

**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS

DÜZCE YÖRESİNDE YETİŞEN ULUDAĞ GÖKNARI'NIN (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. ssp. *bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) ÇAPA BAĞLI BİYOKÜTLE DENKLEMİ İLE DİRİ-ODUN YAPRAK YÜZEY ALANI İLİŞKİSİ

NAZMI DOĞAN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2010

DÜZCE



**DÜZCE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS

DÜZCE YÖRESİNDE YETİŞEN ULUDAĞ GÖKNARI'NIN (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. ssp. *bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) ÇAPA BAĞLI BİYOKÜTLE DENKLEMİ İLE DİRİ-ODUN YAPRAK YÜZEY ALANI İLİŞKİSİ

Nazmi DOĞAN

ORMAN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

AĞUSTOS 2010

DÜZCE

ABSTRACT

DIAMETER-BASED BIOMASS PREDICTION AND ASSESSMENT OF LEAF AREA:SAPWOOD RATIO FOR TURKISH-FIR (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. *ssp.* *bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) IN DUZCE PROVINCE

NAZMÍ DOĞAN

Master of Science: Department of Forest Engineering

Advisor: Associate Professor Dr. Oktay YILDIZ

August 2010, 27 pages

The aim of this study is to determine the relationship between leaf surface area and sapwood area and estimate the tree biomass based on the diameter at breast height for Turkish-fir grown in the inland part of Duzce located in western Black Sea climatic region.

In summer of, 2009 the total of 30 sample trees with the diameters at breast height (dbh) between 15-40 cm were selected from 27 units of Forest Management Chiefship. After the sample trees was fallen-down with a chain-saw some of the tree variables such as dbh, height, height to crown-base, crown-height etc. were recorded in the field. Then for each trees trunk, live and dead branches were separated and weighted in the field. Then three sub-samples from each component were taken to the lab to determine the moisture conditions. The roots of the trees were sampled using pickaxes and an excavator.

After the samples were brought to the lab, they were oven dried at 65 °C until the weight was stabilized, then the biomasses of the tree components (trunk, branch, leaf and root) were calculated using these dry-weight ratios.

To estimate the amount of the needle, 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 needle was plucked to separate the leaf and woody parts of the spurs. From each sub-samples, projected leaf area of 7-8 needles 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 cm². The relationship between sap-wood and needle-surface area were determined with linear regression analysis.

Analysis of data indicated that there was a linear positive relationship between total above- and below-ground biomass ($R^2 = 0.8605$), the biomass of the trunk ($R^2 = 0.7888$), biomass of the branches ($R^2 = 0.6535$) and biomass of the needles ($R^2 = 0.5222$) with the dbh of fir trees was also positively and linearly related ($R^2 = 0.7075$) to the dbh, respectively.

The results of the analysis also indicated that the sap-wood area and projected leaf area has a positive linear relationship ($R^2 = 0.36$) for Turkish-fir eastern beech. The ratio of needle surface area to the sap-wood at dbh was calculated as 3675 m² m⁻².

Key words: Leaf surface area, sap-wood area, Turkish-fir, Duzce

ÖZET

DÜZCE YÖRESİNDE YETİŞEN ULUDAĞ GÖKNARI'NIN (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. *spp. bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) ÇAPA BAĞLI BİYOKÜTLE DENKLEMİ İLE DİRİ-ODUN YAPRAK YÜZEY ALANI İLİŞKİSİ

NAZMİ DOĞAN

Yüksek Lisans: Orman Mühendisliği Bölümü

Tez Danışmanı: Doç.Dr. Oktay YILDIZ

Ağustos 2010, 27 sayfa

Dünya üzerinde farklı bölgelerde farklı türler için yaprak yüzey alanı ve su iletim dokularıyla ilgili çalışmalar giderek artmaktadır. Fakat Türkiye’de orman ağaçlarında bu konuda henüz bir çalışma bulunmamaktadır. Şimdiki çalışmanın amacı; Düzce kıyı-ardı kesiminde yetişen Uludağ göknarının yaprak yüzey alanı- diri odun ilişkisinin belirlenmesi ve çapa bağlı olarak bu ağaç türünün biyokütlesini tahmine yönelik denklemlerin oluşturulmasıdır.

Bu amaçla, Bolu Orman Bölge Müdürlüğü, Düzce Orman İşletme Müdürlüğü’ ne bağlı Asar İşletme şefliği ormanlarından göğüs yüzeyindeki çapları (GYÇ; $d_{1,30}$) 15-40 cm çap aralığında toplam 30 adet örnek ağaç kesilmiştir. 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. Laboratuarlara taşınan bitkisel alt-örnekler (gövde, dal, yaprak ve kök) tartıldıktan sonra fırınlarda 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 ibre miktarını belirlemek için üzerinde ibre taşıyan tüm dal uçları bağ makasları yardımıyla kesilip arazide tartılarak yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. Daha sonra ibre örneklerinden alt-örnekler alınarak ibrenin yüzey

alanları ve ağırlıkları belirlenerek alan-ağırlık ilişkisi kurulmuştur. Daha sonra bu ibre alan ve ağırlık ilişkisi her ağacın toplam ibre yüzey alanı değerleri hesaplanmıştır.

Kesilen her ağacın dip yüzeyinden, göğüs yüzeyi yüksekliğinden ve tepe çatısının başladığı dalların hemen altından yaklaşık 5 cm kalınlığında tekerler alınmıştır. Her tekerin, çap ve kabuk kalınlıkları ölçüldükten sonra diri-odun, öz-odun kısımları cm^2 olarak hesaplanmıştır. Her ağaç için hesaplanan diri-odun alanı ile aynı bireyin ibre yüzey alanı arasındaki ilişki regresyon analizi ile gerekli dönüşümler yapılarak belirlenmiştir.

Yapılan analizler sonucunda göknar ağacının toprak altı ve üstü toplam biyokütlesinin ($R^2 = 0.8605$), toprak üstü ana-gövde biyokütlesinin ($R^2 = 0.7888$), dal biyokütlesinin ($R^2 = 0.6535$) ve yaprak biyokütlesinin ($R^2 = 0.5222$) ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca göknar ağacının yaprak yüzey alanı ile ağacın göğüs yüzeyindeki (GY) diri-odun alanı arasında da yine doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.36$) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir. Ağacın yaprak yüzey alanının (m^2) göğüs yüzeyindeki diri odun alanına (m^2) oranı 3675 olarak hesaplanmıştır.

