

Effect of Thinning on Belowground Biomass in Chestnut Coppices

Ali Kemal ÖZBAYRAM^{1*}

¹Department of Forest Engineering, Faculty of Forestry, Düzce University, Türkiye

*alikemalozbayram@duzce.edu.tr

(Received: 29 June 2025, Accepted: 01 July 2025)

(6th International Conference on Engineering and Applied Natural Sciences ICEANS 2025, June 23-24, 2025)

ATIF/REFERENCE: Özbayram, A. K. (2025). Effect of Thinning on Belowground Biomass in Chestnut Coppices, *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 9(6), 360-365.

Abstract – Thinning maintenance is frequently applied in forest management, and it regulates the stand structure by reducing stand density and encouraging faster growth of trees left in the stand. Tree roots have sensitivity to environmental factors that change due to interventions such as thinning. The aim of this study is to investigate the effects of thinning applied at different intensities on the belowground biomass in Anatolian chestnut (*Castanea sativa* Mill.) coppices in Gölcük region (Kocaeli). In thinning experiments set up in chestnut coppices in Gölcük region, thinning varying at rates of 0% (control), 20% (light), 35% (heavy) and 50% (very heavy) of the basal area were applied. Seven years after thinning, four different intensities of random trial plots were determined within the trial field and root sampling was performed from six different points of each plot according to the soil core technique. The roots cleaned from the soil were classified as fine root (0-2 mm), small root (2-5 mm) and dead root. The variance analysis revealed significant variability in the biomass belowground of chestnut coppices that were thinned at different intensities. Belowground biomass in chestnut coppices varied between 530.4 g m⁻² and 994.2 g m⁻². Total root biomass, live root biomass, fine root biomass, and dead root biomass in very heavily thinned sites were 60%, 44%, 43%, and 300% higher than in other sites, respectively. Small root biomass did not vary among sites. The increase in rhododendron density under the forest caused by intense thinning led to the high belowground biomass in very heavy thinned sites. As a result, while the belowground biomass does not change significantly at thinning intensities of up to 35% in chestnut coppice, the underground biomass increases due to the increase in the density of the forest understory at very heavy thinning of up to 50%.

Keywords – Coppice, *Castanea sativa*, Root biomass, *Rhododendron*, Thinning

I. GİRİŞ

Toplam ağaç biyokütlesinin önemli bir kısmı (yaklaşık %13-45) yer altında bulunmaktadır [1]. Orman ekosistemlerinde biyokütle toprak üstü ve toprak altı olarak ayrılmaktadır. Madde dolaşımı ve ekosistem dinamiklerini kavramada biyokütle çalışmaları önemlidir [2]. Toprak altı biyokütle köklerden oluşmakta; kılcal kök (0-2 mm), ince kök (2-5mm), kaba kök (5-10mm) olarak sınıflandırılmaktadır [3, 4].

Kalın kökler (2 mm'den kalın) ağaçlar için fiziksel bir dayanak noktası sağlamanın yanı sıra karbonhidrat ve besin maddelerinin depo yeridir ve besin maddesi ile suyun taşınması için iletim dokularını barındırmaktadır [5]. Bunun yanında kaba köklerin ölmesi toprak canlılarına yavaş yavaş besin sağlayarak uzun vadeli ekosistem dinamiklerini ve CO₂ emisyonlarını etkiler [5].

Kılcal kökler (2mm den ince) bitkilerin ihtiyaç duyduğu su ve besin elementlerinin topraktan alımında rol oynamaktadır [6, 7]. İnce kök dinamikleri, ormanlık ekosistemlerin karbon (C) dengesinde önemlidir

[8] ve toplam orman biyokütlesine %2-5 oranında katkıda bulunabilir [9]. İnce kök aktivitesi bitki bazında veya ekosistem bazında toprağın fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirebilir [10].

Hızlı gelişen yapraklı orman ağacı türlerinden biri olan Anadolu kestanesi (*Castanea sativa* Mill.), yaklaşık 262 bin hektar alanda yayılış yapmakta ve hem koru vasıflı hem de baltalık olarak işletilmektedir [11]. Genellikle Marmara, Karadeniz ve Ege bölgelerinde saf veya bazı yapraklı türlerle karışık meşcereler kurabilmektedir [12]. Gölcük yöresinde yaklaşık 4500 ha. saf ve karışık kestane ormanı bulunmaktadır [13].

