

**Gölcük Yöresi Kestane Baltalıklarında Toprak Üstü Biyokütlenin Belirlenmesi\*****Estimation of Above-Ground Biomass in Chestnut Coppice in Gölcük Region****Ali Kemal Özbayram<sup>1</sup>, Burak Seçgin<sup>2</sup>****Öz**

Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) ülkemizde saf veya karışık ormanlar kuran önemli yapraklı ağaç türlerinden biridir. Gölcük (Kocaeli) yöresi kestane ormanları piyasa istekleri veya çeşitli hastalıklara maruz kaldığından baltalık vasıflı işletilmesi silvikültürel seçenek haline gelmiştir. Türkiye’de koru vasıfla işletilen Kestane ormanlarında toprak üstü biyokütle çalışmaları varken kestane baltalıklarında çapa bağlı toprak üstü biyokütle denklemlerine rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı Gölcük (Kocaeli) yöresi kestane baltalıklarında göğüs çapına bağlı yaprak, dal, gövde ve toplam toprak üstü biyokütle ilişkilerinin belirlenmesidir. Gölcük kestane baltalıklarında 15 farklı örnek alan (400 m<sup>2</sup>) belirlenmiş, farklı çap sınıflarında toplam 34 adet örnek ağaç model geliştirmek için, 13 örnek ağaç ise modelin kontrolü için kullanılmıştır. Kesilen örnek ağaçların yaprak, dal, gövde ve toplam toprak üstü biyokütleri belirlenmiştir. Göğüs çapına bağlı biyokütle ilişkilerin belirlenmesinde birçok Regresyon modelleri denenmiş, en yüksek belirtme katsayısı (R<sup>2</sup>) ve en düşük standart sapmaya sahip model seçilmiştir. Göğüs çapına bağlı yaprak, dal, gövde ve toplam toprak üstü biyokütle denklemlerinin belirtme katsayıları oldukça yüksek olup, sırasıyla 0,62; 0,78; 0,98; 0,97’dir. Sonuç olarak, elde edilen tek girişli toprak üstü biyokütle modelleri Gölcük yöresi kestane baltalıklarında kullanılabileceği söylenebilir.

**Anahtar Kelimeler:** *Castanea sativa*, toprak üstü biyokütle, kestane baltalığı, Gölcük

**Abstract**

Anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is one of the most important broadleaved trees that establish pure or mixed forests in Turkey. Since the chestnut forests of Gölcük (Kocaeli) region are exposed to market demands or various diseases, the coppice cultivation has become a silvicultural option. While there are above-ground biomass studies in chestnut forests that are operated with preservation characteristics, there are no above-ground biomass equations in chestnut coppices. The aim of this study was to determine the relationship between diameter of breast height with leaf, branch, stem and total above ground biomass in chestnut coppices in Gölcük region. A 15 sample area (400 m<sup>2</sup>) was taken from chestnut coppice in Gölcük region, and 34 trees were cut to represent different diameter classes and 13 sample trees were cut for control of the model. Leaf, branch, stem and total above ground biomasses of the cut trees were determined. Several regression models have been tried to determine the biomass relations due to diameter of breast height, and the model with the highest coefficient of expression (R<sup>2</sup>) and the lowest standard deviation has been selected. Leaf, branch, stem and total above ground biomass equations related to the diameter of the breast height are very high and the coefficients of expression are 0,62; 0,78; 0,98; 0,97 respectively. Consequently, the obtained models can be used in chestnut coppice forests in the Gölcük region.

**Keywords:** Above-ground biomass, *Castanea sativa*, chesnut coppice, Gölcük

Received: 09.12.2019, Revised: 19.12.2019, Accepted: 20.12.2019

Address: <sup>1</sup> Düzce Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Düzce, Türkiye.

E-mail: alikemalozbayram@duzce.edu.tr

<sup>2</sup>Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü, Sakarya, Türkiye

\*Bu çalışma, Düzce Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Orman Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yapılan Yüksek Lisans Tezinden hazırlanmıştır.

