



## Research Article (Araştırma Makalesi)

Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2023, 60 (1): 81-89  
<https://doi.org/10.20289/zfdergi.1115371>

İlayda GÜNER<sup>1</sup>

Hakan GEREN<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Ege Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 35100, Bornova, İzmir, Türkiye

\* Sorumlu yazar (Corresponding author):  
[hakan.geren@ege.edu.tr](mailto:hakan.geren@ege.edu.tr)

# Dev kralotu (*Pennisetum hybridum*)'nun sap çelikleri ile çoğaltım olanakları üzerine araştırmalar\*

Investigations on the propagation possibilities with stem cuttings of giant kinggrass (*Pennisetum hybridum*)

\* Bu makale birinci yazarın yüksek lisans tezinden özetlenmiştir.

Received (Alınış): 11.05.2022

Accepted (Kabul Tarihi): 14.06.2022

## ÖZ

**Amaç:** Bu çalışma, dev kralotu (*Pennisetum hybridum*) bitkisi sap çeliklerinin köklenme kabiliyetini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

**Materyal ve Yöntem:** Bitkinin aktif büyüme döneminde alınan çelikler farklı sürelerde (3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 ve 96 saat) ve ortamlarda (kapalı ambalaj içinde kuru ve sulu) muhafaza edilmişlerdir. Çelikler farklı IBA yoğunluklarına (0, 2K, 4K ve 6K ppm) 5 saniye daldırılmış ve nemli toprağa dikilmiştir. Çalışmada köklenme oranı, sürgün sayısı ve uzunluğu ile kök kuru ağırlığı gibi özellikler incelenmiştir.

**Araştırma Bulguları:** Veriler; bekleme süresi, ortam ve IBA yoğunluklarının köklenme oranı dışında ölçülen tüm özellikler üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Bekleme süresi uzadıkça ve kuru ortamda çelik başına sürgün sayısı, uzunluğu ve kök kuru ağırlığı azalmıştır.

**Sonuç:** 2K ppm IBA uygulaması, dev kralotu sap çeliklerinin köklenmesi için en iyi muamele olarak saptanmıştır.

## ABSTRACT

**Objective:** The objective of this study was to examine the rooting capability of stem cuttings of giant king grass (*Pennisetum hybridum*).

**Material and Methods:** Stem cuttings taken in active growing stage of the crop were kept in different periods (3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 and 96 hours) and in media (dry and wet in closed packaging). Cuttings were immersed in different concentrations of IBA (0, 2K, 4K and 6K ppm) for 5 seconds and then planted into the soil. Some properties such as rooting rate, number of shoot and root dry weight were tested in the experiment.

**Results:** The data obtained indicated that there were significant effects of waiting period, media and IBA concentrations on all measured characteristics except rooting rate. The prolonged waiting time and in dry media reduced the shoot length, number of shoot and root dry weight per cuttings.

**Conclusion:** Application of 2K ppm IBA was determined as the best treatment for rooting the stem cuttings of giant king grass.

**Anahtar sözcükler:** IBA, köklenme oranı, *Pennisetum hybridum*, sap çelikleri, süre

**Keywords:** IBA, rooting rate, *Pennisetum hybridum*, stem cuttings, time

## GİRİŞ

Hayvansal üretimde genel maliyetler içinde yem masrafları %50-70'lik bir paya sahiptir. Bu nedenle yem masraflarının düşürülmesi genel maliyetleri ve mera baskısını azaltacak (Hazar Kalonya, 2022), dolayısıyla işletme kârlılığını yükseltecektir. Yem maliyetlerinin düşürülmesinde yapılacak hamlelerden birisi kaliteli kaba yem üretiminde çok yıllık, yüksek verimli ve nispeten az bakım gerektiren bitki seçimidir. Bu bitkilerin başında dev kralotu gelmektedir. Tropik kökenli ve çok yıllık bir buğdaygil yem bitkisi olan dev kralotu, mısır (*Zea mays*) bitkisi gibi kolaylıkla silolanabilen, uygun bakım koşullarında bir üretim mevsimi boyunca mısırdan daha yüksek ot verimi sağlayabilen (tesis yılından sonra), mekanizasyona uygun bir bitkidir. Dev kralotu bitkisinin çok yıllık olması, her yıl tohum ve tohuma bağlı tarımsal işlem (toprak hazırlığı, ekim işçiliği, boğaz doldurma, vb.) gerektirmemesi en önemli üstünlüklerinden biridir.

