

## Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanlarının fizyolojik durumu üzerinde sökülme zamanının etkisi

Sevde Sarı<sup>a</sup> , Ayşe Deligöz<sup>a,\*</sup> 

**Özet:** Orman fidanlıklarında fidan sökülme zamanı tür, orijin ve yetiştirme tekniklerine bağlı olarak değişebilmektedir. Uygun sökülme zamanını sadece morfolojik özellikleri dikkate alarak belirlemek telafisi imkânsız hatalara neden olabilir. Bu nedenle, sökülme zamanını doğru belirlemek için fidanın fizyolojik durumunu da belirlemek şarttır. Bu çalışmada, iki farklı orijinden yetiştirilmiş 2+0 yaşlı Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarında uygun sökülme zamanını belirleyebilmek amacıyla fidanın fizyolojik durumu üzerinde sökülme zamanının etkileri incelenmiştir. Kapıdağ ve Bucak orijinli fidanların sökülme 2016 yılı ocak ayından mayıs ayına kadar belirli aralıklarla 7 farklı zamanda gerçekleştirilmiştir. Her bir ölçüm döneminde, basınç-hacim eğrisi tekniği yardımıyla su potansiyeli bileşenlerinden solma noktasındaki osmotik potansiyel ( $\psi_{\pi TLP}$ ), doymuş haldeki osmotik potansiyel ( $\psi_{\pi 100}$ ), solma noktasındaki serbest su içeriği ( $FWC_{TLP}$ ), solma noktasındaki nispi su içeriği ( $RWC_{TLP}$ ), relatif su içeriği (RWC), birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı ( $V_0/DW$ ), apoplastik su oranı ( $V_a/V_T$ ) ve kuru ağırlık oranı (DWF) belirlenmiştir. Ayrıca, kök gelişme potansiyeli ile iğne yaprak ve kök örneklerinde toplam karbonhidrat içeriği belirlenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre  $\psi_{\pi TLP}$ ,  $\psi_{\pi 100}$ , iğne yaprak ve kök örneklerinde toplam karbonhidrat içeriği ve kök gelişme potansiyelinde mevsimsel bir değişim görülmüştür.  $\psi_{\pi TLP}$  ve  $\psi_{\pi 100}$  her iki orijinde eş zamanlı olarak ocak sonundan şubat sonuna kadar yükselmiş, sonrasında mart başında bir düşüş gösterdikten sonra mayıs ayına doğru tekrar yükselmiştir.  $FWC_{TLP}$  ve RWC'de ölçüm dönemleri arasında önemli bir farklılık belirlenmemiştir. Kök ve iğne yapraklarda toplam karbonhidrat içeriği her iki orijinde ocak sonundan mayıs başına doğru yavaş yavaş azalmıştır. Kök gelişme potansiyeli Kapıdağ orijininde şubat sonu, Bucak orijininde mart başında maksimum değere ulaştıktan sonra düşüşe geçmiştir. Ocak, şubat ve mart başında sökülme fidanların stres dayanıklılığı, mart sonu, nisan veya mayıs ayında sökülme fidanlardan daha yüksektir. Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında güvenli sökülme zamanı ocak- mart başı dönem olarak tespit edilmesine karşın, sökülme veya dikim için hava koşulları uygun değil ise, sökülme zamanı mart sonuna kadar ileriye çekilebilir.

**Anahtar kelimeler** Toros sediri, Osmotik potansiyel, Kök gelişme potansiyeli, Çözünbilir şeker

## Effect of lifting date on physiological condition of Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich) seedlings

**Abstract:** In forest nursery, the optimal lifting period can be change according to species, origin and growing techniques. Determining the optimal lifting period by the use of morphological characteristics may cause irreparable errors. Thus, it is also necessary to determine the physiological conditions of the seedling to accurately identify lifting period. In this study, effects of lifting date on physiological condition of the seedling were examined in order to determine the optimal lifting period in 2+0 aged Taurus cedar (*Cedrus libani* A. Rich) seedlings grown from two different provenances. Seedlings from Kapıdağ and Bucak provenances were lifted at 7 different dates from January to May in 2016. In each measurement time, water relations parameters by the pressure – volume (P-V) curve technique were estimated, including osmotic potential at full turgor ( $\psi_{\pi 100}$ ), osmotic potential at turgor loss point ( $\psi_{\pi TLP}$ ), free water content at turgor loss point ( $FWC_{TLP}$ ), relative water content at turgor loss point ( $RWC_{TLP}$ ), relative water content (RWC), symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot ( $V_0/DW$ ), apoplast water fraction ( $V_a/V_T$ ) and dry weight fraction (DWF). In addition, root growth potential and total carbohydrate content in root and needle samples were determined. According to the results of this study,  $\psi_{\pi TLP}$ ,  $\psi_{\pi 100}$ , total carbohydrate content in needle and roots, and root growth potential showed a seasonal change. In both provenances,  $\psi_{\pi TLP}$  and  $\psi_{\pi 100}$  increased from late January to late February, then decreased early March and increased again to May. No significant differences were determined between measurement dates in  $FWC_{TLP}$  and RWC. Total carbohydrate content in root and needles decreased gradually from late January to early May in both provenances. The root growth potential reached the maximum value on late February to Kapıdağ provenance and on early March to Bucak provenance and then fall. Seedlings lifted from January to early March had greater stress resistance than seedlings lifted in the late March, April or May. In Eğirdir forest nursery, although the safe period for lifting season are late January to early March, if weather conditions are adverse for lifting or planting, lifting period might be delayed until late March.

**Keywords:** Taurus cedar, Osmotic potential, Root growth potential, Soluble sugar

✉ <sup>a</sup> Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye

@ <sup>\*</sup> **Corresponding author** (İletişim yazarı): aysedeligoz@isparta.edu.tr

✓ **Received** (Geliş tarihi): 15.11.2018, **Accepted** (Kabul tarihi): 08.02.2019



**Citation** (Atıf): Sarı, S., Deligöz, A., 2018. Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanlarının fizyolojik durumu üzerinde sökülme zamanının etkisi. Turkish Journal of Forestry, 20(1): 20-27. DOI: [10.18182/tjf.483288](https://doi.org/10.18182/tjf.483288)

## 1. Giriş

Dikim çalışmalarındaki bütün yatırımlar fidan üzerinde toplanmaktadır. Yapay gençleştirme ve ağaçlandırma çalışmalarında kullanılan fidanların büyük çoğunluğu çıplak köklüdür. Kalitesiz fidan kullanımı veya yetiştirme ortamı koşullarının yeterince dikkate alınmaması gibi nedenlerle çıplak köklü fidanlarla yapılan ağaçlandırma çalışmalarının zaman zaman başarısızlıkla sonuçlandığı görülmektedir (Deligöz ve Genç, 2010). Fidan kalitesi, fidanların dikildikleri çevrede karşılaştıkları uzun süreli çevresel stresler altında yaşayabilme ve kuvvetli büyüme yapabilme kapasitesi olarak tanımlanmaktadır (Puttonen, 1997).