Aralama, orman yönetiminde en önemli orman bakımı yöntemlerinden biri olup, orman işletmeciliğinde sıklıkla uygulanmaktadır. Aralama ormandaki ağaçların ve bitki örtüsünün fiziksel yapısını doğrudan değiştirebilmekte ve toprak altı çevre koşullarını da dolaylı olarak etkileyerek kök özelliklerine (özellikle kılcal kök) tesir edebilmektedir[14]. Kök biyokütlesi değişimi üzerindeki aralamanın etkisi net değildir. Aralama şiddetiyle kök biyokütlesinin azalttığı [15-18] veya arttırdığı [19, 20] şeklinde farklı bulgular mevcuttur.

Bu çalışmanın amacı Gölcük (Kocaeli) yöresinde farklı şiddette aralanan kestane baltalıklarında aralamadan yedi yıl sonraki kök biyokütlesinin değişimini araştırmaktır.

II. MATERYAL VE YÖNTEM

A. Araştırma Sahasının Tanıtımı

Araştırma sahası Gölcük (Kocaeli) yöresindeki 21 yaşındaki saf kestane baltalıklarında yer almaktadır (35 T 730255,2 E; 4506069,2 N; 800 m). Saha kuzey bakılı ve yaklaşık eğimi % 25-30 ve III. bonitetlidir. Meşcere altında yoğun orman gülü (*Rhododendron ponticum*) bulunmaktadır. Saha toprağının mutlak derinliği 100 cm'den fazla, balçık tekstürlü, az taşlı, iyi geçirgenli ve pH'sı 4.57-4.86 arasında değişmektedir.

Araştırma sahasında ortalama sıcaklık 11.3 °C ve yıllık toplam yağış 1207 mm'dir. Vejetasyon dönemi Mayıs-Ekim ayları arasında yaşanmakta ve saha bu sürede 498 mm yağış alabilmektedir.

Aralama denemeleri 2017 yılında rastlantı blokları deneme desenine göre üç tekerrürlü kurulmuştur[21]. Denemede parsel büyüklüğü 900 m² (30x30 m) olarak alınmış, parsel kenarlarındaki 10 m'lik şeritler izolasyon şeridi olarak bırakılmıştır. Aralama şiddetinin belirlenmesinde göğüs yüzeyi (GY) dikkate alınarak; GY'nin %0 (Kontrol), %20'i, %35'i ve %50'i oranında değişen aralamalar uygulanmıştır.

B. Yöntem

Her parselin ortasında kalan 400m² alan içerisinde üç adet alt örnekleme alanları oluşturulmuştur. 2024 yılı ekim ayında alt örnekleme alanları içerisinde tesadüfi olarak altı noktadan 6.4 cm çapında ve 35 cm boyunda çelik boru ve balyoz yardımıyla kök ihtiva eden toprak örnekleri alınmıştır [18]. Daha sonra laboratuvara getirilen örnekler bir gün suda bekletilerek, toprağın gevşemesi ve köklerden kolay ayrışması sağlanmıştır. Sonra bu örnekler bir leğene aktarılıp yıkanarak 0.2 mm'lik elekten süzölmüştür. Böylece topraktan arındırılan kökler 0-2 mm, 2-5 mm, ve 5-10 mm çap sınıflarına göre ayrılarak 65-70 °C sıcaklıkta 48 saat süre zarfında fırında bekletilerek kurutulduktan [2] sonra, 0,001 gr hassasiyetteki terazide tartılıp, gerekli dönüşümler yapılarak metrekaresindeki kök kütlesi (g) belirlenmiştir.