## 1. Giriş

Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.) hızlı gelişen önemli yapraklı orman ağacı türlerindedir. Türkiye’de 262 bin hektar alanda doğal olarak saf ve karışık meşcereler kurmaktadır (Anonim, 2015). Karadeniz’e bakan kuzey yamaçlarda, Marmara Bölgesi ve Batı Anadolu’dan Antalya’ya kadar yayılış göstermektedir. Anadolu kestanesi genel olarak 700-800 m. yükseltilere kadar yayıldığı belirtilmişse de (Anşin ve Özkan, 2006; Davis, 1982), Karadeniz’de 1200 m’ye, Ege bölgesinde 1800 m ye kadar rakımlarda görülmektedir (Anonim, 2015).

Türkiye’de kestane ağaçları yüzyıllardan beri kesilmekte ve bu baskı sonucunda kestane meşcereleri giderek azalmaktadır (Bulut, 2006). Anadolu kestanesinin odunu, meyvesi ve çiçeği oldukça değerlidir. Sağlamlığı ve suya dayanıklılığı nedeniyle ahşap ev yapımı, pencere ve kapı çerçevesi gibi birçok mobilya, tekne ve yat imalatında kullanılabilir. Ayrıca meyvesinden, kestane şekeri, kestane balı ve marmelatı gibi birçok yönden faydalanılmaktadır (Anonim, 2015).

Bunun yanında birçok hastalık kestanede arız göstermektedir. Anadolu kestanesine mürekkep hastalığı (kök çürüklüğü), dal kanseri (Turna ve ark., 2017) ve gal oluşumu gibi hastalıklar ciddi zararlar vermektedir. Dal kanseri ve mürekkep hastalığına karşı henüz etkili bir önlem alınamamasından dolayı, kestanenin ölümüne olanak vermeden kısa idare süresiyle baltalık işletmesine çevrilmesi, en uygun silvikültürel seçenek olarak görülmektedir (Saatçioğlu, 1979). Gölcük yöresinde kestane meşcerelerinde hastalıklarla mücadele ile hızlı gelişme özelliği ve kısa idare süresinden yararlanmak için kestane ormanları tıraşlama kesilerek baltalık olarak işletilmekte ve kestane çubuğu (bambu yerine), çit kazığı ve direk üretimi yapılmaktadır (Anonim, 2015).

Baltalık ormanlarının üretim-tüketim projeksiyonlarını yapabilmek için öncelikle bu ormanların envanterinin yapılması gerekir. Ağaç biyokütlesi envanterinin tayininde, ağaç bileşenlerine ilişkin yaş ve kuru ağırlık değerleri kullanılmaktadır. Ancak, yaş ağırlık çeşitli etmenlere bağlı olarak değişiklik gösterdiğinden kuru ağırlığa bağlı denklemlerin geliştirilmesi önerilmektedir (Saraçoğlu, 1992). Bu çalışmada kuru biyokütle modelleri, ağacın toprak üstü önemli bileşenleri (gövde, dal, yaprak) ile bu bileşenlerin toplamından oluşan toplam toprak üstü için hazırlanmıştır.

Ağaç biyokütlesi miktarı orman kaynaklarının miktarının belirlenmesinde ve süksesyonun orman tiplerinin dağılımına kadar meydana gelen orman yapısındaki değişimlerin anlaşılmasında önemli rol oynamaktadır (Menéndez-Miguélez ve ark., 2013). Ekosistem

dinamikleri ve işlevselliği hakkında önemli bilgiler içerdiğinden son yıllarda bireysel ağaç biyokütlesinin tahmin edilmesi ve bunun ağaç özellikleriyle ilişkilendiren çalışmalar sıklıkla yapılmaktadır (Durkaya, 1998; Durkaya ve Durkaya, 2008; Leonardi ve ark., 1996; Patrício ve ark., 2004; Sakıcı ve ark., 2004; Saraçoğlu, 1998). Tolunay (2011) yerli orman ağaçlarımızda yapılmış biyokütle çalışmalarını özetlemiştir. Literatür araştırmasına göre; İkinci (2000) Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü sınırları içerisinde, Sargıncı (2014) ise Düzce yöresinde yayılış yapan doğal kestane meşcerelerinde toprak üstü biyokütle çalışması yapmışlardır. Ancak bu çalışmalar koru vasıflı kestane ormanlarında gerçekleştirilmiş, kestane baltalıklarında yapılmış biyokütle çalışmalarına rastlanmamıştır. Bu çalışmanın amacı Gölcük yöresindeki kestane baltalıklarında göğüs çapına bağlı yaprak, dal, gövde ve toplam toprak üstü biyokütle miktarının ve tek ağaç modeline göre denklemlerinin elde edilmesidir.

