



**MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**YUKARI SEYHAN HAVZASI KATRAN ÇUKURU MEVKİİNDEKİ BAZI**  
**ORMAN MEŞCERELERİNİN VERİMLİLİĞİ İLE KARBON TUTMA**  
**KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

**ERHAN YILMAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANTAKYA**  
**MAYIS-2006**

Mustafa Kemal Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Doç.Dr. Fatih EVRENDİLEK danışmanlığında, Erhan YILMAZ tarafından hazırlanan bu çalışma 09/05/2006 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Doç. Dr. Fatih EVRENDİLEK	İmza.....
Üye : Doç. Dr. Suha BERBEROĞLU	İmza.....
Üye : Yrd. Doç. Dr. Mustafa ATMACA	İmza.....

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

Kod No:

İmza  
09/05/2006  
Enstitü Müdürü

Bu çalışma M.K.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca desteklenmiştir.

Proje No: **MKÜ-04M0802**

**Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.**

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	I
ABSTRACT.....	II
ÖNSÖZ.....	III
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	V
1. GİRİŞ.....	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR.....	8
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	11
3.1. Materyal .....	11
3.1.1. Çalışma Sahasının Geçmişteki Durumu.....	11
3.1.2. Çalışma Bölgesinin Bugünkü Durumu.....	12
3.1.3. Yetiştirme Ortamı Envanteri.....	13
3.1.4. Bitki ve Orman Topluluklarının Çeşitleri ve Özellikleri.....	16
3.2. Yöntem.....	18
3.2.1. Örnek Alan Verilerinin Değerlendirilmesi.....	18
3.2.2. Meşcere Hacminin Hesaplanması.....	18
3.2.2.1. Tek Girişli Ağaç Hacim Tablosu Yardımıyla Hacim Hesabı... ..	19
3.2.2.2. Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosu Yardımıyla Hacim Hesabı... ..	20
3.2.2.3. Allometrik Regresyon Denklemleri Yöntemiyle Hacim Hesabı ..	20
3.2.3. İstatiksel Analiz Yöntemleri.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	23
4.1 Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları.....	23
4.1.1 Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablolarının Karşılaştırılması .....	23
4.2. Amenajman Planlarına ait Bulgular ve Tartışma.....	28
4.2.1. Hasılat Tablolarındaki Geçmişteki Durum ile Şimdiki Durumun Karşılaştırılması.....	28
4.3. Allometrik Regresyon Denklemleri Yöntemiyle Hesaplanan Karbon Stokuna ait Bulgular ve Tartışma.....	29
4.4. Karbon Tutma Kapasitesinin Hesaplanmasında Allometrik Regresyon Denklemi ile Ağaç Hacim Tablo Yöntemlerinin Karşılaştırılması.....	30

5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	36
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ.....	43
EK 1.....	44
EK 2.....	45
EK 3.....	46
EK 4.....	47
EK 5.....	48
EK 5 (Devamı).....	49
EK 6.....	50
EK 7.....	51
EK 8.....	52
EK 9.....	53
EK 10.....	54
EK 10 (Devamı).....	55

## ÖZET

**YUKARI SEYHAN HAVZASI KATRAN ÇUKURU MEVKİİNDEKİ BAZI  
ORMAN MEŞCERELERİNİN VERİMLİLİĞİ İLE KARBON TUTMA  
KAPASİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Bu çalışma, *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Cedrus libani* ve *Juniperus excelsa* saf meşcereleri ile *Abies cilicica*, *P. nigra* ve *C. libani* karışık meşceresinin verimliliğini belirlemek üzere, toprak üstü biyokütle ölçümlerinden oluşmaktadır. Ulusal ölçekte orman ekosistemlerinin verimliliğinin ve karbon (C) tutma kapasitesinin sayısallaştırılması, atmosferik karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonunun küresel olarak istikrara kavuşturulmasında ihtiyaç duyulan envanter bilgilerini sağlamaktadır. Ormanlardan sürdürülebilir şekilde yararlanmak için, orman verimliliğinin mümkün olduğunca gerçeğe yakın bir şekilde tahmin edilebilmesi gereklidir.

Bu çalışmada, mevcut orman ağaçlarının biyokütlesi ve verimliliğini ölçmek için kullanılan dendrometrik yöntemler tek ve çift girişli ağaç hacim tabloları ve allometrik regresyon analizidir. Toplam 0,2 hektar alan üzerinden 20x20 m ebatlarında 400 m<sup>2</sup>'lik 5 örnek parsel alınmıştır. Her bir örnek alandaki ağaçlara ait boy, yaş ve göğüs yüksekliğindeki çap (dbh) değerleri ölçülmüş, gövde hacimleri hesaplanmıştır. Bu ölçümlere istinaden, hektar başına biyokütle ve karbon tutma kapasitesi tahmin edilmiştir.

Meşcerelerin toprak üstü biyokütle C stokları ve yıllık C girdileri, belirli bir yere özgü olmayan (jenerik) allometrik regresyon denklemi (BROOKS ve WİANT, 2004) ile tek ve çift girişli hacim tabloları kullanılmak suretiyle birbiriyle kıyaslamalı olarak tahmin edilmiştir. Toplam temsili orman alanı (13.866 ha) için biyokütle C stok miktarı çift girişli hacim tablosuna göre 1.396.827 t C, tek girişli hacim tablosuna göre 1.268.306 t C ve allometrik denkleme göre 1.226.518 t C bulunmuştur. Biyokütle C stokları bakımından, çift girişli hacim tablosu ile allometrik yöntem arasındaki fark % 12, tek girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 3'tür. Toplam meşcere alanı için yıllık C girdi miktarları tek ve çift girişli yöntemlere göre sırasıyla 24.371 t C/yıl ve 54.223 t C/yıl olarak bulunmuştur. Bu bağlamda, tek girişli yöntemin çift girişliye göre % 55 daha düşük tahminde bulunduğu ortaya çıkmıştır. Çalışmadan elde edilen niceliksel C verileri herdem yeşil ibreli Akdeniz ormanlarının C yutakları olarak önemini ortaya koymuştur.

2006, 55 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Net Birincil Verimlilik, Karbon Bütçesi, Herdem Yeşil İbreli Akdeniz Ormanları, Biyokütle Artışı.

## ABSTRACT

**DETERMINING PRODUCTIVITY AND CARBON SEQUESTRATION CAPACITY OF SOME FOREST STANDS IN KATRAN ÇUKURU OF THE UPPER SEYHAN WATERSHED**

This study consists of quantification of aboveground biomass to determine forest stand productivity of pure stands of *Pinus brutia*, *Pinus nigra*, *Cedrus libani*, *Juniperus excelsa*, and a mixed stand of *Abies cilicica*, *P. nigra*, and *C. libani*. Quantification of productivity and carbon (C) sequestration capacity of national forest ecosystems provides inventories required to globally stabilize atmospheric carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) concentration. In order to utilize forests sustainably, forest productivity needs to be estimated as accurately as possible.

In this study, the dendrometric methods used to measure biomass and productivity of forest trees include single- and double-entry tree volume tables and allometric regression analysis. Five sample plots in dimensions of 20x20 m of 400 m<sup>2</sup> each were used with a total of 0.2 ha. For each sample plot, tree height, age and diameter at breast height (dbh) values were measured, and stem volumes were estimated. Based on the measurements at the sites, biomass and C sequestration capacity per ha were estimated.

Aboveground biomass C stocks and annual C inputs of the forest stands were compared using the single- and double-entry tree volume tables and the non-site-specific allometric regression analysis (BROOKS ve WIANT, 2004). For the total representative forest area of 13866 ha, the following biomass C stocks of 1.396.827 t C by the double-entry tree volume table, 1.268.306 t C by the single-entry tree volume table, and 1.226.518 t C by the allometric regression analysis were found. The difference in the estimates of biomass C stocks was 12% between the double-entry volume table and the allometric regression and 3% between the single-entry volume table and the allometric regression. Annual C input for the total representative forest area was estimated as 24.371 t C/year and 54.223 t C/year according to the single- and double-entry volume tables, respectively. In this context, the estimation of the single-entry volume table was 55% less than that of the double-entry volume table. The quantitative C data from the study revealed the significance of the conifer Mediterranean forests as C sinks.

2006, 55 pages

**Key Words:** Net primary productivity, Carbon Budget, Mediterranean Conifer Forests, Biomass Growth.

**ÖNSÖZ**

Ormanlar, insan faaliyetleri yüzünden yetişme ortamlarının kaybolmasıyla ve büyük itibarsızlıklarla değer kaybetmektedir. Örneğin yangın, traşlama ağaç kesimi, aşırı otlatma, ormanların tarım ve kent alanlarına dönüştürme, yaş/kuru asit çökeltileri ve ekzotik işgalci türlerin yaygınlaşması orman ekosistemlerinin miktarını, kalitesini ve verimliliğini tehlikeye atan en önemli beşeri baskılardan bazılarıdır. Endüstri devriminden sonra bu yerel ölçekli rahatsızlıkların boyutu, tüm ülkelerde daha önce benzeri görülmemiş şekilde artmış bulunmaktadır. Dünyamızın en önemli karbon yutakları olan ormanların top yekun azalması ve bozulması, buna karşın fosil yakıt tüketimi gibi karbon kaynaklarının çoğalması en önemli biyojeokimyasal döngülerden biri olan karbon döngüsüne zarar vermektedir. Netice olarak, bu durum atmosferik karbon dioksit konsantrasyonunu yükseltmiş ve küresel iklim değişikliklerini tetiklemiş durumdadır.

Bu nedenle, uzun zamandır ve insanların çok yoğun bir şekilde yararlandığı Akdeniz orman ekosistemlerinin küresel karbon stokundaki rolünün ölçülmesi ve sayısallaştırılmasına büyük bir ihtiyaç vardır. Araştırma konumun belirlenmesinde ve çalışmanın ilk aşamasından sonuçlanmasına kadar her aşamasında değerli fikir ve katkılarıyla çalışmamı destekleyen ve yardımlarını esirgemeyen danışman hocam Sayın Doç. Dr. Fatih EVRENDİLEK'e, arazide deneme alanlarının kurulmasında yardımını esirgemeyen Sayın Yük. Peyzaj Mimarı Sibel TAŞKINSU'ya ve Sayın Doç. Dr. Suha BERBEROĞLU'na, değerli katkılarından dolayı Sayın Yrd. Doç. Dr. Mustafa ATMACA ve Sayın Yrd. Doç. Dr. Hakan DOYGUN'a ve tez dönemi boyunca her türlü fedakarlık ve yardımlarını esirgemeyen aileme teşekkürlerimi sunmayı borç bilirim.

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. 1991-2000 Plan ünitesinin alansal dağılımı.....	11
Çizelge 3.2. 2002-2011 Plan ünitesinin alansal dağılımı.....	12
Çizelge 3.3. Plan ünitesi alanlarının ağaç türlerine göre dağılışı.....	13
Çizelge 3.4. Meteorolojik rasat değerleri tablosu (1961-1990 yılları rasatlarına ait ortalama ve ekstrem değerler) .....	15
Çizelge 4.1. Tek girişli ve çift girişli hacim tabloları yardımıyla hesaplanan hacim ve hacim artım değerlerinin karşılaştırılması.....	26
Çizelge 4.2. Tek ve çift girişli hacim tabloları yardımıyla hesaplanan C stoklarının ve yıllık C girdilerinin karşılaştırılması.....	27
Çizelge 4.3. 1991-2000 yılları ile 2002-2011 yıllarına ait alanların karşılaştırılması .....	29
Çizelge 4.4. 1991-2000 yılları ile 2002-2011 yıllarına ait hacim ve hacim artım değerlerinin karşılaştırılması.....	29
Çizelge 4.5. Allometrik Regresyon Denklemi, çift ve tek girişli hacim tablosu yöntemleriyle hesaplanan topraküstü biyokütle C stokunun karşılaştırılması.....	32
Çizelge 4.6. Adana ili Aladağ ilçesine ait Katran Çukuru mevkiinde bulunan, iğne yapraklı orman meşcerelerinin, ortalama karakteristik değerleri.....	33
Çizelge 4.7. Adana ili Aladağ ilçesine ait Katran Çukuru mevkiinde bulunan iğne yapraklı meşcerelerde depolanan karbonun (C) ortalama değerleri.....	34
Çizelge 4.8. Göğüs yüksekliğindeki çapın (dbh, cm) bir fonksiyonu olarak, ağaçtaki karbon stokunun (C) en uygun en küçük kareler regresyon doğruları ....	35
Çizelge 4.9. Meşcere tipleri ve göğüs yüksekliğindeki çap ile ağaç boyunun bir fonksiyonu olan karbon (C) stokunun çoklu doğrusal regresyon modelleri.....	35



**ŞEKİLLER DİZİNİ****Sayfa**

Şekil 3.1. Aladağ ilçesindeki (Adana) herdem yeşil iğne yapraklı Akdeniz ormanları ile çalışma alanının (Katran çukuru mevki) konumu ve toplam alanı...	17
Şekil 3.2. Ağaç ölçeğinden meşcere ölçeğine genelleştirerek ormanlardaki karbon stoklarının tahmin edilmesi.....	21

## 1.GİRİŞ

Ormanlar, dünya kara alanının yaklaşık olarak %26,6'sını (3,4 milyar ha) örtmektedir. Orman ürünleri için artan talep ile azalan orman verimliliği ve orman alanı, orman verimliliğinin daha iyi anlaşılmasını ve tahmin edilmesini gerektirmektedir. Ormanların yönetimi için çeşitli silvikültürel teknikler uygulanmıştır. Bu tekniklerden en eskisi "doğa"nın işletilerek kontrol edilmesidir. Ancak, son zamanlarda yaygın olarak benimsenen sürdürülebilir ekosistem yönetimi, ormanların çok fonksiyonlu ekosistemler olarak yönetilmesini başlatmıştır. Böylece, orman işletme ve koruma amaçları zaman içinde, ekosistem ürün ve hizmetlerinin tümünü içine alacak şekilde genişletilmiştir (FARRELL ve ark., 2000). Biyolojik verimlilik, biyolojik çeşitlilik, yaban hayatı, toprak ve su koruma ile karbon tutma kapasitesi (seküstrasyonu), ormanların temel ekosistem hizmetlerine örnek olarak verilebilir.

Ormancılık faaliyetleri toplumların ormandan beklentilerini en yüksek düzeyde ve sürekli olarak karşılamak üzere yapılır. Sürdürülebilirlik, ormancılığın bilimsel esaslara göre yapılmaya başlamasından beri, bu disiplinin temel ilkelerinden biri olmuştur.

Sürdürülebilirlik kavramı Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonununun 1987 yılında yayımladığı ve Brundlant Raporu olarak da bilinen rapordan sonra kamuoyunun geniş kesimlerince kullanılmaya başlanmıştır. Sürdürülebilirlik ilkesinin özünde, herkesçe bilindiği üzere, bugünün gereksinimlerini karşılarken gelecek kuşakların gereksinimlerini göz önünde bulundurmaktır (EVRENDİLEK ve DOYGUN, 2000; ERDÖNMEZ, 2003)

Helsinki'de bir araya gelen Avrupa ülkelerinin Orman Bakanları, sürdürülebilir orman yönetiminin temel kriterlerini altı başlık altında sınıflandırmışlardır (ANONİM, 1996):

1. Orman kaynaklarının ve bu kaynakların küresel karbon döngüsüne katkısının korunması ve geliştirilmesi;
2. Orman ekosistemlerinin sağlık ve canlılığının muhafazası;
3. Ormanların üretim işlevlerinin (odun ve odun dışı) muhafazası ve desteklenmesi;
4. Orman ekosistemlerindeki biyolojik çeşitliliğin korunması, muhafazası ve geliştirilmesi;

5. Orman yönetiminde koruyucu işlevlerin muhafazası ve geliştirilmesi; ve
6. Diğer sosyo-ekonomik işlev ve niteliklerin sürdürülmesi.

Fotosentezin muhtemelen okyanuslarda günümüzden 3,85 milyar yıl önce başladığı; küresel olarak atmosferdeki oksijen (O<sub>2</sub>) içeriği artışının ve ökaryotiklerin ortaya çıkışının yaklaşık 2,1 milyar yıl önce olduğu; mavi-yeşil algler (siyanobakteriler) ile alglerin yaklaşık 1,2 milyar yıl önce sınırlı derecede de olsa karasal birincil verimliliği oluşturduğu; ve yaklaşık 0,51-0,45 milyar yıl önce (Ordovisyen döneminde) tohumlu bitkilerin (embriyofitlerin) olduğu düşünülmektedir (RAVEN, 1998; RAVEN ve EDWARDS, 2001). Ordovisyen döneminde karaların tohumlu bitkiler tarafından işgali, okyanussal ve karasal ekosistemler arasında net birincil verimliliğin (NPP) dağılımında önemli bir değişiklik başlatmıştır. 3 milyar yıl önce küresel NPP baskın olarak sucul habitatlarda bulunurken sınırlı bir karasal bileşene sahipti. Günümüzde ise kara bitkileri küresel NPP'ye en büyük katkıyı sağlamaktadır. Devoniyen döneminin sonuna kadar (yaklaşık 360 milyon yıl önce), boyu 30 m'ye kadar ulaşan, geniş kök sistemlerine sahip ve önemli ölçüde CO<sub>2</sub> tutma potansiyeline sahip ağaçların (örn., *Archaeopteris*) olduğu bulunmuştur (MEYER-BERTHAUD ve ark., 1999). Tohumlu bitkilerin artan ortalama ebatları ve ömür uzunluğu, karasal organik karbonun gittikçe önemli bir C yutağına dönüşmesi anlamına gelmektedir. Devoniyen dönemi (yaklaşık 360-400 milyon yıl önce) boyunca karasal bitkilere ait biyokütle, ortalama boy ve kök derinliğindeki artışına paralel olarak, atmosferdeki karbon dioksit (CO<sub>2</sub>) konsantrasyonunda da büyük ölçüde bir düşüş olduğu kabul edilmektedir (RAVEN ve EDWARDS, 2001).

