

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS

**DÜZCE YÖRESİNDE YETİŞEN KAYIN'IN (*Fagus orientalis* Lipsky.)
ÇAP İLE BİYOKÜTLE VE DİRİ-ODUN İLE YAPRAK YÜZEY
ALANI İLİŞKİSİ**

SEVİLAY ADIYAMAN DOĞAN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2010

DÜZCE



**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS

**DÜZCE YÖRESİNDE YETİŞEN KAYIN'IN (*Fagus orientalis* Lipsky.)
ÇAP İLE BİYOKÜTLE VE DİRİ-ODUN İLE YAPRAK YÜZEY
ALANI İLİŞKİSİ**

SEVİLAY ADIYAMAN DOĞAN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2010

DÜZCE

ABSTRACT

DIAMETER-BASED BIOMASS PREDICTION AND ASSESMENT OF LEAF AREA:SAPWOOD RATIO FOR EASTERN BEACH (*Fagus orientalis* Lipsky) IN DUZCE PROVINCE

SEVİLAY ADIYAMAN DOĞAN
Master of Science: Department of Forest Engineering

Advisor: Associate Professor Dr. Oktay YILDIZ

August 2010, 28 pages

The relationship between leaf surface area and sapwood varies among species and growing conditions. The aim of this study is to determine the relationship between leaf surface area and sapwood of eastern beech in the inland part of Duzce located in western Black Sea climatic region. The sites were selected in Asar Forest Management Chiefship of the Duzce Forest Management Directorate located in Elmacık mountain series on southern part of Duzce Valley

In July-August, 2009 sample trees were selected from 27 units of Forest Management Chiefship. The total of 30 sample trees with the diameters at breast height (dbh) between 15-40 cm were selected for the study. Once the sample trees was fallen-down their dbh, height, height to crown base, crown-height etc. were recorded. Then trunk, live and dead branches were separated with a chain-saw. These tree components were weighted in the field then from each components three sub-samples were taken to the lab to determine the moisture conditions. The belowground part of the trees was sampled using pickaxes and an excavator. Once the samples were brought to the lab, they were oven dried at 65 °C until the weight was stabilized. Using these dry-weight ratios, the biomasses of the tree components (trunk, branch, leaf and root) were calculated.

To estimate the amount of the leaf, the spurs from each branch were clipped and placed in nylon-mesh bags then weighed in the field. From each bag about three kg of three sub-samples were brought to the lab. In the lab, each leaf was plucked to separate the leaf and woody parts of the spurs. From each sub-samples, projected leaf area of 7-8 leaves were measured using a leaf area scanner (ADC, Bioscientific Ltd. Area-meter, AM-300). Then the weight of the same samples was also recorded to determine the relationship between the area and weight of the samples.

To determine the sap-wood area 5 cm thick disks were sampled at dbh and crown base on each tree. Diameter and bark thickness of each disk were recorded and sap wood areas were calculated as cm^2 . The relationship between sap-wood and leaf-surface area were determined with linear regression analysis.

Analysis of data indicated that there was a linear positive relationship ($R^2 = 0.7674$) between total above- and below-ground biomass and dbh of beech trees. The biomass of the trunk was also positively and linearly related ($R^2 = 0.7075$) to the dbh.

The results of the analysis also indicated that the sap-wood area and projected leaf area has a positive linear relationship ($R^2 = 0.157$) for eastern beech. However, the effects of tree height on this relationship was not tested in the current study since the height of the sample trees were such a narrow range between 15-25 m. For the future studies this height range can be increased to estimate the height effects on hydraulic conductance and leaf surface area sustained by the sapwood area.

Key words: Leaf surface area, sap-wood, eastern beech, Duzce

ÖZET

DÜZCE YÖRESİNDE YETİŞEN KAYIN'IN (*Fagus orientalis* Lipsky.) ÇAP İLE BİYOKÜTLE VE DIRİ-ODUN İLE YAPRAK YÜZEY ALANI İLİŞKİSİ

SEVİLAY ADIYAMAN DOĞAN
Yüksek Lisans: Orman Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Oktay YILDIZ

Ağustos 2010, 28 sayfa

Yaprak yüzey alanı ile diri odun arasındaki ilişki türe ve yetiştirme koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Bu çalışmanın amacı, Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan Düzce kıyı-ardı kesiminde yetişen doğu kayınının yaparak yüzey alanı ile diri-odunu arasındaki ilişkisinin belirlenmesidir. Çalışma sahalarının bulunduğu Asar işletme şefliği, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü' ne bağlı olup Düzce ovasının Güney doğusunda elmacık dağı serisinde yer almaktadır.

Temmuz-Ağustos, 2009 tarihinde işletme şefliğinin 27 bölmeceğinden çap sınıflarına örnek ağaçlar belirlenmiştir. Seçilen örnek ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları (GYÇ; $d_{1,30}$) 15-40 cm çap aralığında toplam 30 adettir. Kesilen ağaçların çapları, boyları, tepe çatısına kadar olan yükseklik, tepe çatısının yüksekliği vb. değerleri ölçüldükten sonra gövde odunu, yaprak, canlı ve kuru dallar motorlu testere ve makaslar yardımıyla ayrılmıştır. Arazide ayrılan bu ağaç bileşenleri ayrı ayrı tartılıp yaş ağırlık olarak kaydedilmiştir. Daha sonra bu ağaç bileşenlerinden 3'er adet alt-örneklemeler yapılarak alt-örnekler nemini kaybetmeden laboratuarlara taşınmıştır. Ağaçların toprak-altı kısmındaki biyokütle miktarlarının tespiti için kesilen ağaçların kökleri ekskavatör ve kazma yardımıyla sökülüp çıkartılmıştır.

Laboratuarlara taşınan bitkisel alt-örnekler tartıldıktan sonra fırınlarda 65 °C 'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutularak örneklerin kuru madde oranları belirlenmiştir. Laboratuarda belirlenen bu oranlar ve arazide her bitki kısmı için kaydedilen yaş ağırlıklar kullanılarak ağaçların farklı kısımları (gövde, dal, yaprak, kök) ve tüm ağacın biyokütlesi hesaplanmıştır.

Kesilen ağaçlardaki yaprak miktarını belirlemek için üzerinde yaprak taşıyan tüm dal uçları kesilip naylon telis çuvallara doldurulmuş ve arazide tartılarak yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. Her çuvaldan 3 adet yaklaşık 3 kg ağırlığında alt-örnekler alınarak nemini kaybetmeden laboratuara taşınmıştır. Laboratuara taşınan bu örneklerden yapraklar tek tek koparılarak örneklerdeki yaprak kısımlarının oranları belirlenmiştir. Daha sonra her alt örnekten 7-8 adet yaprağın yüzey alanları (projected) yaprak yüzey alanı ölçerle taranarak (ADC, Bioscientific Ltd. Area-meter, AM-300) kaydedilmiştir. Alanı taranan örneklerin ağırlıkları hassas terazilerde belirlenerek alan-ağırlık ilişkisi kurulmuştur. Daha sonra arazi verileri kullanılarak her ağacın toplam yaprak yüzey alanı değerleri hesaplanmıştır.

Kesilen her ağacın göğüs yüksekliğinden (GYH, $d_{1,30}$) ve tepe çatısının başladığı dalların hemen altından yaklaşık 5 cm kalınlığında tekerler alınmıştır. Alınan teker örneklerin yaş ağırlıkları belirlenip, ayrı ayrı kağıt torbalara konularak laboratuara getirilmiştir. Her tekerin, çap ve kabuk kalınlıkları ölçüldükten sonra diri odun-kısmı cm^2 olarak hesaplanmıştır. Her ağaç için hesaplanan diri-odun alanı ile aynı bireyin yaprak yüzey alanı arasındaki ilişki regresyon analizi ile gerekli dönüşümler yapılarak belirlenmiştir. Ağaç ve bileşenlerinin ayrı ayrı biyokütle miktarlarını çapa bağlı olarak hesaplanmasını sağlayacak matematiksel ilişkiler de yine regresyon analizi ile gerekli dönüşümler yapılarak belirlenmiştir.

Kayın ağacının toprak altı ve üstü toplam biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2= 0.7674$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Yine kayın ağacının toprak üstü ana gövdesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2= 0.7075$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucu kayın ağacının yaprak yüzey alanı (projected) ile ağacın göğüs yüzeyindeki (GY) diri-odun alanının doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.157$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Fakat bu çalışmada ağaç boyları 15-25 m'ler arasında olup bu tür için boyun etkisinin tam olarak görülebilmesi amacıyla ileriki çalışmalarda farklı çap ve boy aralığını temsil edecek şekilde örnekleme aralığının geniş tutulması gerekebilir. Bu nedenle ileriki çalışmalarda diri-odun-yaprak ilişkisini ortaya koyarken farklı katmanlardaki diri-odunun hidrolik iletkenliğinin de ölçülmesi daha doğru bir ilişkinin kurulmasını sağlayabilir.