Anahtar Sözcükler: Uludağ göknarı, yaprak yüzey alanı, diri odun, biyokütle, Düzce

TEŞEKKÜR

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 Bülent TOPRAK'a teşekkür ederim. Ayrıca arazi çalışmalarım sırasında yardım ve desteklerini esirgemeyen Asar Orman İşletme Şefliği çalışanlarına da Őükranlarımı sunarım. Onların desteği olmadan bu çalışmayı gerekleştirmemizin olasılığı çok azdı.

ÖNSÖZ

“Düzce yöresinde yetişen Uludağ göknarı'nın (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. *ssp. bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) 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 yetiştirme 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 göknarın 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.

NAZMİ DOĞAN

İÇİNDEKİLER

ABSTRACT.....	III
ÖZET.....	V
TEŞEKKÜR.....	VII
ÖNSÖZ.....	VIII
İÇİNDEKİLER.....	IX
ÇİZELGE LİSTESİ.....	X
ŞEKİL LİSTESİ.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
2. MATERYAL VE YÖNTEM.....	4
2.1. Uludağ Göknarı (<i>Abies nordmanniana</i> (Stev.) Spach. ssp. <i>bormulleriana</i> (Mattf.) Code et Cullen).....	4
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>İbre ve diri-odun verileri</i>	10
2.2.4.2.1. <i>İbre verileri</i>	10
2.2.4.2.2. <i>Diri-odun verileri</i>	11
2.2.5. İstatistiksel analizler	13
3. BULGULAR.....	14
4. TARTIŞMA VE SONUÇ	21
5. KAYNAKLAR.....	24

ÇİZELGE LİSTESİ

- Çizelge 1.** Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....14
- Çizelge 2.** Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....16
- Çizelge 3.** Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....17
- Çizelge 4.** Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile yaprak biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....18
- Çizelge 5.** Düzce yöresindeki Uludağ göknarının Diri-odun ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi.....20

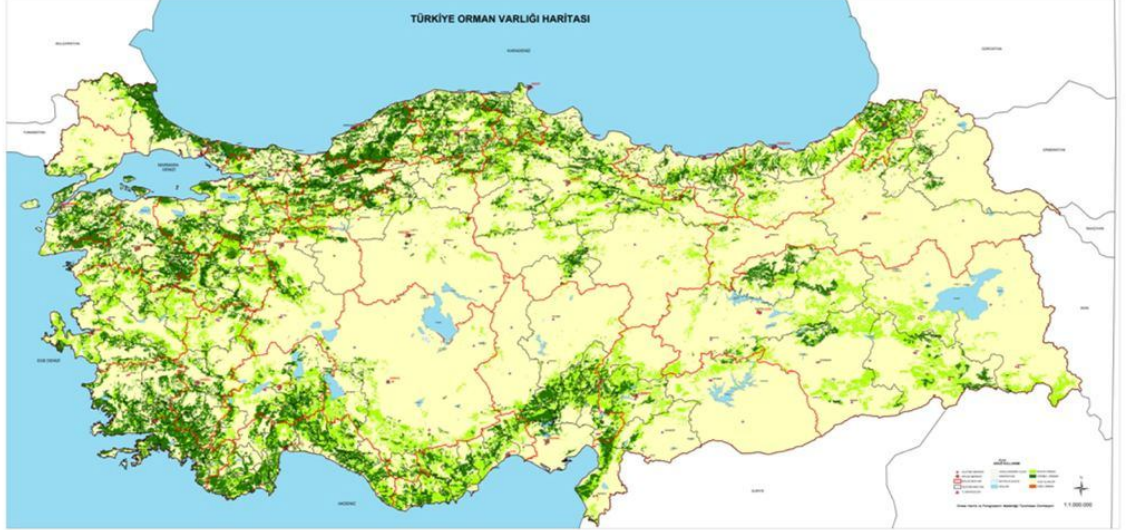
ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Ormanların Türkiye'deki doğal yayılış alanları.....	1
Şekil 2. Uludağ göknarının yayılış alanları.....	5
Şekil 3. Araştırma sahalarının bulunduğu Düzce yöresi elmacık serisinde (Asar işletme şefliği bölgesi) göknarların yükseltiye göre dağılışı.....	6
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.....	9
Şekil 6. Alan ölçer ve hassa terazi ile ibre alanlarının ve ağırlıklarının Belirlenmesi.....	11
Şekil 7. Örnek ağaçlardan silindir örneklerinin alındığı noktalar.....	12
Şekil 8. Örnek silindirlerden diri-odun öz-odun kısımlarının belirlenmesi.....	12
Şekil 9. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile ağacın toplam biyokütlesi arasındaki ilişki.....	14
Şekil 10. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile toprak üstü ana gövdesinin biyokütlesi arasındaki ilişki.....	15
Şekil 11. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile dal biyokütlesi arasındaki ilişki.....	16
Şekil 12. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki (d=1.33) çapı ile yaprak biyokütlesi arasındaki ilişki.....	18
Şekil 13. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının Diri-odun ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişki.....	19

GİRİŞ

Orman alanlarının kullanımıyla ilgili artan farklı talepler nedeniyle bu doğal kaynakların sürdürülebilir şekilde nasıl işletileceği ormancuların ve toplumun en önemli tartışma konularından biri haline gelmiştir. Bu kaynakların sürdürülebilir kullanımı ormanların alan ve/veya işlev olarak var olan durumunun korunması veya artırılmasından çok gelecekteki artan nüfus ve yaşam tarzının belirleyeceği kaynaklarla ilgili olarak çıkabilecek yeni talepleri de karşılayabilecek doğrultuda şimdiden önlemler almak ve adım atmaktır. Bu nedenle, var olan ormanların artırılmıyorsa bile alan olarak korunması ve onlardan verimli şekilde faydalanmanın yanı sıra, bozulmuş orman alanlarının yeniden yapılandırılması gelecekteki en önemli amaçlardan biri olacaktır.

Orman Genel Müdürlüğü'nün verilerine göre Türkiye'de hukuki olarak 21 milyon hektarın üzerinde orman alanı bulunmaktadır (Şekil 1). Yine Genel Müdürlüğün iddialarına göre orman alanlarında son 40 yılda önemli bir artış olduğu ifade edilmektedir.