Bugün angiosperm (kapalı tohumlu veya geniş yapraklı) bitkiler olarak adlandırılan tek bir bitki grubu, karasal habitatlara hakim durumdadır. Angiospermeler, karasal bitki türlerinin toplam sayısının (~270 000) %86'sını (~240 000) ve toplam biyokütlenin ise %86'dan fazlasını oluşturmaktadır (FALKOWSKI ve RAVEN, 1997). Angiospermelerin karalar üzerindeki hakimiyeti nispeten yenidir, zira karalardaki gymnospermeler'in (açık tohumluların = iğne yapraklılar) istilasından beri zamanın çoğunda eğrelti otları ile at kuyrukları karasal peyzajı hakimiyet altına almıştır (FALKOWSKI ve RAVEN, 1997). Öte yandan, sucul ekosistemler hem daha az tür sayısına (tuzlu su ekosistemlerinde ~17 000; tatlı su ekosistemlerinde ~25 000) sahiptir

hem de bu türler daha çok sayıdaki bitki grupları arasında dağılım göstermektedir (FALKOWSKI ve RAVEN, 1997).

Biyolojik verim, birim zamanda ve birim alanda hasat edilen bitki biyokütlesi olarak tanımlanır ve ekonomik verimliliğin de bir ölçümüdür. “Verim” terimi bazen “daimi duran biyokütle” veya “belirli bir zamanda hasat edilen biyokütle” terimleri ile eş anlamlı olarak kullanılmasına rağmen, “bitki üretim hızı” anlamında kullanılmalıdır. Biyokütle, örnekleme zamanında birim alan başına düşen toplam bitki kütlesi olarak tanımlanır. Ekonomik olarak hasat edilebilen biyokütleye ise daimi duran biyokütle denir. Solunum kayıplarından sonra birim zaman ve alan başına biyokütleye meydana gelen artışa, net birincil verimlilik denir. Net verimlilik tahminleri, döküntü düşümü, ölüm ve otçullar nedeniyle oluşan biyokütle kayıplarını göz önünde bulundurma eğilimindedir. Ekosistem verimliliğinin küresel deseni ile seviyesini anlamak için, 1960’ların ortalarında Uluslararası Biyolojik Program (IBP) adında uluslararası bir çaba başlatılmıştır.

Orman verimliliği tahmininde, 19. yüzyılın başından beri üç temel yaklaşım kullanılmıştır (KIMMINS, 1988):

- (1) Deneysel temelli “populasyon yaklaşımı”;
- (2) Ekofizyoloji’ye dayalı korelasyon temelli “çevresel yaklaşım”; ve
- (3) Diğer yaklaşımları da içine alan süreç temelli “ekosistem yaklaşımı”.

Biyolojik tetkik (biyotetik) olarak da anılan ilk yaklaşım, hakim meşcere koşullarında bir alanın geçmişten bugüne sahip olduğu bitki büyüme ve biyokütle birikim desenini ortaya koyar. Ancak bu yaklaşım, sadece belirli bir büyüme ortamında, biyokütle ve verim tahmininde bulunmaya olanak sağlamaktadır. Diğer bir deyişle, büyüme koşullarının değişimi ile birlikte, biyolojik verimliliğin nasıl değişeceği konusunda, bu yaklaşım yetersiz kalmaktadır. Bu yaklaşım ile çıkartılan hacim/yaş (biyokütle/yaş) eğrileri, boy/yaş eğrileri ve/veya verim tabloları, ormancılarının gelecekteki verimi tahmin etme dayanağını oluşturur.

Çevresel korelasyon yaklaşımı, orman verimliliğini kontrol eden çevresel süreçlerin anlaşılması üzerine odaklanmıştır. Fakat bitki ve çevre koşulları arasındaki kompleks ilişkileri yeterli şekilde içselleştirememiştir. Bu yaklaşım, bitki verimliliğinin basit veya kompleks çevre faktörlerinin değişimleri ile korelasyonuna (birlikteliğine) dayanmaktadır. Biyotetik yaklaşımında olduğu gibi bu çevresel korelasyon yaklaşımı

da bitkinin geçmişteki performansını ölçmeye dayanmaktadır. Lieth (1975), küresel bitki üretim verilerinin sıcaklık, yağış, evapotranspirasyon, vejetasyon süresinin uzunluğu veya tüm bu değişkenlerin kombinasyonu ile nasıl ilişkilendirileceğini örneklerle açıklayan öncü kişilerden biridir. Tesis edilen bu ilişkiler, dünyanın NPP haritalarının oluşturulmasında temel olmuştur. Bu ilişkileri gösteren denklemlerin bazıları aşağıda gösterilmektedir.

$$NPP = 300(1 - e^{-0,0009695(E-20)}) \quad (1.1.)$$

NPP, yıllık net birincil verimlilik ( $g/m^2$ ); E, yıllık aktüel evapotranspirasyon (mm); ve e ise doğal logaritma tabanını temsil etmektedir (LIETH ve BOX, 1972).

$$NPP = 3000(1 - e^{-0,00064R}) \quad (1.2.)$$

$$NPP = 3000/(1 + e^{1,315-0,119T}) \quad (1.3.)$$

R, yıllık ortalama yağış (mm) ve T, yıllık ortalama sıcaklık ( $^{\circ}C$ ) anlamına gelmektedir. NPP değerindeki değişim, 2.2. ve 2.3. denklemlerinden elde edilen en düşük değeri alıp, bir toprak verimlilik katsayısı ile çarpmak suretiyle bulunmuş ve böylece dünya net verimlilik haritası çıkartılmıştır. Bu türlü regresyon denklemleri, kıtasal ve/veya bölgesel ölçekte potansiyel NPP desenini tahmin etmek açısından yararlıdır. Aynı şekilde, iklimde oluşan beşeri temelli değişimlerin, NPP üzerindeki küresel ve bölgesel etkilerini araştırmak için de bu denklemler kullanışlıdır. Ancak, yerel olarak mekansal değişkenlik gösteren çevre faktörleri (örn., mikro iklim, topografya veya toprak özellikleri), küresel veya bölgesel ölçekte oldukça net bir şekilde gözükken veya basite indirgenebilen ilişkilerin, yerel ölçekte uygulanmasını genellikle zorlaştırır. Onun içindir ki bu denklemler, orman işletim uygulamalarının veya mekansal değişkenliklerin orman verimliliği üzerine etkileri tahmin etmek için, yerel ölçekteki meşcerelere veya bitki topluluklarına uygulanmamaktadır.

Son yaklaşım ise, daha önceki yaklaşımların güçlü olduğu kısımları alarak, ekosistem yaklaşımı adı altında yeni bir sentezi gerçekleştirmiştir. Ekosistem yaklaşımının temel aracı, süreç temelli simülasyon (benzeşim) modelleridir. Ekosistem yaklaşımının arkasındaki temel sürükleyici güçler ilk olarak, IBP ile bir UNESCO

programı olan İnsanlık ve Biyosfer (MAB) programlarından ileri gelmiştir. Simülasyon modelleri, biyolojik süreçlerin zamansal-mekansal değişkenliklerini bilgisayar ortamında temsil edilebilme ve geleceğe yönelik öngörülerde bulunma imkanını ve kabiliyetini tesis etmektedir. Aynı zamanda bu modeller, ekosistem süreçleri konusunda mevcut bilgi birikiminin organizasyonuna ve bilgi noksanlıklarının teşhisine hizmet etmektedir. Belirli bir yere spesifik olması yerine genele uygulanabilmesi, NPP'nin toprak altı aksamına tahsisi, biyojeokimyasal döngülerin sayısallaştırılması ve çevresel süreçler arasındaki etkileşimin temsiliyeti konuları, ekosistem yaklaşımı içinde geliştirilen modellerin güvenilirliğinin artırılmasında belirleyici rol oynamaktadır. JABOWA (BOTKIN ve ark., 1972), FORTNITE (ABER ve MELILLO, 1982), LINKAGES (PASTOR ve POST, 1985), FORCYTE (KIMMINS ve ark., 1986) ve FORET (SHUGART, 1984), ekosistem yaklaşımı ile geliştirilen süreç temelli modellerin ilk örnekleridir.

Mevcut orman bitki biyokütlesini, verimliliğini ve üretimini ölçmek için kullanılan yöntemler beş ana başlık altında toplanabilir:

- (1) Hasat yöntemi;
- (2) Allometrik regresyon yöntemi;
- (3) Ortalama ağaç yöntemi;
- (4) Bitki fotosentezi ile solunumunun doğrudan ölçümü; ve
- (5) Uzaktan algılama yöntemi.

Hasat yöntemi bir bitki topluluğunun biyokütlesi ile net birincil verimliliğini ölçmek için en yaygın olarak kullanılan tekniktir. Bu teknik, bir dizi temsili örnek alandan bitkinin tüm toprak altı ve toprak üstü aksamlarının örneklenerek hasat edilmesini, fırında kurutulmasını ve tartılmasını içerir. Bu metodun liken, yosun, ot ve çalı formasyonlarında kullanımı elverişli olmasına rağmen, ormanlarda kullanımı oldukça zordur. Bu metot ayrıca döküntü düşüşü, doğal ölüm, otçul hayvanlar ve solunum nedeniyle oluşan organik madde kayıplarını tahmin etmede yetersiz kalmaktadır. Ortama verilen tahrip, bu yöntemin diğer bir dezavantajıdır.

Ağaçların büyük boyutlarından dolayı, ormanlar için biyokütle ve üretim tahminleri genellikle allometrik regresyon denklemlerine dayandırılır. Temsili seçilen örnek alanlardaki her ağaç için, göğüs yüksekliğindeki çap (GYÇ) ve yükseklik gibi ağaç boyutlarının ölçümü gerçekleştirilir. Örnek alanlardan seçilen bir alt küme hasat

edilerek ağaç boyutu ile ağaç aksamalarının (örn., yeşil aksam, kök ve dal) biyokütlesi arasındaki nedensellik ilişkisini kuran regresyon modelleri ve belirleme katsayıları ( $r^2$ ) hesaplanır. Örnek ağaçların biyokütlesi, ya tüm ağacın bileşenlerine ayrılarak tartılması ve nem içeriği için ağırlığın düzeltilmesi ile yada gövde hacminin ölçümü ve gövde hacminin spesifik ağırlığının bulunması ile belirlenir. Her ağaç için geliştirilen regresyon denklemlerinin bir araya getirilmesi ile örnek alanın toplam biyokütlesi elde edilir. Taç aksamına ait biyokütle regresyon denklemleri, biyokütlenin diğer aksamaları için geliştirilen denklemlere nazaran daha fazla belirsizlik (hata) içerir.

Ortalama ağaç metoduna göre, seçilen örnek alanlardaki tüm ağaçların GYÇ ve yüksekliklerini ölçtükten sonra ortalama GYÇ ve yüksekliğe sahip ağaç hasat edilir ve bu ağacın biyokütlesi örnek alanındaki ağaç sayısı ile çarpılarak örnek alan başına veya birim alan (hektar) başına biyokütle miktarı tahmini elde edilir. Bu yöntem yeşil aksam, dal ve ince kök biyokütlesinin tahmini için kabul edilebilir bir yöntem değildir (SATO ve MADGWICK, 1982).

Orman örnek alanlarının hepsinde fotosentez ölçümü, teknik ve finansal gereklerden ötürü oldukça zordur. Bu nedenle ölçümler genellikle, arazide ve laboratuarda bireysel yaprakların veya dalların ölçümü ile sınırlıdır. Elde edilen veriler simülasyon modelleri ile tüm ormana genelleştirilir. Fotosentez ve solunumun arazide doğrudan ölçümü genellikle eddy kovaryans tekniği ile gerçekleştirilir. Bu metotlarda, bitki ölçümü için büyümeyle bağdaştırılmış olan denklemlerin tahsis edilmesine güvenilir. Gaz-değişim teknikleri, bir bitki topluluğuna ait CO<sub>2</sub> alışverişini ölçer.

Sonunda, birincil verimliliğin uzaktan algılaması, klorofil ve diğer yapraklı pigmentler tarafından ışığın soğurulma farkı üzerine kurulmuştur. Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NVDI), bitki örtüsü yoğunluğunun indeksidir. Bitki örtüsünün yoğunluğu ise fotosentetik yönden aktif radyasyonun miktarı ile orantılıdır. Dolayısıyla, NDVI bitkilerdeki klorofil faaliyetlerini ve vejetasyon dağılımını belirtmek suretiyle, vejetasyon analizlerinin önemli olduğu bilim dallarında bir çok şekilde faydalanılan bir indekstir. NVDI değerleri, eldeki uydu görüntülerinin çözünürlüğüne bağlı olarak bir pikseldeki canlı (yeşil) vejetasyonun mevcudiyetini ve miktarını temsil eder. Yüksek NVDI değerleri daha fazla yeşil vejetasyonun bulunduğunu göstermektedir. NVDI değerleri -1 ile +1 arasında değişim göstermekte olup, standart hesaplanma algoritması aşağıdaki denklemde (1.1.) verilmiştir:

$$NVDI = (\text{Yakın Kızılötesi} - \text{Kırmızı band}) / (\text{Yakın Kızılötesi} + \text{Kırmızı band}) \quad (1.1.)$$

Net birincil verimliliğin hesaplanmasında uydu görüntülerinin kullanılması uzaktan algılama yöntemi olarak adlandırılır. Uydu görüntülerinde, klorofil ve diğer yaprak pigmentleri yoluyla ışığın emilimi, görünür ve kızılötesi elektromanyetik dalga boylarının yansımalarıyla, yaprak alan indeksi (LAI) hesaplanarak NPP değerlerine ulaşmak mümkündür.

Bu çalışma, meşcere verimliliğini belirlemek üzere, “toprak üstü biyokütle” kısmının ölçülmesinden oluşmaktadır. Ulusal orman ekosistemlerinin verimliliğinin ve karbon (C) tutma kapasitesinin sayısallaştırılması, atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun küresel olarak istikrara kavuşturulmasında ihtiyaç duyulan envanter bilgilerini sağlamaktadır. Ayrıca ekonomik, ekolojik ve sosyal bakımdan sağladığı ekosistem hizmetleri dikkate alındığında, en önemli doğal kaynaklardan biri olan ormanlardan faydalanmanın, rasyonel ve sürdürülebilir bir şekilde yapılması zorunluluğu ortaya çıkar. Ormanlar, bitip tükenmez bir doğal kaynak değildir; bu nedenle, bu kaynaklardan nesiller boyunca sürdürülebilir bir şekilde yararlanmak için orman verimliliğinin bilinmesi ve tahmin edilebilmesi gereklidir (AKALP, 1978; YEŞİL, 1992).



## 2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Bitki topluluklarının verimliliği konusundaki bilimsel bilgiye ilk olarak, M.Ö. 4. yüzyılda Yunan Aristotele ve Theophrastus'un yazılarında rastlanmıştır (LIETH, 1975). Von Liebig, küresel bitki üretimini tahmin eden ilk kişidir. Boussingault'ın (1851) ve Ebermayer'in (1876) çalışmaları ile birlikte Von Liebig'in çalışması, toprak ve su kaynakları, ekosistemlerdeki besin maddesi sirkülasyonu ve tarım ile orman ekosistemlerindeki organik madde birikiminin önemi arasındaki ilişkileri ortaya çıkartan ilk bilimsel çalışmalardır (KIMMINS, 1985). Bu çalışmalar, 19. yüzyılın ikinci yarısında Avrupa'da kuru madde üretimi ile bitki veriminin ölçülmesini popüler hale getirmiştir. 20. yüzyılın başlangıcına, Mitscherling (1954) tarafından geliştirilen "verim kanunu" damgasını vurmuştur. Bu kanuna göre verim gücü, sınırlayıcı faktörün giderilmesi ile doğru orantılı olarak artmamakta, fakat başka bir sınırlayıcı faktör ortaya çıkıncaya kadar azalan değerlerde (asimptotik olarak) bir üst seviyeye yaklaşma göstermektedir.

Orman ekosistemleri sadece toplam kara yüzey alanının %27'sini (3,5 milyar ha) kaplamasına karşın (DIXON ve ark., 1994; FAO, 1995), karasal biyosferde depolanan tüm karbonun %60'tan fazlasını içerir. Dahası, yeryüzündeki toplam bitki karbonunun %85'ten fazlası ve toplam toprak karbonunun da %60 ile %70 arası ormanlarda depolanmaktadır (DIXON ve ark., 1994). Dolayısıyla orman ekosistemleri, atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonu üzerinde önemli bir etki meydana getirebilen, büyük bir karasal karbon rezervi oluştururlar.

Küresel olarak, karasal ve okyanussal fotosentetik organizmalar tarafından C alımı, diğer bir deyişle net birincil verimlilik (NPP), yaklaşık 105 Pg yıl<sup>-1</sup> (Pg = 10<sup>15</sup>g) olarak tahmin edilmektedir. Ormanlar yeryüzünde, bu toplamın %33'üne ve karasal NPP'nin %62'sine katkıda bulunurlar (FIELD ve ark., 1998). Karbon büyük miktarda ağaçların gövdelerinde ve bunun daha fazlası ise orman topraklarında tutulur (SCHLESINGER, 1997). Bu yüzden ağaçların fizyolojisindeki değişimler ve ormanların küresel dağılımları, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonu üzerinde doğrudan ve anlamlı bir etkiye sahiptir.

NPP, fotosentez ve ototrofik solunum arasındaki farktır ve ormanlara dahil edilen yıllık yeni karbon girdisini temsil eder. Bu karbonun çoğu çürüme, ayrışma veya

yangın gibi ekolojik baskılar yoluyla, aylardan birçok yıla kadar sürebilen bir zaman diliminde, atmosfere geri döndürülür. İnsanlar da, ormanlarda depolanan karbonu, hasat ve arazi açma/kullanma eylemleri esnasında CO<sub>2</sub>'ye dönüştürürler (IGBP, 1998). Geri kalan karbon, ağaç bünyesinde ve orman toprağında depolanır.

Fosil yakıtların yakılması ve diğer insan faaliyetleri, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunu yaklaşık olarak %0,4 yıl<sup>-1</sup> oranında artırmaktadır. Ağaçlar, C3 fotosentez metabolizması kullanırlar ve günümüzdeki 370 ppm'lik atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonu, ağaçların fotosentetik hızlarını sınırlandırmaktadır. Dolayısıyla atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun artması ile birlikte, ormanların NPP'sinin de yükseleceğini ve bu önemli sera gazının atmosferdeki birikiminin düşeceğini tahmin etmek makul bir çıkarımdır.