Anahtar Sözcükler: Yaprak yüzey alanı, diri-odun, Kayın, Düzce

TEŐEKKÖR

Araştırma boyunca göstermiş olduğu anlayış ve rehberliği için tez danışmanım Doç.Dr. Oktay YILDIZ'a arazi ve laboratuarda yapılan çalışmalarda yardımcı olan Murat SARGINCI ve BÖlent TOPRAK'a teőekkÖr ederim. Ayrıca arazi çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Asar Orman İşletme Şefliği çalışanlarına da ŐÖkranlarımı sunarım. Onların desteği olmadan bu çalışmayı gerekleştirmemizin olasılığı çok azdı.

ÖNSÖZ

“Düzce yöresinde yetişen kayın’ın (*Fagus orientalis*Lipsky.) çapa bağlı biyokütle denklemi ile diri-odun yaprak yüzey alanı ilişkisi” adlı bu çalışma Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yapılan çalışmalar sonucu ağaçların taşıdığı yaprak alanı ile gövdelerindeki diri odun alanları arasında sıkı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Su iletim borularının (ksilem) ağacın gövdesindeki diri-odun kısmında bulunmasından ve oranın tür ve yetişme koşullarına göre değişmesinden dolayı diri-odunun miktarı, iletim sisteminin kapasitesini ve dolayısıyla da iletilen bu suyla beslenecek yaprak miktarını belirlemektedir. Eğer, diri-odun ile yaprak yüzeyi arasındaki bu ilişkiyi temsil eden denklem kurulursa, ekosistemin enerji üretim kapasitesi (yaprak yüzey alan indeksi) ağaçlardan alınacak artım burgularıyla büyük oranda tahmin edilebilir. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı; 1-Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan Düzce kıyı-ardı kesiminde yetişen doğu kayınının yaprak yüzey alanı ile diri-odunu arasındaki ilişkisinin belirlenmesi,2-Çapa bağlı olarak bu ağaç türünün biyokütlesini (gövde, dal, yaprak ve kök olarak) tahminine yönelik denklemlerin oluşturulmasıdır. Böylece uygulamacıya yönelik kolay ve basit bir şekilde elde edilebilir denklemler oluşturulmuş olacaktır.

Bu çalışmanın bilim dünyasına, ülkemiz ormancılığına, araştırmacılara ve uygulamada çalışan teknik personele yararlı olmasını dilerim.

SEVİLAY ADIYAMAN DOĞAN

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	III
ÖZET.....	V
TEŞEKKÜR.....	VIII
ÖNSÖZ.....	IX
İÇİNDEKİLER.....	X
ÇİZELGE LİSTESİ.....	XI
ŞEKİL LİSTESİ.....	XII
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	5
2.1. Doğu Kayını (<i>Fagus orientalis</i> Lipsky.).....	5
2.2. Çalışma sahası.....	6
2.2.1. Jeolojik Yapı, Anakaya ve Toprak Özellikleri.....	6
2.2.2. İklim.....	7
2.2.3. Bitki Örtüsü.....	7
2.2.4. Verilerin Toplanması.....	8
2.2.4.1. <i>Biyokütle verileri</i>	9
2.2.4.2. <i>Yaprak ve diri-odun verileri</i>	11
2.2.4.2.1. <i>Yaprak verileri</i>	11
2.2.4.2.2. <i>Diri-odun verileri</i>	12
2.2.5. İstatistiksel Analizler.....	13
3. BULGULAR.....	14
4. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	20
5. KAYNAKLAR.....	24

ÇİZELGE LİSTESİ

- Çizelge 1.** Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....14
- Çizelge 2.** Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....16
- Çizelge 3.** Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....17
- Çizelge 4.** Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile yaprak biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....18
- Çizelge 5.** Düzce yöresindeki doğu kayınının Diri-odun ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....19

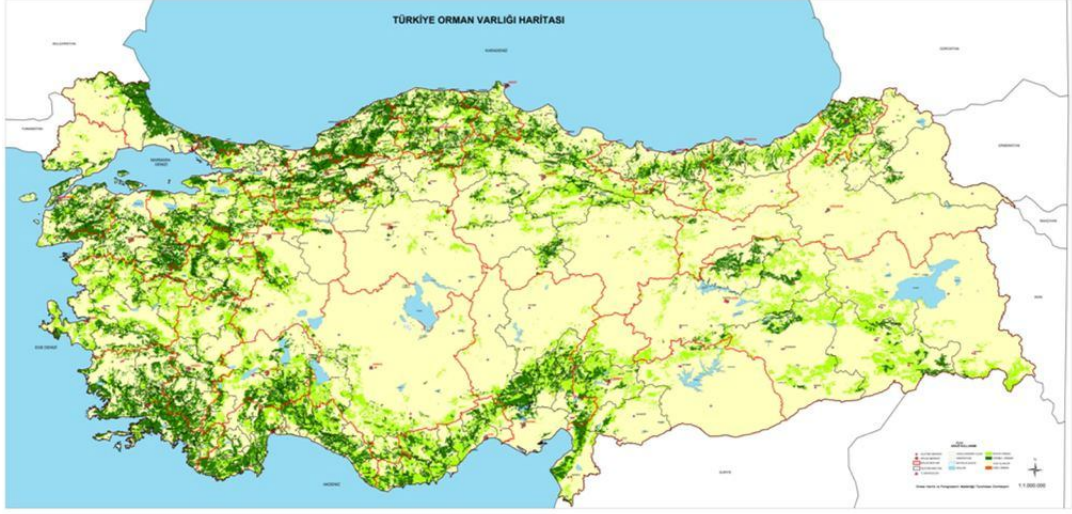
ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Ormanların Türkiye’deki doğal yayılış alanları (Anonim,2010).....	2
Şekil 2. Kayın ormanlarının Türkiye’deki yayılış alanları (Anonim,2010).....	5
Şekil 3. Araştırma sahalarının bulunduğu Düzce yöresi elmacık serisinde (Asar işletme şefliği bölgesi) kayın sahalarının yükseltiye göre dağılışı.....	8
Şekil 4. Örnek ağaçların motorlu testerelerle kesimi.....	9
Şekil 5. Dal, yaprak ve gövde olarak ayrılan örnek ağaçların seksiyonlara ayrılan gövdelerinin yaş ağırlıklarının arazide belirlenmesi.....	10
Şekil 6. Alan ölçer ve hassa terazi ile yaprak alanlarının ve ağırlıklarının belirlenmesi.....	11
Şekil 7. Örnek ağaçlardan silindir örneklerinin alındığı noktalar	12
Şekil 8. Örnek silindirlere diri-odun öz-odun kısımlarının belirlenmesi.....	13
Şekil 9. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile ağacın toplam biyokütlesi arasındaki ilişki.....	14
Şekil 10. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile toprak üstü ana gövdesinin biyokütlesi arasındaki ilişki.....	15
Şekil 11. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile dal biyokütlesi arasındaki ilişki.....	16
Şekil 12. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile yaprak biyokütlesi arasındaki ilişki.....	17
Şekil 13. Düzce yöresindeki doğu kayınının diri-odun ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişki.....	18

1. GİRİŞ

Dünyadaki orman alanlarının büyük bir kısmı son iki yüz yılda tarım ve yerleşim yeri olarak kaybedilmiştir. Altı milyarı aşan ve hızla artan nüfusuna rağmen insanoğlunun, kereste, yakacak-odun, havzalardan taze-su üretimi, atmosferdeki kirli gazların temizlenmesi, yaban hayvanlarına habitat vb. ürün ve işlevler için elinde şu anda tüm dünyada yaklaşık 52 milyon km²'lik bir orman alanı kalmıştır. Nüfustaki öngörülen artış ve hayat standartlarındaki yükseliş nedeniyle elde kalan orman alanlarının sürdürülebilir şekilde nasıl işletileceği ormancılardan ve toplumun en önemli tartışma konularından biri haline gelmiştir (Waring ve Running, 2007). Doğal kaynakların sürdürülebilir bir şekilde nasıl kullanılması veya işletilmesi gerektiğiyle ilgili gelişmiş toplumlarda karar verme aşamasında destek amaçlı temel ekosistem çalışmaları önemli bir yer tutarken, gelişmemiş veya gelişmekte olan toplumlarda ormanlar genel olarak odun hasat alanları olarak görülmektedir. Dolayısıyla ormanların diğer işlevleri, saha verimliliği ve bu kaynakların sürdürülebilir bir şekilde nasıl yönetilmesi gerektiği ile ilgili önemli bir araştırmaya pek rastlanmamaktadır.

Orman Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre Türkiye'de toplam alan olarak 21 milyon hektarın üzerinde orman varlığı bulunmaktadır (Şekil 1). Yine Genel Müdürlüğün iddialarına göre orman alanlarında son 40 yılda önemli bir artış gözlenmiştir.



Şekil 1. Ormanların Türkiye’deki doğal yayılış alanları (Anonim 2010).

Fakat % 1’in üzerindeki bir nüfus artış oranı nedeniyle kişi başına düşen odun üretimi bakımından verimli orman alanları son 40 yılda yaklaşık % 38 azalarak 0.15 ha’ya kadar düşmüştür. Bu oran dünya ortalamasının $\frac{1}{4}$ ’ ünden de daha da düşüktür. Dolayısıyla Türkiye ormancılığı için sorun daha da kritik bir hali alarak giderek daralan orman alanlarından giderek ortan oranda ve çeşitlilikteki farklı talepler için fayda üretmek gereğine dönüşmüştür (Anonim, 2009).