Fidan kalite sınıflamasında morfolojik özelliklerden, fidan boyu ve kök boğazı çapı kombinasyonunun, fidan kalitesinin belirlenmesinde genelde en çok kullanılan özellik olduğunu, ancak bunun dikim sonrası performans için % 30'dan fazlasına cevap veremeyeceği, kalan % 70'lik kısmın ise fizyolojik özelliklerin belirleyeceği belirtilmektedir (Semerci, 1994). Bugüne kadar tespit edilmiş, kullanılmış çok sayıda fizyolojik karakteristik vardır. Bu karakteristiklerden, arazi performansının belirlenmesinde kullanılacak en önemlileri; bitki su potansiyeli, kök gelişme potansiyeli, fidanın karbonhidrat rezervi, yaprakların klorofil içeriği, soğuğa dayanıklılık, uyku hali, bitki büyüme hormonlarının miktarının ölçümü ve stres direncidir (Semerci, 2002).

Dikim çalışmalarında yoğun olarak kullanılan çıplak köklü fidanlar, sökülme-dikim süreci ve bu süreçteki çeşitli işlemlerin etkilerine bağlı olarak yeni dikim ortamında bir adaptasyon güçlüğü ile karşılaşmaktadır. Çünkü sökülme-dikim sürecinde fidanların kökleri zarar görmekte, su potansiyelleri düşmekte, hatta fidanlar dona veya sıcaklığa maruz kalabilmektedir. Fidanların bu olumsuz etkileri en az zararlarla atlatabilmesi için uygun dönemde sökülmesi gerekir (Genç ve Yahyaoğlu, 2007). Bu dönemin sağlıklı bir şekilde belirlenebilmesi için fidanların morfolojik ve fizyolojik özelliklerinin dikkate alınması gerekir. Fizyolojik değerlendirmeler, uyku hali, bitki su potansiyeli, kök gelişme potansiyeli ve stres etmenlerine dayanıklılık tespitinde kullanılan elektrolit sızıntı miktarı üzerinde yoğunlaşmıştır.

Çalışmamıza konu olan Toros sediri (*Cedrus libani* A.Rich), kuraklığa dayanıklı ve uyum yeteneği de (plastitesi) yüksektir. FAO, Toros sedirinin zor koşullara kolay adapte olabilen, dona, aşırı sıcaklığa, yangına dayanıklı ve kaliteli odunu nedeniyle Akdeniz yöresinde, gerek kendi yayılış alanında gerekse doğal yayılış alanları dışında verimsiz ve bozuk orman alanlarının yerine yenilerinin kurulmasında yaygın olarak kullanılan bir tür olduğunu belirtmiştir (Genç ve Yahyaoğlu, 2007). Asli türlerimizden olan Toros sediri, Türkiye'de 463.521 hektarlık bir alanda yayılış göstermektedir. Bu alanın 220.328 hektarında kapalılık 0.4 ve daha fazladır (Anonim, 2015). Toros sediri, doğal olarak Güney Anadolu ve Lübnan'da yayılmakta olup, batı sınırı Fethiye ve Köyceğiz'den başlar. Doğuya doğru Toroslar üzerinde uzanmakta, Göksun ve Kahramanmaraş yörelerinde ve güneyde Amanos dağlarında bulunmaktadır. Bu yayılışın dışında Kuzey Anadolu'da Kelkit ve Yeşilirmak Vadisinde, Erbaa ve Niksar yöresinde 100 hektar civarında adacıklar halinde bulunmaktadır. Ayrıca Batı Anadolu'da Afyon'un Çay kazasının Deresinek köyü yakınında izole bir sedir

meşçeresi de bulunmaktadır. Ancak optimal yayılışını Batı Toroslarda özellikle Elmalı (Çığlıkara) ve Bucak (Katrandağı ve Susuz Dağı) ormanlarında yapmaktadır (Evcimen, 1963).

Uzun yıllardan beri doğal yayılış alanı içinde ve dışında geniş ağaçlandırma çalışmaları yapılan Toros sediri, Göller bölgesi ağaçlandırma çalışmalarında da yoğun olarak tercih edilmektedir. Bu kapsamda Eğirdir Orman Fidanlığında uzun yıllardır farklı orijinlerde sedir fidanları üretilmektedir. Bununla birlikte Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında sedir fidanlarının sökülme zamanına ilişkin kapsamlı bir çalışma henüz yapılmamıştır. Kuşkusuz fidanlık koşullarında türler hatta orijin bazında uygun sökülme zamanının tespiti, üzerinde durulması gereken en önemli konulardan birisidir. Bu çalışma kapsamında Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında yetiştirilen iki farklı orijine ait 2+0 yaşlı çıplak köklü Toros sediri fidanlarında sökülme zamanının fidan fizyolojik kalite özellikleri üzerindeki etkisi tespit edilmiş ve elde edilen bilgiler ışığında çalışmaya konu orijinler bazında uygun sökülme zamanına ilişkin sağlıklı önerilerde bulunulmuştur.

## 2. Materyal ve yöntem

### 2.1. Materyal

Araştırma materyali olarak, Eğirdir Orman Fidanlık Müdürlüğü'nde çizgi ekimi yöntemiyle 8 Şubat 2014 tarihinde ekilen çıplak köklü Bucak orijinli ve 22 Şubat 2014 tarihinde ekilen çıplak köklü Kapıdağ orijinli 2+0 yaşındaki Toros sediri (*Cedrus libani* A. Rich) fidanları kullanılmıştır (Çizelge 1).

### 2.2. Yöntem

Eğirdir Orman Fidanlığı'nda Kapıdağ ve Bucak orijinli Toros sediri fidanlarında 2016 yılının ocak ayından mayıs ayına kadar 7 farklı zamanda bazı fizyolojik ve morfolojik ölçümler gerçekleştirilmek için fidan sökülme zamanı yapılmıştır. Kök zayıflığını en aza indirmek amacıyla sökülme, toprak tav halinde iken bel kürek yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Morfolojik özelliklerin tespiti için her iki orijinden 20 adet fidan üzerinde kök boğaz çapı ve fidan boyu ölçümleri yapılmıştır. Kök boğaz çapı, milimetrik elektronik çap ölçer ile 0.01 mm hassasiyetle, fidan boyu cetvel ile 0.5 cm duyarlılıkta ölçülmüştür.