Ne var ki, söz konusu bitkinin kısır olması, yani tohum vermemesi, onun farklı yöntemlerle çoğaltılması ve tarımına başlanması gerçeğiyle yüz-yüze getirmektedir. Tohumu olmayan dev kralotu bitkisinin vejetatif organlarıyla (özellikle rizomları ve ökçeli çelikleriyle) kolaylıkla çoğaltılabildiği pek çok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Geren & Kavut, 2015; Geren & Yaman, 2016). Rizomlara ulaşmak için anaç bitkinin bulunduğu yerin kazılması, rizomların sökülmesi ve toprağından arındırılması gibi işlemler oldukça yoğun emek, işgücü ve zaman gerektirmekte olup, anaç bitkinin hayatını da tehlikeye sokabilmektedir. Benzer durum ökçeli çelik elde etmek için de geçerlidir. Bu nedenle en pratik yol, anaç bitkinin toprak üstü saplarından çelik almak ve bunları köklendirmektir (Ellialtıoğlu, 2019). Zira bu işlem esnasında, ne anaç bitki zarar görmekte, ne de aşırı bir işgücü veya zamana gereksinim bulunmaktadır.

Dev kralotu bitkisinin köksüz sap çelikleriyle yeni tesis edilen plantasyonlarda, anaç bitkiden alınan çeliklerin 4-5 saat sonunda dikildiği belirtilirken (Geren & Kavut, 2015), çeliklerin daha uzun bir süre bekletilerek dikilmesi konusunda pek fazla çalışmanın bulunmadığı dikkati çekmiştir. Bu noktadan hareketle; örneğin, A noktasındaki bir dev kralotu tarlasından alınacak sap çeliklerinin, karayoluyla 3 günlük uzaklıktaki B noktasına nakledilmek istendiği düşünülürken; A noktasından çeliklerin alınıp, hazırlanması, koli, çuval gibi taşıyıcı unsurların içine yerleştirilmesi, kargoya verilmesi, nakliye süreci, B noktasına varması, oradan da ilgili tarlaya transferi gibi zamana karşı yarış başlamaktadır. Bu yarışın da en hesaplı yolla gerçekleşmesi beklenmektedir. Bu gibi bir durumla karşı karşıya kalındığında, çeliklerin hayatta kalıp-kalamayacakları, ne kadarının hayatta kalıp köklenebileceği büyük bir soru işaretidir.

Yukarıda farklı yönlerden açıklanmaya çalışılan problemin çözümü için bu çalışma kapsamında, dev kralotu anaç bitkisinden alınan köksüz sap çeliklerinin çoğaltma olanakları incelenmiştir. Bu araştırma, aktif büyüme döneminde dev kralotu bitkisinden alınan köksüz sap çeliklerinde, değişik bekletme süresi ve ortamı ile farklı IBA dozu uygulamasının köklenme ve bazı özellikleri üzerine etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüştür.

## MATERYAL ve YÖNTEM

Çalışma, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü, Bornova deneme alanında yürütülmüş olup, dev kralotu plantasyonundan alınan köksüz sap çelikleri bitkisel materyal olarak kullanılmıştır. Araştırmada üç faktör ele alınmıştır. Bunlardan birincisi 8 farklı bekleme süresi (3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 ve 96 saat), ikincisi 4 farklı IBA (Indol-3-bütirik asit,  $C_{12}H_{13}NO_2$ ) dozu (0 [kontrol], 2000, 4000 ve 6000 ppm) ve üçüncüsü 2 değişik saklama ortamı (kapalı ambalaj içinde kuru ve sulu)'dir. Çalışma, dört tekerrürlü saksı denemesi şeklinde yürütülmüştür.