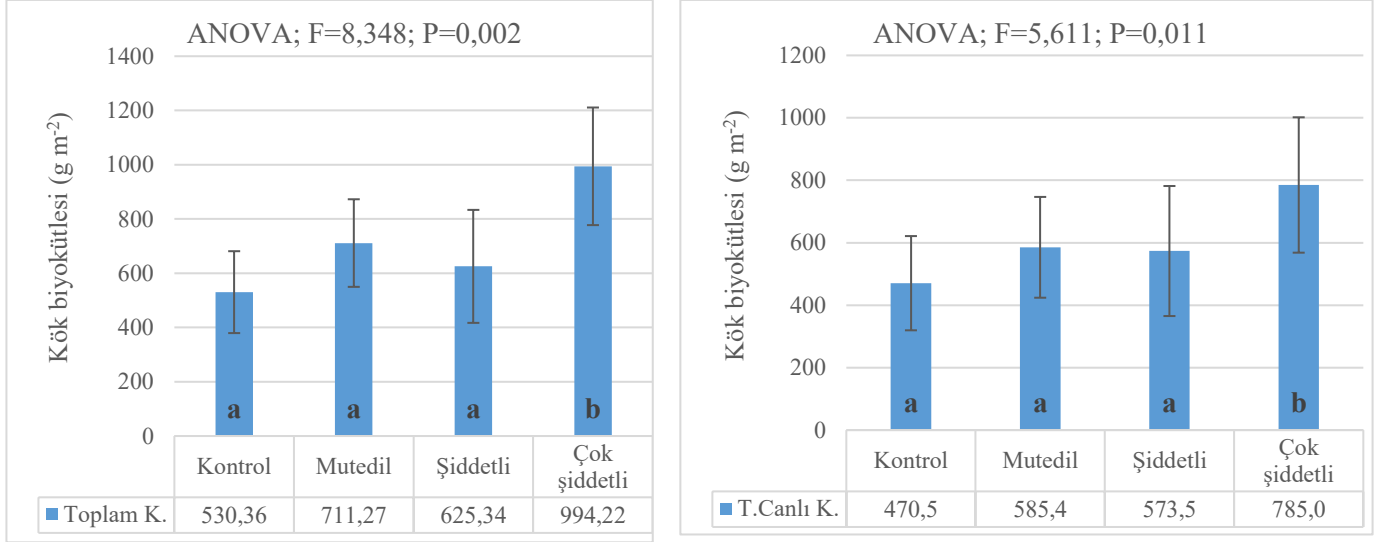
C. İstatistiki Analiz

Kök biyokütlesinin farklı şiddetle aralanan sahalar arasında farklı olup olmadığına varyans analizi (One-way ANOVA) ile bakılmıştır. Analizler öncesinde tüm değişkenlere ait verilerin normal dağılım gösterip göstermediği ve ayrıca varyansların homojen olup olmadığı kontrol edilmiştir. Normallik kontrolü "Shapiro-Wilk" testi ile varyansların homojenlik kontrolü ise "Levene's testi" ile gerçekleştirilmiştir. Verilerin istatistik değerlendirilmesinde SPSS (v.21) programı kullanılmıştır.

III. BULGULAR

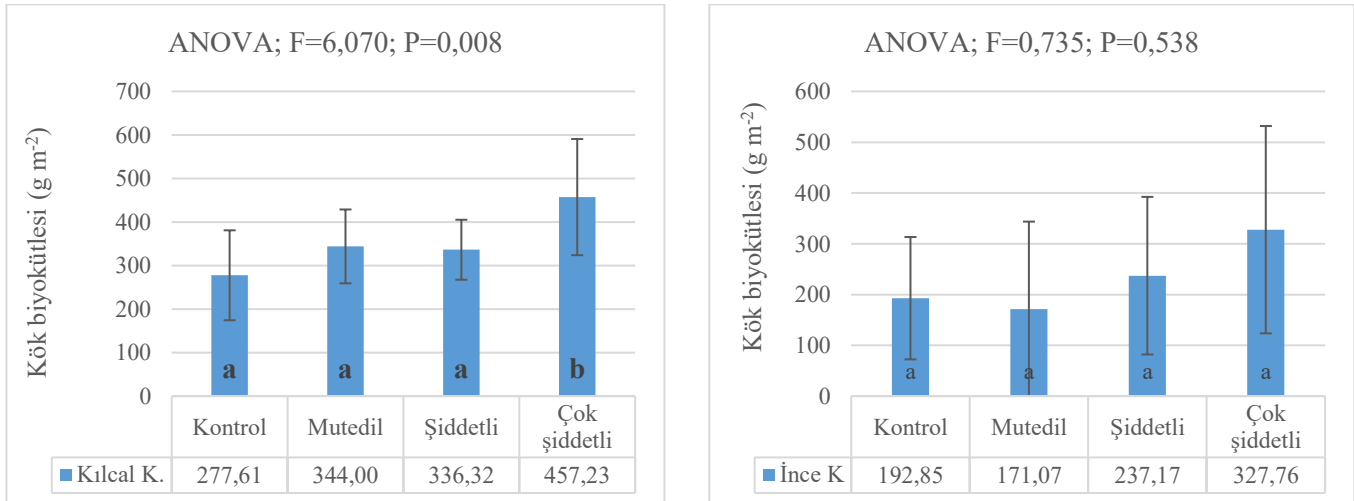
Kestane baltalığında toplam kök biyokütlesi (<5 mm) 530,4 g m⁻² ile 994,2 g m⁻² arasında değişmektedir. Varyans analizi sonuçlarına göre aralamadan yedi yıl sonra kestane baltalığında toplam