Dokuzuncu kalkınma planı (2007–2013) sürdürülebilir orman yönetiminin önemini vurgulayarak, orman bakımlarında eksiklik olduğunu, ekosistem ağırlıklı çalışmaların eksikliğinin orman kaynaklarının sürdürülebilir bir şekilde yönetiminin gerçekleştirilmesinde dar boğazlar oluşturduğunu vurgulamaktadır (Anonim, 2007). Orman Bakanlığı Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004–2023)’nda odun üretimi yapılan alanlardan iç ve dış piyasada rekabet edebilecek özelliklerde ve sürdürülebilir olarak odun üretilmesi gerektiğine vurgu yapılmıştır. Ayrıca sürdürülebilirlik ilkesinin ulusal ormancılık politikasının temel bileşenlerinden olduğu, sürdürülebilir kalkınma için orman kaynaklarının da sürdürülebilir bir şekilde işletilmesi gerektiği belirtilmiştir (Anonim, 2004).

Türkiye’de ormancılık çalışmaları geleneksel olarak yarı-doğal olarak nitelenebilecek sahalardan odun hasatı üzerine kurgulandığı için yapılan çalışmalar da odun üretimi bakımından verimli olarak nitelendirilen orman alanlarının nasıl korunacağı, odun üretiminin nasıl arttırılabileceği, odun üretimi açısından verimli ağaç türlerinin gençleştirilmesi ve bakımı üzerine yoğunlaşmıştır. Fakat saha verimliliği ve temel ekosistem analizleri ile ilgili çalışmalar bazı yetişme yeri çalışmalarının dışında son derece kısıtlıdır (Arol, 1959; Irmak, 1968; 1974; Kantarcı, 1979; Çepel, 1988; Makineci, 1999; Tolunay, 2004; Tüfekçioğlu ve ark., 2005; Yıldız ve ark., 2006; 2007; 2009; 2010). Bu nedenle Çok farklı ekolojik özelliklere sahip Türkiye’de şimdiye kadar ekoloji alanında yapılan az sayıdaki çalışmalarda bu sistemlerin analizleri yapılamamış ve yapı ve işlevleri tam olarak tanımlanamamıştır. Bu aşamada Türkiye’deki orman kaynaklarının sürdürülebilir kullanımıyla ilgili karar destek mekanizmasının en önemli bileşeni farklı iklim bölgelerinde yapılacak temel ekosistem araştırmalarıyla elde edilecek veriler olacaktır.

Yok denecek kadar az miktardaki ve belirli koşullarda gerçekleştirilen kemosentez dışında orman ekosistemlerinde enerji girdisi yeşil bitkilerce gerçekleştirilen fotosentez tepkimesiyle güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesi sonucu sağlanmaktadır. Birincil üreticiler olarak ta nitelendirilen yeşil bitkilerdeki bu kimyasal enerji ekosistemin farklı bileşenlerinin solunumu için gerekli olan enerji olarak canlı veya ayrışmamış ölü-organik madde olarak uzun süre sistemde depolanmaktadır (Kozlowski ve Kramer, 1979; Kozlowski ve Pallardy, 1997). Sözü edilen enerji üretiminde güneş enerjisini toplayacak olan panellerin miktarı yani yaprakların alan büyüklüğü, ekosistemin enerji üretim kapasitesini belirleyen en önemli değişkenlerindendir (Perry, 1994). Bunun yanında yapraklar bitkinin terleme sonucu su buharını attığı böylece bitki içindeki besinlerin de içerisinde eriyik olarak alındığı su döngüsünün en önemli düzenleyicilerindendir. Dolayısıyla yapraklar hem bitki hem de ekosistem için hayati öneme sahip, enerji, su ve besin döngülerinin en önemli düzenleyicilerindendir. Bu nedenle, ekosistem çalışmalarında sistemi tanımlamak ve işleyişi hakkında doğru yorumlar yapabilmek için sistemin ne kadar yaprak yüzey alanının olduğu tespit edilmesi gereken en önemli ekosistem değişkenlerinden biridir. Fakat her çalışmada yaprak yüzeyinin ölçülmesi para,

zaman ve hatta hukuksal yönden (her defasında ağaç kesilip yere indirilip tek tek yaprak rneklemesi yapmak) mümkün değildir.

Yapılan alışmalar sonucu ağaçların taşıdığı yaprak alanı (leaf area:Al) ile gövdelerindeki suyun iletimini sağlayan ksilemin içinde bulunduğu diri-odun alanı (sapwood area: As) arasında sıkı bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Shinozaki ve ark., 1964; Waring ve ark., 1982; Mencuccini ve Grace, 1995; Kimmins, 1997; Waring, 1998; White ve ark., 1998; Waring ve Running, 2007). Su iletim borularının (ksilem) ağaın gövdesindeki diri-odun kısmında bulunmasından ve oranın tür ve yetişme koşullarına göre değişmesinden dolayı diri-odunun miktarı, iletim sisteminin kapasitesini ve dolayısıyla da iletilen bu suyla beslenecek yaprak miktarını belirlemektedir. Eğer, diri-odun ile yaprak yüzeyi arasındaki bu ilişkiyi temsil eden denklem kurulursa, bitki türünün yaprak yüzey alanı miktarı ağaçlardan alınacak artım burgularıyla büyük oranda tahmin edilebilmektedir. Yaprak yüzey alanı ile diri odun arasındaki ilişki tre ve yetişme koşullarına göre değişiklik göstermektedir. Örneğin; sarıçamda (*Pinus sylvestris* L.) İskoçya'daki yetişme koşullarında, Al:As oranı (m^2/m^2) 1700 iken, aynı türün İngiltere'de yetişeninde bu oran yaklaşık % 53 daha düşük tür (800) (Mencuccini ve Grace, 1995).

Dolayısıyla bu çalışmanın amacı;

1-Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan Düzce kıyı-ardı kesiminde yetişen doğu kayınının yaprak yüzey alanı ile diri-odunu arasındaki ilişkisinin belirlenmesi,

2-apa bağlı olarak bu ağaç türünün biyokütlesini (gövde, dal, yaprak ve kök olarak) tahminine yönelik denklemlerin oluşturulmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. DOĞU KAYINI (*Fagus orientalis* Lipsky)

Balkanlar'dan başlayarak Türkiye, Kafkasya ve kuzey İran üzerinden Kırım'a kadar yayılış gösteren doğu kayını, Türkiye'de yoğun olarak Karadeniz, Marmara ve az miktarda Karadeniz ardı, Ege ve Doğu Akdeniz'de bulunur (Atay, 1990; Yaltırık, 1998, Şekil 2). Türkiye ormanlarının % 25'ine sahip Karadeniz bölgesinin (Kaya ve Raynal, 2001) en önemli ağaç türü bileşeni olan kayın doğu Kayını 30-40 m ye kadar boylanan, 1 m'nin üstünde çap yapabilen düzgün gövdeli I. sınıf odun üretebilen bir türdür (Anonim, 1985). Gölgeye dayanıklı bir ağaç türü olan kayın, gölgeli bakılarda yayılış gösterir (Anonim, 1985; Atay, 1987; Atay, 1990). İyi yetişme ortamlarında yaklaşık 25-30 yıl gölgeye dayanabilen (Atay, 1987) kayın genelde % 60'a kadar eğime sahip yamaçlarda verimli, süzekliği ve havalanma şartları iyi, orta- ve derin topraklarda (30-100 cm) iyi gelişme gösteren bir ağaç türüdür (Atay, 1987; Atalay, 1992).



Şekil 2. Kayın ormanlarının Türkiye'deki yayılış alanları (Anonim, 2006).

Kayın ormanları yaklaşık 1.7 milyon hektar alanda yayılış göstermekte olup Türkiye orman alanlarının % 8 ini oluşturmakta ve ağaç türleri arasında da 4. yayılış genişliğine sahip bir türdür. Türkiye'de her yıl yaklaşık 70 bin ha kayın ormanı

gençleştirilmekte ve bu gençleştirme çalışmaları sırasında 2.2 milyon m³ eta alınmaktadır. Bu bakımdan kayın ormanlarından üretilen odun miktarı Türkiye'deki tüm ağaç türlerinden alınan odun miktarının beşte biri gibi çok önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Anonim, 2006).

2.2. ÇALIŞMA SAHASI

2.2.1. Jeolojik Yapı, Anakaya ve Toprak Özellikleri

Havzanın jeolojik yapısı paleozoik devrin farklı dönemlerindeki oluşumları içermektedir. Yaklaşık 542- 251 milyon yıl önceki I. Jeolojik (paleozoik) zamanda oluşmuş arazi üzerinde yaklaşık 65 milyon yıl öncesine kadarki II. Jeolojik (Mezozoik) zamana kadar biriken tortulların 65 - 2.588 milyon yıl öncesindeki III. Jeolojik (Tersiyer) dönem başlarında, Alp - Himalaya kıvrımları oluşurken su yüzüne çıkmasıyla oluşmuştur. Daha sonra tersiyer döneminin ortalarındaki aşınmadan sonra bütün halinde tekrar yükselmiştir. Bu yükselme esnasında Düzce ovasının güneyinden geçen Kuzey Anadolu Fay hattı oluşmuştur.