Çalışmaya 18 litre hacimli plastik saksılara 2 mm'lik elekten geçirilmiş mil bünyeli toprak doldurularak başlanmıştır. Ardından, çelik alım olgunluğuna ulaşan dev kralotu sapları, toprak seviyesinden 10 cm anız yüksekliği bırakılarak biçilmiştir. Biçilen saplardan 2 boğum içerecek şekilde üretim çelikleri hazırlanmıştır (sapların üst kısımları kullanılmamıştır). Çelikle ek bir yaralama (zedeleme) yapılmamış ve herhangi bir yüzey sterilizasyonu işlemi uygulanmamıştır. Hazırlanan çeliklerin yarısı demet haline getirilerek, çift kat naylon torba (klasik çöp torbası) içinde (kuru), diğer yarısı da içine çiçek süngeri konmuş (suyla doyurulmuş)

plastik kovalara dip kısımları süngere batırılmış şekilde konmuş ve kapağı kapatılmıştır. Bu kovanın kapağı üzerine oluşabilecek kızışmanın önüne geçebilmek için havalandırma delikleri açılmıştır. Fakat kuru ortamı simgeleyen çift kat torbalar delinmemiştir. Her iki saklama ortamına konmuş çelikler, ilgili dikim zamanı gelinceye kadar hangar binasının gölge ortamında muhafaza edilmiştir.

İlgili bekleme süresinin sonunda ambalajlar açılarak çelikler alınmış ve tekrar kapatılmıştır. Alınan çeliklerin suda bekletilmiş olanları, üst kısımları zararsız boya ile işaretlenmiş, yukarıda belirtilen farklı dozlardaki IBA hormon çözeltisine, dip kısımları 5 saniye daldırıldıktan sonra tarla kapasitesine getirilmiş nemli saksı toprağına dikilmiştir. Suda (işaretli) ve kuruda (susuz) bekletilen çelikler aynı saksıya dikilmiştir. Hazırlanan ve kullanılan IBA çözeltileri, bir sonraki dikim saati gelinceye kadar buzluk (taşıma esnasında) ve buzdolabında (4°C) (sonraki dikim zamanına kadar bekleme süresi) bekletilmiştir.

Dikim işlemleri tamamlandıktan sonra klasik bakım işlemleri (sulama, yabancı ot mücadelesi) sürdürülmüş ve çeliklerin köklenmesi beklenmiştir. Çelik alım tarihinden (24 Temmuz) 30 gün sonra, çeliklerdeki sürgünlerin 2 cm ve daha fazla uzaması köklenmiş (%100) olarak kabul edilmiş ve cetvel yardımıyla sürgün boyları ölçülmüştür. Çelik alım tarihinden 45 gün sonra ise plastik saksılar kesilerek çeliklerin kökleri üzerindeki topraklar su ile uzaklaştırılmış, kökleri sayılmış ve kök uzunlukları cetvel yardımıyla ölçülmüştür. Çeliklerden kesilen kökler, laboratuvar ortamında 1 hafta süreyle kurutulmuş (hava kuru), işlem sonunda kuru kök ağırlıkları kaydedilmiştir.

Araştırmadan elde edilen veriler varyans analizine tabi tutulmuştur (Yurtsever, 1984). Köklenme oranı değerlerine varyansı durağanlaştırmak için Arcsin dönüşümü uygulanmıştır. 3 faktörlü tesadüf parselleri deneme desenine göre yapılan istatistiki analizler sonucu muameleler arasındaki farklar LSD testi (0,01) kullanılarak belirlenmiştir.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### Köklenme oranı

Köklenme oranı verilerinin sunulduğu Çizelge 1 incelendiğinde, yapılan istatistiki analizi sonuçları, çalışmada ele alınan faktör (süre, IBA, ortam) veya interaksyonların hiç birisinin önem taşımadığını ortaya koymuş, köklenme oranı genel ortalaması %95.3 olarak bulunmuştur.