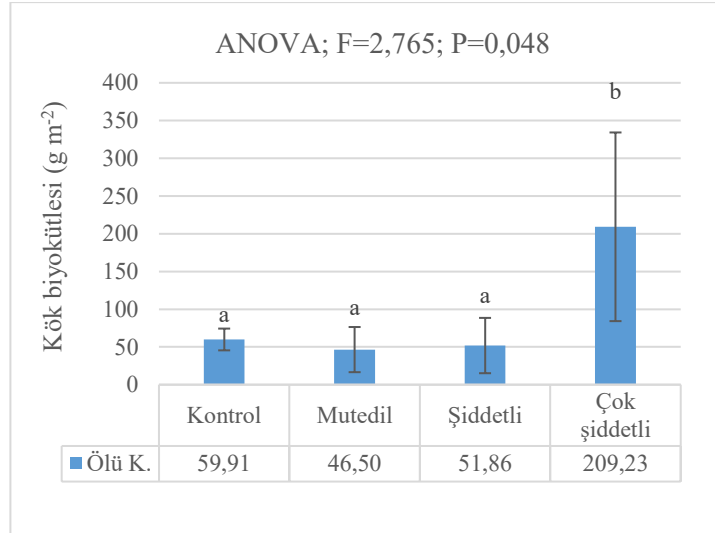
kök biyokütlesi $994,2 \text{ g m}^{-2}$ ile en yüksek çok şiddetli aralanan parsellerde bulundu ve benzer kök biyokütlesine sahip diğer parsellerden ($622,3 \text{ g m}^{-2}$) %60 daha fazlaydı (Şekil 2). Toplam canlı kök biyokütlesi kontrol, mutedil ve şiddetli aralanan parsellerde benzerdi ($543,1 \text{ g m}^{-2}$). Ancak çok şiddetli aralanan kestane baltalığındaki toplam canlı kök biyokütlesi ($785,0 \text{ g m}^{-2}$) diğer sahalardan yaklaşık %44 daha fazla bulunmuştur (Şekil 2).



Şekil 1. Kestane baltalıklarında farklı şiddette aralamanın toplam kök biyokütlesine (solda) ve canlı kök biyokütlesine (sağda) etkisi (Barlar standart sapmayı göstermektedir. Aralama şiddetlerine göre aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak benzerdir)

Canlı kök biyokütlesi içerisinde yer alan kılcal ($<2 \text{ mm}$) kök biyokütlesi de toplam canlı biyokütlesi gibi en yüksek çok şiddetli aralanan parselde bulundu ve diğer parsellerden % 43 daha yüksekti (Şekil 3). İnce kök ($2-5 \text{ mm}$) biyokütlesi ise tüm sahalarda istatistiki olarak benzer bulundu (Şekil 3). Ölü kök biyokütlesi ise kontrol, mutedil ve şiddetli aralanan parsellerde benzer ($52,75 \text{ g m}^{-2}$) ve çok şiddetli aralanan parseldeki ölü kök miktarının $\frac{1}{4}$ 'ü kadardı (Şekil 3).