Kontrol altındaki ortamlarda, tohum fidanları ve boylu fidanlar ile yapılan deneyler, mevcut CO<sub>2</sub> seviyelerinin ikiye katlanmasının, net fotosentezde yaklaşık %54'lük bir artışa neden olacağını göstermektedir (CURTIS ve WANG, 1998). Yeteri kadar toprak besinlerinin ve suyun tedarikiyle yapılan kısa dönemli deneylerde ise, fotosentezdeki bu artış, biyokütle üretiminde yaklaşık %31'lik bir artışa katkıda bulunur. Ancak, optimumun altındaki besin seviyeleri, bu tepkiyi büyük derecede şekillendirmektedir (CURTIS ve WANG, 1998).

Küresel olarak karasal ekosistemlerde, atmosferik CO<sub>2</sub>'nin her yıl ortalama %16'sı (*ca.* 120 Gt yr<sup>-1</sup>) fotosentez yoluyla alınır ve bitki solunumu yoluyla da yaklaşık yarısı atmosfere tekrar geri döndürülür (1 Gt C = 10<sup>12</sup> g C ) (WALKER ve STEFFEN, 1997). Diğer yarısı toprak solunumu ve yangınlar yoluyla atmosfere CO<sub>2</sub> olarak geri verilir (AMTHOR, 1995; SCHLESINGER, 1997; UNFCCC, 1997).

Dünyada büyük öneme sahip Akdeniz iklim bölgeleri --Akdeniz havzası, California, Central Chile, Avustralyanın güneybatısı ve Güney Afrikadaki Cape Province bölgeleri-- küresel olarak karasal alanların % 5'inden fazlasını oluşturmaktadır. Ormanlar, insan faaliyetleri yüzünden yetişme ortamlarının kaybolmasıyla ve büyük itibarsızlıklarla değer kaybetmektedir. Örneğin yangın, traşlama ağaç kesimi, aşırı otlatma, ormanları tarım ve kent alanlarına dönüştürme, yaş/kuru asit çökeltileri ve ekzotik işgalci türlerin yaygınlaşması orman ekosistemlerinin miktarını, kalitesini ve verimliliğini tehlikeye atan en önemli beşeri baskılardan bazılarıdır (EVRENDİLEK ve DOYGUN, 2000). Endüstri devriminden

sonra bu yerel ölçekli rahatsızlıkların boyutu, tüm ülkelerde daha önce benzeri görülmemiş şekilde artmış bulunmaktadır. Dünyamızın en önemli karbon yutakları olan ormanların top yekun azalması ve bozulması, buna karşın fosil yakıt tüketimi gibi karbon kaynaklarının çoğalması en önemli biyojeokimyasal döngülerden biri olan karbon döngüsüne zarar vermektedir (WALI ve ark., 1999; EVRENDİLEK, 2004). Netice olarak, bu durum atmosferik karbon dioksit konsantrasyonunu yükseltmiş ve küresel iklim değişikliklerini tetiklemiş durumdadır. Bu nedenle, uzun zamandır ve insanların çok yoğun bir şekilde yararlandığı Akdeniz orman ekosistemlerinin küresel karbon stokundaki rolünün ölçülmesi ve sayısallaştırılmasına büyük bir ihtiyaç vardır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

##### 3.1.1. Çalışma Sahasının Geçmişteki Durumu

Karsantı Orman İşletme Şefliği, daha önceki plan döneminde (1991-2000);

- a) Kızılçam işletme sınıfı
- b) Karışık (Karaçam, Sedir, Gökmar ve Ardıç) işletme sınıfı
- c) Muhafaza Karakterli (Taşlık-Kayalık-Siltasyon-Erozyon-Üretim dışı)

işletme sınıfı olarak planlanmıştır.

**Sınırları ve Coğrafi Mevkii:** İşletme şefliği sınırında herhangi bir değişiklik yapılmamıştır. Bu konulardaki geniş bilgi ormanın bugünkü durumunda verilmiştir.

**Büyüklüğü:** 1991-2000 yılları için yapılan ikinci yenilemeye göre işletme şefliği alanı, normal koru, bozuk koru, çok bozuk koru, çok bozuk baltalık ve ormansız alanlar olarak aşağıda belirtilmiştir.

Çizelge 3.1. 1991-2000 Plan ünitesinin alansal dağılımı

Normal Koru	5.917,5 ha
Bozuk Koru	4.895,0 ha
Çok Bozuk Koru	2.616,5 ha
Ormansız Alanlar	3.210,0 ha
<b>Genel Toplam</b>	<b>16.639,0 ha</b>

**Gençleştirme çalışmaları:** Bir önceki plan döneminde, gençleştirme çalışmaları için ayrılan alanların büyük bir kısmının gençleştirilmesi tamamlanmış olup devam edecek olan sahalarda kızılçam işletme sınıfına aittir.

**Ağaçlandırma Çalışmaları:** Gençleştirme sahaları dışında ağaçlandırma sahalarda, çok geniş sahalarda tamamlanarak başarılı olunmuştur.

### 3.1.2. Çalışma Bölgesinin Bugünkü Durumu

Bu çalışma, Akdeniz bölgesinde yer alan, Adana iline ait Aladağ ilçesindeki Katran Çukuru mevkiinde belirlenen, saf ve karışık ibrelili ormanları temsil eden bir çalışma sahasında gerçekleştirildi.

**Sınırları ve Coğrafi mevkii:** Çalışma sahasının yer aldığı Seyhan Havzası, Toroslar'ın 3500 m yükseltilere ulaşan yamaçlarından Akdeniz'e kadar olan alanı içine alan havza, doğuda Ceyhan Havzası, batıda Konya ili ve Berdan Nehri, kuzeyde Develi'ye kadar uzanmaktadır.

Plan Ünitesi ormanları, coğrafi olarak Akdeniz bölgesinde kalmaktadır. Yüksekliği 190 m (Doğan Çay'ın Seyhan Birleşimi) ile 2009 m (Akinek Tepe) arasında değişmektedir.

Enlem: 37° 29' 57" ile 37° 39' 18" kuzey enlemleri arasında kalmaktadır.

Boylam: 35° 16' 37" ile 35° 30' 23" doğu boylamları arasında kalmaktadır.

**Büyüklüğü:** Plan ünitesi;

- a) Kızılçam işletme sınıfı (A sınıfı)
  - b) Karışık (Karaçam, Kızılçam, Sedir, Gökmar ve Ardıç) işletme sınıfı (B sınıfı)
  - c) Muhafaza karakterli (doğayı koruma amaçlı) işletme sınıfı (C sınıfı)
  - d) Özel amaçlı (tohum meşçeresi) işletme sınıfı (D sınıfı)
- olmak üzere A,B,C ve D olarak dört işletme sınıfından oluşmaktadır.

Çizelge 3.2. 2002-2011 Plan ünitesinin alansal dağılımı

İşletme Sınıfları	Ormanlık Alan (ha)	Ormansız Alan (ha)	Genel Alan (ha)
Kızılçam (A)	7.324,5	1.226,0	8.550,5
Karışık (B)	2.317,0	118,0	2.435,0
Muhafaza (C)	3.909,0	1.451,5	5.360,5
Özel Amaçlı (D)	315,5	53,5	369,0
<b>TOPLAM</b>	<b>13.866,0</b>	<b>2.849,0</b>	<b>16.715,0</b>

Çizelge 3.3. Plan ünitesi alanlarının ağaç türlerine göre dağılışı

İŞLETME SINIFI	AĞAÇ TÜRLERİ									TOPLAM (ha)
	Kızılçam (ha)	Karaçam (ha)	Göknaar (ha)	Sedir (ha)	Ardıç (ha)	Diğer (ha)	İbrelİ Karışık (ha)	Yapraklı Karışık (ha)	İbrelİ-Yapraklı Karışık (ha)	
A	6.723,0	21,0					550,5	6,5	23,5	7.324,5
B	3,5	814,0	112,5			7,0	1.351,0	2,5	26,5	2.317,0
C	1.224,0	14,5	187,0	34,0	205,0	132,5	1.886,5	42,0	183,5	3.909,0
D	315,5									315,5
<b>TOPLAM</b>	<b>8.266,0</b>	<b>849,5</b>	<b>299,5</b>	<b>34,0</b>	<b>205,0</b>	<b>139,5</b>	<b>3.788,0</b>	<b>51,0</b>	<b>233,5</b>	<b>13.866,0</b>
%	59,6	6,1	2,2	0,2	1,5	1,0	27,3	0,4	1,7	100

### 3.1.3. Yetişme Ortamı Envanteri

**Jeolojik ve Mineorolojik Durum:** Plan ünitesi MTA enstitüsünce hazırlanmış olan 1/800.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritasına göre İşletme Şefliği arazisi, I. Zamanın Karbonifer (Palezoik) ve Permien Devri, II. Zaman Tebeşir (Mesozoik) Devri ve III. Zamanın Eosen (Neozoik) Devri oluşumlarından meydana gelmiştir.

- I. zamanın Karbonifer ve Permien Devri arazilerinin belirgin özelliği, arazideki kırmızı kum taşlarıdır.
- II. zamanın Tebeşir Devri arazisi ise; özellikle ufak taneli kalker kretase, kum, kil, alçı taşından oluşmasıdır.
- III. zaman arazileri, kendini fliş kalker, kum ve marn oluşumları ile gösterir.

**Klimatolojik Durum:** Bölge ormanları, coğrafi bakımından Akdeniz iklim kuşağı içinde görülmekle beraber, iklim karakteristikleri oldukça farklı bir durum göstermektedir. Bunun sebebi, ormanlık alanların rakımlarının çok yüksek olması ve yörenin arazi yapısının lokal bir iklim tipinin oluşmasına neden olmasıdır. İşletme şefliği ormanları, Toros Dağlarının Akdeniz'e bakan yamaçlarında yer almakla beraber, daha güneyde denize paralel olarak uzanan dağ sırası, denizle doğrudan ilişkiyi

kesmektedir. Kuzeyde ise, 3700 metreye kadar varan yüksek tepeleri ile toroslar üzerindeki Aladağ silsilesi, yörede sürekli ve şiddetli yağışlar olmasına neden olmaktadır. Akdeniz üzerinden gelen rutubetli hava, bu dağ sıralarını aşamaz ve havanın çok yağışlı olmasına sebep olur. Bu yapı nedeniyle, havadaki nispi rutubet oranı da yüksektir.

Yörenin kendine özgü kuralları nedeniyle, bölgede yazları sıcak ve kurak, kışları soğuk ve kar yağışlı bir iklim sürmektedir. İşletme Şefliği içinde Meteorolojik Rasat İstasyonu yoktur. Bu nedenle meteorolojik rasat değerleri tablosu iklim karakterleri açısından benzer özellikler göstereceği düşünülen, Feke Meteoroloji istasyonundan yapılan ölçümlerin uzun yıllar ortalamasına göre düzenlenmiştir (Çizelge 3).

Feke Meteoroloji İstasyonunun enlem ve boylamı,  $37^{\circ} 52'$  kuzey ve  $35^{\circ} 57'$  doğudur. Deniz seviyesinden yüksekliği ise 620 metredir. Tabloda yer alan değerler, bu istasyonda 1961-1990 yılları arasında yapılan 30 yıllık ölçümlerin ortalamasıdır. Bu değerlerden yararlanırken, bölgenin arazi yapısı ve rakımının çok yüksek olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Ancak bu değerleri, işletme şefliğinin herhangi bir yerine adapte etmek için;

Her 100 m yükseklik artışı için meteorolojik istasyondan elde edilen sıcaklık rasat değerinin  $0,5^{\circ}\text{C}$  düştüğü kabul edilebilir. Aynı şekilde, her 100 m rakım artışı için yağışın 50 mm azaldığı varsayılabilir.

Çizelge 3.4. Meteorolojik rasat değerleri tablosu (1961-1990 yılları rasatlarına ait ortalama ve ekstrem değerler)

Meteoroloji İstasyonu: Feke  
Rakım (m) : 620 m

Enlem ( $\phi$ ) : 37° 52'  
Boylam ( $\lambda$ ) : 35° 57'

Meteorolojik Gözlemler	Aylar												Yıllık	Vejetasyon süresinde
	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık		
Ortalama Sıc. C°	5,0	6,9	9,9	14,4	18,6	23,3	26,5	26,3	21,8	16,1	11,3	6,5	15,6	19,8
En Yüksek Sıc. C°	19,3	22,1	24,6	32,4	35,6	37,0	39,7	41,0	40,3	31,6	29,5	18,2	41,0	35,9
En Düşük Sıc. C°	-10,6	-5,0	-1,3	1,0	5,2	11,3	13,5	13,8	9,3	1,1	-0,6	-5,0	-10,6	6,8
Ortalama Yağış (mm)	165,2	145,9	122,5	85,4	70,8	39,2	9,7	13,9	26,1	42,6	88,6	136,6	946,5	47,0
Ortalama Nispi Nem (%)	73,0	67,0	64,0	63,0	65,0	67,0	64,0	61,0	63,0	69,0	74,0	76,0	67,0	66,0
Ort. Günlük Bulutluluk	6,3	5,4	5,4	4,1	3,4	2,0	1,4	1,3	1,8	2,9	4,5	5,6	3,6	2,7
Karlı Günler Sayısı	0,4	0,4											0,8	
Ort. Karla Örtülü Günler	4,2	3,6	0,6	0,1								0,6	9,2	0,0125
Ort. Sisli Günler	0,7	0,6	0,2	0,2	0,9				1,0	0,6	0,3	1,0	4,7	0,026
Donlu Günler Sayısı	2,3	0,3	0,3								0,3	2,7	6,0	0,037
En Hızlı Rüzgar Yönü ve Hızı	KD 7	KKD 6	KKD 7	KD 6	K 7	KKD 5	K 8	KB 7	KKD 5	KDG 4	K 4	K 5	K 8	KKD 5,75



### **Akarsu ve Nehir durumu:**

Havzanın batısında yer alan Aladağlar'ın engebeli arazisinde, kuzeybatı yönünden gelen Zamantı ve kuzeydoğu yönünden gelen Göksu Nehirleri, dar ve derin vadiler boyunca akar ve kavşakta birleşerek Seyhan Nehri'ni oluştururlar. Seyhan Nehri oluştuğu noktadan sonra Kirizli'ye kadar, kuzey-güney doğrultusunda dik kayalıklardan akarak, Çukurova'dan geçer ve Akdeniz'e dökülür.

### **3.1.4. Bitki ve Orman Topluluklarının Çeşitleri ve Özellikleri**

Vejetasyonun incelenerek bitki ve orman topluluklarının haritasının yapılması, ormancılık çalışmalarının göstergesi olması nedeni ile önemlidir. Çünkü yetişme ortamı faktörlerin birindeki en küçük değişiklik, floristik yapıda kendini gösterir. Amenajmancı açısından doğaya uygun faydalanmanın belirlenmesinde yol gösterici rol oynar. Bu amaçla ağaç, ağaççık, çalı ve ot katı olarak gruplandırılarak her kattaki bitki türlerinin ve örtme oranlarının saptanması gerekir. Bu aşamadan sonra gruplaşmalar incelenir ve bitki tohumları analizi yapılır. Böyle bir çalışma için, halen uygulanan envanter yöntemlerinden farklı ve hatta gerekirse aynı örnek alanlarda, aynı yıl içinde birkaç defa ölçme ve gözlem yapılır.

Başmühendislik tarafından böyle bir çalışma yapılmamıştır. Yapılan yalnızca, ağaç türleri, gelişme çağı ve kapalılık kriterlerine göre meşcere tiplerinin ayrılmasıdır. Ancak bu tip ayırım bile, ekolojik ilişkileri genel olarak kavramayı sağlar.

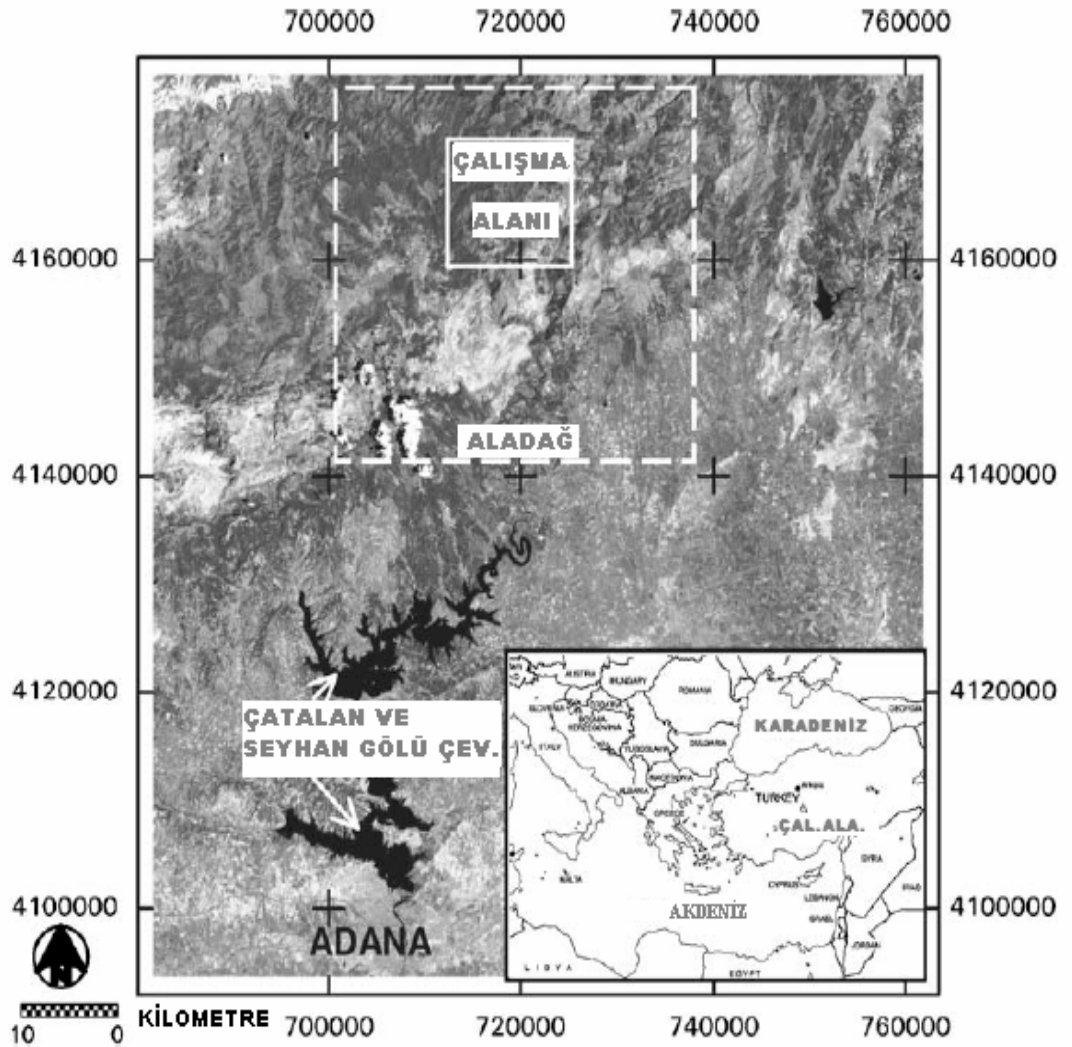
Bu bilgiler ve toplanan verilerin ışığında, aşağıdaki orman toplulukları lokal olmasa da kabaca, farklı yetişme ortamlarını simgelemektedir.