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 0.24 ha'dan 0.15 ha'ya kadar azalmıştır. Kişi başına düşen bu verimli orman alanı miktarı dünya ortalamasının ¼' ünden de daha

düşüktür. Dolayısıyla Türkiye ormancılığı için sorun daha da kritik bir hali alarak giderek daralan orman alanlarından giderek artan oranda farklı talepler için fayda üretmek gereğine dönüşmüştür (Anonim, 2006). Bu aşamada orman kaynaklarının sürdürülebilir kullanımıyla ilgili karar destek mekanizmasının en önemli bileşeni farklı iklim bölgelerinde yapılacak temel ekosistem araştırmalarıyla elde edilecek veriler olacaktır.

Türkiye’de ormancılık çalışmaları geleneksel olarak yarı-doğal olarak nitelenebilecek sahalardan odun hasadı 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. Bu bağlamda ağaç büyümesiyle ilgili çalışmaların çoğu da özellikle odun artımı üzerinde yoğunlaşmıştır (Kalıpsız, 1962; Akalp, 1978; Saraçoğlu, 1988; İkinci, 2000). Fakat son zamanlarda belirli ağaç türlerinin toplam biyokütle miktarını tahmine yönelik bazı çalışmalar da yapılmıştır (Durkaya, 1988; 2009; Saraçoğlu, 2000). Buna rağmen saha verimliliği ve temel ekosistem analizleri ile ilgili çalışmalar bazı yetiştirme yeri çalışmalarının dışında son derece kısıtlıdır (Yıldız ve ark., 2006; 2007; 2009; 2010).

Orman ekosistemlerinde enerji üretimi büyük oranda yeşil bitkilerce gerçekleştirilen fotosentez tepkimesi sonucu güneş enerjisinin kimyasal enerjiye dönüştürülmesiyle elde edilmektedir. Elde edilen ve bitkinin farklı organları olarak ifade edilen bu kimyasal enerji de ekosistemin farklı bileşenlerinin solunumu için kullanılmaktadır (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). Fotosentez dışında üzerinde stomaları bulunduran bitki yapraklarının yüzey alanı ve biyokütlesi bitkinin solunumu ve terlemesi gibi fizyolojik işlevleri etkileyen önemli yapısal değişkenlerdendir (Calvo-Alvorado ve ark., 2008). Bu nedenle, yaprak yüzey alanı indeksi ekosistem üretimini tahminde kullanılan en önemli değişkenlerindendir (DeRose ve Seymour, 2010).

Yaprak alanının doğrudan ölçümü pratik olmadığından göğüs yüzeyindeki diri-odunun alanı (sapwood area: As) ile yaprak yüzeyini (leaf area:Al) tahmine yönelik allometrik ilişkiler kurulmuştur. Diri-odun alanından yaprak yüzeyini tahmine yönelik ilk çalışmalar sonucunda Al:As oranının ağacın gelişim çağı boyunca sabit kaldığı vurgulanmıştır (Shinozaki ve ark., 1964). Fakat daha sonraki çalışmalar ağacın boyunun uzamasıyla, meşçerenin sıklığı ve ağacın terleme ihtiyacının artmasıyla Al:As oranının düştüğünü göstermiştir (Waring ve ark., 1982; Mencuccini ve Grace, 1995; White ve ark., 1998). 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 (Waring ve ark., 1982; Mencuccini ve Grace, 1995; White ve ark., 1998) Dünya üzerinde farklı bölgelerde farklı türler için yaprak yüzey alanı ve su iletim dokularıyla ilgili çalışmalar giderek artmaktadır (Shinozaki ve ark., 1964; Waring ve ark., 1982; Mencuccini ve Grace, 1995; White ve ark., 1998; Morataya ve ark., 1999; Becker ve ark., 2000; Calvo-alvarado, 2008). Fakat Türkiye’de orman ağaçlarında bu konuda henüz bir çalışma bulunmamaktadır.

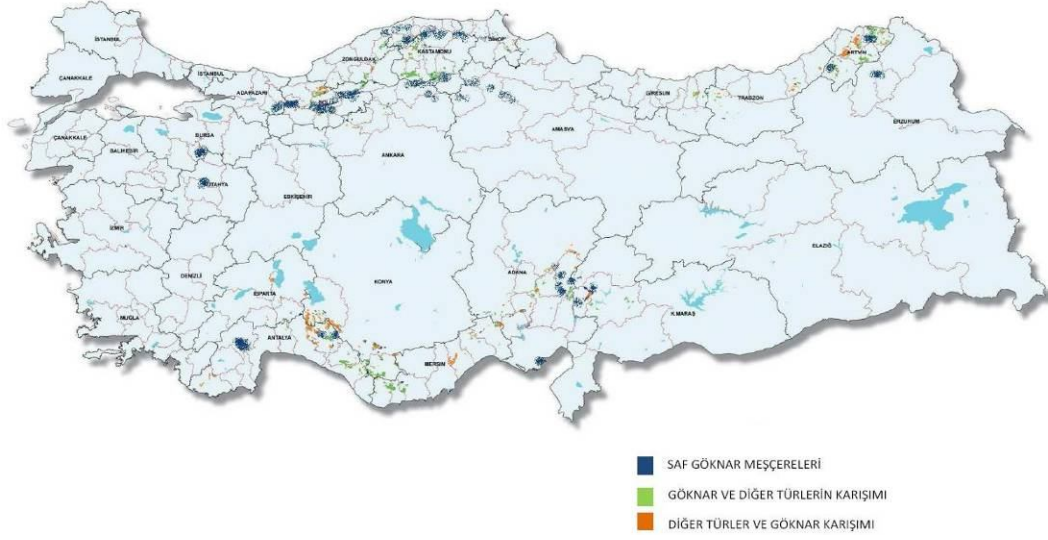
Dolayısıyla bu çalışmanın amacı; Batı Karadeniz iklim tipi içerisinde yer alan Düzce kıyı-ardı kesiminde yetişen Uludağ göknarının yaprak yüzey alanı- diri odun ilişkisinin belirlenmesi ve çapa bağlı olarak bu ağaç türünün biyokütlesini tahmine yönelik denklemlerin oluşturulmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. ULUDAĞ GÖKNARI (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. ssp. *bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen)

Kuzey Anadolu dağlarının kuzeye bakan yamaçlarında deniz seviyesinden yaklaşık 1200 metrelere kadar olan ılıman yapraklı ve kışın yaprağını döken türlerden oluşan kuşak içinde çoğunluğu göknar olan üst tabakadaki bitki örtüsüne yer yer gürgen, ıhlamur, akçaağaç, meşe, kestane, kızılağaç, karaağaç vb. türlerde katılmaktadır. Yaklaşık 1200 m'den sonra soğuk iklim ve ibreli ağaçlar kuşağına geçilmektedir. Bu kuşakta üst tabakada doğu Karadeniz bölgesinde göknar, ladin ve sarıçam, Batı Karadeniz de ise göknar, göknar-karaçam ve daha üst seviyelerde sarıçam kuşağına geçilmektedir.