Şekil 2. Kestane baltalıklarında farklı şiddette aralamanın kılcal kök biyokütlesine (solda), ince kök biyokütlesine (sağda) ve ölü kök biyokütlesine (alt-orta) etkisi (Barlar standart sapmayı göstermektedir. Aralama şiddetlerine göre aynı harfle gösterilen sütunlar istatistiki olarak benzerdir)

IV. TARTIŞMA

Kestane baltalığında toplam kök biyokütlesi (<5 mm) 530,4 g m⁻² ile 994,2 g m⁻² arasında değişmektedir. Bulgulara benzer şekilde Düzce yöresindeki farklı kestane meşcerelerinde yapılan bir çalışmada ortalama kök biyokütlesi 680,0 g m⁻² olarak bulunmuştur [22]. Türkiye’de yayılış yapan yapraklı ağaç türlerinde yapılmış çalışmalar da kök biyokütlesinin doğu kayınında 688g m⁻² ile 1719 g m⁻² arasında [23, 24], meşede ise ortalama 2055 g m⁻² [25] olduğu belirtilmektedir. Doğru kayını ve meşe gibi yapraklı türlere göre kestane baltalığında kök biyokütlesi düşük olması, kestane türüne diğer türlere nazaran toprak altından çok toprak üstüne karbon dağıttığı gösterebilir. Belair, Saunders and Landhäusser [26] kestane türüne meşe ile kıyaslandığında toprak altına daha az biyokütle ayırdığını, bunun yerine dallara ve yapraklara daha fazla yatırım yaptığını belirtmektedir. Ancak bu dağılım tür, yetişme ortamı, yaş gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterebilir.

Toplam kök biyokütlesi, toplam canlı kök biyokütlesi ve kılcal kök biyokütlesi en yüksek çok şiddetli aralanan kestane baltalığında bulunmuştur. Genel olarak daha önceki bulgular aralamanın toprak altı biyokütleyi önemli oranda etkilemediği yönündedir. Örneğin Düzce yöresi doğu kayını meşceresinde aralamanın toprak altı biyokütleye etkisi olmadığı bildirilmektedir [27]. Bir meta analiz çalışmada aralamanın kılcal kök biyokütlesinde önemli bir değişikliğe neden olmadığı belirtilmektedir [28]. Bu çalışmada %35 varan aralama şiddetinde de toprak altı biyoküttelede önemli değişiklik olmamıştır. Ancak %50 oranında aralanan parselde kök biyokütlesinin diğer sahalardan yüksek olması, aralama sonrası meşcere altında artan orman gülü yoğunluğuna bağlanabilir. Şiddetli aralama sonrası azalan meşcere sıklığı ve kapalılığı ile orman altında yayılış yapan orman gülleri daha fazla ışık, su ve besin maddesine ulaşabildiklerinden büyümeleri aralamadan pozitif yönde etkilenmiştir [29, 30]. Birçok çalışmada aralamadan sonra alt katman bitki örtüsünün artması, yeni bitkiler kendi kök sistemlerini toprağa kattıkça aralanan sahanın kök biyokütlesi de artabileceği belirtilmektedir [30-32]. Ayrıca, çok şiddetli aralanan parseldeki ölü kök miktarı da diğer sahalardan yüksekti. Bunun nedeni bu sahada toplam kök biyokütlesinin fazla olmasına bağlı ölü kök döngüsünün yüksek olmasıyla ve çok şiddetli aralama ile bu parselden çok sayıda ağaç çıkarıldığından, kesilen ağaçların ölü köklerinin fazla olmasıyla açıklayabilir. López, Sabate and Gracia [32] şiddetli aralanan *Quercus ilex* meşceresinde ölü kök biyokütlesinin kontrolden fazla olduğunu belirtmişlerdir.

V. SONUÇLAR

Kestane baltalığında %35' varan aralama şiddetlerinde toprak altı biyokütle önemli ölçüde değişmezken, %50'e varan çok şiddetli aralamada canlı kök, kılcal kök ve ölü kök biyokütlesi artmıştır. İnce kök biyokütlesi ise tüm sahalarda aynı bulunmuştur. Çok şiddetli parselde fazla canlı kök biyokütlesinin nedeni şiddetli aralama sonrası orman gülü yoğunluğunun artmasına bağlanmıştır.

Orman ağaçlarının toprak altı biyokütleleri orman ekosisteminde karbon stokuna ve verimliliğine önemli katkılar sağlamaktadır. Ancak aralama şiddetinin toprak altı verimliliği üzerindeki etkisi hakkında sınırlı ve net olmayan bilgiye sahibiz. Elde ettiğimiz sonuçlar Gölcük yöresi için geçerli olup farklı yörelerde elde edilen sonuçlar değişkenlik gösterebilir.