## **2. Materyal ve Yöntem**

### **2.1. Çalışma Alanı**

Örnek alanlar Sakarya Orman Bölge Müdürlüğü, Gölcük Orman İşletme Müdürlüğüne bağlı Gölcük İşletme Şefliği sınırları (Kocaeli) içerisinde kalmaktadır. Saha boniteti orta (III. bonitet), genel bakışı kuzey batı, ortalama eğimi % 5 ile % 45 arasındadır. Örnek alanlarda hektarda 3700-5800 arasında birey bulunmakta, sahaların göğüs yüzeyi ise 23 ile 42 m<sup>2</sup> ha<sup>-1</sup> arasında değişmektedir. Bireylerin göğüs çapı 2,3-24 cm arasında, boyları 5,5-14 m arasında, yaşları 5 ile 30 arasında değişmektedir (Seçgin, 2019).

### **2.2. Yöntem**

Yöredeki kestane baltalıklarında 2018 yılında sahayı temsilen 15 adet 400 m<sup>2</sup>'lik (20x20 m) örnek alanlar çevrilmiştir. Örnek alanlar içerisindeki tüm ağaçların göğüs çapları ölçülerek, 4'erli çap sınıflarına (0,0-3,9 cm; 4,0-7,9 cm; 8,0-11,9 cm; 12,0-15,9 cm; 16,0-19,9 cm; 20,0-23,9 cm) dağılımı yapılmıştır. Örnek alanlar içerisinde ortalama göğüs yüzeyini (orta ağaç yöntemi) temsil eden ağaçlar (15 adet) ile farklı çap sınıflarını temsil eden ağaçlar (19 adet) olmak üzere toplamda 34 örnek ağaç seçilmiştir. Seçilen örnek ağaçlar 2018 yılı Temmuz

ayında dipten motorlu testere ile kesilmiştir. Sonra örnek ağaçların bütün canlı dalları gövdeyle birleştiği yerden kesilerek üzerindeki yapraklarıyla tartılmıştır. Ardından yapraklar dallardan sıyrılarak yapraksız dalların ağırlığı belirlenmiştir. Ortalama kalınlıkta bir daldan bir parça (20 cm uzunlukta) örnek kesit alınarak yaş ağırlığı tespit edilmiştir. Kopartılan yapraklardan 1,0-1,5 kg kadar yaprak örnekleri poşetlenerek yaş ağırlıkları tartılmıştır. Dalları kesilmiş gövde 2 m seksiyonlara ayrılmış kantar ile yaş ağırlığı ölçülmüştür. Gövde biyokütlesinin belirlenmesinde kabuk ayrımı yapılmamış, gövde içerisinde değerlendirilmiştir. Gövdenin dip, orta ve uç kısımlarından 5 cm kalınlığında örnek kesitler (diskler) alınmış ve hassas tartı ile yaş ağırlıkları tartılmıştır. Alınan gövde, dal ve yaprak örnekleri laboratuvarında serilip bekletilerek hava kurusu hale getirildikten sonra, 65 °C’de değişmez ağırlığa gelinceye kadar etüvde kurutulmuş ve kuru ağırlıkları hassas terazide belirlenmiştir.

Gövde ve dallara ait örnek kesitlerin yaş ağırlığı ile kuru ağırlığı ilişkisinden tüm gövdenin ve dalların kuru ağırlıkları; yaprak örneklerinin fırın kurusu-yaş ağırlığı ilişkisi toplam yaprak ağırlığıyla oranlanarak ağacın toplam yaprak biyokütlesi belirlenmiştir. Ağacın yaprak, dal ve gövde biyokütlesi toplanarak “toprak üstü biyokütle” değerleri hesaplanmıştır. Devamında göğüs çapı ile biyokütle ilişkiye getirilerek regresyon modelleri geliştirilmiştir. Daha sonra parseldeki tüm ağaçların göğüs çapına bağlı olarak biyokütle değerleri hesaplanmıştır.