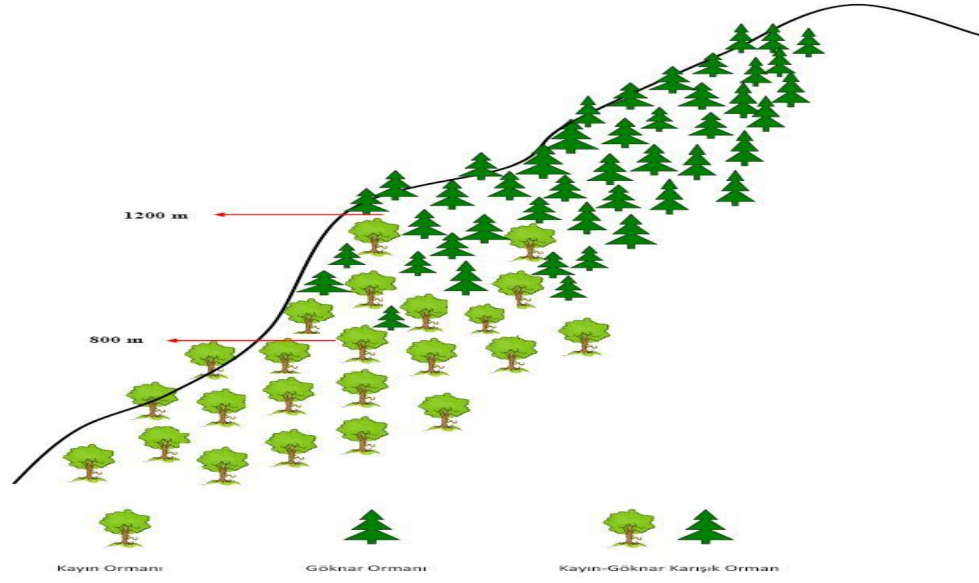
Göknarlar kuzey yarımkürede ılıman iklim bölgelerinin, yüksek dağlık kesimlerinde ve Kuzey Afrika, Himalayalar ve Türkiye'de doğal olarak yetişmektedir. Göknarlar (toplam) 630 bin hektarlık bir alanla yayılış bakımından Türkiye'deki ağaç türleri arasında 6. sırada bulunmaktadır (Anonim, 2006). Göknarlar Türkiye'de dört farklı türüyle, Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. ssp. *bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen), doğu Karadeniz göknarı (*A. nordmanniana*), Toros göknarı (*A. cilicica*) ve Kazdağı göknarı (*A. equi-trojani*), Karadeniz, Akdeniz ve Marmara bölgelerinde deniz seviyesinden 1000-1800 m yüksekliklerde yayılış gösterirler (Şekil 2). Göknar türleri genellikle yarı gölge ortamlarda iyi gelişme gösterir. Nemli ve verimli orman topraklarını tercih ederler. Ancak nemli, kumlu veya killi topraklarda da iyi gelişir ve genelde kazık kök yaparlar (Yaltrık, 1993).



Şekil 2. Uludağ göknarının yayılış alanları

Bunlardan Uludağ göknarı (*Abies nordmanniana* (Stev.) Spach. *ssp. bormulleriana* (Mattf.) Code et Cullen) Türkiye'ye özgü bit tür olup Kızıl Irmak ve Vezirköprü'nün güneyinden başlayarak yaklaşık 1000 m'nin üzerindeki soğuk ibreli orman kuşağında Küre dağları, Ilgaz, Köroğlu dağ sırası, Bolu ve Uludağ'a kadar kesintili bir yayılış göstermektedir. Yayılış gösterdiği alanlarda yer yer ılıman yapraklı kuşağa doğru sarkarak göknar ile yüksek rakımlardaki soğuk ibreli orman kuşağında da sarıçam ve karaçamlarla karışım oluşturmakta veya saf olarak bulunmaktadır.

Çalışma sahası olan Düzce ilinde sahil kesimindeki 1200 metre yükseltiyeye kadar çıkan Kaplandede Dağında göknar bulunmazken kıyı-ardı kesimde Düzce ovasının güney ve güney-doğu kesiminde yükselen Elmacık Dağı serisinde 800-900 metre yükseltilerden sonra göknarın üst kuşağına doğru karışıma katılmaya başlamakta ve 1200-1300 metrelerden sonra ise saf göknar ormanlarına geçilmektedir (Şekil 3). Dolayısıyla Uludağ göknarı Türkiye ormanlarının % 25'ine sahip Karadeniz bölgesinin batı kesiminin soğuk ibreli kuşağında en önemli ağaç türü bileşenlerindedir (Kaya ve Raynal, 2001).



Şekil 3. Araştırma sahalarının bulunduğu Düzce yöresi Elmacık serisinde (Asar İşletme Şefliği Bölgesi) göknarların yükseltiye göre dağılışı.

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 eosenkalker 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 (Kantarcı, 2000). Bu topraklar eski Avrupa ve Amerika sınıflandırmasına göre asit kahverengi orman toprakları olarak adlandırılmaktadır (Tavernier ve Smith, 1957; Yıldız ve Esen, 2006; Yıldız 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 istasyonundan alınan verilere göre Düzce'nin ortalama sıcaklığı yine 13 °C, ortalama yıllık yağış ise 840 mm olmasına rağmen araştırma sahalarının bulunduğu noktalar meteoroloji istasyonundan çok yükseklerde olduğundan araştırma sahalarındaki yağış miktarının 100- 200 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 İşletme 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.