Çizelge 1. Araştırmaya konu Toros sediri orijinlerine ait bilgiler (Dağdaş, 2012)

İşletme Müdürlüğü	İşletme Şefliği	Enlem	Boylam	Rakım (m)
Isparta	Kapıdağ	38°05'23"	30°42'20"	1400-1600
Elmalı	Bucak	36°33'25"	29°48' 00"	1500

Su potansiyeli ve bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimin tespiti için her bir söküme zamanında her orijin için rastgele 6 adet fidan seçilmiştir. Seçilen her bir fidan kök boğazından kesilmiş ve sürgün örneklerinin taze ağırlıkları 0.0001 g hassasiyetindeki terazide ölçülmüştür. Sürgün örnekleri saf su içinde 24 saat bekletilerek doygun ağırlıkları belirlenmiştir. Sürgün örneklerinden tam doygun olduğu (ölçülen ilk su potansiyeli değeri - 0.15 MPa'dan daha büyük ise) kabul edilen 3 sürgünde 0.3 MPa'lık basınç kademeleri ile gerektiğinde 25 nokta alınmaya kadar ölçümler tekrarlanmış ve basınç-hacim eğrisi oluşturulmuştur. Bu eğri yardımıyla, solma noktasındaki osmotik potansiyel (osmotic potential at turgor loss point,  $\psi_{\pi TLP}$ ) ve tam doygun haldeki osmotik potansiyel (osmotic potential at full turgor,  $\psi_{\pi 100}$ ) hesaplanmıştır. Ayrıca aşağıda verilen formüller yardımıyla solma noktasındaki serbest su içeriği (free water content at turgor loss point,  $FWC_{TLP}$ ), solma noktasındaki nispi su içeriği (relative water content at turgor loss point,  $RWC_{TLP}$ ), relatif su içeriği (relative water content, RWC), birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı (symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot,  $V_0/DW$ ), kuru ağırlık oranı (dry weight fraction, DWF) ve apoplastik su oranı (apoplastic water fraction,  $V_a/V_T$ ) değeri hesaplanmıştır (Genç, 1992; Semerci, 1994; Dirik, 2000).

$$\text{Solma noktasındaki serbest su içeriği (\%)} = FWC_{TLP} \\ FWC_{TLP} = [(V_0 - V_e) / V_0] * 100 \quad (1)$$

$$\text{Solma noktasındaki nispi su içeriği (\%)} = RWC_{TLP} \\ RWC_{TLP} = [(V_t - V_e) / V_t] * 100 \quad (2)$$

$$\text{Relatif su içeriği (\%)} = RWC \\ RWC = [(TaA - KuA) / (DoA - KuA)] * 100 \quad (3)$$

$$\text{Birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı} = V_0/DW \\ V_0/DW = V_0/KuA \quad (4)$$

$$\text{Kuru ağırlık oranı} \\ DWF = KuA/DoA \quad (5)$$

$$\text{Apoplastik su oranı} \\ \text{Apoplastik su oranı} = V_a/V_t \quad (6)$$

Yukarıda formüllerde  $V_0$ , simplastik su miktarını;  $V_e$ , dokulardan solma noktasına ulaşmaya kadar preslenen su miktarını;  $V_t$ , dokulardaki toplam su miktarını;  $DoA$ , doygun ağırlığı;  $KuA$ , Kuru ağırlığı;  $TaA$ , taze ağırlığı;  $V_a$ , apoplastik su miktarını göstermektedir.

Toplam karbonhidrat içeriğinin tespiti için her orijinden 15'er adet fidanın sürgünleri saf suda hızlıca temizlendikten sonra 65 °C'de 48 saat kurutulmuştur. Sonrasında iğne yapraklar kahve öğütücü yardımıyla öğütülmüştür. Öğütülen örneklerin toplam karbonhidrat içeriği Dubois ve arkadaşlarına (1956) göre fenol sülfürik asit yöntemine göre yapılmıştır. Kök gelişme potansiyelinin tespiti için her bir söküme zamanında her orijinden 24 fidanda çalışılmıştır. Öncelikle fidan kökleri, kök boğazı hizasının aşağısından yaklaşık 20 cm'den budanmış, kök sistemi üzerindeki yeni oluşmuş beyaz kök uçları makas yardımıyla uzaklaştırmış

ve daha sonra bu fidanlar, köklerinin kolayca gelişmesine uygun bir ortam (humus:perlit; 3:1 hacim olarak) ile 24'lik saksılı tepsilere dikilmiştir. Dikimin ardından hemen sulanmış ve kontrollü koşullarda (gündüz 20 ±1°C, gece 17 ±1 °C, % 65-90 bağıl nem ve 16 saat fotoperiod) bitki büyüme odasına yerleştirilmiştir. Düzenli sulama uygulanan fidanlar 30. gün sonunda sökülmüştür. Sökümün ardından yeni oluşan 1cm'den büyük beyaz kök uçları sayılmıştır.

### 2.3. Verilerin değerlendirilmesi

Elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Her orijin için ölçülen fizyolojik özelliklerin tarihsel değişimini ortaya koymak amacıyla Varyans analizi yapılmış ve ölçüm tarihleri arasında istatistik açıdan önemli fark bulunması halinde Duncan testi uygulanmıştır. Ayrıca orjinler arasında, ölçüm dönemlerinde anlamlı farkın olup olmadığını belirlemek amacıyla "t testi" yapılmıştır. Özellikler arasındaki ilişkileri belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Oransal değerler, istatistikî analizler öncesi arcsin dönüşümüne tabi tutulmuştur.

### 3. Bulgular

Ölçüm tarihlerinde fidanların kök boğazı çapı ortalama değerleri Bucak orijininde 2.65 mm ile 3.94 mm arasında, Kapıdağ orijininde 3.88 mm ile 4.24 mm arasında değişmiştir. Fidan boyuna ait ortalama değerler Bucak orijininde 11.90 cm ile 17.19 cm arasında, Kapıdağ orijininde 14.66 cm ile 18.11 cm arasında değişmektedir (Çizelge 2).

Basınç-hacim (P-V) eğrisi yöntemiyle elde ettiğimiz su potansiyeli bileşenlerinden  $\psi_{\pi TLP}$ ,  $\psi_{\pi 100}$ ,  $RWC_{TLP}$ ,  $V_0/DW$ ,  $V_a/V_T$  ve DWF üzerinde söküme zamanı etkilidir (sırasıyla,  $P \leq 0.01$ ,  $P < 0.05$ ,  $P < 0.05$ ,  $P < 0.001$ ,  $P < 0.05$ ,  $P < 0.001$ ).  $\psi_{\pi TLP}$  ve  $\psi_{\pi 100}$  her iki orijinde eş zamanlı olarak 20 Ocak tarihinden 24 Şubat tarihine kadar yükselmiş, sonrasında 9 Mart tarihinde bir düşüş gösterdikten sonra Mayıs ayına doğru tekrar yükselmiştir (Şekil 1). T- testi sonuçlarına göre, sadece 9 Mart tarihinde yapılan ölçümde  $\psi_{\pi 100}$ 'nin orijinler arasında farklılaştığı tespit edilmiştir ( $t = 6.018$ ,  $P < 0.01$ ).