Ayrıca, aynı sahalarda çapa bağlı elde edilen modellerin kontrolü için 2019 yılı Temmuz ayında farklı çap sınıflarından 13 adet daha ağaç kesilerek yukarıda belirtildiği şekilde biyokütleleri belirlenmiştir. Böylece kesilen kontrol ağaçların model yardımıyla hesaplanan toprak üstü biyokütleleri ile ölçülen gerçek toprak üstü biyokütle değerleri karşılaştırılmıştır.

### **2.3. İstatistiksel Analiz**

Göğüs yüksekliği çapına bağlı ağaç bileşenlerine ait biyokütle modellerinin oluşturulmasında doğrusal ve doğrusal olmayan denklemleri sıklıkla kullanılmaktadır (Cunia ve Briggs, 1984; Durkaya, 1998; Reed ve ark., 1996; Saraçoğlu, 1998). Çapa bağlı tek girişli birçok model (doğrusal, kuadratik, kübik, logaritmik, S, üs, ters, exp. vs) test edilerek, modelinin en az 0,05 önem düzeyine göre anlamlı olması, belirtme katsayısının ( $R^2$ ) en yüksek, tahmini standart hatanın düşük olması ve biyolojik yasalara uygunluğu dikkate alınmıştır. Modelde kullanılmayan kontrol ağaçlarının toprak üstü biyokütle değerleri ile model ile elde edilen biyokütle değerlerinin karşılaştırılmasında Eşleştirilmiş

Örnekleme T-testi kullanılmıştır ( $P < 0,05$ ). Analizler SPSS 21.0 istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

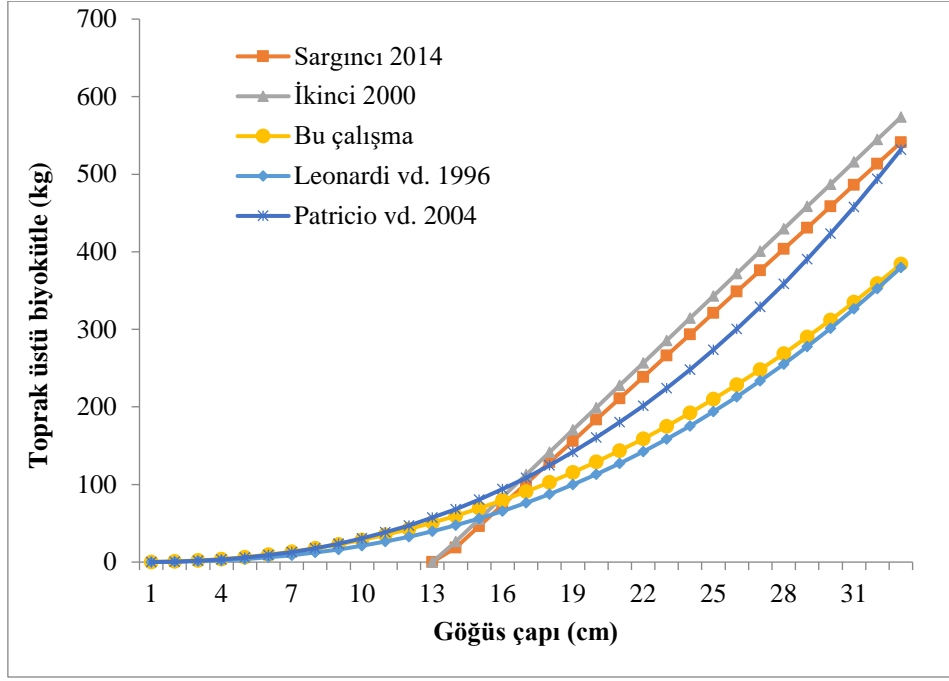
Göğüs çapı ile yaprak, dal, gövde ve toplam toprak üstü biyokütle arasındaki en uygun modeller Tablo 1’de verilmiştir. Çapa bağlı yaprak, dal, gövde ve toplam toprak üstü biyokütle modellerinin belirtme katsayıları sırasıyla 0,62; 0,78; 0,98 ve 0,97’dir. Elde edilen modeller kullanılarak sahaların meşcere bazında yaprak, dal, gövde ve toprak üstü biyokütelleri (standart sapma) sırasıyla 6,84 (0,82), 21,2 (2,93), 107,5 (15,96) ve 135,50 (18,90) ton ha<sup>-1</sup> olarak hesaplanmıştır.