Böylece bölgenin büyük bir bölümü kretase veya üst-kretesa devirlerinde oluşan volkanik tortul kütleler ile eosen devrinde oluşan flişlerden (şistik kütleler) oluşmuştur (Saraçoğlu, 1988; Anonim, 2005). Mağmatik kayalardan özellikle dış püskürük (volkanik) taşlar olan andezit bazalt, dolerit, riyolit, volkanik tüfler ile derinlik mağmatik kayalarından (plütonik) granit, granodiyorit, siyenit, monzonit, diyorit kayaları ve tortul taşlardan konglomera ve breş ve yer yer mağmatik kütleler bulunmaktadır. Yaltırık ve ark (1953) tarafında Düzce bölgesi için verilen genel bir bilgiye göre ovanın güneyindeki yamaçlarda pleistosen alüvyonu, kuzeye doğru eosen-kalker kumlu şist ve andezit alanları bulunduğu belirtilmiştir. Bölgenin kuzeyinde bulunan ana kayalarda kretase oluşumu en geniş yayılışa sahiptir.

Çalışma sahalarındaki toprak derinliği genelde 70–80 cm'den fazladır. Tanecik bileşimi killi balçıktan kumlu balçığa kadar değişmekte olup yöredeki topraklar USDA toprak sınıflandırma sistemine göre Typic Haplumbrepts olarak adlandırmaktadır (Kantarıcı, 2000). Bu topraklar eski Avrupa ve Amerika

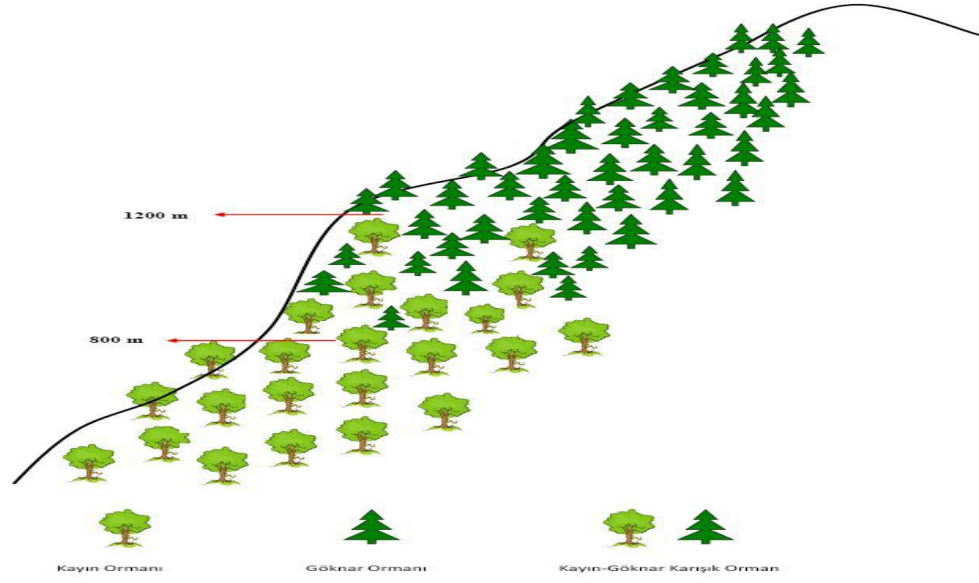
sınıflandırmasına göre asit kahverengi orman toprakları olarak adlandırılmaktadır (Tavernier ve Smith, 1957; Yildiz ve Esen, 2006; Yildiz ve ark., 2010).

2.2.2. İklim

Araştırma sahaları Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer almakta olup genel olarak Orta-Karadeniz bölgesinden daha fazla Doğu-Karadeniz bölgesinden ise daha az yağış almaktadır (Özyuvacı, 1999). Kışları ılık ve yağışlı Kuzey Anadolu sahil kesiminin aksine iç kesimde kalan araştırma sahalarında karasal ikliminin etkisi ile kışlar daha sert geçmektedir. Araştırma sahalarına en yakın Düzce meteoroloji istasyonlarından alınan verilere göre Düzce'nin ortalama sıcaklığı yine 13 °C, ortalama yıllık yağış ise 840 mm olmasına rağmen araştırma sahalarının bulunduğu noktalar meteoroloji istasyonundan yaklaşık 600-700 m yükseklerde olduğundan araştırma sahalarındaki yağış miktarlarının bu değerlerden birkaç yüz mm daha fazla ve sıcaklığın birkaç derece daha düşük olduğu tahmin edilmektedir.

2.2.3. Bitki Örtüsü

Araştırma sahaları Euro-Siberian flora bölgesinin Euxin kesiminde yer almaktadır (Atalay, 2002). Çalışma sahalarının bulunduğu Asar işletme şefliği, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü' ne bağlı olup Düzce ovasının Güney doğusunda elmacık dağı serisinde yer almaktadır. Şefliğin toplam alanı yaklaşık 8200 ha olup bunun da yaklaşık 2/3'ü ormanlık alandır. Şeflik sınırları içerisindeki ormanlık alanların da yaklaşık % 96'sı odun üretimi bakımından verimli olarak nitelendirilmektedir.



Şekil 3. Araştırma sahalarının bulunduğu Düzce yöresi elmacık serisinde (Asar işletme şefliği bölgesi) kayın sahalarının yükseltiye göre dağılışı.

Ormanın ağaç tabakasını ılıman yapraklı kuşakta kapalılığı yer yer kırılmış ekonomik idare müddetini doldurmuş yaşlı kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ağaçları ve karışıma az miktarda katılan akçaağaç türleri (*Acer spp*), meşe türleri (*Quercus spp*), ıhlamur (*Tilia spp*) ve yabancı kiraz (*Prunus spp*) türlerinden oluşmaktadır. Çoğunluğunu mor çiçekli orman gülünün oluşturduğu diri-örtü kısmına azda olsa karayemiş (*Prunus laurocerasus*), çoban püskülü (*Ilex aquifolium*), kızılıcak (*Cornus spp*), ayı üzümü (*Vaccinium myrtillus*), papaz külahı (*Evonymus europad*), orman sarmaşığı (*Hedera helix*), eğrelti (*Pteridium agnilineum*), böğürtlen (*Rubus fruticosus*), mürver türleri (*Sumbucus spp*), ısırgan (*Urtica dioicar*), çilek (*Fragaria vesca*), sütleğen (*Euphorbia amygdaloides*), kantaron (*Centaurea*) katılmaktadır.

2.2.4. Verilerin Toplanması

Temmuz-Ağustos, 2009 tarihinde işletme şefliğinin 27 bölmeçığinden çap sınıflarına örnek ağaçlar belirlenmiştir. Örnekleme ağaçlarının belirlenmesi sırasında şefliğin meşcere haritasından yararlanılarak deneme ağaçlarının bulunduğu mevkii ve bölme-bölmeçikler belirlenmiştir. Arazideki değişkenliklerin temsil edilmesi için de ağaç

örnekleri farklı bölmecik, farklı bakı ve değişik rakımlardan örnekler seçilmiştir. Seçilen örnek ağaçların göğüs yüksekliğindeki çapları (GYÇ; $d_{1,30}$) 15-40 cm çap aralığında olup; 15-19 cm aralığı için 5, 20-24 çap aralığı için 6, 25-29 çap aralığı için 6, 30-34 cm çap aralığı için 6 ve 35-40 aralığı için 7 adet olmak üzere toplam 30 adettir. Örnek ağaçların seçiminde çap aralığı dışında bireylerin canlı, tepesi sağlam, tek gövdeli, sağlıklı bir görünüm göstermesine özen gösterilmiştir.

Örnek ağaçlar belirlendikten sonra GYÇ değerleri çap ölçerlerle belirlenip ağaca numara verilerek motorlu testerelerle ağaçlar toprak yüzeyinden kesilip devrilmiştir (Şekil 4). Kesilen ağaçların çapları, boyları, tepe çatısına kadar olan yükseklik, tepe çatısının yüksekliği vb. değerleri ölçüldükten sonra gövde odunu, yaprak, canlı ve kuru dallar motorlu testere ve makaslar yardımıyla ayrılmıştır.



Şekil 4. Örnek ağaçların motorlu testerelerle kesimi (Orijinal, 2010).

2.2.4.1. Biyokütle verileri

Arazide ayrılan bu ağaç bileşenleri ayrı ayrı tartılıp yaş ağırlık olarak kaydedilmiştir. Gövde odunu kısmı da 2 m uzunluğunda seksiyonlara ayrılarak, seksiyonların alt, orta ve üst çapları hassas olarak ölçülüp taşınabilir kantarlarla ayrı ayrı tartılıp yaş

ağırlıkları kaydedilmiştir (Şekil 5). Daha sonra bu ağaç bileşenlerinden 3'er adet alt-örnekleme yapılarak alt-örnekler nemini kaybetmeden laboratuarlara taşınmıştır.