Çizelge 2. Kök boğazı çapı ve fidan boyuna ilişkin ortalama değerler

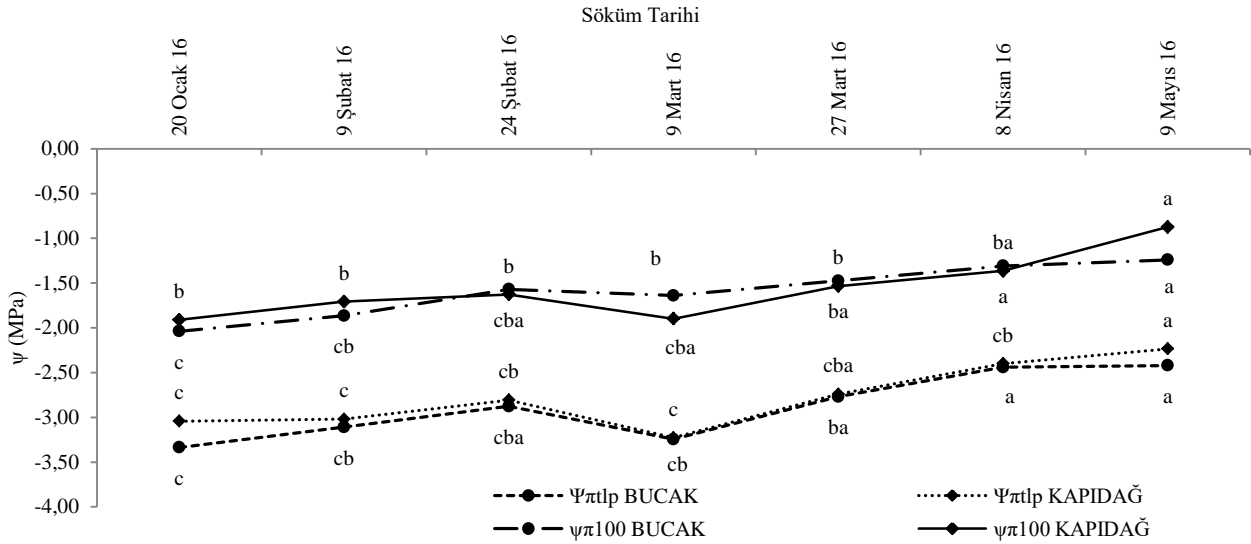
Söküm tarihi	Kök boğazı çapı (mm)		Fidan boyu (cm)	
	Bucak	Kapıdağ	Bucak	Kapıdağ
20 Ocak 2016	2.89	3.92	11.90	15.57
9 Şubat 2016	3.94	4.06	14.24	15.39
24 Şubat 2016	3.43	4.06	13.18	16.63
9 Mart 2016	2.92	4.24	13.36	15.31
27 Mart 2016	2.65	3.91	13.28	14.66
8 Nisan 2016	2.90	3.88	15.87	17.02
9 Mayıs 2016	3.18	3.91	17.19	18.11

Bucak orijininde  $RWC_{TLP}$  değeri % 83.23 ile % 92.01 arasında,  $FWC_{TLP}$  değeri 48.21 ile % 61.10 arasında ve  $RWC$  değeri % 96.91 ile % 92.44 arasında değişmiştir (Çizelge 3). Kapıdağ orijininde ise  $RWC_{TLP}$  değeri % 81.31 ile % 91.44 arasında,  $FWC_{TLP}$  değeri % 48.98 ile % 62.04 arasında ve  $RWC$  değeri %97.42 ile %90.58 arasında değişmektedir (Çizelge 4). Söküm dönemlerinde orijinler arasındaki farklılık sadece  $FWC_{TLP}$ 'de ve sadece 24 Şubat tarihinde tespit edilmiştir ( $t=-6.551$ ,  $P<0.001$ ).

Bucak orijininde ocak-mart arası dönemde düşük olan  $Vo/DW$  değeri nisan ve mayıs ayında yükselmiştir. Kapıdağ

orijininde de  $Vo/DW$  değeri diğer aylara göre mayıs ayında daha yüksektir (Çizelge 3-4). Mayıs ayında  $Vo/DW$  değeri bakımından orijinler arasında da bir farklılık belirlenmiştir ( $t=-3.062$ ,  $P<0.05$ ). Apoplastik su fraksiyonuna ( $Va/VT$ ) ait ortalama değerler incelendiğinde ise  $Vo/DW$  değerinin tam tersi bir durum söz konusudur. En düşük  $Va/VT$  değeri 9 Mayıs tarihinde tespit edilmiştir (Çizelge 3-4).

Her iki orijinde kuru ağırlık oranının en yüksek olduğu tarih 27 Mart, en düşük olduğu tarih ise 9 Mayıs'tır. Kuru ağırlık oranında 27 Mart tarihinden 9 Mayıs tarihine doğru belirgin biçimde azalma tespit edilmiştir (Çizelge 3-4).



Şekil 1. Toros sediri orijinlerinde doymun haldeki ( $\psi_{\pi 100}$ ; osmotic potential at full turgor) ve solma noktasındaki ( $\psi_{\pi TLP}$ ; osmotic potential at turgor loss point) osmotik potansiyelinin mevsimsel değişim

Çizelge 3. Bucak orijini fidanlarının fizyolojik özelliklerine ait verilerin mevsimsel değişimi

Özellikler	20 Ocak	9 Şubat	24 Şubat	9 Mart	27 Mart	8 Nisan	9 Mayıs
$FWC_{TLP}$ (%)	59.94±7.34a	61.10±3.89a	51.49±0.36a	48.21±2.79a	50.30±3.50a	56.27±2.65a	51.57±6.67a
$RWC_{TLP}$ (%)	91.20±1.14ba	91.91±0.63a	92.01±0.68a	89.14±0.56ba	87.50±1.71cb	87.77±1.0b	83.23±2.40c
$RWC$ (%)	95.73±0.86a	96.91±1.30a	93.54±1.68a	96.74±1.50a	95.29±0.56a	92.44±1.81a	95.95±0.70a
$Vo/DW$	0.36±0.04cb	0.31±0.02dc	0.23±0.02d	0.31±0.04dc	0.33±0.03dc	0.45±0.06b	0.64±0.03a
$Va/Vt$	0.77±0.03b	0.79±0.02ba	0.84±0.01a	0.79±0.02ba	0.75±0.02b	0.72±0.04cb	0.65±0.01c
DWF	0.39±0.01c	0.41±0.00cb	0.41±0.00ba	0.40±0.01cb	0.43±0.00a	0.38±0.00c	0.35±0.01d

$FWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği (Free water content at turgor loss point),  $RWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriği (Relative water content at turgor loss point),  $RWC$ : Relatif Su İçeriği (Relative water content),  $Vo/DW$ : Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarı (Symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot),  $Va/VT$ : Apoplastik su oranı (Apoplastic water fraction), DWF: Kuru Ağırlık Oranı (Dry weight fraction).