Ormanın ağaç tabakasını seçme işletmesi uygulanmasından dolayı farklı yaş ve çaplardan oluşan göknar oluşmaktadır. Çoğunluğunu mor çiçekli orman gülünün oluşturduğu diri-örtü kısmına azda olsa karayemiş (*Prunus laurocerasus*), çoban püskülü (*Ilex aquifolium*), eğrelti (*Pteridium agnilineum*), böğürtlen (*Rubus fruticosus*), ısırgan (*Urtica dioica*), çilek (*Fragaria vesca*) ve sütleğen (*Euphorbia amygdaloides*) katılmaktadır.

2.2.4. Verilerin Toplanması

Temmuz-Ağustos, 2009 tarihinde işletme şefliğinin 27 bölmeçiğinden çap sınıflarına örnek ağaçlar belirlenmiştir. Örnekleme ağaçlarının belirlenmesi sırasında şefliğin meşcere haritasından yararlanılarak deneme ağaçlarının bulunduğu mevki ve bölme-bölmeçikler belirlenmiştir. Arazideki değişkenliklerin temsil edilmesi için de ağaç örnekleri farklı bölmeçik, farklı bakı ve farklı rakımlardan 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 üçer adet alt-örneklemeler yapılarak alt-örnekler nemini kaybetmeden laboratuarlara taşınmıştır.



Şekil 5. Dal, yaprak ve gövde olarak ayrılan örnek ağaçların seksiyonlara yarılan 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, 1cm'den ince, 1-4 cm ve 4 cm'den kalın olmak üzere sınıflandırılarak yaş ağırlıkları ayrı ayrı belirlenmiştir (Ranger ve Gelhaye, 2001). Daha sonra her kök sınıfından üçer adet alt örnek nem miktarını belirlemek üzere laboratuara taşınmıştır.

Laboratuarlara taşınan bitkisel alt-örnekler (gövde, dal, yaprak ve kök) 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. İbre ve diri-odun verileri

2.2.4.2.1. İbre verileri

Kesilen ağaçlardaki ibre miktarını belirlemek için üzerinde ibre taşıyan tüm dal uçları uçtan itibaren en son ibrenin bulunduğu kısım ile birlikte bağ makasları yardımıyla kesilip naylon telis çuvallara (4-5 adet çuval) doldurulmuştur. Daha sonra bu ibre çuvalları arazide tartılarak yaş ağırlıkları kaydedilmiştir. Her çuvaldan 3 adet yaklaşık 3 kg ağırlığında alt-örnekler alınarak nemini kaybetmeden laboratuara taşınmıştır. Laboratuara taşınan bu örneklerden ibreler tek tek sökülerek ibre ve odunsu kısım ayrılmıştır. Ayrılan bu örnekler ayrı ayrı tartılarak örneklerdeki ibre ve odunsu kısımlarının oranları belirlenmiştir. Daha sonra her alt örnekten 70-80 adet ibrenin yüzey alanları (projected: üstten tek-yön olarak) yaprak yüzey alanı ölçerle taranarak (ADC, Bioscientific Ltd. Area-meter, AM-300) kaydedilmiştir (Şekil 6).

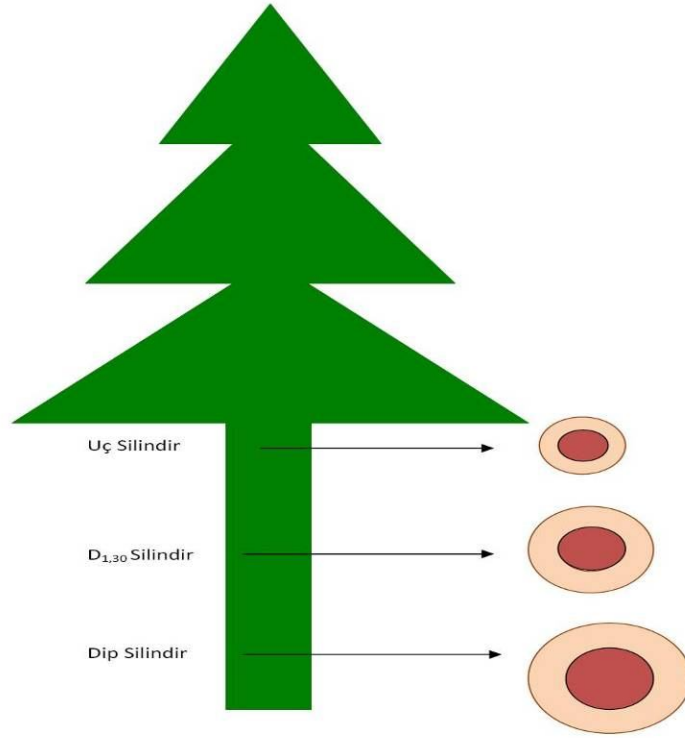


Şekil 6. Alan ölçer ve hassa terazi ile ibre alanlarının ve ağırlıklarının belirlenmesi
(Orijinal, 2010)

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

2.2.4.2.2. Diri-odun verileri

Kesilen her ağacın dip yüzeyinden, göğüs yüzeyi yüksekliğinden (GY, $d_{1,30}$) 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.



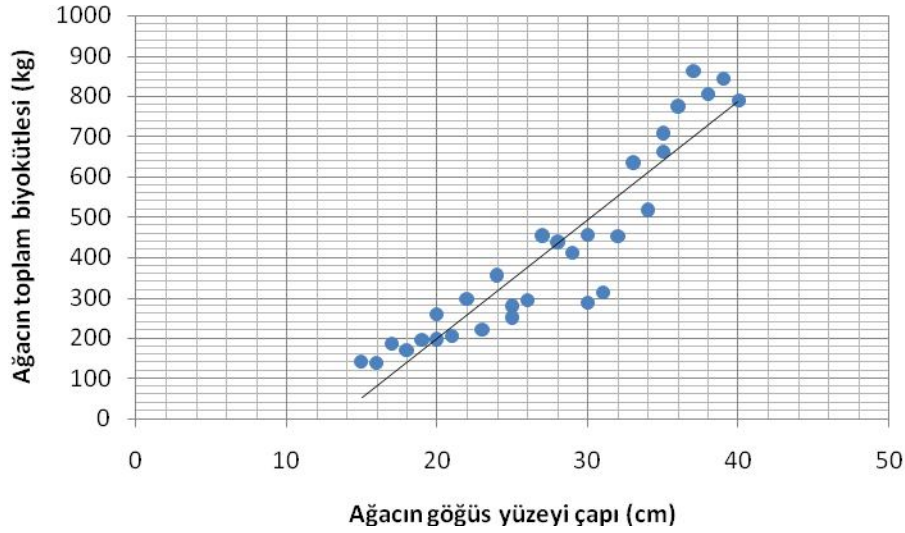
Şekil 8. Örnek silindirlere diri-odun öz-odun kısımlarının belirlenmesi (Orijinal, 2010).