TEŞEKKÜR

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında desteklerini gördüğüm Erhan Yalçın, Soner İbrahim Külcü, İbrahim Tekbaş ve Adem Narin'e teşekkür ederim.

KAYNAKLAR

- [1] D. Santantonio, R. Hermann, W. Overton, Root biomass studies in forest ecosystems, *Pedobiologia* 17(1) (1977) 1–31.
- [2] A. Tufekcioglu, J.W. Raich, T.M. Isenhardt, R.C. Schultz, Biomass, carbon and nitrogen dynamics of multi-species riparian buffers within an agricultural watershed in Iowa, USA, *Agroforestry Systems* 57(3) (2003) 187-198.
- [3] R.L. Hendrick, K.S. Pregitzer, The demography of fine roots in a northern hardwood forest, *Ecology* 73(3) (1992) 1094-1104.
- [4] A. Tufekcioglu, J. Raich, T. Isenhardt, R. Schultz, Biomass, carbon and nitrogen dynamics of multi-species riparian buffers within an agricultural watershed in Iowa, USA, *Agroforestry Systems* 57(3) (2003) 187-198.
- [5] S.C. Resh, M. Battaglia, D. Worledge, S. Ladiges, Coarse root biomass for eucalypt plantations in Tasmania, Australia: sources of variation and methods for assessment, *Trees* 17(5) (2003) 389-399.
- [6] G. Gao, Z. Liu, Y. Wang, S. Wang, C. Ju, J. Gu, Tamm Review: Fine root biomass in the organic (O) horizon in forest ecosystems: Global patterns and controlling factors, *Forest Ecology and Management* 491 (2021) 119208.
- [7] Y. Ding, J. Leppälammı-Kujansuu, H.-S. Helmisaari, Fine root longevity and below- and aboveground litter production in a boreal *Betula pendula* forest, *Forest Ecology and Management* 431 (2019) 17-25.
- [8] L. Finér, H.-S. Helmisaari, K. Lohmus, H. Majdi, I. Brunner, I. Børja, T. Eldhuset, D. Godbold, T. Grebenc, B. Konôpka, Variation in fine root biomass of three European tree species: Beech (*Fagus sylvatica* L.), Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.), and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.), *Plant Biosystems* 141(3) (2007) 394-405.
- [9] H.-S. Helmisaari, K. Makkonen, S. Kellomäki, E. Valtonen, E. Mäkönen, Below-and above-ground biomass, production and nitrogen use in Scots pine stands in eastern Finland, *Forest ecology and management* 165(1-3) (2002) 317-326.
- [10] M.L. McCormack, I.A. Dickie, D.M. Eissenstat, T.J. Fahey, C.W. Fernandez, D. Guo, H.S. Helmisaari, E.A. Hobbie, C.M. Iversen, R.B. Jackson, Redefining fine roots improves understanding of below-ground contributions to terrestrial biosphere processes, *New Phytologist* 207(3) (2015) 505-518.
- [11] OGM, Kestane eylem planı, Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara (2013) 56.
- [12] F. Saatçioğlu, Silvikültür II. Silvikültürün Tekniği, (1971).
- [13] Anonim, Gölcük Orman İşletme Şefliği Ekosistem Tabanlı Fonksiyonel Orman Amenajman Planı, Orman Genel Müdürlüğü, Planlama Daire Başkanlığı, Ankara, 2015.
- [14] D. Wang, O.A. Olatunji, J. Xiao, Thinning increased fine root production, biomass, turnover rate and understory vegetation yield in a Chinese fir plantation, *Forest Ecology and Management* 440 (2019) 92-100.
- [15] Y. Pang, J. Tian, H. Yang, K. Zhang, D. Wang, Responses of fine roots at different soil depths to different thinning intensities in a secondary forest in the Qinling Mountains, China, *Biology* 11(3) (2022) 351.
- [16] K. Fukuzawa, H. Shibata, K. Takagi, M. Nomura, N. Kurima, T. Fukazawa, F. Satoh, K. Sasa, Effects of clear-cutting on nitrogen leaching and fine root dynamics in a cool-temperate forested watershed in northern Japan, *Forest ecology and management* 225(1-3) (2006) 257-261.
- [17] C. Ma, W. Zhang, M. Wu, Y. Xue, L. Ma, J. Zhou, Effect of aboveground intervention on fine root mass, production, and turnover rate in a Chinese cork oak (*Quercus variabilis* Blume) forest, *Plant Soil* 368(1) (2013) 201-214.
- [18] A. Tufekcioglu, S. Güner, F. Tilki, Thinning effects on production, root biomass and soil properties in a young oriental beech stand in Artvin, Turkey, *Journal of Environmental Biology* 26(1) (2005) 5.
- [19] A. Montagnoli, M. Terzaghi, A. Di Iorio, G.S. Scippa, D. Chiatante, Fine-root morphological and growth traits in a Turkey-oak stand in relation to seasonal changes in soil moisture in the Southern Apennines, Italy, *Ecological Research* 27 (2012) 1015-1025.
- [20] Y. Shen, N. Wang, R. Cheng, W. Xiao, S. Yang, Y. Guo, Short-term effects of low intensity thinning on the fine root dynamics of *Pinus massoniana* plantations in the three gorges reservoir area, China, *Forests* 8(11) (2017) 428.
- [21] A.K. Özbayram, B. Seçgin, Kestane baltalıklarında aralamaların büyüme kısa süreli etkileri, *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi* 8(1) (2020) 993-1001.