Çizelge 4. Kapıdağ orijini fidanlarının fizyolojik özelliklerine ait verilerin mevsimsel değişimi

Özellikler	20 Ocak	9 Şubat	24 Şubat	9 Mart	27 Mart	8 Nisan	9 Mayıs
$FWC_{TLP}$ (%)	62.04±5.51a	56.41±1.82a	57.51±0.85a	61.81±4.59a	57.63±1.73a	55.99±2.69a	48.98±15.28a
$RWC_{TLP}$ (%)	89.26±0.66a	91.44±0.61a	90.23±1.03a	90.06±0.97a	90.84±0.80a	88.66±0.86a	81.31±4.89b
$RWC$ (%)	90.58±2.25a	93.67±1.93a	97.42±0.86a	97.39±1.30a	96.51±0.49a	91.56±6.25a	93.93±1.50a
$Vo/DW$	0.45±0.06b	0.31±0.03c	0.33±0.04cb	0.40±0.07cb	0.30±0.03c	0.38±0.01cb	0.74±0.01a
$Va/Vt$	0.70±0.05ba	0.80±0.02a	0.77±0.03a	0.73±0.05ba	0.78±0.02a	0.74±0.01a	0.63±0.02b
DWF	0.39±0.01b	0.39±0.01b	0.41±0.00ba	0.41±0.00ba	0.42±0.00a	0.40±0.01ba	0.34±0.01c

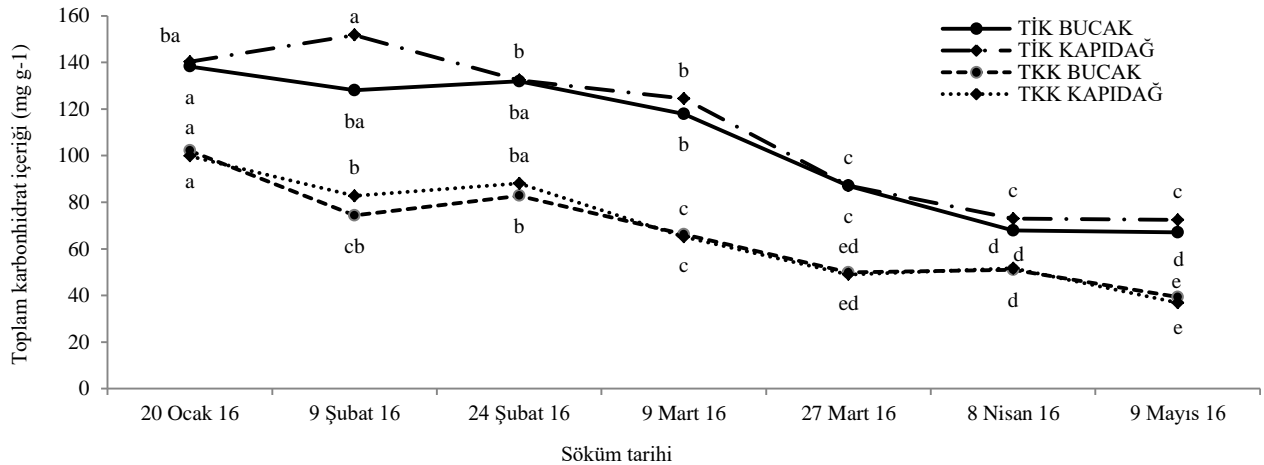
$FWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Serbest Su İçeriği (Free water content at turgor loss point),  $RWC_{TLP}$ : Solma Noktasındaki Nispi Su İçeriği (Relative water content at turgor loss point),  $RWC$ : Relatif Su İçeriği (Relative water content),  $Vo/DW$ : Birim Kuru Ağırlığa Düşen Simplastik Su Miktarı (Symplastic water at saturated point per dry weight of the shoot),  $Va/VT$ : Apoplastik su oranı (Apoplastic water fraction), DWF: Kuru Ağırlık Oranı (Dry weight fraction).

İğne yaprak ve kök toplam karbonhidrat içeriği sökümler zamanlarında 0.001 önem düzeyinde anlamlı farklılık göstermiştir. Her iki orijinde ocak ve şubat aylarında yüksek olup, sonrasında mayıs ayına doğru azaldığı tespit edilmiştir (Şekil 2). Ortalama değerler göz önünde bulundurulduğunda en yüksek iğne yaprak toplam karbonhidrat içeriği Bucak orijininde 20 Ocak tarihinde; Kapıdağ orijininde 9 Şubat tarihinde tespit edilmiştir. Her iki orijinde en yüksek kök toplam karbonhidrat içeriği 20 Ocak tarihinde, en düşük değerler ise 9 Mayıs tarihinde tespit edilmiştir (Şekil 2). Bununla birlikte toplam karbonhidrat içeriği bakımından orijinler benzer bulunmuştur.

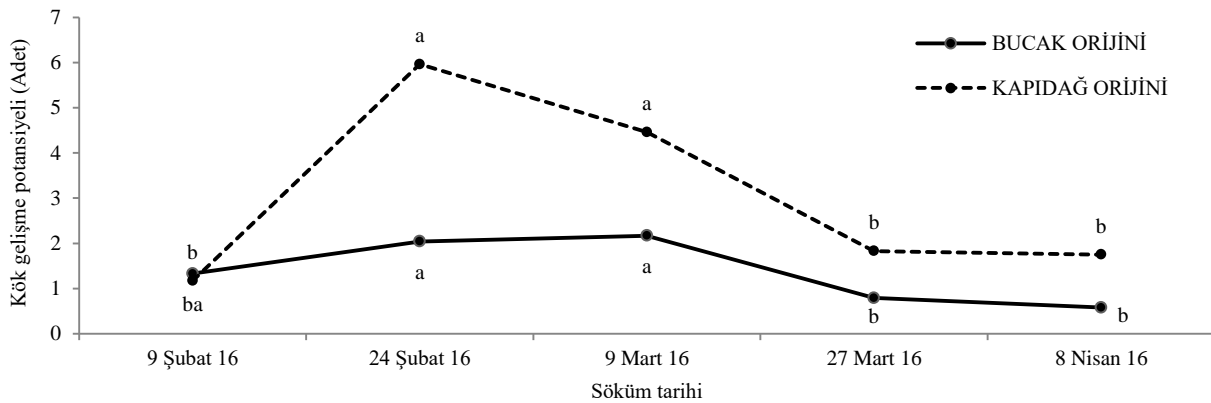
Kök gelişme potansiyeli bakımından sökümler tarihleri arasında önemli farklılık tespit edilmiştir (Bucak orijininde  $P < 0.05$ , Kapıdağ orijininde  $P < 0.001$ ). Bucak orijininde 9 Mart, Kapıdağ orijininde 24 Şubat tarihinden itibaren kök gelişme potansiyeli azalmıştır. Kök gelişme potansiyeline ilişkin *t* testi sonuçlarına göre; 24 Şubat ve 8 Nisan tarihlerinde kök gelişme potansiyelinin orijinler arasında farklılaştığı tespit edilmiştir (Şekil 3).