**Çizelge 1.** Ağaç bileşenlerinin çapa bağlı biyokütle modelleri

Biyokütle Bileşenleri	Model	R <sup>2</sup>	S <sub>xy</sub>	F	P
Yaprak (Y)	$Y = -1,18 + 0,89 d^{(1/2)}$	0,62	0,81	38,23	<0,001
Dal (D)	$D = -2,646 + 0,817 d$	0,78	0,78	81,29	<0,001
Gövde (G)	$G = 0,053 + 0,274 d^2$	0,98	0,98	1050,90	<0,001
Toprak Üstü Biyokütle (TÜB)	$TÜB = 1,887 + 0,311 d^2$	0,97	0,97	803,23	<0,001

Modellerde d göğüs çapını (cm) belirtmekte, biyokütle değeri ise kg olarak hesaplanmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen toprak üstü biyokütle denklemi; Düzce (Sargıncı, 2014) ve Zonguldak yörelerindeki (İkinci, 2000) koru vasıflı kestane ormanları ile Portekiz (Patrício ve ark., 2004), İspanya, İtalya ve Fransa (Leonardi ve ark., 1996) kestane baltalıklarında gerçekleştirilen çalışmalardan elde edilen toprak üstü biyokütle modelleriyle karşılaştırılmıştır (Şekil 1). Bu çalışmaya göre, İkinci (2000) ve Sargıncı (2014)’nın biyokütle modelleri 17 cm çapa kadar düşük, 17 cm den daha kalın bireylerde daha yüksek değerler vermektedir. Yetiştirme ortamı farklılıklarına bakılmaksızın; bu çalışmanın yapıldığı sürgün kökenli kestane meşceresi 17 cm çapa kadar Zonguldak ve Düzce’deki tohum kökenli kestane ağaçlarından toprak üstü biyokütle olarak daha hızlı büyümektedir. Ancak 17 cm çaptan sonra koru kestane ormanları baltalıklardan daha hızlı biyokütle artışı yaptığı söylenebilir. Bu çalışmadan elde edilen toprak üstü biyokütle modeli Avrupa’daki kestane baltalıklarında elde ettikleri modellerle (Leonardi ve ark., 1996; Patrício ve ark., 2004) benzer eğilimler göstermektedir. Özellikle Leonardi ve ark. (1996)’in geliştirdiği modeller hemen hemen benzerdir (Şekil 1).



**Şekil 1.** Göğüs çapına bağlı toprak üstü biyokütle modellerinin kıyaslanması

Üretilen tek girişli toprak üstü biyokütle modellerinin kullanılabilirliğini kontrol için yapılan Eşleştirilmiş T-testi sonuçlarına göre model ile kontrol ağaçlarının toprak üstü biyokütle değerleri % 95 güven düzeyinde istatistiki olarak benzerdir ( $P=0.084$ ). Böylece elde edilen tek girişli toprak üstü biyokütle modelleri Gölcük yöresi kestane baltalıklarında kullanılabileceği söylenebilir.

#### 4. Sonuçlar

Göğüs çapı biyokütle modelleri orman envanteri çalışmalarında yardımcı olmaktadır. Türkiye’de Kestane ormanlarına ait tek girişli hacim ve biyokütle modelleri bölgesel bazda daha önce oluşturulmuştur. Ancak bu modeller genel olarak koru vasıflı kestane ormanlarında geliştirilmiştir. Bu çalışma ile Gölcük yöresi kestane baltalıklarında 2,3-24,0 cm göğüs çapındaki bireyler için çapa bağlı toprak üstü biyokütle değerleri yüksek doğrulukta tahmin edilebilecektir. Elde edilen toprak üstü biyokütle modelleri Gölcük yöresi dışında kullanılmasında ihtiyatlı davranılmalıdır. Bunun yerine yöreye özgü büyüme özelliklerini de dikkate alan ve o yörede oluşturulmuş denklemler envanter çalışmalarında kullanılmalıdır.