**Çizelge 1.** Farklı bekleme süresi, ortamı ve IBA uygulamasının dev kralotu sap çeliklerinin köklenme oranına (%) etkisi

**Table 1.** Effect of waiting period, media and IBA application on rooting rate (%) of stem cuttings of giant king grass

Ortam	IBA (ppm)	Süre (saat)								Ort
		3	6	12	24	36	48	72	96	
Kuru (dry)	0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	75.0	100.0	<b>96.9</b>
	2000	100.0	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	<b>96.9</b>
	4000	100.0	75.0	75.0	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	<b>90.6</b>
	6000	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	75.0	100.0	100.0	<b>96.9</b>
	Ort	<b>100.0</b>	<b>87.5</b>	<b>93.8</b>	<b>93.8</b>	<b>100.0</b>	<b>93.8</b>	<b>93.8</b>	<b>100.0</b>	<b>95.3</b>
Sulu (wet)	0	100.0	100.0	100.0	75.0	100.0	100.0	75.0	100.0	<b>93.8</b>
	2000	100.0	100.0	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	<b>96.9</b>
	4000	75.0	100.0	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	<b>93.8</b>
	6000	75.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	<b>96.9</b>
	Ort	<b>87.5</b>	<b>100.0</b>	<b>87.5</b>	<b>93.8</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>93.8</b>	<b>100.0</b>	<b>95.3</b>
Ortalama	0	100.0	100.0	100.0	87.5	100.0	100.0	75.0	100.0	<b>95.3</b>
	2000	100.0	87.5	87.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	<b>96.9</b>
	4000	87.5	87.5	75.0	87.5	100.0	100.0	100.0	100.0	<b>92.2</b>
	6000	87.5	100.0	100.0	100.0	100.0	87.5	100.0	100.0	<b>96.9</b>
	Ort	<b>93.8</b>	<b>93.8</b>	<b>90.6</b>	<b>93.8</b>	<b>100.0</b>	<b>96.9</b>	<b>93.8</b>	<b>100.0</b>	<b>95.3</b>
LSD (0.01)	S: öd	IBA: öd	O: öd	SxIBA: öd	SxO: öd	IBAxO: öd	SxIBAxO: öd			

S: süre (time) O: ortam (media) Ort: ortalama (mean) öd: önemli değil (not significant)

Köklenme oranı bulguları genel olarak değerlendirildiğinde, yeni bir dev kralotu plantasyonu oluşturulmak istendiğinde, anaç bitkiden alınan köksüz sap çeliklerinin, herhangi bir köklendirici hormon uygulaması yapılmaksızın, gölge bir ortamda 4 güne kadar bekletilebileceğini ve süre sonunda nemli toprağa dikilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Bir başka ifadeyle, deneme koşullarında yetiştirilen dev kralotu anaç bitkisinden, Temmuz ayının üçüncü haftası, örneğin Pazartesi günü saat 08:00'de alınan sapların, 4 boğum içerecek şekilde çeliklere kesilmesi ve bunların gölge bir ortamda saklanarak (kuru veya sulu ortamda) Cuma günü saat 08:00'e kadar dikilebileceği anlamına gelmektedir. Bu bulgu, aktif büyüme döneminde bitkinin dip kısımlarına depoladığı besin madde miktarının, geçen süreye rağmen yeniden filizlenmesi için yeterli olduğu kanaatini doğurmaktadır.

Pek çok araştırmacı (Larsen, 1997; Ellialtıoğlu, 2019; Hartmann et al., 2002) yaş, yarı odun veya odun sap çeliklerinin köklenme yeteneği üzerinde, çelik alım zamanındaki anaç bitkinin saplarındaki besin madde miktarı, dikim esnasındaki toprak ve hava sıcaklığı ile toprak nem durumunun da büyük önem taşıdığını belirtmişlerdir. Ayrıca dev kralotu sapı üzerindeki boğumlarda çıplak gözle bile açıkça görülen kök primordiyumları sayesinde köklenme şansı oldukça yüksek olduğu pek araştırmacı tarafından da ifade edilmiştir (Geren & Kavut, 2015; Geren & Yaman, 2016). Buna ek olarak Geren vd. (2016), dev kralotu bitkisi sap boğumları üzerinde kök primordiyumu görünmeden (özellikle sapın üst bölümlerinden) alınan çeliklerin köklenmediği, aktif büyüme dönemindeki sapın alt kısımlarının adeta mumsu bir tabaka ile kaplandığı zaman alınan çeliklerdeki köklenme oranının çok yüksek olduğu dile getirilmiştir. Aynı araştırmacılar, bu dönemdeki dev kralotu çeliklerinin köklendirilmesinde hormon kullanımının gerekli olmadığı, nemli ve doğrudan güneş ışığı almayan bir ortamda bekletilmesinin yeterli olduğunu belirtmiştir. Araştırmamızda, çeliklerin yukarıda belirtilen ideal çelik alım zamanında örneklenmesi ve bakım işlemlerinin tam olarak yapılması sayesinde hormon dozu uygulamaları arasında fark belirlenmemiş, çok yüksek oranda köklenme sağlanmıştır.