#### 4. Tartışma ve sonuç

Su potansiyeli bileşenlerinden solma noktasındaki osmotik potansiyel bir hücrede turgor basıncının tamamen yok olduğu, çeperle hücre zarının birbirinden ayrılarak plazmoliz başladığı andaki su potansiyeli değeridir. Bu nedenle fidan kalitesinin belirlenmesinde önemli bir fizyolojik karakteristik olarak kabul edilmektedir (Ducrey, 1984; Aussenac vd., 1988'ne atfen Dirik, 1999). Toros sediri fidanlarında 20 Ocak tarihinden 9 Mayıs tarihine kadar belirli aralıklarla yapılan su potansiyeli bileşenlerine ait tespitlerimizde, Bucak orijininde solma noktasındaki ve tam doymuş haldeki osmotik potansiyelde mevsimsel bir değişim belirlenmiştir. 20 Ocak tarihinde düşük olan değerlerin 9 Mart tarihindeki bir düşüş dışında mayıs ayına doğru yavaşça yükseldiği görülmüştür. Kapıdağ orijininde de Bucak orijinine benzer mevsimsel bir değişim belirlenmiştir. Solma noktasındaki osmotik potansiyel bakımından her iki orijin benzer bulunurken, doyma noktasındaki osmotik potansiyel bakımından sadece 9 Mart tarihinde orijinler arasında önemli fark tespit edilmiştir. Orijinler arasında belirgin farkların bulunmamasında orijinlerin temsil ettiği bölgenin nemli (Kapıdağ) ve yarı nemli (Bucak) olması ve yükseltmelerinin hemen hemen benzer olmasının bir etkisi olabilir.



Şekil 2. Toros sediri orijinlerinde toplam karbonhidrat içeriğinin ( $\text{mg g}^{-1}$ ) mevsimsel değişim, TİK: İğne yaprak toplam ibre karbonhidrat içeriği, TKK: Kök toplam karbonhidrat içeriği.



Şekil 3. Toros sediri orijinlerinde kök gelişme potansiyelinin mevsimsel değişim

Yürütülen birçok çalışmada da, solma noktasındaki osmotik potansiyelinin mevsimsel bir değişim gösterdiği belirlenmiştir (Doi vd., 1986; Dirik, 1993; Semerci, 1994; Deligöz, 2011; Deligöz 2012). Toros göknarı (*Abies cilicica* subsp. *isaurica*) fidanlarında kasım ayından nisan ayına kadar aylık periyotlarda yapılan tespitlerde solma noktasındaki osmotik potansiyel en düşük değeri ocak ayında en yüksek değeri nisan ayında almıştır (Deligoz ve Gur, 2017). Kızılcımda solma noktasındaki osmotik potansiyel değerlerinin kış aylarında daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Dirik, 1991).

Osmotik potansiyel veya diğer doku su ilişkilerindeki mevsimsel değişiminin çiçeklenme, sürgün uzaması ve yaprak gelişimini içeren fenolojik olaylarla ilişkili olduğu belirtilmiştir (Tyree vd., 1978; Parker vd., 1982; Kubiske ve Abrams, 1991). Doi vd. (1986) tarafından yapılan bir çalışmada, *Cryptomeria japonica* D. Don. fidanlarında en yüksek osmotik potansiyel (solma noktası ve doygun haldeki osmotik potansiyel) değerlerinin yaprak gelişim periyodunda belirlendiği, en düşük değerlerin ise hava sıcaklıklarının en düşük olduğu periyot süresince tespit edildiği belirtilmiştir. Bu çalışmada da her iki orijinde solma noktasındaki ve doygun haldeki osmotik potansiyelin kış ortasında (20 Ocak) oldukça düşük olması hava sıcaklıkları ile ilgilidir. Muhtemelen her iki orijin kış ortasına doğru düşen hava sıcaklıklarına bağlı olarak soğuğa uyum sürecinde osmotik ayarlamayı gerçekleştirmek için osmotik potansiyellerini düşürmüştür. Deligöz (2007), Anadolu karaçamı fidanlarında solma noktasındaki osmotik potansiyel ile tam doygun haldeki osmotik potansiyelin mayıs ayından başlayarak kışa doğru gittikçe azalan değerlerinin, hücre içi konsantrasyondaki artıştan, ilkbaharda yükselen değerlerinin ise hücre içi konsantrasyondaki azalıştan kaynaklanmış olabileceğini belirtmiştir. Corcuera vd. (2002), meşe türlerinde yapmış olduğu çalışmada, solma noktasındaki osmotik potansiyel ile doygun haldeki osmotik potansiyel arasında pozitif bir ilişkinin olduğunu belirlemiştir. Toros sediri türünün iki orijininde yapılan bu çalışmada da solma noktasındaki osmotik potansiyel ile doygun haldeki osmotik potansiyel arasında her iki orijinde de pozitif yönde bir ilişki tespit edilmiştir (Bucak orijini,  $r = 0.79$ ;  $P < 0.01$ ; Kapıdağ orijini,  $r = 0.91$ ;  $P < 0.01$ ).

Birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı ve apoplastik su miktarı değerlendirildiği zaman, gelişme döneminde simplastik su miktarı daha fazla, apoplastik su miktarı ise daha düşüktür. Kış ortasında ise, simplastik su içeriği düşük, apoplastik su içeriği yüksektir (Deligöz, 2007). Çalışmamızda birim kuru ağırlık başına düşen simplastik su miktarı (Vo/DW) ve apoplastik su oranının (Va/VT) sökülme dönemleri bazında değişimi incelendiğinde, genel olarak her iki orijinde de Vo/DW'nın mayıs ayı değerleri oldukça yüksek iken, Va/VT'nin ise düşük olduğu ve mevsimsel bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. Ayrıca, Vo/DW değerleri bakımından her iki orijin sadece 9 Mayıs tarihinde farklı bulunurken, Va/VT bakımından orijinler benzerdir. Doğu ladininde de Vo/DW'nin mayıs ayı değeri oldukça yüksek iken, ocak ayı değeri düşük bulunmuştur. Vo/DW tomurcukların şişmeye başlamasıyla artışa geçmektedir (Semerci, 1994). Dirik (1999) yaptığı çalışmada Vo/DW oranının aralık, ocak ve şubat aylarında en düşük seviyede olduğunu ve bu durumun, osmotik düzenleme ile ilgili olabileceğini belirtmiştir.