2.2.5. İstatistiksel analizler

Her ağaç için hesaplanan diri-odun alanı ile aynı bireyin ibre 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

Göknar ağacının toprak altı ve üstü toplam biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.8605$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 9).



Şekil 9. Düzce yöresindeki Uludağ Göknarının göğüs yüzeyindeki ($d=1.33$) çapı ile ağacın toplam biyokütlesi arasındaki ilişki.

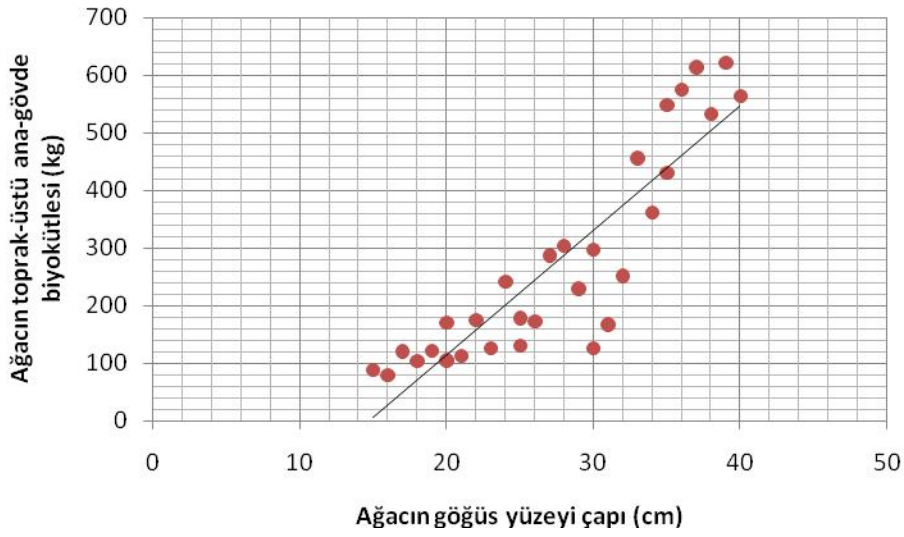
İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin y-eksenini kestiği nokta (intercept; P -değeri= 0.0001) ve çizginin eğiminin (slope; P -değeri= 0.0001) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1).

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

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	1369940	173	0.0001
Hata	28	7931		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	21			

GYÇ'ye bağı olarak ağacın toplam biyokütlesini tahmine yönelik regresyon denklemi; $Toplam\ biyokütle\ (kg) = -388 + 29 \times \text{çap}\ (cm)$, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamasının yaklaşık % 21'i olup kabul edilebilir sınırlar içerisinde (Çizelge 1).

Gök nar ağacının toprak üstü ana-gövde biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.7888$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 10).



Şekil 10. Düzce yöresindeki Uludağ Gök narının 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; $P\text{-değeri}=0.0001$) ve çizginin eğiminin (slope; $P\text{-değeri}=0.0001$) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2).

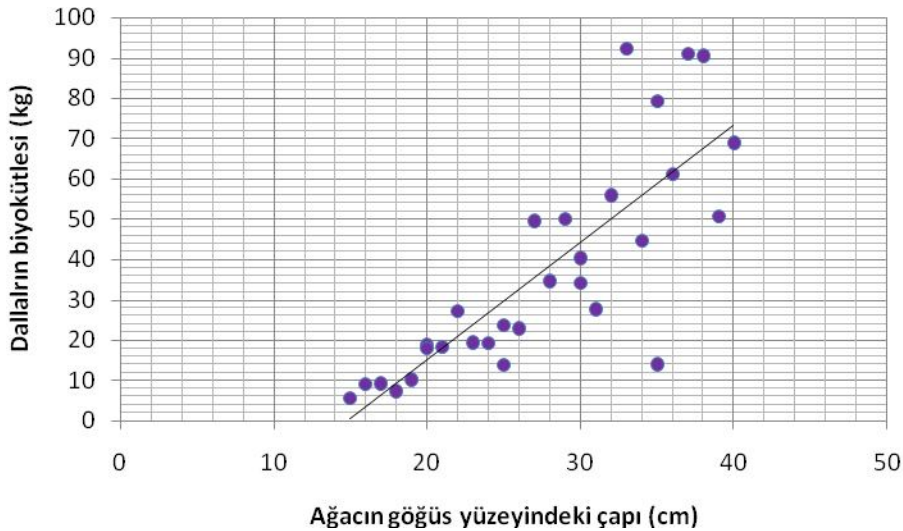
Çizelge 2. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	742042	105	0.0001
Hata	28	7095		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	30			

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın toprak üstü ana-gövde biyokütlesinin tahminine yönelik regresyon denklemi;

Ağacın Anagövde-biyokütlesi (kg) = -318 + 22 x çap (cm), olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamanın yaklaşık % 30'i olup kabul edilebilir sınırlar içerisindedir (Çizelge 2).

Göknar ağacının dal biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.6535$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 11).