- Saf kızılçam ve karaçam ormanları
- Karışık (karaçam, kızılçam, sedir, göknar, ardıç ve diğer yapraklı) ormanlar

Belirtilen orman toplulukları kabaca, birer ekolojik ünite olarak değerlendirilebilir. Yetişme ortamı koşullarının tek veya birkaçının farklılıkları, vejetasyon tipinde farklılıklara neden olmakta, ayrıca birer silvikültürel işlem ünitesi olarak kendisini göstermektedir.

Ağaççık ve çalı katında bulunan türler ile ot tabakasında bulunan türlerin gruplaşmaları incelenmemiş, bunun için ayrı bir envanter çalışması yapılmamıştır.

Çalışmada, Yukarı Seyhan Havzası'nı en iyi şekilde temsil eden Katran Çukuru Mevkiisi seçilmiştir. Toplam 0,2 hektar alan için, 20x20 m ebatlarında 400 m<sup>2</sup>'lik 5 örnek parsel alınmıştır. Bu ormanlarda, orta ağaçların yaklaşık 100 yaşında olduğu hesaplandı ve ibrelili bir Akdeniz örtü tipi (KÖPPEN, 1931) olarak sınıflandırıldı. Egemen olan ağaç türlerinden oluşan bu örnek parseller, en az % 25 ve üzeri kapalılığa sahip, saf kızılçam [*Pinus brutia* (Tenore)], saf karaçam [*Pinus nigra* (Arnold)], saf boylu ardıç [*Juniperus excelsa* (M.-Bieb.)], saf toros sediri [*Cedrus libani* (Rich)] ve karışık kızılçam-karaçam-toros sediri-toros göknarı [*Abies cilicica* (Ant. et Klotsch. Carr.)] (DAVIS, 1965-1985) meşcerelerinden oluşmaktadır.



Şekil 3.1. Aladağ ilçesindeki (Adana) herdem yeşil iğne yapraklı Akdeniz ormanları ile çalışma alanının (Katran çukuru mevki) konumu ve toplam alanı

## 3.2. Yöntem

### 3.2.1. Örnek Alan Verilerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışma ile meşcere verimliliğinin tayin edilmesi, “toprak üstü biyokütle” kısmının ölçülmesinden oluşmaktadır. Bu çalışmada biyokütle verimliliğini tayin ederken; çalışma sahasında yer alan ağaçları numaralandırılarak, çap, boy ve yaş ölçümü yapılmıştır. Çap ölçümü, göğüs yüksekliğinden (130 cm) çap ölçer ile; boy ölçümü, boy ölçer (hipsometre) cihazıyla; yaş ölçümü ise, artım burgusu ile ağaçtan alınan gövde kesitinden yaş halkalarını saymak sureti ile yapılmıştır. Çalışma sahası ile ilgili genel bilgiler ve yapılan tüm ölçümler, sistematik bir şekilde analiz kartlarına işlenmiştir. Örnek alanlar, kapalılığa göre, daire biçiminde ve sistematik örnekleme ile alınmıştır. Fritsche'e (1928) göre örnek alanlar, meşcerenin genel özelliğini kaybettirmeyecek kadar küçük, fakat ağaç sayılarının çap basamaklarına dağılımını yeteri kadar güvenle ifade edebilecek kadar büyük olmalıdır (AKALP, 1978).

Örnek alanlardan elde edilen veriler, bir ön veri karakteri taşımaktadır. Her bir örnek alan için, ağaç sayısı, çap ve boy daha önceden hazırlanmış hacim tabloları yardımıyla, bazı işlemlerden geçirilmiştir. Böylece hacim, hacim artımı, biyokütle C stoku ve yıllık C girdi değişkenleri tahmin edilmiştir. Bu örnek alandan hesaplanan değerler ise, birim alana ve tüm orman alanına çevrilerek “toprak üstü biyokütle” miktarı hesaplanmıştır.

### 3.2.2. Meşcere Hacminin Hesaplanması

Meşcere hacmini doğru bir şekilde hesaplayabilmek için, tüm ağaçların Bölümlenme Yöntemi ile tek tek hacimlendirilmesi gerekir. Ancak bu yöntem, pahalı, zaman alıcı, güç ve pratik olmayan bir yoldur. Bunun yerine birçok pratik yöntem kullanılmaktadır.

Ağaç hacim tabloları, dikili ağaçların çeşitli boyutlarının fonksiyonu olarak hacim değerlerini veren tablolardır (KAPUCU ve ark., 2002). Bu gibi tabloların temel amacı, dikili ağaçlar için hacim tahminidir ki bu ağaçlar kesilip, tomruklanıp

ölçüldüğünde o hacme yakın bir değer verirler (AVERY ve BURKHART, 1983). 19.yüzyılın ilk dönemlerinde COTTA'nın "Ağaç hacmi , çapa, boya ve forma bağlıdır. Ağaçların doğru bir şekilde hacimleri tahmin edilirse, aynı çapa, boya ve forma sahip diğer tüm ağaçlar için bu tahmin geçerlidir" ilkesinin belirlendiği dönemden bugüne kadar binlerce hacim tablosu geliştirilmiş ve kullanılmıştır. Bu kadar çok hacim tablosu geliştirilmesinin nedeni; basit, tarafsız ve doğru bir yöntem arama çabalarıdır. Ancak ağaçların geometrik olarak çok değişken bir yapıya sahip olması, bir ya da birkaç yöntemin, tek çözüm olmasını engellemektedir. Ağaç hacmi tabloları, ağaç hacmi ile ağacın belirli boyutları arasındaki ilişkiye dayanarak ağaç hacminin hesaplanmasında geniş ölçüde kullanılmaktadır (HUSCH ve ark., 1982; RECKNAGEL, 1985).

### 3.2.2.1 Tek Girişli Ağaç Hacim Tablosu Yardımıyla Hacim Hesabı

Araştırmamızın birinci kısmında, tek girişli hacim tablosundan yararlanılarak, meşcerenin hacminin bulunabilmesi için şu işlemler yapılmıştır: örnek alanda ölçülen çaplara bağlı olarak çap kademeleri oluşturulmuş ve ağaç sayılarının çap kademelerine dökümü yapılmıştır. Böylece tek girişli ağaç hacim tablosundan, çapa göre hacim bulunup, her çap kademesindeki hacim, ağaç sayısı ile çarpılıp kademenin hacmi; kademelerdeki hacimler toplanarak, örnek alanın hacmi belirlenmiş, elde edilen hacim birim alana ve toplam meşcere hacmine dönüştürülmüştür. Hacim artımı ise, aynı şekilde her çap kademesinin değerine karşılık gelen hacim artım değerleri toplanıp, yine aynı şekilde birim alana ve toplam meşcere hacim artımına dönüştürülmüştür. Daha sonra bu elde edilen hacim ( $m^3$ ) değerleri önce Türkiye'deki iğne yapraklılar için kullanılan 0,5 katsayısı (UN-ECE/FAO, 2000) ile çarpılarak kuru odunsu ağırlığa (t) dönüştürüldü. Elde edilen kuru odunsu ağırlığın C oranı, kuru odunsu ağırlık 0,5 katsayısı (PRINCE ve GOWARD, 1995) ile çarpılarak hesaplanmıştır. Böylece meşcere için elde ettiğimiz hacim, hacim artımı, biyokütle C stoku ve yıllık C girdi değerleri, orman alanı ile çarpılarak tüm orman alanına doğrusal olarak genelleştirilmiştir (Ek 1, Ek 2, Ek 3, Ek 4 ve Ek 5).

### 3.2.2.2. Çift Girişli Ağaç Hacim Tablosu Yardımıyla Hacim Hesabı

Araştırmamızın ikinci kısmında, meşcere hacminin belirlenmesinde, çift girişli ağaç hacim tablosundan yararlanılmıştır. Burada, örnek alandaki ağaçların hem boy hem de çaplarına ihtiyaç duyulmaktadır. Burada da örnek alanda ölçülen çaplara bağlı olarak çap kademeleri oluşturulmuş ve ağaç sayılarının çap kademelerine dökümü yapılmıştır. Böylece çift girişli ağaç hacim tablosundan, çap ve boya göre hacim bulunup, her çap kademesindeki hacim, ağaç sayısı ile çarpılıp kademenin hacmi; kademelerdeki hacimler toplanarak, örnek alanın hacmi belirlenmiş ve elde edilen hacim, birim alana ve toplam meşcere hacmine dönüştürülmüştür. Hacim artımının bulunmasında ise, çap kademelerindeki hacim farklarının ortalaması hesaplanarak, bu değer artış faktörüne bölünmüş, elde edilen değer  $\bar{d}$  (Kabuklu artış katsayısı) ile çarpımı bize hacim artış miktarını vermiştir. Daha sonra bu elde edilen hacim ( $m^3$ ) değerleri önce Türkiye'deki iğne yapraklılar için kullanılan 0,5 katsayısı ile çarpılarak kuru odunsu ağırlığa (t) dönüştürüldü. Elde edilen kuru odunsu ağırlığın C oranı ise 0,5 katsayısı ile çarpılarak hesaplanmıştır. Tüm orman alanına ait hacim, hacim artımı, biyokütle C stoku ve yıllık C girdi değerleri, meşcereden elde ettiğimiz değerler orman alanı ile çarpılarak bulunmuştur (Ek 6 ,Ek 7, Ek 8, Ek 9 ve Ek 10).

### 3.2.2.3. Allometrik Regresyon Denklemleri Yöntemiyle Hacim Hesabı

Çalışma sahasından elde ettiğimiz değerlerle meşcerenin (kabuksuz) hacminin tahmini için, aşağıdaki tahmin denklemi (3.1.) kullanılmaktadır (SPURR, 1952; BROOKS ve WİANT, 2004):

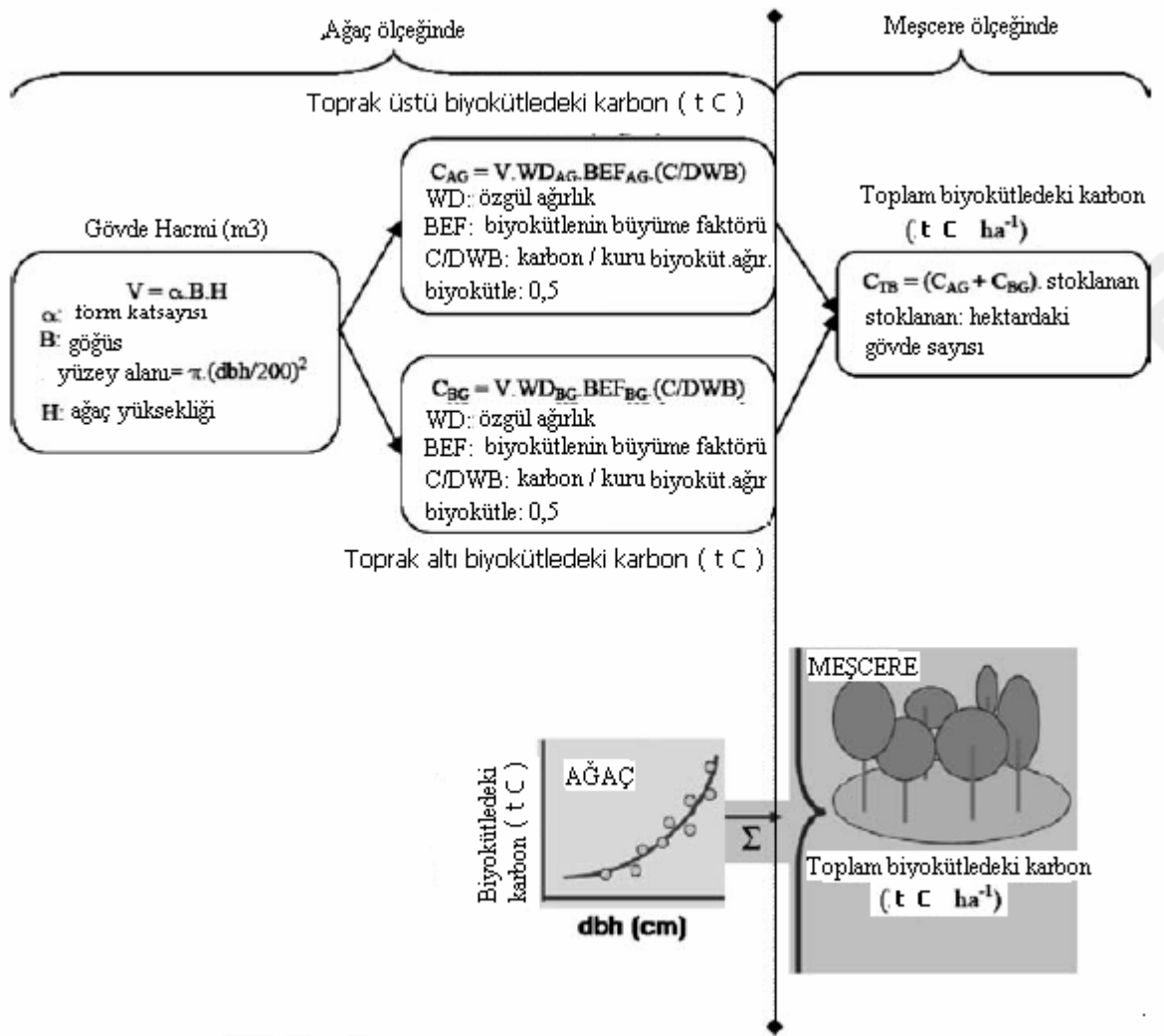
$$V = \alpha * SBA * H \quad (3.1.)$$

$V$  = hacim ( $m^3/ha$ );  $SBA$  = ortalama meşcere göğüs yüzeyi alanı ( $m^2/ha$ );  $\alpha$  = meşcere form katsayısı (ibreliler için 0,44006) (BROOKS ve WİANT, 2004) ve  $H$  = meşcere boy ortalaması (m). Birinci denklemin, hacim değişimlerinin %90'ından fazlasını açıklayabildiği rapor edilmiştir (SPURR, 1952; BROOKS ve WİANT, 2004).

Ortalama ağaç göğüs yüzey alanından SBA'ya ulaşmak için, örnek alan başına toplam ağaç gövdesi sayısını, örnek alan büyüklüğüne bölerek önce hektar başına ağaç sayısı (ağaç stoku) tahmin edilmiştir. SBA'nın hesaplanması aşağıdaki denklemle (3.2.) belirtilmiştir:

$$\text{SBA (m}^2/\text{ha)} = \Pi * (\text{dbh}/200)^2 (\text{m}^2 \text{ gövde}^{-1}) * \text{ağaç stoku (gövde/ha)} \quad (3.2.)$$

$\Pi = 3,14$ ; dbh = göğüs yüzeyi çapı (cm) ve  $200 = \text{çapın (cm) yarıçapa (m)}$  dönüştürme katsayısı.



Şekil 3.2. Ağaç ölçeğinden meşcere ölçeğine genelleştirerek ormanlardaki karbon stoklarının tahmin edilmesi

Türkiye'deki herdem yeşil iğne yapraklı ağaçların toprak üstü biyokütlesi için katsayı, 0.5 t kuru odunsu biyokütle ağırlığı / gövde odun olarak benimsenmiştir (UN-ECE/FAO, 2000). Bu dönüşüm katsayısı, temel odun yoğunluğunun (kuru odun ağırlığı / yaş odun hacmi) ve Biyokütle Genleşme Faktörü'nün (BEF = toplam toprak üstü biyokütle / gövde odun hacmi) çarpımına eşittir. Bitki biyokütlesinin kuru ağırlığının yarısı (0,5), C miktarını temsil ettiği varsayılmaktadır (PRINCE ve GOWARD, 1995). Orman meşcerelerindeki C stokunun CO<sub>2</sub> karşılığını ifade etmek için ise CO<sub>2</sub> / C = 3,67 oranı kullanılmıştır.

### 3.2.3. İstatistiksel Analiz Yöntemleri

İstatistiksel analizler Minitab 13.32 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Minitab, Inc., State College, PA). En küçük kareler regresyon doğruları, çoklu doğrusal regresyon (MLR) modelleri, tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve Tukey çoklu kıyaslama testi, meşcerelerden elde edilen verilerin analizinde kullanılmıştır. En küçük kareler regresyon doğruları, dbh'nin fonksiyonu olarak toprak üstü ağaç biyokütle verilerine (t C) uydurulmuştur. En iyi alt küme MLR modelleri kullanılarak ağaç boyu (m), dbh (cm) ve meşcere tipi olmak üzere üç açıklayıcı değişkene istinaden toprak üstü biyokütle C stoklarındaki (t C) değişkenliği en iyi açıklayan MLR modelleri belirlenmiştir. Ağaç boyu (m), dbh (cm) ve toprak üstü biyokütle (t C/ha) bakımından, beş meşcere tipi arasındaki önemli farklılıkların bulunup bulunmadığını test etmek için ANOVA ve Tukey testi kullanılmıştır.