Çalışmamızda sökülme tarihlerinde FWC<sub>TLP</sub>, RWC<sub>TLP</sub>, RWC ve DWF'nin değişimi incelendiği zaman, genel olarak Bucak ve Kapıdağ orijinde sökülme dönemlerinin etkisi FWC<sub>TLP</sub> ve RWC üzerinde istatistiksel anlamda önemsiz iken, RWC<sub>TLP</sub> ve DWF üzerinde önemli bulunmuştur. RWC<sub>TLP</sub>'nin Bucak orijininde 9 Mayıs ve 27 Mart, Kapıdağ orijinin de 9 Mayıs değerleri diğer aylara göre daha düşük bulunmuştur. RWC<sub>TLP</sub> değerleri bakımından orijinler tüm sökülme tarihlerinde benzerdir. Birçok çalışmada da FWC<sub>TLP</sub> değerlerinde belirgin bir mevsimsel değişim belirlenmemiştir (Freyman vd. 1986). Çalışmamızda en düşük kuru ağırlık oranı değeri mayıs ayında, en yüksek kuru ağırlık oranı değeri ise 27 Mart tarihinde tespit edilmiştir. Ritchie (1984), Douglas fidanlarında yapmış olduğu bir çalışmada, kuru ağırlık oranının sonbahar başlangıcından itibaren arttığını, ocak ayında en yüksek değere ulaştığını, ilkbahara doğru ise giderek düştüğünü belirtmiştir.

Kök karbonhidrat muhtevası, fidanların rezerv besin elementi içeriğini ve dolayısıyla gelişme potansiyelini ortaya koyan belirteçlerden birisidir (Genç ve Yahyaoglu 2007). Çalışmamızda kök toplam karbonhidrat içeriğinde sökülme zamanları etkili olup, 20 Ocak tarihinden 9 Mayıs tarihine doğru bir düşüş söz konusudur. Orijinler arasında ise farklılık bulunmamaktadır. İğne yaprak toplam karbonhidrat içeriğinde de benzer bulgular elde edilmiştir. Nitekim doğal koşullar altında bitkilerin düşük sıcaklıklara maruz kaldığı kış mevsiminde çözünabilir şekerlerin arttığı, ilkbaharda ise azaldığı bildirilmiştir. Osmotik ayarlama maddeleri olarak bilinen çözünabilir şekerler, soğuk stresin neden olduğu hasardan bitki hücrelerinin korunmasında önemli rol oynarlar (Yuanyuan vd., 2009). Nitekim çalışmamızda da toplam karbonhidrat içeriğindeki artışa bağlı olarak osmotik potansiyelde bir düşüş belirlenmiştir (Kök örneklerinde, Bucak orijini,  $r = -0.671$ ;  $P < 0.01$ ; Kapıdağ orijini,  $r = -0.567$ ;  $P < 0.01$ ).

Kök gelişme potansiyelinde her iki orijinde mevsimsel bir değişim tespit edilmiştir. Yürütülen birçok çalışmada kök gelişme potansiyelinin mevsimsel bir değişim gösterdiği belirlenmiştir. *Pinus taeda* fidanlarında kök gelişme potansiyeli sonbaharda düşük, şubat sonu-mart başında en yüksek seviyededir (Feret vd., 1985). Bu çalışmada da şubat sonu-mart başı döneminde her iki orijinde kök gelişme potansiyeli diğer sökülme tarihlerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Dikim çalışmalarında kullanılacak fidanlar fizyolojik bakımdan da kaliteli olmalı ve stres koşullarına da dayanıklı olmalıdır (Deligöz, 2007). Sökülme-dikim çalışmaları, fidanların stres koşullarına karşı dayanıklılığın yüksek olduğu tam uyku halinde iken yapılmalıdır (Deligöz ve Genç, 2010). Ritchie (1984)'in çalışmasında, fidanların tam uyku halinde her türlü abiyotik zararlara karşı dayanıklı olduğunu belirtmiştir. Tam uyku hali veya sökülme için uygun uyku hali, iklim koşullarına göre değişmekle birlikte genellikle kasım ayı ortalarından veya sonlarından başlayarak, şubat ayı ortalarına veya sonlarına kadar olan dönemde görülebileceği belirtilmektedir.

Solma noktasındaki osmotik potansiyel ne kadar düşük olursa, ele alınan türün stres etmenlerine karşı dayanıklılığı o kadar fazla olmaktadır (Deligöz, 2007). Bu nedenle uygun sökülme zamanının belirlenmesinde oldukça önemli bir

gösterge dir. Çalışmamızda solma noktasında osmotik potansiyelin en düşük olduğu 20 Ocak ve 9 Mart tarihlerinde her iki orijinin stres etmenlerine dayanıklılığı en üst düzeydedir ve bu dönemler sökülüm için uygun zamanlardır. Bununla birlikte diğer fizyolojik özelliklerinde imkânlar dâhilinde birlikte incelenmesi daha net sonuçlara ulaşmamıza yardımcı olacaktır. Örneğin fidan sökülümünün kök gelişme potansiyelinin en yüksek seviyede olduğu dönemlerde yapılması muhtemelen dikim başarısı üzerinde etkili olacaktır. Çalışmamızda kök gelişme potansiyeli en yüksek değerlerini Kapıdağ orijininde 24 Şubat tarihinde, Bucak orijininde ise 9 Mart tarihinde almıştır. Ayrıca, ocak-şubat döneminde hem iğne yaprak hem de kök örneklerinde toplam karbonhidrat içeriği daha yüksektir. Dolayısıyla Eğirdir Orman Fidanlığı koşullarında Bucak ve Kapıdağ orijinli Toros sediri fidanları için ocak-şubat dönemi sökülüm için uygundur. Bununla birlikte özellikle kış ortası (20 Ocak) dönemde fidanların stres etmenlerine dayanıklılığı daha yüksek olsa da sökülüm veya dikim için arazi koşulları uygun olmayabilir. Bu durumda sökülüm tarihi biraz öne veya ileriye çekilmek durumunda kalınabilir. Mart sonuna kadar sökülümün yapılması uygun olabilir, fakat sökülüm-dikim çalışmaları açısından oldukça hassas dönem olan nisan ayına kesinlikle bırakılmamalıdır. Toros sediri orijinlerinde uygun sökülüm zamanının belirlenmesinde kış ortası ve ilkbahar dönemi çalışılmıştır. Bu çalışmada bir eksiklik olarak gördüğümüz sonbahar dönemine ilişkin uygun sökülüm zamanının belirlenmesi de uygulamaya katkı açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle bundan sonra yapılacak uygun sökülüm zamanının tespitine ilişkin çalışmaların sonbahar döneminden ilkbahar dönemine kadar birlikte çalışılmasının uygulamaya katkısının daha yüksek olacağı aşikârdır.

#### Açıklama

Bu çalışma Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nde hazırlanan yüksek lisans tezinin bir özetidir. Eğirdir Orman Fidanlığı yetkililerine ve fidanlık çalışanlarına teşekkür ederiz.