Şekil 5. Dal, yaprak ve gövde olarak ayrılan örnek ağaçların seksiyonlara ayrılan gövdelerinin yaş ağırlıklarının arazide belirlenmesi (Orijinal, 2010).

Ağaçların toprak-altı kısmındaki biyokütle miktarlarının tespiti için kesilen ağaçların kökleri ekskavatör ve kazma yardımıyla sökülüp çıkartılmıştır (Şeki 6). Kökler topraklarından arındırıldıktan sonra, 4 cm'den ince ve kalın olmak üzere sınıflandırılarak yaş ağırlıkları ayrı ayrı belirlenmiştir (Ranger ve Gelhaye, 2001). Daha sonra her kök sınıfından 3'er adet alt örnek nem miktarını belirlemek üzere laboratuara taşınmıştır.

Laboratuarlara taşınan bitkisel alt-örnekler tartıldıktan sonra fırınlarda 65 °C 'de sabit ağırlığa ulaşmaya kadar kurutularak örneklerin kuru madde oranları belirlenmiştir. Laboratuarda belirlenen bu oranlar ve arazide her bitki kısmı için kaydedilen yaş ağırlıklar kullanılarak ağaçların farklı kısımları (gövde, dal, yaprak, kök) ve tüm ağacın biyokütlesi hesaplanmıştır.

2.2.4.2. Yaprak ve diri-odun verileri

2.2.4.2.1. Yaprak verileri

Kesilen ağaçlardaki yaprak miktarını belirlemek için üzerinde yaprak taşıyan tüm dal uçları uçtan itibaren en son yaprağın bulunduğu kısım ile birlikte bağ makasları yardımıyla kesilip naylon telis çuvalara (4-5 adet çuval) doldurulmuştur. Daha sonra bu yaprak çuvaları arazide tartılarak yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. Her çuvaldan 3 adet yaklaşık 3 kg ağırlığında alt-örnekler alınarak nemini kaybetmeden laboratuara taşınmıştır. Laboratuara taşınan bu örneklerden yapraklar tek tek kopararak örnekler yaprak ve odunsu kısım olarak ayrılmıştır. Ayrılan bu örnekler ayrı ayrı tartılarak örneklerdeki yaprak kısımlarının oranları belirlenmiştir. Daha sonra her alt örnekten 7-8 adet yaprağın yüzey alanları (projected) yaprak yüzey alanı ölçerle taranarak (ADC, Bioscientific Ltd. Area-meter, AM-300) kaydedilmiştir (Şekil 6).

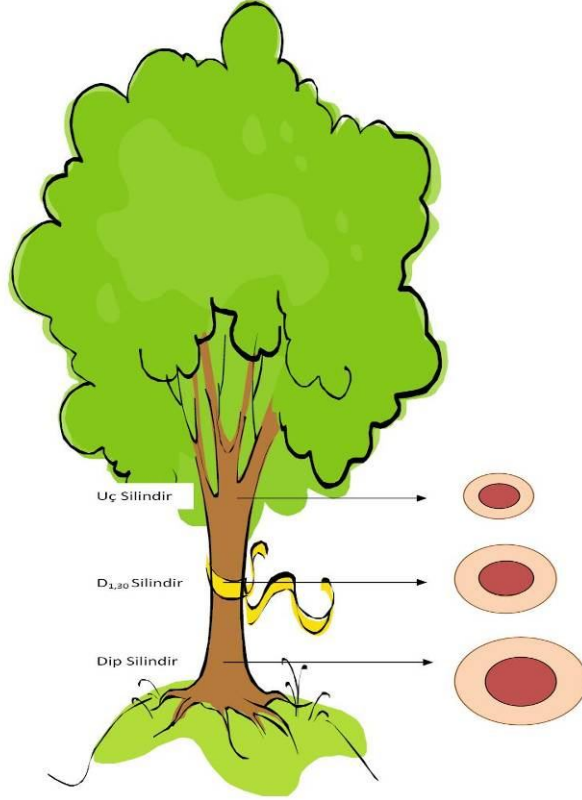


Şekil 6. Alan ölçer ve hassa terazi ile yaprak alanlarının ve ağırlıklarının belirlenmesi (Orijinal, 2010).

Alanı taranan bu yaprak örneklerinin de ağırlıkları hassas terazilerde belirlenerek alan-ağırlık ilişkisi kurulmuştur. Daha sonra bu yaprak alanı ve ağırlık ilişkisi değeri laboratuara getirilen alt-örneklerin oranı ve arazi verileri kullanılarak her ağacın toplam yaprak yüzey alanı değerleri hesaplanmıştır.

2.2.4.2.2. Diri-odun verileri

Kesilen her ağacın göğüs yüzeyi yüksekliğinden (GYH, $d_{1,30}$) ve tepe çatısının başladığı dalların hemen altından yaklaşık 5 cm kalınlığında tekerler alınmıştır (Şekil 7). Alınan teker örneklerin yaş ağırlıkları belirlenip, ayrı ayrı kağıt torbalara konularak laboratuara getirilmiştir.



Şekil 7. Örnek ağaçlardan silindir örneklerinin alındığı noktalar.

Her tekerin, çap ve kabuk kalınlıkları ölçüldükten sonra diri-odun, öz-odun kısımlarının tam olarak belirginleşmesi için tekerler içi su dolu leğenlere yaklaşık 2 gün yatırılmıştır (Şekil 8). Daha sonra diri-odun kısmı belirginleşen tekerler üzerinden öz odun kısmının çapı bir birine dik iki açıdan ölçülmüştür. Daha sonra ağacın toplam çapı ve ortasındaki öz-odun çapı kullanılarak diri odun-kısmı cm^2 olarak hesaplanmıştır.



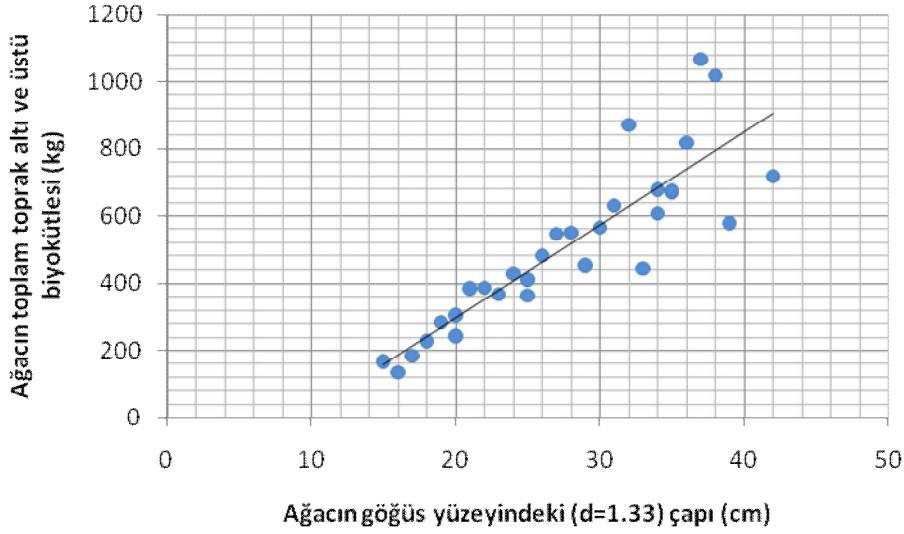
Şekil 8. Örnek silindirlerden diri-odun öz-odun kısımlarının belirlenmesi (Orijinal, 2010).

2.2.5. İstatistiksel analizler

Her ağaç için hesaplanan diri-odun alanı ile aynı bireyin yaprak yüzey alanı arasındaki ilişki regresyon analizi ile gerekli dönüşümler yapılarak belirlenmiştir. Ağaç ve bileşenlerinin ayrı ayrı biyokütle miktarlarını çapa bağlı olarak hesaplanmasını sağlayacak matematiksel ilişkiler de yine regresyon analizi ile gerekli dönüşümler yapılarak belirlenmiştir. Analizlerde SAS programından (SAS Inc., 1996) yararlanılmış olup sonuçlar $\alpha = 0.05$ düzeyinde istatistiki olarak farklı kabul edilmiştir.