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

### 4.1 Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tabloları

Tek girişli hacim tabloları, sadece çapa göre hacim vermektedirler. Bu tablolar düzenlenirken ortalama boylar göz önüne alınarak düzenlenmişlerdir. Çift girişli hacim tabloları ise, hem çap hem de boya göre hacim veren tablolarıdır. Çap ve boy olarak iki elemanla tabloya girilmektedir. Dolayısıyla gerçeğe daha yakın değerler elde edilir.

Meşcerenin hacimlendirilmesinde çok sayıda ağaç ölçüldüğünden, tesadüfi hatada (-) ve (+) yönde hataların karşılaşılabileceği beklenir. Fakat burada, sistematik hataya dikkat edilmelidir. Sistematik hata, hacim tablosunun düzenlenmesi için, materyal toplanmış olan meşcereler ile hacmi belirlenmek istenen meşcerelerin, yetişme yeri özelliklerine, uygulanmış olan silvikültürel işlemlerin farklı olmasından kaynaklanır.

Yetişme yeri koşulları, özellikle bonitet, gövde formu, dolayısıyla da ağacın hacmi üzerinde etkili olduğundan, tablonun düzenlendiği meşcereler ile kullanıldığı yerdeki durum arasında, farkların meydana gelmesi söz konusudur.

Çift girişli hacim tablolarında, aynı çaptaki ağaçlarda, boy nedeniyle meydana gelebilecek hacim farkı ortadan kaldırılabilmekte, fakat gövde formu farklılıklarının etkisi giderilememektedir.

Ancak çift girişli hacim tablolarının, geniş bölgeler için geçerli olabileceği, yapılan araştırmalarla görülmüştür. Aynı ağaç türü olmak kaydıyla, bir ülkede, benzer silvikültürel işlem uygulanmış olan meşcerelerde, çift girişli hacim tabloları kullanılarak, hacim belirlenmesi yapılabilmektedir.

#### 4.1.1 Tek ve Çift Girişli Ağaç Hacim Tablolarının Karşılaştırılması

Tek ve çift girişli hacim tabloları yardımıyla hesaplanan meşcere hacim ve hacim artım değerleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Tek girişli hacim tablosundan yararlanılarak bulunan, en fazla hacim yapan ağaç türü sırasıyla Karaçam, Kızılcıam, Sedir, Ardiç ve karışım içersindeki Gökmar'dır. Çift girişli hacim tablosundan yararlanılarak bulunan, en fazla hacim yapan ağaç türü ise sırasıyla Karaçam, Sedir,



Kızılçam, Ardıç ve karışım içerisindeki Göknar'dır. Görüldüğü gibi her iki hacim tablosunda da en fazla hacim yapan ağaç türü Karaçam'dır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.1.de görüldüğü gibi, tek girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki toplam hacim 1.803,21 m<sup>3</sup>/ha, çift girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki toplam hacim ise 2.011,11 m<sup>3</sup>/ha olup, aralarındaki fark %10,34 olarak bulunmuştur. Hacim artım değerlerine bakıldığında, tek girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alanda toplam hacim artımı 33,32 m<sup>3</sup>/ha olup, çift girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki toplam hacim artımı ise 80,9 m<sup>3</sup>/ha olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1.).

Çizelge 4.2.'de, tek ve çift girişli hacim tabloları yardımıyla hesaplanan hacim ve hacim artım değerleri yardımıyla bulunan C stoku ve yıllık C girdisi karşılaştırılmıştır. En fazla C stoku Karaçam'dadır. C stoku ve yıllık C girdi miktarının hesaplanmasında, tek ve çift girişli hacim tablosundan hesaplanan hacim ve hacim artımı, ortak katsayılar ile çarpılarak bulunduğu için, yukarıda bahsedilen sıralamalar da aynıdır. Çizelge 4.2.de görüldüğü gibi, tek girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki toplam biyokütle C stoku 450,8 t/ha, çift girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki C stoku ise 502,77 t/ha olup, aralarındaki fark %10,34 olarak bulunmuştur. Yıllık C girdisine bakıldığında, tek girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki yıllık C girdisi 9.235 t/ha olup, çift girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki yıllık C girdisi ise 22.515 t/ha olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.2.).

Ayrıca elde edilen C stoku ve yıllık C girdisi değerlerine bakıldığında, hacim ve hacim artım değerlerine bağlı olarak hesaplandığı için, buradaki farklılıklar C değerlerine de yansımaktadır (Çizelge 4.2.).

Tüm meşcere alanına ait türlerin, toplam C girdi miktarlarının karşılaştırılmasını yaptığımızda; Kızılçam'ın tek girişlide toplam C girdisi 15.127 t/yıl (Ek 1), çift girişlide 32.899 t/yıl (Ek 2) olarak hesaplanmış olup, tek girişli % 54 daha düşük; Karaçam tek girişlide 1.436 t/yıl (Ek 2), çift girişlide 5.105 t/yıl (Ek 6) olarak hesaplanmış olup, tek girişli % 72 daha düşük; Sedir tek girişlide 54 t/yıl (Ek 3), çift girişlide 163 t/yıl (Ek 8) olarak hesaplanmış olup, tek girişli % 67 daha düşük; Ardıç tek girişlide 254 t/yıl (Ek 4), çift girişlide 260 t/yıl (Ek 9) olarak hesaplanmış olup, tek girişli % 2 daha düşük; Karışım tek girişlide 7.500 t/yıl (Ek 5), çift girişlide 15.796 t/yıl (Ek 10) olarak

hesaplanmış olup, tek girişli % 53 daha düşük tahminde bulunduğu ortaya çıkmıştır. Buna göre tüm meşcere alanının toplam C girdi miktarı tek girişlide 24.371 t/yıl, çift girişlide 54.223 t/yıl olup, tek girişli % 55 daha düşük tahminde bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.1. Tek girişli ve çift girişli hacim tabloları yardımıyla hesaplanan hacim ve hacim artım değerlerinin karşılaştırılması

Yöntem	Kızılçam		Karaçam		Sedir		Ardıç		Karışık		TOPLAM	
	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)	Hacim (m <sup>3</sup> /ha)	Artım (m <sup>3</sup> /ha/yıl)
Çift Girişli	<b>428,20</b>	15,94	<b>593,58</b>	24,03	<b>472,65</b>	19,17	<b>119,90</b>	5,07	<b>396,78</b>	16,69	<b>2011,11</b>	80,9
Tek Girişli	<b>383,03</b>	7,30	<b>534,93</b>	6,78	<b>361,95</b>	6,33	<b>151,25</b>	4,98	<b>372,05</b>	7,93	<b>1803,21</b>	33,32
Fark (%)	<b>10,55</b>	54,20	<b>9,88</b>	71,79	<b>23,42</b>	66,98	<b>20,72</b>	1,78	<b>6,23</b>	52,49	<b>10,34</b>	58,81

Çizelge 4.2. Tek ve çift girişli hacim tabloları yardımıyla hesaplanan C stoklarının ve yıllık C girdilerinin karşılaştırılması

Yöntem	Kızılçam		Karaçam		Sedir		Ardıç		Karışık		TOPLAM	
	<b>C stoku (t/ha)</b>	C girdisi (t/ha/yıl)	<b>C stoku (t/ha)</b>	C girdisi (t/ha/yıl)	<b>C stoku (t/ha)</b>	C girdisi (t/ha/yıl)	<b>C stoku (t/ha)</b>	C girdisi (t/ha/yıl)	<b>C stoku (t/ha)</b>	C girdisi (t/ha/yıl)	<b>C stoku (t/ha)</b>	C girdisi (t/ha/yıl)
Çift Girişli	<b>107,05</b>	3,98	<b>148,39</b>	6,01	<b>118,16</b>	4,79	<b>29,98</b>	1,27	<b>99,19</b>	4,17	<b>502,77</b>	20,22
Tek Girişli	<b>95,76</b>	1,83	<b>133,73</b>	1,69	<b>90,49</b>	1,58	<b>37,81</b>	1,24	<b>93,01</b>	1,98	<b>450,8</b>	8,32
Fark (%)	<b>10,55</b>	54,02	<b>9,88</b>	71,88	<b>23,42</b>	67,01	<b>20,70</b>	2,36	<b>6,23</b>	52,52	<b>10,34</b>	58,85

## 4.2. Amenajman Planlarına ait Bulgular ve Tartışma

### 4.2.1. Hasılat Tablolarındaki Geçmişteki Durum ile Şimdiki Durumun Karşılaştırılması

Meşcerelerin gelişme ve artımlarının incelenmesi konusunda yararlanılabilecek en önemli kaynak, kapsamlı araştırmalar sonucu düzenlenen hasılat tablolarıdır .Bu bakımdan hasılat tabloları, gelişme eğilimlerinin incelenmesi ve veriminin saptanmasında kullanılan yardımcı tablolardır (KAPUCU ve ark., 2002).

Hasılat tablolarının tarihsel gelişimine göz atılacak olursa, bunlara ilk defa 1721’de “Reaumur” tarafından işaret edildiği görülür. Almanya’da ilk olarak 1765’de “Oettelt”, bu tablolarının kullanılmasının teklif etmiştir. Bugünkü anlayışa uyan ilk hasılat tabloları ise 1778 yılında Kayın ve Meşe için “Paulsen“ tarafından düzenlenmiştir (FIRAT, 1972).

Normal hasılat tablolarında değişkenlik gösteren normalite kavramının kullanımının önüne geçmek için, sıklığa bağlı hasılat tabloları geliştirilmiştir. Sıklığa bağlı hasılat tabloları, meşcere hacmi ve hacim elemanlarını, meşcere yaşı, bonitete endeksi ve sıklık derecesine göre veren tablolardır. Bu tablolar, değişik sıklıktaki meşcerelerin hacim ve hacim elemanlarının nasıl değiştiğinin, diğer bir ifadeyle farklı silvikültürel işlemlerin büyüme ve artım üzerinde ne ölçüde etkili olduğunun ortaya konmasına ve uygulanan silvikültürel işlemlerin birbirleriyle karşılaştırılmasına olanak sağlarlar. Bu tablolar, işletme sınıfında bulundurulacak ideal servetin (optimal servet) saptanmasına ve var olan servetin (aktüel servet) olması gereken (optimal) servet ile karşılaştırılmasına olanak sağlarlar.

Ülkemiz ormancılığında kullanılan hasılat tablolarının oluşturulması, tek ve çift girişli tablolardan farklı olarak yukarıda belirtildiği gibi, bir çok amaca hizmet etmektedir. Bu tabloları oluşturulurken çok sayıda örnek alan alınarak, tek ve çift girişliden farklı olarak yaş faktörü de hesaplamada kullanılmaktadır. Bu yöntem, yöre koşullarına uygun olabilmek için Bonitet (yetişme ortamı verimliliği) sınıflarına ayrılmaktadır. Aynı zamanda hasılat tabloları oluşturulurken tek girişli tablolar da elde edilmektedir.

Çizelge 4.3.'te görüldüğü gibi, 10 yıllık yapılan Amenajman Planlarının, geçmişteki ile bugünkü durumu karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırma, ormanlık alanlar ile ormansız alanlar olarak iki şekilde ifade edilmiştir. Ormanlık alanlar normal koru, bozuk koru, çok bozuk koru ve çok bozuk baltalık ormanlardan oluşmaktadır. 1991-2000 yıllarına ait plan ünitesi 3 işletme sınıfına (Kızılçam, Karışık ve Muhafaza karakterli) ayrılmış olup, 2002-2011 yıllarına ait plan ünitesi ise 4 işletme sınıfına (Kızılçam, Karışık, Muhafaza karakterli ve Özel amaçlı ) ayrılmıştır.

Hasılat tablosunun oluşturulmasıyla, 1991-2000 yılları ile 2002-2011 yıllarına ait planlamada elde edilen hacim ve hacim artım değerleri, Çizelge 4.3.'te karşılaştırılmıştır. Bu hacim ve hacim artım değerlerinin karşılaştırılmasında, orman alanlarının çoğalması ve işletme sınıfına ayrılmasındaki durum, farkların oluşumuna neden olmaktadır (Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.3. 1991-2000 yılları ile 2002-2011 yıllarına ait alanların karşılaştırılması

Planların Adı ve Uygulama Yılları	Ormanlık Alan Toplamı (ha)	Ormansız Alan Toplamı (ha)	Genel Toplam Alan (ha)
Karsantı 2002-2011	13.866	2.849	16.715
Karsantı 1991-2000	13.429	3.210	16.639
Fark (%)	3	-11	0,5

Çizelge 4.4. 1991-2000 yılları ile 2002-2011 yıllarına ait hacim ve hacim artım değerlerinin karşılaştırılması

Planların Adı Ve Uygulama Yılları	Hacim Toplamı (m <sup>3</sup> )	Artım Toplamı (m <sup>3</sup> )
Karsantı 2002-2011	1.194.707	23.506
Karsantı 1991-2000	1.098.747	23.138
Fark (%)	8	2

### 4.3. Allometrik Regresyon Denklemleri Yöntemiyle Hesaplanan Karbon Stokuna ait Bulgular ve Tartışma

Bu çalışmayı oluşturan “toprak üstü biyokütle verimliliği”nin hesabını, aynı örnek alanda yapılan başka bir çalışmadaki “toprak altı biyokütle ve toprak üstü ölü örtü

verimliliği'nin hesabı ile birlikte değerlendirdiğimizde, toplam verimlilik, aşağıda oluşturulan çizelgeler ve buna bağlı olarak oluşturulan modellemeler ile ele alınmıştır.

Genel bir yerde olmayan, heterojen olarak yapılan ölçümler, orman ekosisteminin değişkenlerini ve karbon stokunun tahminini, bölgesel ölçeğe dönüştürdü. Adana ili Aladağ ilçesine ait Katran Çukuru mevkiinde, ibrelili Akdeniz ormanlarına ait çalışma sahasının tümünün ortalama C stoku, toprak üstündeki biyokütlerde  $83,0 \pm 67$  t C/ha olarak hesaplandı.

Her bir deneme sahasındaki ağaçların nitelik ve miktarları, Çizelge 4.7.'de verilmektedir. Karaçam (*Pinus nigra*) diğer meşcerelere göre (Çizelge 4.7.), ortalama yüksekliği ve ortalama çapı en büyük, fakat ortalama gövde yoğunluğu en düşük değere sahiptir. Ağaç türlerinin baskınlığına bağlı olarak, karışık meşcerelerdeki tür kompozisyonu Gökmar (*Abies cilicica*) % 55, Sedir (*Cedrus libani*) % 28 ve Karaçam (*Pinus nigra*) % 17'dir. Çalışılan meşcerelerin tamamı arasında, en yüksek toplam biyokütle C stoku karaçam'a aittir ( $137 \pm 70$  t C/ha), kızılçam ve sedir meşceresi, karışık meşcere ile ardıç meşceresinin toplam biyokütlesinden daha büyüktür ( $P < 0,001$ ) (Çizelge 4.8.).

#### **4.4. Karbon Tutma Kapasitesinin Hesaplanmasında Allometrik Regresyon Denklemi ile Ağaç Hacim Tablo Yöntemlerinin Karşılaştırılması**

Allometrik Regresyon Denklemleri yöntemiyle hesaplanan C değerleri ile Tek ve Çift girişli hacim tabloları yardımıyla hesaplanan C değerleri birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Çizelge 4.5. ve 4.6. da görüldüğü gibi bu üç yöntemde de en fazla C stok miktarı Karaçamda, en az ise Boylu Ardıç'ta bulunmaktadır. Bu üç hesaplama yöntemi Kızılçam meşceresi için kıyaslandığında, allometrik denkleme göre tek girişli yöntemin C stokunu % 6 (Çizelge 4.5.te) daha az ve çift girişli yöntemin ise %5 (Çizelge 4.6.da) daha fazla tahminde bulunduğu ortaya çıkmıştır.

Çizelge 4.5. ve 4.6.da görüldüğü gibi, allometrik regresyon metodunda birim alandaki toplam biyokütlerdeki C stoku 415 t C, tek girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki toplam biyokütlerdeki C stoku 450,8 t/ha, çift girişli hacim tablosu yardımıyla hesaplanan birim alandaki C stoku ise 502,77 t/ha olup; çift girişli ile

allometrik yöntem arasındaki fark %17, allometrik yöntemle tek girişli yöntem arasında ise % 8 olarak hesaplanmıştır.

Tüm meşçere alanı için türlerin toplam toprak üstü biyokütle C stokları, kullanılan üç yönteme göre kıyaslandığında; çift girişli, allometrik denklem ve tek girişli yöntemlere istinaden kızılçam için biyokütle C stoku sırasıyla 884.875 t C (Ek 6), 843.132 t C ve 791.552 t C (Ek 1) olarak bulunmuştur. Çift girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 5, allometrik yöntemle tek girişli yöntem arasında ise % 6'dır. Karaçam'ın C stoku çift girişli tabloya göre 126.057 t C (Ek 7), allometrik denkleme göre 98.542 t C ve tek girişli tabloya göre 113.604 t C'dur (Ek 2). Çift girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 22, tek girişli yöntemle allometrik yöntem arasındaki fark ise % 13'dür. Sedir'in C stoku çift girişli tabloya göre 4.017 t C (Ek 8), allometrik denkleme göre 3.400 t C ve tek girişli tabloya göre 3.077 t C'dur (Ek 3). Çift girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 15, allometrik yöntemle tek girişli yöntem arasındaki fark ise % 10'dur. Ardıç'ın C stoku çift girişli tabloya göre 6.146 t C (Ek 9), allometrik denkleme göre 4.920 t C ve tek girişli tabloya göre 7.751 t C'dur (Ek 4). Çift girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 20, tek girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark ise % 37'dir. Karışık meşçerenin C stoku çift girişli tabloya göre 375.732 t C (Ek 10), allometrik denkleme göre 276.524 t C ve tek girişli tabloya göre 352.322 t C'dur (Ek 5). Çift girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 26, tek girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark ise % 22'dir. Buna göre toplam meşçere alanının C stoku karşılaştırıldığında; çift girişli tabloya göre 1.396.827 t C, tek girişli tabloya göre 1.268.306 t C ve allometrik denkleme göre 1.226.518 t C bulunmuştur. Çift girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 12 iken tek girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 3'tür.