#### Kaynaklar

- Anonim, 2015. Türkiye Orman Varlığı. T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı, Orman Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Aussenac, G., Guehl, J. M., Kaushal, P., Granier, A., Grien, Ph., 1988. Criteres physiologiques pour l'evaluation de la qualite des plants forestiers avant plantation. Rev. For.Fr. XL, 131-139.
- Cleary, B.D., Greaves, R.R., 1979 (Çeviri: Eyüboğlu, A.K.). Fidan. Orm. Araşt. Dergisi, 25 (2): 31-67.
- Corcuera, L., Camarero, J.J., Gil-Pelegrin, E., 2002. Functional groups in *Quercus* species derived from the analysis of pressure-volume curves. Trees, 16, 465-472.
- Dağdaş, S., 2012. Doğu Akdeniz bölgesinde kurulu Toros Sediri (*Cedrus libani* A. Rich.) orijin denemelerinin 6. ve 10. Yıl sonu ara sonuçları. KSÜ Doğa Bil. Der., Özel sayı, 161-179.
- Deligoz, A., Gur M., 2017. Studies on tissue water relations and soluble sugars in Cilician Fir (*Abies cilicica*) seedlings during bud dormancy. Journal of Environmental Biology, 38, 1-6.
- Deligoz, A., 2007. Anadolu karaçamı [*Pinus nigra* Arn. Subsp. *pallasiana* (Lamb.) Holmboe] fidanlarına ait bazı temel morfolojik ve eko-fizyolojik özelliklerin dikim başarısına etkisi. Doktora Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

- Deligoz, A., 2011. Seasonal changes in the physiological characteristics of Anatolian black pine and the effect on seedling quality. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35(1): 23-30.
- Deligoz, A., 2012. Morphological and physiological differences between bareroot and container *Juniperus excelsa* seedlings. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 35(5): 619-628.
- Deligoz, A., Genç, M., 2010. Orman fidanlıklarında fidan sökülüm dönemi tespitinde kullanılacak yöntemler, III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi, 20-22 Mayıs, 2010, Bildiriler Kitabı, II. Cilt, 804-813, Artvin.
- Dirik, H., 1993. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'da fidan morfolojisinin dikim başarısına etkileri. Uluslararası Kızılcım Sempozyumu, 23 Ekim, 348-355, Marmaris, Türkiye.
- Dirik, H., 1991. Kızılcım (*Pinus brutia* Ten.)'da bazı önemli fidan karakteristikleri ile dikim başarısı arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Dirik, H., 1999. Dikim mevsiminde karaçam (*Pinus nigra* Arn. ssp. *pallasiana* Lamb. Holmboe.) fidanlarındaki fizyolojik değişiklikler ve bunun dikim başarısı üzerindeki etkileri. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 49A, 59-74.
- Dirik, H., 2000. Farklı biyoiklim koşullarını temsil eden kızılçam (*Pinus brutia* Ten.) orijinlerinin kurak dönemdeki su potansiyellerinin basınç-hacim (P-V) eğrisi ile analizi. İ.Ü. Orman Fakültesi Dergisi, 50A, 93-103.
- Doi, K., Morikawa, Y., Hinckley, T. M., 1986. Seasonal trend of several water relation parameters in *Cryptomeria japonica* seedlings. Canadian Journal of Forest Research. 16(1): 74-77.
- Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A., Smith, F., 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Analytical Chemistry, 28, 350-356.
- Ducrey, M.L., 1984. Nursery Cultural Practices: Impacts on Seedling Quality. In: Duryea, M. L., Landis, T.D. (Eds.). Forest Nursery Manual: Production of Bareroot Seedlings. Martinus Nijhoff/Dr. W. Junk Publishers. The Hague/Boston/Lancaster, for Forest Research Laboratory, Oregon State University, Corvallis, pp.386.
- Evcimen, B.S., 1963. Türkiye Sedir Ormanlarının Ekonomik Önemi, Hasılat ve Amenajman Esasları. Orman Genel Müdürlüğü Yayınları No: 355/16.
- Feret, P.P., Kreh, R.E., 1985. Seedling root growth potential as an indicator of loblolly pine field performance. Forest Science, 31(4): 1005-1011.
- Freyman, R.C., Feret, P.P., Dewald, L.E., 1986. Variation in Loblolly pine seedling root growth potential over two lifting seasons. In: Proc. of the 1986 Meeting of Southern Forest Nursery Association, pp. 224-231.
- Genç, M., 1992. Doğu ladini (*Picea orientalis* (L.) Link) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik özelliklerle dikim başarısı arasındaki ilişkiler. Doktora Tezi, KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Genç, M., Yahyaoglu, Z., 2007. Kalite Sınıflamasında Kullanılan Özellikler ve Tespiti. Fidan Standardizasyonu, Standart Fidan Yetiştiriminin Biyolojik ve Teknik Esasları. Yahyaoglu, Z., Genç, M., (Eds.), Süleyman Demirel Üniversitesi Yayınları, No. 75, Isparta.
- Kubiske, M.E., Abrams, M.D., 1991. Seasonal, diurnal and rehydration induced variation of pressure-volume relationships in *Pseudotsuga menziesii*. Physiologia Plantarum, 83, 107-116.
- Parker, W.C., Pallardy, S.G., Hinckley, T.M., Teskey, R.O. 1982. Seasonal changes in tissue water relations of three woody species of the *Quercus-carya* forest type. Ecology, 63, 1259-1267.
- Puttonen, P., 1997. Looking for the "Silver Bullet"- can one test do it all? New Forests, 13, 9 - 27.
- Ritchie, G.A., Schula, R.G., 1984. Seasonal changes of tissue-water relations in shoots and root systems of Douglas-fir seedlings. For. Sci., 30, 538-548.

- Semerci, A., 1994. Doğu ladini (*Picea orientalis* L. Link.) fidanlarında su potansiyeli bileşenlerinde oluşan dönemsel değişimler. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Semerci, A., 2002. Sedir (*Cedrus libani* A. Rich.) fidanlarına ait bazı morfolojik ve fizyolojik karakteristikler ile İç Anadolu'daki dikim başarısı arasındaki ilişkiler. İç Anadolu Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları, 142s, Ankara.
- Tyree, M.T., Cheung, Y.N.S., MacGregor, M.E., Talbot, A.J-B., 1978. The characteristics of seasonal and ontogenic changes in the tissue-water relations of *Acer*, *Populus*, *Tsuga* and *Picea*. Can. J. For. Res. 56, 635-647.
- Yahyaoğlu, Z., Genç, M., 1990. Sedir (*Cedrus libani* A.Rich.)'de ıslah çalışmaları, Uluslararası Sedir Sempozyumu, 22-27 Ekim 1990, Ormancılık Araştırma Enstitüsü Yayınları 59, 325-333.
- Yuanyuan, M., Yali, Z., Jiang L., Hongbo, S., 2009. Roles of plant soluble sugars and their responses to plant cold stress. African Journal of Biotechnology, 8(10): 2004-2010.