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

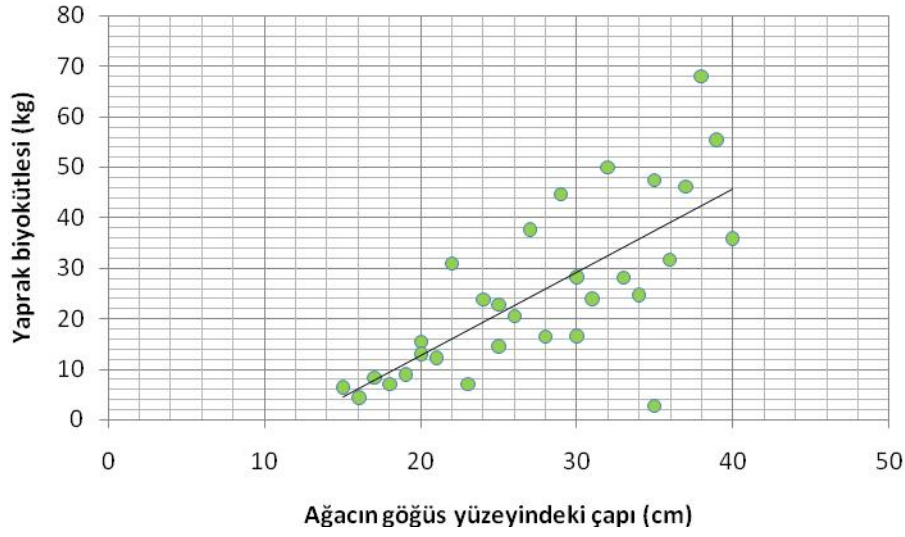
İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin y-eksenini kestiği nokta (intercept; P -değeri=0.0008) ve çizginin eğiminin (slope; P -değeri=0.0001) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile toplam ağaç biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	13393	53	0.0001
Hata	28	254		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	43			

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın dal biyokütlesinin tahminine yönelik regresyon denklemi; $Ağacın\ dal\ biyokütlesi\ (kg) = -43 + 2.9 \times \text{çap}\ (cm)$, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamanın yaklaşık % 43'i değişkenlik toplam biyokütleye ve gövde biyokütlesi verilerine göre artmıştır (Çizelge 3).

Göknar ağacının yaprak biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.5222$) bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 12).



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

İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin y-eksenini kestiği nokta (intercept; P -değeri=0.0242) ve çizginin eğiminin (slope; P -değeri=0.0001) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4).

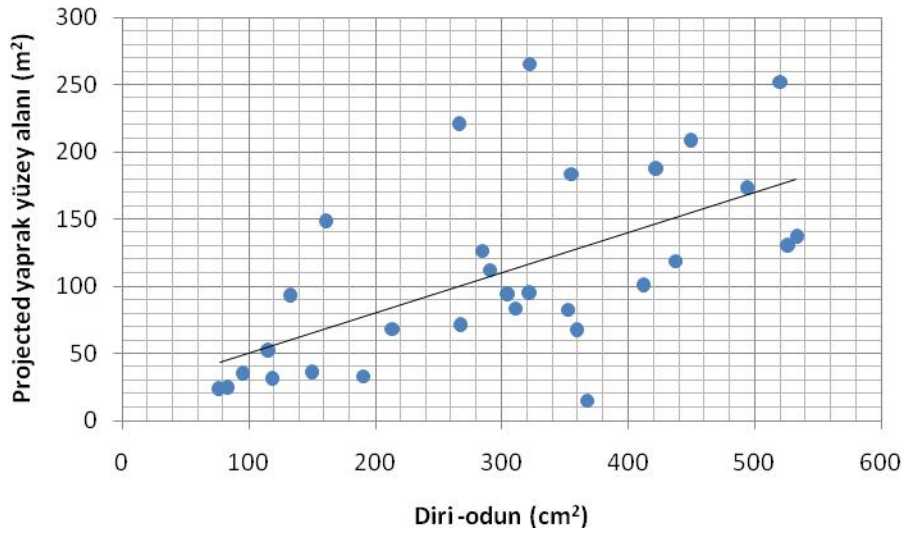
Çizelge 4. Düzce yöresindeki Uludağ Göknarının göğüs yüzeyindeki çapı ($d=1.33$) ile yaprak biyokütlesi arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	4303	31	0.0001
Hata	28	140		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı				

GYÇ'ye bağlı olarak ağacın dal biyokütlesinin tahminine yönelik regresyon denklemi;

Ağacın yaprak biyokütlesi (kg) = $-20 + 1.65 \times \text{çap (cm)}$, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamanın yaklaşık % 43'i değişkenlik toplam biyokütle ve gövde biyokütlesi verilerine göre artmıştır (Çizelge 4).

Göknar ağacının yaprak yüzey alanı ile ağacın göğüs yüzeyindeki (GY) diri odun alanı arasında da yine doğru orantılı ve pozitif ($R^2 = 0.36$) bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Şekil 13).



Şekil 13. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının Diri-odun ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişki

İstatistiksel analiz sonucu elde edilen denklemde eğilim çizgisinin eğiminin (slope; P -değeri=0.0005) istatistiki olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir (Çizelge 5).

Çizelge 5. Düzce yöresindeki Uludağ göknarının Diri-odun ile yaprak yüzey alanı arasındaki ilişkinin ANOVA çizelgesi

	Serbestlik derecesi	Kareler ortalaması	F-değeri	P-değeri
Model	1	50848	15.6	0.0005
Hata	28	3246		
Düzeltilmiş Toplam	29			
Varyasyon katsayısı	52			

GY'deki diri-odun alanına bağlı olarak ağacın yaprak yüzey alanını tahminine yönelik regresyon denklemi;

$Yaprak\ yüzey\ alanı(m^2) = 20.52 + 0.2986 \times (diri-odun\ alanı, cm^2)$, olarak belirlenmiştir. Verilerin standart sapması ortalamasının yaklaşık % 43'i değişkenlik toplam biyokütle ve gövde biyokütlesi verilerine göre artmıştır (Çizelge 5).

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

Elde edilen verilerin analizi sonucu göknar ağacının toprak altı ve üstü toplam biyokütlesinin ve ağacın toprak üstü ana-gövde biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı ve pozitif bir ilişkisinin olduğu belirlenmiştir. Buna rağmen, kök verilerinde aynı ilişki kurulamamıştır. Bunun nedeni ağaç köklerinin çıkartılmasının zor olmasıdır. Özellikle belirli bir sıklıktaki meşçereden tek bir ağaç kesilip onun 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) arttırmaktadır. Bu nedenle rekabetle birlikte sahada ağaçların beslendiği ortamlar arasında yararlanılabilir besin elementlerinin yoğunlukları da kök miktarlarını önemli oranda değiştirebilir. Dolayısıyla rekabet değişkenlerini de dikkate almadan sadece çapa bağlı olarak toprak altındaki kök biyokütlesinin tahmini her zaman doğru sonuçlar vermeyebilir.