Çizelge 4.5. Allometrik Regresyon Denklemi, çift ve tek girişli hacim tablosu yöntemleriyle hesaplanan topraküstü biyokütle C stokunun karşılaştırılması

<b>Türler</b>	<b>Çift girişli hacim tablosu (t C/ha)</b>	<b>Allometrik regresyon Denklemi* (t C/ha)</b>	<b>Tek girişli hacim tablosu (t C/ha)</b>
<i>Pinus nigra</i>	148,39	116(59)a	133,73
<i>Cedrus libani</i>	118,16	100(91)b	90,49
Karışık meşcere	99,19	73(90)c	93,01
<i>Juniperus excelsa</i>	29,98	24(17)c	37,81
<i>Pinus brutia</i>	107,05	102(78)b	95,76
<b>TOPLAM</b>	502,77	415(335)	450,8

\*Parantez içindeki değerler standart sapma değerlerini ifade etmektedir. Farklı harfli ortalamalar,  $p < 0.001$  güven düzeyinde aralarında önemli bir farklılığın olduğunu ifade etmektedir.

Çizelge 4.6. Adana ili Aladağ ilçesine ait Katran Çukuru mevkiinde bulunan, iğne yapraklı orman meşcerelerinin, ortalama karakteristik değerleri

<b>Türler</b>	Yükseklik (m)	dbh (cm)	Yaş (yıl)	Sıklık (Gövde sayısı/ha)	TBA (m <sup>2</sup> olarak gövde/ha)	SBA (m <sup>2</sup> /ha)	Rakım (m)	Yön
<i>Pinus nigra</i>	22(4)a	45,6(8,1)a	92(14)	300	0,17(0,06)	50,3(17,8)	1.555	GB
<i>Cedrus libani</i>	20(6)a	31,5(11,3)bd	114(7)	500	0,09(0,06)	43,6(30,8)	1.500	B
Karışık meşcere	13(5)b	23,2(11,7)c	103(6)	900	0,05(0,05)	47,4(47,7)	1.460	B
<i>Juniperus excelsa</i>	8(2)c	23,7(7,8)bc	100(9)	625	0,05(0,03)	30,3(17,7)	1.345	KB
<i>Pinus brutia</i>	19(2)a	33,5(11,6)d	100(9)	525	0,10(0,07)	51,6(37,0)	660	B

- TBA: ağaç göğüs yüzey alanı; SBA: meşcere göğüs yüzey alanı; ve dbh: göğüs yüksekliğindeki (1.30 m) çap.
- Parantez içerisindekiler, standart sapma ile ilgili değerlerdir.
- Karışık meşcere *Abies cilicica* (%55), *Cedrus libani* (%28) ve *Pinus nigra* (%17) türlerinden oluşmaktadır.
- Sütunlardaki farklı harfler,  $P < 0,001$  deki önemli farklılıkları göstermektedir.

Çizelge 4.7. Adana ili Aladağ ilçesine ait Katran Çukuru mevkiinde bulunan iğne yapraklı meşcerelerde depolanan karbonun (C) ortalama değerleri

<b>Türler</b>	<i>n</i> (ağaç sayısı)	Meşcere hacmi (m <sup>3</sup> /ha)	Meşcerenin toprak üstü biyokütlesi (t C/ha)
<i>Pinus nigra</i>	12	513(262)	116(59)a
<i>Cedrus libani</i>	20	443(405)	100(91)b
Karışık meşcere	36	325(400)	73(90)c
<i>Juniperus excelsa</i>	25	108(77)	24(17)c
<i>Pinus brutia</i>	21	452(347)	102(78)b

- Toprak üstü biyokütle, odun, kabuk ve yaprakları kapsamaktadır.
- Parantez içerisindekiler, standart sapma ile ilgili değerlerdir.
- Karışık meşcere *Abies cilicica* (%55), *Cedrus libani* (%28) ve *Pinus nigra* (%17) türlerinden oluşmaktadır.
- Sütunlardaki farklı harfler,  $P < 0,001$  deki önemli farklılıkları göstermektedir (SPURR, 1952; BROOKS ve WIANT, 2004).

Toprak üstü C stokları bakımından karaçam meşçeresi, aynı yükseklikte ve çaptaki kızılçam meşçeresinden daha yüksek bulunmuştur ( $P \leq 0,01$ ) (Çizelge 4.10.). Toprak üstü C stoklarının tahmin edilmesinde, yükseklik ve çap arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Çizelge 4.8. Göğüs yüksekliğindeki çapın (dbh, cm) bir fonksiyonu olarak, ağaçtaki karbon stokunun (C) en uygun en küçük kareler regresyon doğruları

Türler	Ağaç toprak üstü biyokütlesi (t C)	$r^2$
Karaçam ( <i>Pinus nigra</i> )	$0,0004*(dbh)^2-0,0072*dbh$	0,92
Toros Sediri ( <i>Cedrus libani</i> )	$0,0003*(dbh)^2-0,0041*dbh$	0,97
Karışık meşçere	$0,0002*(dbh)^2-0,0013*dbh$	0,91
Boylu Ardıç ( <i>Juniperus excelsa</i> )	$1*10^{-4}*(dbh)^2-0,0007*dbh$	0,89
Kızılçam ( <i>Pinus brutia</i> )	$0,0002*(dbh)^2-0,0007*dbh$	0,99

➤ Karışık meşçere *Abies cilicica* (%55), *Cedrus libani* (%28) ve *Pinus nigra* (%17) türlerinden oluşmaktadır.

Çizelge 4.9. Meşçere tipleri ve göğüs yüksekliğindeki çap ile ağaç boyunun bir fonksiyonu olan karbon (C) stokunun çoklu doğrusal regresyon modelleri

Açıklayıcı değişkenlerin katsayıları									
Yanıt değişkenleri (t C)	Kesen	H (m)	dbh (cm)	Karışık tipler				$r^2$ (düz.) (%)	P
				<i>Pn</i>	<i>Cl</i>	karışık	<i>Je</i>		
CAG	0,274***	0,008***	0,009***	0,067**	0,017	0,031	0,020	87	0,001
CBG	0,049***	0,001***	0,002***	0,011**	0,003	0,005	0,003	86	0,001

- \*,\*\* ve \*\*\* sırasıyla  $P \leq 0,001$ ,  $P \leq 0,01$  ve  $P \leq 0,05$ 'i ifade etmektedir.
- Yıldız işareti yoksa,  $P \leq 0,05$  olup önem değeri yoktur.
- CAG : toprak üstü biyokütledeki karbon; H: ağaç yüksekliği; dbh: göğüs yüksekliğindeki çap ; Pn: *Pinus nigra*; Cl: *Cedrus libani*; Je: *Juniperus excelsa*.
- Karışık meşçere *Abies cilicica* (%55), *Cedrus libani* (%28) ve *Pinus nigra* (%17) türlerinden oluşmaktadır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Karasal ekosistemlerin C tutma kapasitesinin artırılması, atmosfere verilen en önemli sera gazlarından olan CO<sub>2</sub>'nin atmosferdeki konsantrasyonunun azalmasına katkıda bulunmaktadır. Karbon yutaklarının çoğaltılması için öncelikli olarak gerçekleştirilmesi gereken faaliyetlerin başında ulusların kendi ormanlarının biyolojik verimliliklerini ölçmeleri gelmektedir (WALI ve ark., 1999). Küresel olarak artan atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun insan yaşamını ve refahını tehlikeye atmayacak şekilde bir istikrara kavuşturulmasında, en önemli karbon yutakları olarak ormanlar önemli bir rol oynamaktadırlar (EVRENDİLEK ve WALI, 2004). Ekosistemlerin C tutma kapasitelerine ait envanter çalışmalarının yapılması, küresel iklim değişikliğine karşı geliştirilen iyileştirici tedbirlerin bir parçasıdır. Kyoto Protokolünde öngörüldüğü gibi envanter çalışmalarının yanı sıra, zarar görmüş ekosistemlerin ıslahı ve onarımı gibi karbon yutaklarının kapasitesinin zenginleştirilmesine yönelik çalışmalara da hız vermek gerekmektedir. Ancak, fosil yakıt tüketiminin azaltılması, yenilenebilir enerji teknolojilerinin geliştirilmesi, enerji tasarrufu ve kullanım etkinliği gibi önlemlerin de yukarıda belirtilen ekolojik temelli stratejilere eşlik etmesi gerekmektedir (EVRENDİLEK ve WALI, 2001).

1992'de gerçekleştirilen ve Rio Zirvesi olarak bilinen Birleşmiş Milletler (BM) Çevre ve Kalkınma Konferansı'nda İklim Değişikliği ve Biyolojik Çeşitlilik sözleşmeleri imzaya açılmış, Gündem 21, Rio Bildirgesi ve Orman İlkeleri (Her Tür Ormanın Yönetimi, Korunması ve Sürdürülebilir Gelişimine Yönelik Küresel Bir Görüş Birliği İçin Yasal Bağlayıcılığı Olmayan İlkeler Bildirimi) de zirveye katılan devletlerin onayına sunulmuştur. Rio Zirvesi en büyük uluslararası toplantı (172 ülke) olmasının yanı sıra, küresel ölçekte, sistemlerin çevre değerlerine ve sürdürülebilir kalkınma ilkelerine uygun yapılandırılması kabul edilerek, bu kavramın benimsenmesi konusunda siyasal irade birliği ve dayanışma sağlaması bakımından da önemlidir. Sözleşme, "gelecek nesillerin doğal kaynaklara olan gereksinmelerinden ödün vermeden, bugünün gereksinimlerini karşılayabilme" olarak tanımlanan istikrarlı ve sürdürülebilir gelişme kavramı üzerine inşa edilmiştir. Sözleşmenin uygulanabilmesi için, doğal kaynaklarımızın kullanım ve yönetiminde önemli değişiklikler yapılması gerekmektedir.

Ayrıca, bir çok uluslararası konferanslar olmuş ve bunun sonucunda kararlar alınmıştır. Konferanslarda ele alınan “Atmosferin Korunması ve İklim Değişikliği” ile ilgili raporlar hazırlanmıştır. Bazı bakanlıklar ulusal iklim değişikliği çalışmalarını eşgüdümlü olarak yürütmüştür. Buna bağlı olarak Türkiye’de İklim Değişikliği Koordinasyon Kurulu oluşturulmuştur. 2004 yılında İlk Ulusal Bildirim Raporunun Sekreteryaya sunulması için Çevre ve Orman Bakanlığı ile UNDP işbirliğinde GEF Projesi başlatılmıştır. Türkiye’de sera gazı emisyon hesaplamaları, ulusal iklim değişikliği çalışmaları ve etkinlikleri kapsamında, Devlet İstatistik Enstitüsü (DİE) tarafından yapılmaktadır. Yakıt tüketiminden kaynaklanan sera gazlarının miktarında, bugüne değin olduğu gibi, gelecekte de bir artışın olacağı düşünülmektedir. Sera gazları içerisinde en büyük payı CO<sub>2</sub> emisyonları almaktadır. Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynağı olarak, rüzgar, jeotermal ve hidroelektrik enerjisinin çok büyük bir potansiyele sahip olduğu değerlendirilmektedir. Bu çerçevede; Türkiye’nin enerji tasarrufu, temiz teknolojiler ve yenilenebilir enerjilerin geliştirilmesi ve daha etkin kullanılması ve ormanların karbon yutakları olarak değerlendireceği projelerle sera gazı emisyonlarını kontrol etmesi beklenmektedir.

Dünyamızın doğal kaynaklarının üçte ikisinin tüketildiği, iklim değişikliği, toprak ve su kirliliği gibi çevre sorunlarının yerel, ulusal ve küresel ölçekte büyük önem kazandığı bir dönemde, toplumsal kalkınma hedeflerimizin ve doğal kaynaklarımızın, gelecek kuşakların yaşama haklarını da gözeterek şekilde planlanması için bizlere büyük görev düşmektedir. Ulusal Programda enerji konusunun yer aldığı 14’üncü bölümde enerji alanındaki öncelikler listesinde, yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanan enerji üretiminin artırılması için bir program hazırlanması kısa vadeli öncelikler arasında yer almaktadır. Programda enerjide ithalat bağımlılığının azaltılması ve arz güvenliğinin sağlanması amacıyla, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasının, Türkiye ulusal enerji politikasının son derece önemli bir parçası olduğu vurgulanarak, bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının desteklenmesi belirtilmektedir. Bu konudaki en son hedef, yenilenebilir enerji kaynakları kullanımının, serbest piyasa mekanizması ve şartlarını zorlamadan artırılması ve desteklenmesi için gerekli yasal düzenlemelerin oluşturulmasıdır. Mecliste tasarı hazırlanmış ve bu tasarıda, hidrolik, rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle, biyogaz, dalga, akıntı enerjisi ve gel-git gibi fosil olmayan enerji kaynakları yenilenebilir enerji

kaynakları olarak tanımlanırken rüzgar, güneş, jeotermal, biyokütle ile kanal veya nehir tipi veya rezervuar alanı 15 km<sup>2</sup>'nin altında olan hidroelektrik üretim tesisi kurulmasına uygun elektrik enerjisi üretim kaynakları ise bu kanun kapsamındaki yenilenebilir kaynaklar olarak tanımlanmıştır. Çevreye duyarlı bir enerji kaynağı olan rüzgar enerjisi; özellikle 1990'lı yıllardan itibaren önemli bir gelişme göstermiş ve yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır.

Ormanlar, kişilere, topluluklara ve çeşitli sektörlerle ekonomik yarar sağladığı gibi, iklim değişikliğinden su üretimine, erozyonun önlenmesinden sağlıklı yaşam ve ekosistemlere kadar uzanan çok önemli kamusal yararların da kaynağı durumundadır. Salt ekonomik büyümeyi hedefleyen kalkınma politikaları, ormanların geniş bir yelpazede sağladığı ekosistem hizmet ve ürünlerinin göz ardı edilmesini ve bu değerlerin hem bugünkü hem de gelecek kuşaklar için kaybolmasını teşvik etmektedir. Sürdürülebilir ormancılık politikasının temel hedeflerinden biri de, doğal kaynakların verimliliğinin güvence altına alınmasında yerel halkın katılımı ve dayanışmasını sağlamaktır. Bu bağlamda, orman köylülerinin yoksulluğunun giderilme gayretleri, ormanların sağladığı gerek alınıp satılabilen gerekse de alınıp satılamayan ürün ve hizmetlerinin sürdürülebilirliğinin temel şartıdır.

Bu çalışmada, Akdeniz Bölgesinin doğusunda bulunan Yukarı Seyhan Havzası'nı temsil eden Katran Çukuru Mevkii'ndeki saf (Kızılçam, Karaçam, Boylu Ardıç ve Toros Sediri) ve karışık (kızılçam-karaçam-toros sediri-toros göknarı) orman meşcerelerinin verimliliği ile C tutma kapasitesi belirlenmiştir. Bu çalışmada, meşcere verimliliğinin tayin edilmesinde "toprak üstü biyokütle" kısmı ölçülmüştür. Böylece hacim, hacim artımı, biyokütle C stoku ve C'nun yıllık girdi miktarları elde edilmiştir. Bu çalışmada, tek girişli hacim tablosu, çift girişli hacim tablosu ve allometrik regresyon denklemi (BROOKS ve WİANT, 2004) yöntemlerinden yararlanılmıştır.

Meşcerelerin toprak üstü biyokütle C stokları ve yıllık C girdileri, belirli bir yere özgü olmayan (jenerik) allometrik regresyon denklemi (BROOKS ve WİANT, 2004) ile tek ve çift girişli hacim tabloları kullanılmak suretiyle birbiriyle kıyaslamalı olarak tahmin edilmiştir. Toplam temsili orman alanındaki (13.866 ha) toprak üstü biyokütle C stok miktarları üç yöntemle karşılaştırıldığında; çift girişli tabloya göre 1.396.827 t C, tek girişli tabloya göre 1.268.306 t C ve allometrik denkleme göre 1.226.518 t C depolandığı tahmin edilmektedir. Böylece C stokları bakımından çift girişliyle

allometrik yöntem arasındaki fark % 12, tek girişliyle allometrik yöntem arasındaki fark % 3 olarak tahmin edilmiştir. Toplam meşcere alanı (13.866 ha) için yıllık C girdi miktarları tek ve çift girişli tablo yöntemlerine göre kıyaslandığında ise, sırasıyla 24.371 t C/yıl ve 54.223 t C/yıl tahmin edilmiştir. Buna göre ise, tek girişli tablo yönteminin çift girişliye göre % 55 daha düşük tahminde bulunduğu ortaya çıkmıştır. Ancak, tüm C bütçesinin hesaplanması için “toprak üstü biyokütlenin” yanısıra döküntü miktarının, döküntü çürüme hızının ve “toprak altı biyokütle” aksamalarının da sayısallaştırılması gerekmektedir. Çalışmadan elde edilen niceliksel C verileri, herdem yeşil ibreli Akdeniz ormanlarının C yutakları olarak önemini ortaya koymuştur.



