,16	80,04	725,88
43	506,24	111,39	58,68	83,67	759,98
44	531,51	115,79	60,21	87,37	794,89
45	557,44	120,26	61,75	91,15	830,59
46	584,01	124,80	63,29	95,00	867,10
47	611,24	129,41	64,83	98,93	904,41
48	639,13	134,08	66,38	102,93	942,52
49	667,67	138,82	67,93	107,01	981,43
50	696,88	143,63	69,48	111,16	1021,14

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : YILMAZ, Sercan
Uyruğu : T.C
Doğum tarihi ve yeri : 01/09/1988-İstanbul
Medeni hali : Bekar
Telefon : 0 535 795 57 77
e-mail : secanyilmazom@hotmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	AÇÜ/Orman Mühendisliği Bölümü	2011
Lise	General Ali Rıza Ersin Lisesi	2005

Yabancı Dil

İngilizce