3. BULGULAR

Kayın ağacının toprak altı ve üstü toplam biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2= 0.7674$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile ağacın toplam biyokütlesi arasındaki ilişki

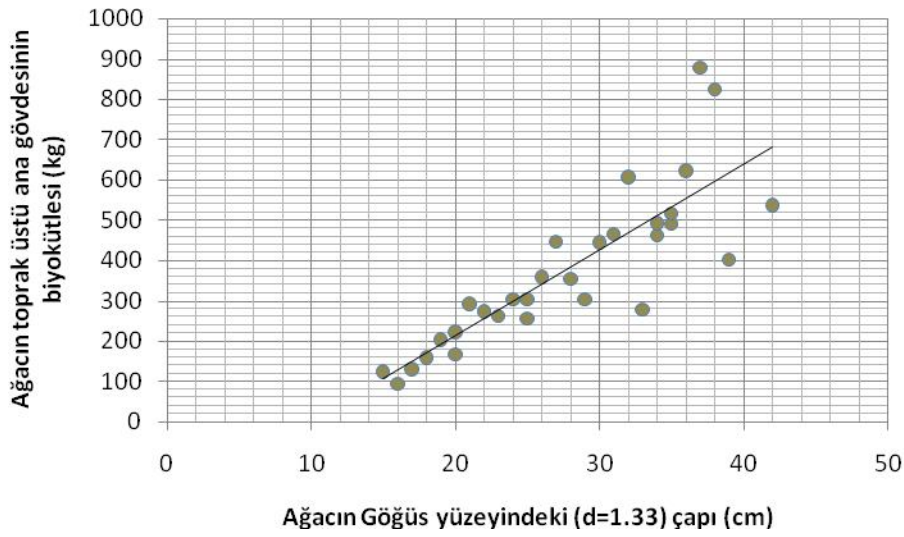
İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin y-eksenini kestiği nokta (intercept; P -değeri=0.0047) ve çizginin eğiminin (slope; P -değeri=0.0001) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

Çizelge 1. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı (d=1.33) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	1273183	92	0.0001
Hata	28	13782		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	23			

GYÇ'ye bağı olarak ağacın toplam biyokütlesini tahmine yönelik regresyon denklemi; $Toplam\ biyokütle\ (kg) = -253 + 27.55 \times \text{çap}\ (cm)$, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamasının yaklaşık % 23'i olup kabul edilebilir sınırlar içerisindedir (Çizelge 1).

Kayın ağacının toprak üstü ana gövdesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.7075$) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile toprak üstü ana gövdesinin biyokütlesi arasındaki ilişki

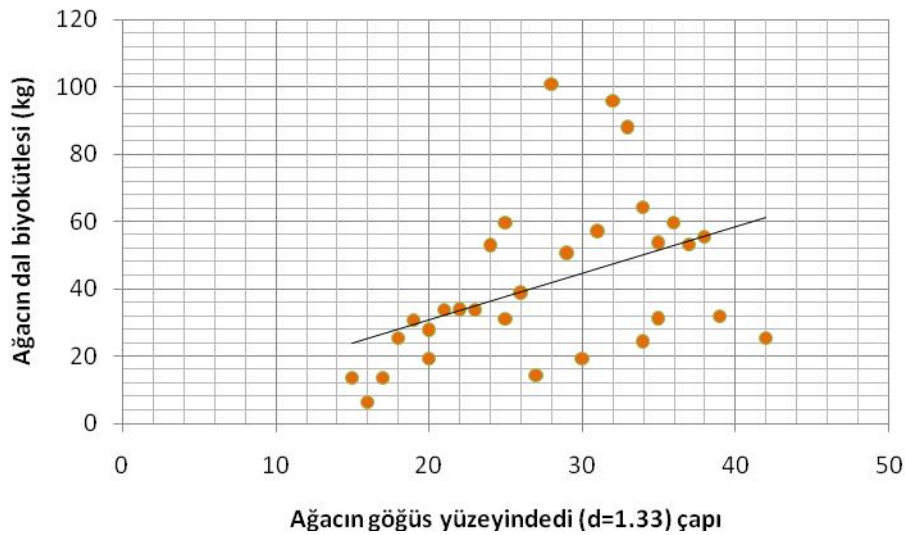
İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin y-eksenini kestiği nokta (intercept; $P\text{-değeri}=0.0075$) ve çizginin eğiminin (slope; $P\text{-değeri}=0.0001$) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

Çizelge 2. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toprak üstü ana gövdesinin biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	762973	68	0.0001
Hata	28	11265		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	28			

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın toprak üstü ana gövdesinin biyokütlesini tahmine yönelik regresyon denklemi; *Toprak üstü ana gövde biyokütlesi (kg) = -214 + 21 x çap (cm)*, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamannın yaklaşık % 28'i olup kabul edilebilir sınırlar içerisindedir (Çizelge 2).

Kayın ağacının dal kısmının biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı pozitif ($R^2 = 0.19$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 11).



iyokütlesi

Şekil 11. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki ($d=1.33$) çapı ile dal biyokütlesi arasındaki ilişki

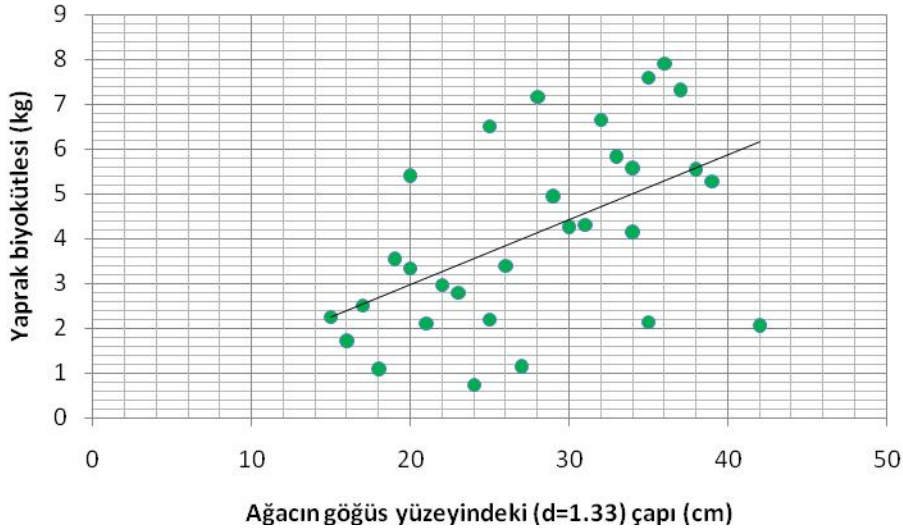
İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin eğiminin (slope; P -değeri=0.0165) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile dalların biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	3192	6.5	0.0165
Hata	28	491		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	21			

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın dal biyokütlesini tahmine yönelik regresyon denklemi; *Dal biyokütlesi (kg) = 3.27 + 1.38 x çap (cm)*, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamanın yaklaşık % 21'i olup değişkenlik toplam biyokütle ve gövde verilerine göre daha fazladır (Çizelge 3).

Kayın ağacının yaprak kısmının biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.27$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 12).



Şekil 12. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki ($d=1.33$) çapı ile yaprak biyokütlesi arasındaki ilişki

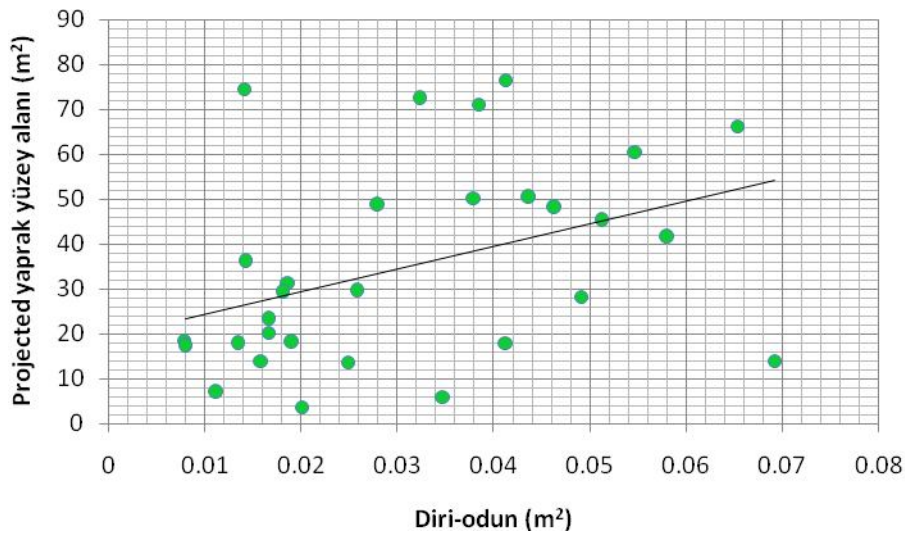
İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin eğiminin (slope; P -değeri=0.0032) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

Çizelge 4. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile yaprak biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	35	10.4	0.0032
Hata	28	3.4		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	21			

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın yaprak biyokütlesini tahmine yönelik regresyon denklemi; $Yaprak\ biyokütlesi\ (kg) = 0.06264 + 0.14513 \times \text{çap}\ (cm)$, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamanın yaklaşık % 21'i olup değişkenlik yine toplam biyokütle ve gövde verilerine göre daha fazladır (Çizelge 4).