## KAYNAKLAR

- AKALP, T., 1978. **Türkiye'deki Doğu Ladini Ormanlarında Hasılat Araştırmaları**. İstanbul Orman Fakültesi Doktora Tezi, İstanbul.
- ALEMDAĞ, Ş., 1962. **Türkiye'deki Kızılçam Ormanlarının Gelişim, Hasılatı ve Amenajman Esasları**. Ormanlık Araştırma Enstitüsü Teknik Bülten no: 11, Ankara.
- AMTHOR, J. S., 1995. 'Terrestrial higher-plant response to increasing atmospheric [CO<sub>2</sub>] in relation to the global carbon cycle', **Global Change Biology**, 1: 243–274.
- ANONİM, 1996. **Intergovernmental Seminar on Criteria and Indicators for Sustainable Forest Management**. Background Document (Editor: H. Grandholm, T. Vahanen, S. Sahlberg). Finnish Ministry of Agriculture and Forestry. Helsinki.
- AVERY, T. and BURKHART, H. E., 1983. **Forest Measurement**, Third Edition, McGraw-Hill Book Company.
- BROOKS, J. R. and WIANT, H. V., 2004. A simple technique for estimating cubic volume yields. **Forest Ecology and Management**, 203: 373–380.
- CURTIS, P. S. and WANG, X., 1998. A meta-analysis of elevated CO<sub>2</sub> effects on woody plant mass, form, and physiology. **Oecologia**, 113: 299-313.
- DAVIS, P.H., 1965–1985. **Flora of Turkey and the East Aegean Islands**, Vol. 1–9, Edinburgh University Press, Edinburgh, UK.
- 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.
- ELER, Ü., 2003. **Dendrometri**, SDÜ Basımevi, No: 32, 233 s, Isparta.
- ERDÖNMEZ, M., 2003. Görsel Kaynak Yönetim ve Türkiye Ormanlığı, **Orman Mühendisliği Dergisi**, Sayı: 11-12, Ankara.
- EVCİMEN, B. S., 1963. **Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılatı ve Amenajman Esasları**, OGM Yayınları, sıra no: 355, seri no: 16, Ankara.
- EVRENDİLEK, F. ve DOYGUN, H., 2000. Assessing major ecosystem types and the challenge of sustainability in Turkey, **Environmental Management**, 26: 479-489.
- , 2004. An inventory-based carbon budget for forest and woodland ecosystems of Turkey. **Journal of Environmental Monitoring**, 6: 24-30.
- , 2004. Ekolojik Sistemlerin Analizi, Yönetimi ve Modellenmesi. **PapatyaYayıncılık**. ISBN 975-6797-59-2.
- , BERBEROĞLU, S., MEYDAN S. ve YILMAZ E., 2005. Quantifying carbon budgets of conifer mediterranean forest ecosystems, Turkey, **Environmental Monitoring and Assessment** (Basımda).
- and ERTEKİN, C., 2003. Assessing the potentials of renewable energy sources in Turkey. **Renewable Energy**, 28: 2303-2315.
- and WALI, M.K., 2004. Changing global climate: historical carbon and nitrogen budgets and projected responses of Ohio's Cropland Ecosystems. **Ecosystems**, 7: 381-392.
- FALKOWSKI, P. G. and RAVEN, J. A., 1997. **Aquatic Photosynthesis**. Blackwell Science Ltd, Oxford.
- FAO., 1995. **Forest Products 1991-1995, Yearbook**, FAO Forestry Series No: 30.

- FAO Statistic Series No: 137. Roma, Italy.
- FIELD, C. B., BEHRENFELD, M. J., RANDERSON, J. T., FALKOWSKI, P. G., 1998. Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. **Science**, 281: 237-240.
- FIRAT, F., 1972. **Orman Hasılat Bilgisi**, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- FARRELL, E.P., RYAN, D., FÜHRER, E., ANDERSSON F., HÜTTL R. and PIUSSI P., 2000. European forest ecosystems: building the future on the legacy of the past. **Forest Ecology and Management**, 132: 5-20.
- HUSCH, B., MILLER, C. I. and BEERS, T. W., 1982. Forest Mensuration, **Third Edition, John Willey & Sons Inc.**
- ISCW., 1995. **Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)**. Metadata provided by Gauteng Provincial Government-DACEL. Pretoria. [www.gpg.gov.za/](http://www.gpg.gov.za/)
- IGBP., 1998. Terrestrial Carbon Working Group. The terrestrial carbon cycle. **Implications for the Kyoto Protocol**. *Science*, 280, 1393-1394.
- KALIPSIZ, A., 1999. **Dendrometri**, İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi Yayınları, İstanbul,
- KAPUCU, F., YAVUZ, H., GÜL, A. U., ve MISIR, N., 2002. **Kestane Meşcerelerinin Hasılatı ve Amenajman Esasları**, TOGTAG/TARP-2229.
- KIMMINS, J. P., 1988. Community organization: methods of study and prediction of the productivity and yield of forest ecosystems. **Canadian Journal of Botany** 66: 2654-2672.
- KÖPPEN, W., 1931. **Grundriss der Klimakunde**, Walter de Gruyter & Co.
- MEYER-BERTHAUD B., SCHECKLER S. E., WENDT, J., 1999. Archaeopteris is the earliest known modern tree. **Nature**, 398: 700-701.
- OGM., 2002. Orman Genel Müdürlüğü (OGM). **Karsanti İşletme Şefliği Amenajman Planı**, Adana.
- LIETH, H. and WHITTAKER, R.H., 1975. Methods of assessing terrestrial productivity. Primary Productivity of the Biosphere. **Springer-Verlag**, New York.
- PRINCE, S. D. and GOWARD, S. N., 1995. Global primary production: A remote sensing approach, **Journal of Biogeography**, 22: 815–835.
- RAVEN, J. A., 1998. Extrapolating feedback processes from the present to the past. **Philosophical Transactions of the Royal Society of London**, B 353: 19-28.
- RAVEN, J. A. and EDWARDS, D., 2001. Roots, evolutionary origins and biogeochemical significance. **Journal of Experimental Botany**, 52: 381-401.
- REC, 2005. Uluslararası Müzakereler. **Bölgesel Çevre Merkezi (REC)**, Türkiye. [www.rec.org.tr/](http://www.rec.org.tr/)
- RECKNAGEL, A. B. and BENTLEY, J., 1985. **Forest Management**, DFA International, London.
- SCHLESINGER, W. H., 1997. **Carbon Cycle of Terrestrial Ecosystems. Biogeochemistry, an analysis of global change**. 2nd ed., Academic Press, San Diego.
- SPURR, S. H., 1952. **Forest Inventory**, Ronald Press Co. New York.
- TMMOB., 2006. Çevre Mühendisleri Odası (TMMOB). **7. Dönem Çalışma Raporu (2004-2006)**, 263 s. [www.cmo.org.tr](http://www.cmo.org.tr)

- UĞUR, A., 2005. **Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Amaçlı Kullanımına İlişkin Kanun Tasarısı**. Elektrik Mühendisliği Yayını, 67 s.
- UN-ECE/FAO, 2000. Forest Resources of Europe, Cis, North America, Australia, Japan and New Zealand: Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000, **Geneva Timber and Forest Study Papers** No: 17, Rome.
- UNFCCC., 1997. Kyoto Protocol to the United Nation Framework Convention on Climate Change. <http://unfccc.int/>.
- UPANOI, T. and TRIPATHI, N. K., 2002. A Satellite Based Monitoring of Changes in Mangroves in Krabi. **Management & Monitoring**. Thailand. [www.GISdevelopment.net](http://www.GISdevelopment.net)
- WALI, M. K., EVRENDILEK, F., WEST, T. O., WATTS, S. E., PANT, D., GIBBS, H. K. and MCCLEAD, B. E., 1999. Assessing terrestrial ecosystem sustainability: Usefulness of regional carbon and nitrogen models. **Nature & Resources**, 35: 21–33.
- WALKER, B. and STEFFEN, W., 1997. An overview of the implications of global change for natural and managed terrestrial ecosystems, **Conservation Ecology** 1, 1-19.
- YEŞİL, A., 1992. Değişik Sıklık ve Bonitetlerdeki Kızılcım Meşcerelerinin Yaşı ve Gelişimi. **İstanbul Orman Fakültesi Doktora Tezi**, İstanbul.

## ÖZGEÇMİŞ

1977 yılında Antakya'da doğdum. İlk, orta ve lise öğrenimimi aynı ilde tamamladım. 1996 yılında girdiğim Ankara Üniversitesi Çankırı Orman Fakültesi'nden, 2000 yılında, Orman Mühendisi ünvanıyla mezun oldum. 2003 yılında M.K.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans öğrencisi olarak öğrenimime başladım.

**EK 1 : Tek Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Kızılçam'a ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kademeleri (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Bir Ağacın Hacmi (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Bir Ağaçtaki Artım (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Artım (m <sup>3</sup> )	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C Stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
8-11,9	10		0,025		0,001					
12-15,9	14		0,063		0,003					
16-19,9	18	1	0,123	0,123	0,005	0,005	0,062	0,003	0,031	0,001
20-23,9	22	4	0,208	0,832	0,008	0,032	0,416	0,016	0,208	0,008
24-27,9	26	3	0,319	0,957	0,011	0,033	0,479	0,017	0,239	0,008
28-31,9	30	2	0,458	0,916	0,013	0,026	0,458	0,013	0,229	0,007
32-35,9	34	3	0,624	1,872	0,015	0,045	0,936	0,023	0,468	0,011
36-39,9	38	4	0,818	3,272	0,017	0,068	1,636	0,034	0,818	0,017
40-43,9	42	1	1,041	1,041	0,018	0,018	0,521	0,009	0,260	0,005
44-47,9	46		1,293		0,019					
48-51,9	50		1,572		0,020					
52-55,9	54	1	1,878	1,878	0,021	0,021	0,939	0,011	0,470	0,005
56-59,9	58	2	2,215	4,430	0,022	0,044	2,215	0,022	1,108	0,011
<b>Örnek alanda</b>		<b>21,00</b>		<b>15,32</b>		<b>0,29</b>	<b>7,66</b>	<b>0,15</b>	<b>3,83</b>	<b>0,07</b>
<b>1 ha</b>		<b>525,00</b>		<b>383,03</b>		<b>7,30</b>	<b>191,51</b>	<b>3,65</b>	<b>95,76</b>	<b>1,83</b>
<b>Meşcerede (8.266 ha)</b>		<b>4.339.650</b>		<b>3.166.126</b>		<b>60.342</b>	<b>1.583.022</b>	<b>30.171</b>	<b>791.552</b>	<b>15.127</b>

**EK 2 : Tek Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Karaçam'a ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kademeleri (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Bir Ağacın Hacmi (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Bir Ağaçtaki Artım (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Artım (m <sup>3</sup> )	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C Stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
8-11,9	10		0,036		0,002					
12-15,9	14		0,076		0,004					
16-19,9	18		0,014		0,006					
20-23,9	22		0,234		0,009					
24-27,9	26		0,368		0,012					
28-31,9	30		0,543		0,015					
32-35,9	34		0,753		0,017					
36-39,9	38	3	1,003	3,009	0,019	0,057	1,505	0,029	0,752	0,014
40-43,9	42	3	1,303	3,909	0,021	0,063	1,955	0,032	0,977	0,016
44-47,9	46	2	1,649	3,298	0,023	0,046	1,649	0,023	0,825	0,012
48-51,9	50	1	2,304	2,304	0,024	0,024	1,152	0,012	0,576	0,006
52-55,9	54		2,472		0,026					
56-59,9	58	3	2,959	8,877	0,027	0,081	4,439	0,041	2,219	0,020
<b>örnek alanda</b>		<b>12,00</b>		<b>21,40</b>		<b>0,27</b>	<b>10,70</b>	<b>0,14</b>	<b>5,35</b>	<b>0,07</b>
<b>1 ha</b>		<b>300,00</b>		<b>534,93</b>		<b>6,78</b>	<b>267,46</b>	<b>3,39</b>	<b>133,73</b>	<b>1,69</b>
<b>Meşcerede (849,5 ha)</b>		<b>254.850</b>		<b>454.423</b>		<b>5.760</b>	<b>227.207</b>	<b>2.880</b>	<b>113.604</b>	<b>1.436</b>

**EK 3 : Tek Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Sedir'e ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kademeleri (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Bir Ağacın Hacmi (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Bir Ağaçtaki Artım (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Artım (m <sup>3</sup> )	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C Stoku (t)	Toplam C girdi Miktarı (t/yıl)
8-11,9	10		0,024		0,003					
12-15,9	14	2	0,074	0,148	0,006	0,012	0,074	0,006	0,037	0,003
16-19,9	18		0,145		0,008					
20-23,9	22	2	0,241	0,482	0,009	0,018	0,241	0,009	0,121	0,005
24-27,9	26	4	0,364	1,456	0,011	0,044	0,728	0,022	0,364	0,011
28-31,9	30	3	0,513	1,539	0,013	0,039	0,770	0,020	0,385	0,010
32-35,9	34	3	0,698	2,094	0,014	0,042	1,047	0,021	0,524	0,011
36-39,9	38	1	0,909	0,909	0,015	0,015	0,455	0,008	0,227	0,004
40-43,9	42	2	1,149	2,298	0,015	0,030	1,149	0,015	0,575	0,008
44-47,9	46	1	1,416	1,416	0,016	0,016	0,708	0,008	0,354	0,004
48-51,9	50	1	1,723	1,723	0,017	0,017	0,862	0,009	0,431	0,004
52-55,9	54		2,504		0,018					
56-59,9	58	1	2,413	2,413	0,020	0,020	1,207	0,010	0,603	0,005
<b>Örnek alanda</b>		<b>20</b>		<b>14,48</b>		<b>0,25</b>	<b>7,24</b>	<b>0,13</b>	<b>3,620</b>	<b>0,06</b>
<b>1 ha</b>		<b>500</b>		<b>361,95</b>		<b>6,33</b>	<b>180,98</b>	<b>3,16</b>	<b>90,49</b>	<b>1,58</b>
<b>Meşcerede (34 ha)</b>		<b>17.000</b>		<b>12.306</b>		<b>215</b>	<b>6.153</b>	<b>107</b>	<b>3.077</b>	<b>54</b>

**EK 4 : Tek Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Ardıç'a ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kademeleri (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Bir Ağacın Hacmi (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Bir Ağaçtaki Artım (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Artım (m <sup>3</sup> )	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C Stoku (t)	Toplam C girdi Miktarı (t/yıl)
8-11,9	10	3	0,020	0,060	0,001	0,003	0,030	0,002	0,015	0,001
12-15,9	14		0,060		0,003					
16-19,9	18	7	0,110	0,770	0,005	0,035	0,385	0,018	0,193	0,009
20-23,9	22	2	0,170	0,340	0,007	0,014	0,170	0,007	0,085	0,004
24-27,9	26	3	0,250	0,750	0,009	0,027	0,375	0,014	0,188	0,007
28-31,9	30	6	0,350	2,100	0,011	0,066	1,050	0,033	0,525	0,017
32-35,9	34	3	0,470	1,410	0,013	0,039	0,705	0,020	0,353	0,010
36-39,9	38	1	0,620	0,620	0,015	0,015	0,310	0,008	0,155	0,004
40-43,9	42		0,790		0,018					
44-47,9	46		1,000		0,020					
48-51,9	50		1,240		0,021					
52-55,9	54		1,510		0,022					
56-59,9	58		1,830		0,023					
<b>Örnek alanda</b>		<b>25</b>		<b>6,05</b>		<b>0,20</b>	<b>3,03</b>	<b>0,10</b>	<b>1,51</b>	<b>0,05</b>
<b>1 ha</b>		<b>625</b>		<b>151,25</b>		<b>4,98</b>	<b>75,63</b>	<b>2,49</b>	<b>37,81</b>	<b>1,24</b>
<b>Meşcerede (205 ha)</b>		<b>128.125</b>		<b>31.006</b>		<b>1.021</b>	<b>15.504</b>	<b>510</b>	<b>7.751</b>	<b>254</b>



**EK 5 : Tek Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Karışıma ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kademeleri (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Bir Ağacın Hacmi (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Bir Ağaçtaki Artım (m <sup>3</sup> )	Çap Kad. Toplam Artım (m <sup>3</sup> )	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyokütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C Stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
<b><i>Abies cilicica</i> (Toros Göknarı)</b>										
8-11,9	10		0,023		0,002					
12-15,9	14	7	0,061	0,427	0,004	0,028	0,214	0,014	0,107	0,007
16-19,9	18	4	0,125	0,500	0,006	0,024	0,250	0,012	0,125	0,006
20-23,9	22	4	0,219	0,876	0,008	0,032	0,438	0,016	0,219	0,008
24-27,9	26	1	0,345	0,345	0,011	0,011	0,173	0,006	0,086	0,003
28-31,9	30		0,507		0,013					
32-35,9	34	2	0,704	1,408	0,015	0,030	0,704	0,015	0,352	0,008
36-39,9	38		0,931		0,016					
40-43,9	42	1	1,193	1,193	0,017	0,017	0,597	0,009	0,298	0,004
44-47,9	46		1,476		0,018					
48-51,9	50	1	1,777	1,777	0,018	0,018	0,889	0,009	0,444	0,005
52-55,9	54		2,102		0,019					
56-59,9	58		2,447		0,019					
<b><i>Cedrus libani</i> (Lübnan Sediri)</b>										
8-11,9	10	2	0,023	0,046	0,002	0,004	0,023	0,002	0,012	0,001
12-15,9	14	2	0,061	0,122	0,004	0,008	0,061	0,004	0,031	0,002
16-19,9	18		0,125		0,006					
20-23,9	22	1	0,219	0,219	0,008	0,008	0,110	0,004	0,055	0,002
24-27,9	26	2	0,345	0,690	0,011	0,022	0,345	0,011	0,173	0,006
28-31,9	30	1	0,507	0,507	0,013	0,013	0,254	0,007	0,127	0,003
32-35,9	34	1	0,704	0,704	0,015	0,015	0,352	0,008	0,176	0,004

**EK 5 : (Devam) Tek Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Karışıma ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