- [22] M. Sargıncı, Batı Karadeniz orman ekosistemlerinde ölü örtü dinamiği, D.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Fen Bilimleri Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Düzce, Türkiye, 2014.
- [23] A. Tüfekcioğlu, S. Güner, L. Altun, H.Z. Kalay, İ. Yener, Kayın ve ladin meşcerelerinde ince ve kılcal kök biyokütlelerinin karşılaştırılması, II. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, Artvin, 2002, pp. 746-751.
- [24] A. Tufekcioglu, S. Guner, M. Kucuk, Root biomass and carbon storage in oriental spruce and beech stands in Artvin, Turkey, *Journal of environmental biology/Academy of Environmental Biology*, India 25(3) (2004) 317-320.
- [25] A. Baysal, Farklı eğim gruplarında ve farklı bakılardaki meşe meşcerelerinde ve bitişigindeki çayırılık alanlarda ince kök kütlelerinin mevsimsel olarak değişiminin incelenmesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Artvin Çoruh Üniversitesi, Artvin, Türkiye, 2012.
- [26] E.P. Belair, M.R. Saunders, S.M. Landhäusser, Growth traits of juvenile American chestnut and red oak as adaptations to disturbance, *Restoration Ecology* 26(4) (2018) 712-719.
- [27] E. Çiçek, Farklı şiddette aralanan doğu kayını meşcereleri ile bitişigindeki meşelik ve çayırılık alanlarda toprak solunumunun belirlenmesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Düzce Üniversitesi, Düzce, Türkiye, 2024, p. 58.
- [28] X. Zhang, D. Guan, W. Li, D. Sun, C. Jin, F. Yuan, A. Wang, J. Wu, The effects of forest thinning on soil carbon stocks and dynamics: A meta-analysis, *Forest Ecology and Management* 429 (2018) 36-43.
- [29] F. Liu, X. Liu, M. Zeng, J. Li, C. Tan, Thinning Effects on Aboveground Biomass Increments in Both the Overstory and Understory of Masson Pine Forests, *Forests* 15(7) (2024) 1080.
- [30] L. Zhou, L. Cai, Z. He, R. Wang, P. Wu, X. Ma, Thinning increases understory diversity and biomass, and improves soil properties without decreasing growth of Chinese fir in southern China, *Environmental Science and Pollution Research* 23(23) (2016) 24135-24150.
- [31] B. Zhao, A.P. Ballantyne, S. Meng, G. Zhao, Z. Zheng, J. Zhu, J. Cao, Y. Zhang, X. Zhao, Understory plant removal counteracts tree thinning effect on soil respiration in a temperate forest, *Global Change Biology* 28(20) (2022) 6102-6113.
- [32] B.C. López, S. Sabate, C.A. Gracia, Thinning effects on carbon allocation to fine roots in a *Quercus ilex* forest, *Tree Physiology* 23(17) (2003) 1217-1224.