Kayın ağacının yaprak yüzey alanı (projected) ile ağacın göğüs yüzeyindeki (GY) diri-odun alanının doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.157$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Düzce yöresindeki doğu kayınının diri-odun ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişki

İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin y-eksenini kestiği nokta (intercept; P -değeri=0.02) ve çizginin eğiminin (slope; P -değeri=0.0302) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Düzce yöresindeki doğu kayınının göğüs yüzeyindeki ($d=1.33$) diri-odun alanı ile ağaç yaprak yüzey alanı arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	2278	5.22	0.0302
Hata	28	437		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	21			

GY'deki diri-odunun yüzey alanına bağlı olarak ağacın yaprak yüzey alanını tahmine yönelik regresyon denklemi; $Yaprak\ yüzey\ alanı\ (m^2) = 19.4 + 503 \times diri\ odun\ alanı\ (m^2)$, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamasının yaklaşık % 21'i olup değişkenlik toplam biyokütle ve gövde verilerine göre daha fazladır (Çizelge 5).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elde edilen verilerin analizi sonucu kayın ağacının toprak altı ve üstü toplam biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2=0.7674$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 9). Yine analiz sonuçlarına göre göğüs yüzeyindeki çaptan ağacının toprak üstü ana gövdesinin ($R^2=0.7075$), ağacının dal kısmının biyokütlesinin ($R^2=0.19$) ve yaprak kısmının biyokütlesinin ($R^2=0.27$) % 95 güven aralığında belirlenmesi olası görülmektedir. Fakat verilerin eğilim çizgisi etrafındaki dağılımlarına bakıldığında hem toplam ağaç biyokütlesi (toprak-altı ve üstü birlikte) hem de toprak üstü ana ağaç gövdesi verilerinin 30-35 cm çapından düşük ağaçlar için ortalama etrafından daha az saptığı fakat daha kalın ağaçlar için verilerin daha değişken olduğu görülmektedir (Şekil 9, 10). Bu nedenle ileriki çalışmalarda bu çap basamakları dikkate alınarak örnekleme deseninin oluşturulması daha doğru tahmin yapacak denklemlerin oluşturulmasını sağlayabilir.

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın dal ve yaprak biyokütlesini tahmine yönelik analizi istatistiki olarak önemli çıksa da regresyon katsayıları göreceli olarak daha düşüktür. Her iki değişken için de verilerin dağılımına bakıldığında (Şekil 11, 12) 20-25 cm çap basamağından sonra çapa bağlı ilişkinin zayıfladığı görülmektedir. Bunun nedeni düşük çaplı olan bireylerin meşçerenin belirli bir kısmında tepe çatısı geliştirmesi ve doğrudan ışıktan benzer oranda yararlanmaları fakat çap olarak büyük ağaçların tepe çatısında daha üst pozisyonlarda yer alarak daha fazla yer bulup daha fazla dal gelişimi yapması olabilir. Şimdiki çalışmada çap basamaklarına göre tepe-çatılarının pozisyonları belirlenmemiştir. Fakat, ileriki çalışmalarda dal ve yaprak biyokütlesinin çapa bağlı tahminini sağlayacak denklemlerin özellikle meşçere tepe-çatısının üst kısmını işgal eden ve kalın çaplı (bu tür için 25 cm) ağaçlar için ayrı düzenlenmesi daha doğru sonuçlar verebilir. Çap ile dal ve yaprak biyokütlesi ilişkisi aynı bölgede Doğu Kayını için yapılan (Doğan, 2010) çalışmada benzer sonuçları vermiş fakat kayına göre sık ve açık alanda dal büyümesindeki değişkenliğin daha az olduğu kayında 35 cm çapa kadar çap ile dal ve yaprak ilişkisinin bu türe göre daha güçlü olduğu görülmüştür.

Doğu kayınında yapılan çalışmaya benzer şekilde bu tür için de GYÇ'ya bağlı olarak kök biyokütlesini tahmine yönelik bir ilişki görülmemiştir. Bunun nedeni sık meşçerelerde tek bir ağacın ağaç köklerinin bütün diğer bireylerinkinden ayrılarak çıkartılmasının zor olmasıdır. Özellikle belirli bir sıklıktaki meşçereden tek bir ağacın kökünün çıkarılması durumunda toprak kazılırken farklı ağaç köklerinin ayrımının zor olması bu tür kök verilerinin toplanmasında önemli sorunlar doğurmaktadır. Ayrıca, ağaçların ilerleyen çağlarında toprak altı rekabet kök gelişiminde önemli bir etken olabilir. Murty ve ark., (1996)'e göre toprakta bitkiler tarafından alınabilecek besin elementlerinin azalması köklere doğru karbon sevkiyatını (allocation) arttırabilmektedir. Bu nedenle rekabetle birlikte sahada ağaçların beslendiği ortamlar arasında yararlanılabilir besin elementlerinin yoğunlukları da kök miktarlarını önemli oranda değiştirebilir. Şimdiki çalışmada ağaçlar 27 farklı bölmecikten seçildiğinden bu bölmecikler arasında saha verimliliği açısından farklılıklar olabilir. Fakat bununla ilgili bir ölçüm yapılmamıştır. Dolayısıyla farklı bakı, eğim, besin içeren yetiştirme ortamlarındaki rekabet değişkenlerini de dikkate almadan sadece çapa bağlı olarak toprak altındaki kök biyokütlesinin tahmini her zaman doğru sonuçlar vermeyebilir.

Kayın ağacının yaprak yüzey alanı ile ağacın göğüs yüzeyindeki (GY) diri-odun alanı arasında da yine doğru orantılı ve pozitif bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 13). Elde edilen verilerin analizi sonucu bu tür için Al:As oranı 1125 olarak hesaplanmıştır. Türkiye'de benzeri bir çalışma bulunmadığından elimizde karşılaştırma yapabilecek bir veri bulunmamaktadır. Kayınla ilgili dünya üzerinde de benzeri bir çalışma bulunmamaktadır. Fakat diğer birkaç yapraklı türlerle farklı ekosistemlerde yapılan çalışmalar karşılaştırıldığında şimdiki çalışmada kayın için elde edilen bu oran Roger ve Hinckley (1979) tarafında *Quercus alba* için elde edilen orandan (4000) yaklaşık % 72, Waring ve ark. (1982) tarafında *Acer macrophyllum* için elde edilen orandan (2100) yaklaşık % 46, yine Waring ve ark. (1982) tarafından *Castanopsis chrysophylla* için elde edilen orandan (4600) yaklaşık % 76, Vertessy ve ark. (1995) tarafından *Eucalyptus regnans* için elde edilen orandan (3100) yaklaşık % 64 ve Whitehead ve ark. (1981) tarafından *Tectona grandis* için elde edilen orandan (6500) yaklaşık % 83 daha düşüktür. Fakat şimdiki çalışmada doğu kayını

için elde edilen Al:As oranı Benecke ve Nordmeyer (1982) tarafında sub-alpine bölgede yetişen ve *Nothofagus solanderi* için elde edilen elde orandan (700) yaklaşık % 61 daha büyüktür. Aynı araştırmacılar tarafından yine aynı türün dağlık kesimde yetişeniyle de benzerlik (Al:As = 1200) göstermektedir. Kaufmann ve Troendle (1981) 'de *populus tremuloides* için şimki çalışmaya benzer bir oran (1000) bulmuşlardır. Diri-odun yaprak yüzey alanı ilişkisi yetişme ortamına göre değişebilmektedir. Örneğin, Benecke ve Nordmeyer (1982) *Nothofagus solanderi* için sub-alpine bölgede yetişen bireylerde aynı türün dağlık kesiminde yetişeninden yaklaşık % 42 daha düşük Al:As oranı hesaplamıştır. Yine Mencuccini ve Grace (1994) İskoçya'nın soğuk nemli bir kesiminde yetişen ile İngiltere'de göreceli olarak daha ılık ve kuru ortamda yetişen sarıçamları karşılaştırdığı çalışmalarında daha kurak olan İngiltere'deki sarıçamların birim diri-odun alanı başına daha az ibre alanı ürettiğini (Al:As= 1129 ve 2305) belirlemişlerdir.

Ağaçlarda su iletiminde stomaların yanında iletim borularının da kritik rol aldığı, bu yüzden yaprak yüzey alanı ile orman ağaçlarının iletim organları arasındaki ilişkinin suyun ağaçtaki hareketi ve dolayısıyla ağaç büyümesinde önemli etkisi olduğu belirlenmiştir (Becker ve ark., 2000). Bu konuda 1960'larda yapılan ilk çalışmalar sonucu geliştirilen Pipe Model Teorisi'ne göre herhangi bir bitki için diri-odun alanı ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişki bitkinin gelişimi boyunca sabit kalmaktadır (Shinozaki ve ark., 1964; Waring ve ark., 1982). Fakat, daha sonraki çalışmalar yaprak yüzey alanı ile diri-odunu arasındaki oranın ağacın boyu arttıkça azaldığını göstermiştir (Waring ve ark., 1982; Mokary ve ark., 2003). McDowell ve ark. (2002)'e göre bitkinin boyu uzadıkça köklerden yapraklara taşınacak olan suyun yolunun uzaması ve yerçekiminin de etkisiyle bitkinin tamamının hidrolük iletkenliğe karşı giderek artan oranda bir direnç oluşturması nedeniyle Al:As oranı düşmektedir. Şimdiki çalışmada boya bağlı olarak Al:As oranında bir değişimin olduğuna dair istatistikî bir kanıt bulunamamıştır. Fakat, şimdiki çalışmada ağaç boyları 15-25 m'ler arasında olup McDowell ve ark. (2002) tarafından yapılan çalışmadakine göre daha dar bir boy aralığında değişmektedir. Bu nedenle bu tür için boyun etkisinin tam olarak görülebilmesi amacıyla ileriki çalışmalarda farklı çap ve boy aralığını temsil edecek şekilde örnekleme aralığının geniş tutulması gerekebilir. Diğer taraftan

Mokary ve ark.(2003) Al:As oranının ağaç boyu uzadıkça düşmesine rağmen diri-odun iletkenliği ve buna bağlı olarak yaprakların spesifik iletkenliğinin arttığını kaydetmişlerdir. Mokary ve ark. (2003) bu durumun ağacın boyu uzadıkça suyun yapraklara ulaşmak için kat edeceği yolun uzamasından doğacak sıkıntının giderilmesi için gövde tarafından yapraklara gönderilecek su sevkiyatını arttırmaya yönelik fizyolojik bir önlem mekanizmasının sonucu olabileceğini ifade etmektedir. Meşçere içinde dominant ağaçlar alt-tabakadaki bireylere oranla daha fazla güneş ışınlarına ve daha fazla rüzgara maruz kaldıklarından daha fazla terleme ihtiyacı duyabilirler bu nedenle dominant ağaçlar daha hızlı yaprak spesifik iletkenliğine sahip olabilirler (Dunn ve Connor, 1993). Bu nedenle ileriki çalışmalarda diri-odun-yaprak ilişkisini ortaya koyarken farklı katmanlardaki diri-odunun hidrolik iletkenliğinin de ölçülmesi daha doğru bir ilişkinin kurulmasını sağlayabilir.