36-39,9	38		0,931		0,016					
40-43,9	42	1	1,193	1,193	0,017	0,017	0,597	0,009	0,298	0,004
44-47,9	46		1,476		0,018					
48-51,9	50		1,777		0,018					
52-55,9	54		2,102		0,019					
56-59,9	58		2,447		0,019					
<b><i>Pinus nigra (Karaçam)</i></b>										
8-11,9	10	1	0,023	0,023	0,002	0,002	0,012	0,001	0,006	0,001
12-15,9	14	1	0,061	0,061	0,004	0,004	0,031	0,002	0,015	0,001
16-19,9	18		0,125		0,006					
20-23,9	22		0,219		0,008					
24-27,9	26	1	0,345	0,345	0,011	0,011	0,173	0,006	0,086	0,003
28-31,9	30		0,507		0,013					
32-35,9	34		0,704		0,015					
36-39,9	38		0,931		0,016					
40-43,9	42	1	1,193	1,193	0,017	0,017	0,597	0,009	0,298	0,004
44-47,9	46	1	1,476	1,476	0,018	0,018	0,738	0,009	0,369	0,005
48-51,9	50	1	1,777	1,777	0,018	0,018	0,889	0,009	0,444	0,005
52-55,9	54		2,102		0,019					
56-59,9	58		2,447		0,019					
<b>Örnek alanda</b>	<b>36</b>		<b>14,88</b>		<b>0,32</b>	<b>7,44</b>	<b>0,16</b>	<b>3,72</b>	<b>0,08</b>	
<b>1 ha</b>	<b>900</b>		<b>372,05</b>		<b>7,93</b>	<b>186,03</b>	<b>3,96</b>	<b>93,01</b>	<b>1,98</b>	
<b>Meşcerede (3.788 ha)</b>	<b>3.409.200</b>		<b>1.409.325</b>		<b>30.039</b>	<b>704.682</b>	<b>15.000</b>	<b>352.322</b>	<b>7.500</b>	

**EK 6 : Çift Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Kızılçam'a ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kad. (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Boya Karşılık Gelen Hacimler (m <sup>3</sup> )	Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Tek Ağaçtaki Ort. Hacim (m <sup>3</sup> )	V2- V1 (m <sup>3</sup> )	Farkların Ort. (ΔV)	Artış Faktörü (ΔV/Δd)	Yıllık Ort. Kbl. Çap Artımı (İd)	Tek Ağacın Yıllık Artım Değeri (ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Toplam Yıllık Artım Değeri (f*ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Biyo- kütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyo- kütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
12 – 15.9	14	0			0,103										
16 – 19.9	18	1	0,165	0,165	0,165	0,062	0,079	0,020	0,332	0,007	0,007	0,083	0,003	0,041	0,002
20 – 23.9	22	4	0,211+0,256+0,301+0,279	1,047	0,261	0,096	0,098	0,024	0,387	0,009	0,038	0,524	0,019	0,262	0,009
24 – 27.9	26	3	0,360+0,360+0,360	1,080	0,360	0,099	0,112	0,028	0,443	0,012	0,037	0,540	0,019	0,270	0,009
28 – 31.9	30	2	0,463+0,505	0,968	0,484	0,124	0,177	0,044	0,498	0,022	0,044	0,484	0,022	0,242	0,011
32 – 35.9	34	3	0,658+0,740+0,740	2,138	0,713	0,229	0,246	0,061	0,553	0,034	0,102	1,069	0,051	0,535	0,025
36 – 39.9	38	4	0,941+1,009+1,009+0,941	3,900	0,975	0,262	0,186	0,046	0,609	0,028	0,113	1,950	0,056	0,975	0,028
40 – 43.9	42	1	1,084	1,084	1,084	0,109	0,149	0,037	0,664	0,025	0,025	0,542	0,012	0,271	0,006
44 – 47.9	46	0			1,273	0,189	0,226	0,056	0,720	0,041					
48 – 51.9	50	0			1,535	0,262	0,316	0,079	0,775	0,061					
52 – 55.9	54	1	1,904	1,904	1,904	0,369	0,443	0,111	0,831	0,092	0,092	0,952	0,046	0,476	0,023
56 – 59.9	58	2	2,421+2,421	4,842	2,421	0,517	0,408	0,102	0,886	0,090	0,181	2,421	0,090	1,211	0,045
60 – 64,9	62	0			2,720	0,299									
<b>örnek alanda</b>		<b>21</b>		<b>17,13</b>							<b>0,64</b>	<b>8,56</b>	<b>0,32</b>	<b>4,28</b>	<b>0,16</b>
<b>1 ha</b>		<b>525</b>		<b>428,20</b>							<b>15,94</b>	<b>214,10</b>	<b>7,97</b>	<b>107,05</b>	<b>3,98</b>
<b>Meşcerede (8.266 ha)</b>		<b>4.339.650</b>		<b>3.539.501</b>							<b>131.760</b>	<b>1.769.751</b>	<b>65.880</b>	<b>884.875</b>	<b>32.899</b>

**EK 7 : Çift Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Karaçam'a ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kad. (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Boya Karşılık Gelen Hacimler (m <sup>3</sup> )	Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Tek Ağaçtaki Ort. Hacim (m <sup>3</sup> )	V2-V1 (m <sup>3</sup> )	Farkların Ort. (ΔV)	Artış Faktörü (ΔV/Δd)	Yıllık Ort. Kbl. Çap Artımı (İd)	Tek Ağacın Yıllık Artım Değeri (ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Toplam Yıllık Artım Değeri (f*ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Biyo-kütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyo-kütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
32 – 35.9	34	0			0,810										
36 – 39.9	38	3	1,116+1,265+1,018	3,399	1,133	0,323	0,263	0,066	0,609	0,040	0,120	1,700	0,060	0,850	0,030
40 – 43.9	42	3	1,435+1,316+1,256	4,007	1,336	0,203	0,302	0,075	0,664	0,050	0,150	2,004	0,075	1,002	0,038
44 – 47.9	46	2	1,318+2,153	3,471	1,736	0,400	0,604	0,151	0,720	0,109	0,217	1,736	0,109	0,868	0,054
48 – 51.9	50	1	2,543	2,543	2,543	0,807	0,668	0,167	0,775	0,129	0,129	1,272	0,065	0,636	0,032
52 – 55.9	54	0			3,072	0,529	0,449	0,112	0,831	0,093					
56 – 59.9	58	3	3,272+3,373+3,678	10,323	3,441	0,369	0,518	0,130	0,886	0,115	0,344	5,162	0,172	2,581	0,086
60 – 64,9	62	0			4,108	0,667									
<b>örnek alanda</b>		<b>12</b>		<b>23,74</b>							<b>0,96</b>	<b>11,87</b>	<b>0,48</b>	<b>5,94</b>	<b>0,24</b>
<b>1 ha</b>		<b>300</b>		<b>593,58</b>							<b>24,03</b>	<b>296,79</b>	<b>12,01</b>	<b>148,39</b>	<b>6,01</b>
<b>Meşcerede (849,5 hektar)</b>		<b>254.850</b>		<b>504.246</b>							<b>20.143</b>	<b>252.123</b>	<b>10.202</b>	<b>126.057</b>	<b>5.105</b>

**EK 8 : Çift Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Sedir'e ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kad. (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Boya Karşılık Gelen Hacimler (m <sup>3</sup> )	Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Tek Ağaçtaki Ort. Hacim (m <sup>3</sup> )	V2-V1 (m <sup>3</sup> )	Farkların Ort. (ΔV)	Artış Faktörü (ΔV/Δd)	Yıllık Ort. Kbl. Çap Artımı (İd)	Tek Ağacın Yıllık Artım Değeri (ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Toplam Yıllık Artım Değeri (f*ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Biyo-kütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyo-kütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
20 – 23.9	22	2	0,318+0,318	0,636	0,318	0,113	0,107	0,027	0,387	0,010	0,021	0,318	0,010	0,159	0,005
24 – 27.9	26	4	0,413+0,342+0,389+0,533	1,677	0,419	0,101	0,247	0,062	0,443	0,027	0,109	0,839	0,055	0,419	0,027
28 – 31.9	30	3	0,721+0,964+0,751	2,436	0,812	0,393	0,197	0,049	0,498	0,024	0,073	1,218	0,037	0,609	0,018
32 – 35.9	34	3	0,687+0,687+0,960	2,334	0,778	0,000	0,233	0,058	0,553	0,032	0,097	1,167	0,048	0,584	0,024
36 – 39.9	38	1	1,243	1,243	1,243	0,465	0,348	0,087	0,609	0,053	0,053	0,622	0,026	0,311	0,013
40 – 43.9	42	2	1,388+1,557	2,945	1,473	0,230	0,267	0,067	0,664	0,044	0,089	1,473	0,044	0,736	0,022
44 – 47.9	46	1	1,777	1,777	1,777	0,304	0,502	0,125	0,720	0,090	0,090	0,889	0,045	0,444	0,023
48 – 51.9	50	1	2,476	2,476	2,476	0,699	0,610	0,153	0,775	0,118	0,118	1,238	0,059	0,619	0,030
52 – 55.9	54	0			2,997	0,521	0,453	0,113	0,831	0,094					
56 – 59.9	58	1	3,382	3,382	3,382	0,385	0,529	0,132	0,886	0,117	0,117	1,691	0,059	0,846	0,029
60 – 64,9	62	0			4,054	0,672									
<b>örnek alanda</b>		<b>18</b>		<b>18,91</b>							<b>0,77</b>	<b>9,45</b>	<b>0,38</b>	<b>4,73</b>	<b>0,19</b>
<b>1 ha</b>		<b>450</b>		<b>472,65</b>							<b>19,17</b>	<b>236,33</b>	<b>9,59</b>	<b>118,16</b>	<b>4,79</b>
<b>Meşcerede (34 ha)</b>		<b>15.300</b>		<b>16.070</b>							<b>652</b>	<b>8.035</b>	<b>326</b>	<b>4.017</b>	<b>163</b>

**EK 9 : Çift Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Ardiç'a ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kad. (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Boya Karşılık Gelen Hacimler (m <sup>3</sup> )	Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Tek Ağaçtaki Ort. Hacim (m <sup>3</sup> )	V2-V1 (m <sup>3</sup> )	Farkların Ort. (ΔV)	Artış Faktörü (ΔV/Δd)	Yıllık Ort. Kbl. Çap Artımı (İd)	Tek Ağacın Yıllık Artım Değeri (ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Toplam Yıllık Artım Değeri (f*ΔV/Δd*İd) (m <sup>3</sup> )	Biyo-kütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyo-kütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
4 – 7.9	6	0			0,010										
8 – 11.9	10	3	0,019+0,018+0,020	0,057	0,019	0,009	0,016	0,004	0,221	0,001	0,003	0,029	0,001	0,014	0,001
12 – 15.9	14	0			0,042	0,023	0,030	0,008	0,276	0,002					
16 – 19.9	18	7	0,075+0,069+0,080+0,089+0,080+0,080+0,080	0,553	0,079	0,037	0,041	0,010	0,332	0,003	0,024	0,277	0,012	0,138	0,006
20 – 23.9	22	2	0,120+0,127	0,247	0,124	0,045	0,060	0,015	0,387	0,006	0,012	0,124	0,006	0,062	0,003
24 – 27.9	26	3	0,197+0,209+0,187	0,593	0,198	0,074	0,077	0,019	0,443	0,008	0,025	0,297	0,013	0,148	0,006
28 – 31.9	30	6	0,306+0,274+0,274+0,274+0,274+0,260	1,662	0,277	0,079	0,099	0,025	0,498	0,012	0,074	0,831	0,037	0,416	0,018
32 – 35.9	34	3	0,365+0,476+0,346	1,187	0,396	0,119	0,110	0,028	0,553	0,015	0,046	0,594	0,023	0,297	0,011
36 – 39.9	38	1	0,497	0,497	0,497	0,101	0,131	0,033	0,609	0,020	0,020	0,249	0,010	0,124	0,005
40 – 43.9	42	0			0,658	0,161									
<b>örnek alanda</b>		<b>25</b>		<b>4,80</b>							<b>0,20</b>	<b>2,40</b>	<b>0,10</b>	<b>1,20</b>	<b>0,05</b>
<b>1 ha</b>		<b>625</b>		<b>119,90</b>							<b>5,07</b>	<b>59,95</b>	<b>2,54</b>	<b>29,98</b>	<b>1,27</b>
<b>Meşcerede (205 ha)</b>		<b>128.125</b>		<b>24.580</b>							<b>1.039</b>	<b>12.290</b>	<b>521</b>	<b>6.146</b>	<b>260</b>

**EK 10 : Çift Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Karışıma ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

Çap Kad. (cm)	Orta Çap (cm)	Ağaç Sayısı (n)	Boya Karşılık Gelen Hacimler (m <sup>3</sup> )	Toplam Hacim (m <sup>3</sup> )	Tek Ağaçtaki Ort. Hacim (m <sup>3</sup> )	V2- V1 (m <sup>3</sup> )	Farkların Ort. (ΔV)	Artış Faktörü (ΔV/Δd)	Yıllık Ort. Kbl. Çap Artımı (İd)	Tek Ağacın Yıllık Artım Değeri (ΔV/Δd*İd)	Toplam Yıllık Artım Değeri (f*ΔV/Δd*İd)	Biyo- kütlenin kuru ağırlığı (t)	Biyo- kütlenin kuru ağırlığı (t/yıl)	Toplam C stoku (t)	Toplam C girdi miktarı (t/yıl)
<b>Abies cilicica (Toros Göknarı)</b>															
8 – 11.9	10	0			0,036										
12 – 15.9	14	7	0,069+0,069+0,076+0,069 +0,069+0,076+0,069	0,497	0,071	0,035	0,065	0,016	0,276	0,004	0,031	0,249	0,016	0,124	0,008
16 – 19.9	18	4	0,158+0,170+0,112+0,220	0,660	0,165	0,094	0,081	0,020	0,332	0,007	0,027	0,330	0,013	0,165	0,007
20 – 23.9	22	4	0,214+0,232+0,196+0,287	0,929	0,232	0,067	0,252	0,063	0,387	0,024	0,098	0,465	0,049	0,232	0,024
24 – 27.9	26	1	0,669	0,669	0,669	0,437	0,219	0,055	0,443	0,024	0,024	0,335	0,012	0,167	0,006
28 – 31.9	30	0			0,558	0,000	0,040	0,010	0,498	0,005					
32 – 35.9	34	2	0,554+0,719	1,273	0,637	0,079	0,141	0,035	0,553	0,020	0,039	0,637	0,020	0,318	0,010
36 – 39.9	38	0			0,840	0,203	0,221	0,055	0,609	0,034					
40 – 43.9	42	1	1,079	1,079	1,079	0,239	0,176	0,044	0,664	0,029	0,029	0,540	0,015	0,270	0,007
44 – 47.9	46	0			1,191	0,112	0,235	0,059	0,720	0,042					
48 – 51.9	50	1	1,548	1,548	1,548	0,357	0,396	0,099	0,775	0,077	0,077	0,774	0,038	0,387	0,019
52 – 55.9	54	0			1,983	0,435									
<b>Cedrus libani (Lübnan Sediri)</b>															
4 – 7.9	6	0			0,012										
8 – 11.9	10	2	0,019+0,030	0,049	0,025	0,013	0,032	0,008	0,221	0,002	0,003	0,025	0,002	0,012	0,001
12 – 15.9	14	2	0,078+0,071	0,149	0,075	0,050	0,066	0,017	0,276	0,005	0,009	0,075	0,005	0,037	0,002
16 – 19.9	18	0			0,157	0,082	0,095	0,024	0,332	0,008					

**EK 10 : (Devam) Çift Girişli A.H.T.'ndan yararlanılarak, Karışıma ait Hacim ve C değerlerinin hesaplanması**

20 – 23.9	22	1	0,265	0,265	0,265	0,108	0,116	0,029	0,387	0,011	0,011	0,133	0,006	0,066	0,003
24 – 27.9	26	2	0,389+0,389	0,778	0,389	0,124	0,152	0,038	0,443	0,017	0,034	0,389	0,017	0,195	0,008
28 – 31.9	30	1	0,569	0,569	0,569	0,180	0,169	0,042	0,498	0,021	0,021	0,285	0,010	0,142	0,005
32 – 35.9	34	1	0,726	0,726	0,726	0,157	0,143	0,036	0,553	0,020	0,020	0,363	0,010	0,182	0,005
36 – 39.9	38	0			0,854	0,128	0,070	0,018	0,609	0,011					
40 – 43.9	42	1	0,866	0,866	0,866	0,012	0,132	0,033	0,664	0,022	0,022	0,433	0,011	0,217	0,005
44 – 47.9	46	0			1,117	0,251									
<b><i>Pinus nigra (Karaçam)</i></b>															
4 – 7.9	6	0			0,030										
8 – 11.9	10	1	0,045	0,045	0,045	0,015	0,022	0,006	0,221	0,001	0,001	0,023	0,001	0,011	0,000
12 – 15.9	14	1	0,074	0,074	0,074	0,029	0,082	0,020	0,276	0,006	0,006	0,037	0,003	0,019	0,001
16 – 19.9	18	0			0,208	0,134	0,116	0,029	0,332	0,010					
20 – 23.9	22	0			0,305	0,097	0,121	0,030	0,387	0,012					
24 – 27.9	26	1	0,449	0,449	0,449	0,144	0,163	0,041	0,443	0,018	0,018	0,225	0,009	0,112	0,005
28 – 31.9	30	0			0,631	0,182	0,181	0,045	0,498	0,022					
32 – 35.9	34	0			0,810	0,179	0,194	0,048	0,553	0,027					
36 – 39.9	38	0			1,018	0,208	0,283	0,071	0,609	0,043					
40 – 43.9	42	1	1,375	1,375	1,375	0,357	0,394	0,098	0,664	0,065	0,065	0,688	0,033	0,344	0,016
44 – 47.9	46	1	1,805	1,805	1,805	0,430	0,346	0,086	0,720	0,062	0,062	0,903	0,031	0,451	0,016
48 – 51.9	50	1	2,066	2,066	2,066	0,261	0,365	0,091	0,775	0,071	0,071	1,033	0,035	0,517	0,018
52 – 55.9	54	0			2,534	0,468									
<b>örnek alanda</b>		<b>36</b>		<b>15,87</b>							<b>0,67</b>	<b>7,94</b>	<b>0,33</b>	<b>3,97</b>	<b>0,17</b>
<b>1 ha</b>		<b>900</b>		<b>396,78</b>							<b>16,69</b>	<b>198,39</b>	<b>8,34</b>	<b>99,19</b>	<b>4,17</b>
<b>Meşcerede (3.788 ha)</b>		<b>3.409.200</b>		<b>1.503.003</b>							<b>63.222</b>	<b>751.501</b>	<b>31.592</b>	<b>375.732</b>	<b>15.796</b>