Göknar ağacının dal ve yaprak biyokütlesinin ağacın göğüs yüzeyindeki çapı (GYÇ) ile doğru orantılı pozitif ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Fakat verilerin dağılımına bakıldığında (Şekil 11, 12) 30-35 cm çap basamağından sonra bu ilişkinin zayıfladığı görülmektedir. Bunun nedeni düşük çaplı olan bireylerin meşçerenin belirli bir kısmında tepe çatısı gelişmesi 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 35 cm) ağaçlar için ayrı düzenlenmesi daha doğru sonuçlar verebilir.

Göknar 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 3675 olarak hesaplanmıştır. Bu tür ve Türkiye'deki diğer göknar türleri için yapılmış bir çalışma bulunmadığından elimizde karşılaştırma yapabilecek Türkiye'deki türlerle ilgili bir veri bulunmamaktadır. Fakat elde edilen bu Al:As oranı farklı bölgelerde yapılmış olan Coyea ve Margolis (1992) tarafından *Abies balsama* için elde edilen (7100) değerden yaklaşık % 48, Kaufmann ve Troendle tarafından *Abies lasiocarpa* için elde edilen değerden de (7500) % 51 daha düşüktür. Fakat şimdiki çalışmada elde edilen Al:As oranı yine başka bir göknar türü için (*A. procera*) Grier ve Waring (1974) tarafından elde edilen (2700) orandan yaklaşık % 36 daha fazladır. Diri-odun yaprak yüzey alanı ilişkisi yetiştirme ortamına göre değişebilmektedir. Örneğin, 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). Örneğin, McDowell ve ark. (2002) douglas göknarında (*Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*) 13- 62 m boyları arasında değişen ağaçlarda yaptığı çalışmalar sonucunda ağaçların boyları uzadıkça Al:As oranının düştüğünü belirlemişlerdir. 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 istatistiksel bir kanıt bulunmamıştır. 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

- Akalp, T., 1978. Türkiye'deki Doğu Ladini (*Picea orientalis* Lk. Carr) Ormanlarında Hasılat Araştırmaları, Doktora Tezi, İstanbul Orman Fakültesi, İstanbul, Yayın No: 261.
- 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 2010. http://yerelcoğrafya.com/wpcontent/uploads/turkiye_orman_varligi_haritasi.jpg.
- Atalay, I. 2002. Türkiye'nin Ekolojik Bölgeleri. Meta Basımevi, İzmir, Turkey.
- Becker, P., F.C. Meinzer and S.Wullschlegler. 2000. Hydraulic limitation of tree height: a critique. *Funct. Ecol.* 14:4–11.
- Calvo-Alvarado, J.C., McDowell, N.G ve Waring, R.H. 2008. Allometric relationship predicting foliar biomass and leaf area: sapwood ratio from tree height in five costa Rican rain forest species. *Tree physiology* 28: 1601-1608.
- Coyea, M.R., and Margolis, H. A.(1992). Factors affecting the relationship between sapwood and leaf area of balsam fir. *Canadian Journal of Forest Research* 22, 1684-1693.
- 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.
- Durkaya, B. 1998. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Meşe Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Master of Science Thesis, Zonguldak Karaelmas University, Institute of Science, 110 p.
- Durkaya, A., Durkaya, B., Atmaca, S. 2009. Predicting the Above-ground Biomass of Scots Pine (*Pinus sylvestris* L.) Stands in Turkey. *Energy Sources, Part A*, 32:485–493, 2010.
- Grier, C. C., and Waring, R. H. 1974. Conifer foliage mass related to sapwood area. *Forest Science* 20, 205-206.

- İkinci, O., 2000. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü Kestane Meşcerelerinin Biyokütle Tablolarının Düzenlenmesi. Master of Science Thesis, Zonguldak Karaelmas University, Institute of Science, 86 p.
- Kalıpsız, A., 1962. Doğu Kayını'nda Artım ve Büyüme Araştırmaları. *Tarım Bakanlığı Orman Genel Müdürlüğü Yayınları*, No: 339/7.
- Kantarıcı, 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.
- 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.
- Magnani, F., M. Mencuccini and J. GRACE. 2000. Age related decline in stand productivity: the role of structural acclimation under hydraulic constraints. *Plant Cell Environ.* 23:251–263.
- Mcdowell, N., Bornard, H., Bond, B.J., Hinckley, T., Hubbord, R.M., Ishii, H., Kostner, 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., Mcmurtrie, 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.

- Morataya, R., G. Galloway, F. Berninger and M. Kanninen. 1999. Foliage biomass-sapwood (area and volume) relationships of *Tectonia grandis* L.f. and *Gmelina arborea* Roxb.: silvicultural implications. *For. Ecol. Manage.* 113:231-239.
- Murty, D., R.E. Mcmurtrie 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.
- Perry, D.A., Oren, R., Hart, S.C. 2008. *Forest Ecosystems*. 2nd edition. The John Hopkins University Press. Baltimore, USA.
- 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.
- Saraçoğlu, Ö. 1988. Karadeniz yöresi göknar meşcerelerinde artım ve büyüme. İ.Ü. Orman Fakültesi, Orman hasılatı ve Biyometri Bilim Dalı, İstanbul.
- Saraçoğlu, N. 2000. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) biyokütle tabloları. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 93-100.
- 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 Theory. 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.
- 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.
- White, D., Beadle, C., Worledge, D., Honeysett, J. Ve Cherry, M. 1998. The influence of drought on the relationship between leaf and conducting sapwood area in *Eucalyptus globus* and *Eucalyptus nitens*. *Trees* 12:406-414.
- Yaltirik, F. 1993 Dendroloji Ders kitabı. I . Gymnospermae.(açık tohumlular). 2. Baskı. *İstanbul Üniversitesi Orman Fakültesi yayınları*. İ.Ü. yayın no: 3443. O.F. yayın no: 386. 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., Sarginci, M., Eşen, D., Cromack, K. Jr., 2007. Effects of vegetation control on nutrient removal and *Fagus orientalis*, Lipsky regeneration in the Western Black Sea region of Turkey. *For. Ecol. Manage.* 240, 186–194.
- Yıldız, O., Eşen, D., Sarginci, M., 2009. Long-term site productivity effects of different *Rhododendron* control methods in eastern beech (*Fagus orientalis* Lipsky) ecosystems in the Western Black Sea region of Turkey. *Soil Use Manage.* 25, 28–33.
- Yıldız, O., Derya Esen., Omer M. Karaoz., Murat Sarginci, 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.