5. KAYNAKLAR

- Anonim, 1985. Kayın. Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, El Kitabı Dizisi: 1, Muhtelif Yayınlar Serisi: 42.
- Anonim. 2004. Türkiye Ulusal Ormancılık Programı (2004-2023). T.C. Çevre ve Orman Bakanlığı, Ankara.
- Anonim. 2005. Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Kurumsal Web Sitesi, APK Ulusal Bilgi Merkezi, Sayısal Haritalar, Türkiye Genel Jeoloji Atlası. 15 Şubat 2005'de World Wide Web. http://www.khgm.gov.tr/menuler/ubm_link.htm.
- Anonim. 2006. Orman Varlığımız, Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Orman İdaresi ve Planlama Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anonim. 2007. Dokuzuncu Beş Yıllık Kalkınma Planı (2007-2013). T.C. Başbakanlık Devlet Planlama Teşkilatı. Ankara, Türkiye.
- Anonim. 2009. Sürdürülebilir Orman Yönetimi kriter ve Göstergeleri 2008 Yılı Raporu. Çevre ve Orman Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Ankara.
- Anonim 2010. http://yerelcografya.com/wpcontent/uploads/turkiye_orman_varligi_haritasi.jpg.
- Atalay, I. 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) ormanlarının ekolojisi ve tohum transferi yönünden bölgelere ayrılması. Orman Bakanlığı Orman Ağaçları ve Tohumları Islah Araştırma Müdürlüğü. 5 (1/2): 54-59.
- Atalay, I. 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Meta Basimevi, İzmir, Turkey.
- Atay, İ. 1987. Doğal Gençleştirme Yöntemleri I-II. İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İ.Ü. Yayın No: 3461, F.B.E. Yayın No: 1.

- Atay, İ. 1990. Silvikültür II Ders Kitabı, Silvikültürün Tekniği. İ.Ü. No: 3599, Orman Fakültesi No: 405. İstanbul, Türkiye.
- Becker, P., F.C. Meinzer and S.Wullschleger. 2000. Hydraulic limitation of tree height: a critique. *Funct. Ecol.* 14:4–11.
- Benecke, U. and Nordmeyer, A. H. 1982. Carbon uptake and allocation by *Nothofagus solandri* var. *Cliffortioides* (Hook. F.) Poole and *Pinus contorta* Douglas ex Loudonssp. *contorta* at montane and sub-alpine altitudes. In “Carbon uptake and Allocation in Subalpine Ecosystems as a Key to Management” (R. H. Waring, ed.), pp.9-21. Oregon State University, Forest Research Laboratory, Corvallis, Oregon.
- Dunn, G.M. and D.J. Connor. 1993. An analysis of sap flow in mountain ash (*Eucalyptus regnans*) forests of different age. *Tree Physiol.* 13:321–336.
- Kantarcı, D. 2000. Toprak İlimi. İstanbul Üniversitesi yayın no. 4261.
- Kaufmann, M. R., and Troendle, C. A. (1981). The relationship of leaf area and foliage biomass to sapwood conducting area in four subalpine forest tree species. *Forest Science* 27, 477-482.
- Kaya, Z., Raynal, D.J., 2001. Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biol. Conserv.* 97, 131–141.
- Kimmins, J.P. 1997. *Forest Ecology; A foundation for sustainable management.* Second Edition. Prentice Hall. New Jersey.
- Kramer, B.J. Kozlowski, T.T. 1979. *Physiology of Woody Plants.* Academic Press. Florida.
- Kozlowski, T.T. ve Pallardy S.G. 1997. *Physiology of Woody Plants.* Academic Press. New York. Second edition.

- Mcdowell, N., Bornard, H., Bond, B.J., Hinckley, T., Hubbord, R.M., Ishii, H., Köstner, B., Magnani, F., Marshall, J.D., Meinzer, F.C., Philips, N., Ryan, M.G. ve Whitehead, D. 2002. The relationship between tree height and leaf area:sapwood area ration. *Oecologia* 132:12-20.
- Mencuccini, M. ve Grace, J. 1994. Climate influences the leaf area/sapwood area ratio in Scots pine. *Tree Physiology* 15: 1-10.
- Mencuccini, M., ve Grace, J. 1995. Climate influences the leaf-area sap-wood area relationship in scotch pine (*Pinus sylvestris* L.) plant, *Cell and Environment* 15:1-10.
- Mokany, K., Mcurtrie, R.E., Atwell, B. J. ve Keith, H. 2003. Interaction between sapwood and foliage area in alpine ash (*Eucalyptus delegatensis*) trees of different heights. *Tree Physiology* 23, 949–958.
- Murty, D., R.E. Mcurtrie and M.G. Ryan. 1996. Declining forest productivity in aging forest stands: a modelling analysis of alternative hypotheses. *Tree Physiol.* 16:187–200.
- Özyuvacı, N. 1999. Meteoroloji ve Klimatoloji, İ.Ü. Orman Fakültesi Yayınları, Fakülte Yayın No: 460, İstanbul.
- Perry, D. A. 1994. Forest ecosystems. Johns Hopkins Univ. Press, Baltimor and London.
- Ranger, J., Gelhaye, D. 2001. Belowground biomass and nutrient content in a 47-year-old Douglas-fir plantation, *Ann. For. Sci.*, 58 (2001), 423-430.
- Rogers, R., and Hinckly, T. M. 1979. Foliage weight and area related to current sapwood area in oak. *Forest Science* 25, 298-303.

- Saraçoğlu, Ö. 1988. Karadeniz yöresi göknar meşçerelerinde artım ve büyüme. İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman hasılatı ve Biyometri Bilim Dalı, İstanbul.
- SAS Institute Inc. 1996. SAS/STAT Users Guide, Version 6.12. SAS Institute, Cary, NC.
- Shinozaki, K., Yoda, K., Hozumi, K. Ve Kira, T. 1964. A quantitative analysis of plant form- the Pipe Model Theoty. I. Basic Analysis. Jpn. J. Ecol. 14:97-105.
- Tavernier, R., Smith, G.D. 1957. The concept of Braunerde (Brown Forest soils) in Europe and the United States. Advan. Agron. 9, 217-289.
- Vertessy, R. A., Benyon, R. G., O'sullivan, S. K., and GRIBBEN, P. R. 1995. Relationships between stem diameter, sapwood area , leaf area and transpiration in a young mountain ash forest. Tree Physiology 15, 559-568.
- Waring, R.H., Schroeder, D.E. and OREN, R. 1982. Application of the pipe model theory to predict canopy leaf area. Canadian Journal of Forest Research 12:556-560.
- Waring, R.H., Running, S.W. 1998. Forest ecosystems; Analyzes at multiple scales second edition, Academic Press, San Diego.
- Waring, R.H., Running, S.W. 2007. Forest Ecosystems: Analysis at Multiple Scales. 3rd ed. Elsevier Academic Press, San Diego, California.
- Whitehead, D., Okali, D. U. U., and Fasehun, F. E. (1981). Stomatal response to environmental variables in two tropical forest species during the dry season in Nigeria. Journal of Applied Ecology 18, 571-587.
- Yaltirik, F. Dendroloji Ders kitabı. I . Gymnospermae.(açık tohumlular). 1998. 2. Baskı. İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayımları. İ.Ü. yayım no: 3443. O.F. yayım no: 386. İstanbul.

Yaltrık, F., İşgüzar. H., ve Küçükkoca, A. H. 1953. Düzce İlçesi ve Orman İşletmesi, Ülkü Basımevi, İstanbul.

Yıldız, O and Eşen, D. 2006. Effects of different Rhododendron control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the western Black Sea Region of Turkey. *Annals of Applied Biology* 149: 235-242.

Yıldız,O., Derya Esen., Omer M. Karaoz., Murat Sargıncı., Bulent Toprak., Yusuf Soysal. 2010. Effects of different site preparation methods on soil carbon and nutrient removal from Eastern beech regeneration sites in Turkey's Black Sea region. *Applied Soil Ecology*. 45:49-55.