#### Teşekkür

Arazi çalışmalarına yardımcı olan Gölcük Orman İşletme Müdürlüğü çalışanlarına teşekkür ederiz. Bu çalışmada kullanılan verilerin bir kısmı Burak SEÇGİN'in Yüksek Lisans tez çalışmasından elde edilmiştir.

## Kaynaklar

- Anonim. 2015. Gölcük orman işletme şefliği ekosistem tabanlı fonksiyonel orman amenajman planı. 2015-2034, Orman Genel Müdürlüğü, Planlama Daire Başkanlığı, Ankara, Türkiye.
- Anşın, R., Özkan, Z. 2006. Tohumlu Bitkiler (Spermatophyta) Odunsu Taksonlar. KTÜ Orman Fakültesi Yayını, Trabzon, Türkiye, pp. 288-291.
- Bulut, İ. 2006. Genel tarım bilgileri ve tarımın coğrafi esasları (Ziraat Coğrafyası). Gündüz Eğitim ve Yayıncılık, Ankara, Türkiye, pp. 250.
- Cunia, T., Briggs, R. 1984. Forcing additivity of biomass tables: some empirical results. Canadian Journal of Forest Research, 14(3): 376-384.
- Davis, P.H. 1982. Flora of Turkey 7. Edinburgh University Press, United Kingdom, 655-657 pp.
- Durkaya, B. 1998. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü meşe meşcerelerinin biyokütle tablolarının düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak, Türkiye, 110 pp.
- Durkaya, B., Durkaya, A. 2008. Türkiye toprak üstü tek ağaç ve meşcere biyokütle tabloları. Bartın Orman Fakültesi Dergisi, 10(13): 1-10.
- İkinci, O. 2000. Zonguldak Orman Bölge Müdürlüğü kestane meşcerelerinin biyokütle tablolarının düzenlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, Türkiye.
- Leonardi, S., Santa Regina, I., Rapp, M., Gallego, H., Rico, M. 1996. Biomass, litterfall and nutrient content in *Castanea sativa* coppice stands of southern Europe. Annales des sciences forestières, 53(6): 1071-1081.
- Menéndez-Miguélez, M., Canga, E., Barrio-Anta, M., Majada, J., Álvarez-Álvarez, P. 2013. A three level system for estimating the biomass of *Castanea sativa* Mill. coppice stands in north-west Spain. Forest Ecology and Management, 291: 417-426.
- Patrício, M.d.S., Monteiro, M.d.L., Tomé, M. 2004. Biomass equations for *Castanea sativa* high forest in the Northwest of Portugal, III International Chestnut Congress, Leuven, Belgium, pp. 727-732.

- Reed, D.D., Liechty, H.O., Jones, E.A., Zhang, Y. 1996. Above-and belowground dry matter accumulation pattern derived from dimensional biomass relationships. *Forest science*, 42(2): 236-241.
- Saatçioğlu, F. 1979. Silvikültür Tekniđi. İÜ Orman Fakóltesi Yayınları, İstanbul, Türkiye, pp. 441-444.
- Sakıcı, O.E., Ercanlı, İ., Kahriman, A. 2004. Klasik biyokütle tahmin yöntemleri ve yeni yaklaşımlar. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakóltesi Dergisi*, 5(2): 165-171.
- Saraçoğlu, N. 1992. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) biyokütle tablolarının düzenlenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Orman Fakóltesi Yayınları, Trabzon, Türkiye.
- Saraçoğlu, N., 1998. Kayın (*Fagus orientalis* Lipsky) biyokütle tabloları. *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi*, 22: 93-100.
- Sargıncı, M. 2014. Batı Karadeniz orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiği. Doktora Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce Türkiye.
- Seçgin, B. 2019. Gölcük yöresi kestane baltalık ormanında ilk aralamaların büyümeye etkileri. Yüksek Lisans Tezi, Düzce Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orman Mühendisliği Anabilim Dalı, Düzce, Türkiye, 55 pp.
- Tolunay, D. 2011. Total carbon stocks and carbon accumulation in living tree biomass in forest ecosystems of Turkey. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 35(3): 265-279.
- Turna, İ., Sertkaya, M.G., Atar, F. 2017. Kestane dal kanseri ile mücadelenin silvikültürel yönden değerlendirilmesi: Kütahya Simav örneği. *Türkiye Ormancılık Dergisi*, 18(3): 187-196.