Çalışmamızda çeliklerin dört günlük depolama süresinin köklenme oranı üzerinde olumsuz bir etkisi bulunmamasına karşılık, bazı araştırmacılar, köksüz yaş çeliklerin depolama süresi uzadıkça köklenme kabiliyetlerinin de azaldığını saptamışlardır. Örneğin Zencirkiran (2010), depolama süresi uzadıkça (0, 1, 2, 3, 4 ay), karanfil (*Dianthus caryophyllus*) çeliklerinin köklenme oranlarının azaldığını bildirmiştir. Buna ek olarak İki et al. (2016), Aralık ayı başından Nisan ayı başına kadar 10°C ve 14°C'de saklanan fil otu (*Pennisetum purpureum*) köksüz sap çeliklerinin, süre uzadıkça çıkış oranının önemli ölçüde azaldığını saptamışlardır. Bulgularımızın, yukarıdaki araştırmacıların sonuçlarıyla farklı olmasının nedenini kullanılan bitkisel materyal farklılıklarına, saklama koşulu (sıcaklık, nem, vb.) ve sürelerinin değişik olmasına dayandırılabilir. Çalışmamızdan elde edilen ilginç bulgulardan birisi de, çeliklerden çıkan köklerin herhangi bir kallus oluşmadan büyümeye başlamasıdır. Zira yarı odun veya odunsu çeliklerin tabanında oluşturulan yaralamaya tepki olarak bir kallus dokusu oluşmakta ve kallus ile kök aynı zamanda ortaya çıkmaktadır (Keskin, 2016). Çalışmamız, dev kralotu sap çeliklerinin köklenmesi için kallus dokusu oluşumunun zorunlu olmadığını göstermiştir. Fil otu (*Pennisetum purpureum*) bitkisinden alınan 2-3 boğumlu çelikleri, buzdolabı ortamında 4, 8, 12, 16 ve 20 gün sakladıktan sonra diken Valentina et al. (2018), çeliklerin hiçbirinin köklenmediğini saptamışlardır.

### **Sürgün uzunluğu**

Sürgün uzunluğu verilerine uygulanan varyans analizi sonuçları, bu özellik üzerine sadece bekleme süresi ( $p \leq 0.01$ ) ile hormon dozu (IBA) faktörlerinin önemli ( $p \leq 0.01$ ) etkisi olduğunu göstermiştir (Çizelge 2). Bekleme süresi genel ortalamaları arasında en uzun sürgün boyu 56.5 cm ile 3 saat bekleyen çeliklerde saptanırken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 6 (52.2 cm), 12 (51.9 cm) ve 24 (47.5 cm) saat uygulaması takip etmiştir. En kısa sürgün boyu ise 31.5 cm ile 96 saat bekleyen çeliklerde ölçülürken, onu istatistiki olarak aynı (son) grupta yer alan 72 ve 48 saat uygulamaları izlemiştir. Hormon dozu genel ortalamaları arasında en uzun sürgün boyu 53.5 cm ile 2000 ppm IBA dozunda kaydedilirken,

onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 4000 ppm IBA (48.2 cm) uygulaması takip etmiştir. Rakamsal olarak en kısa sürgün 34.8 cm ile kontrol (0 ppm IBA) uygulamasında kaydedilmiştir.

Sürgün uzunluğuna ait bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, çeliklerin dikim için bekleme süresi uzadığında sürgün uzunluklarının azaldığı söylenebilmektedir. Ayrıca tüm ölçümler toplu bir şekilde yapıldığından, bitkinin büyüme hızı göz önüne alındığında, 3 ve 96 saat arasında neredeyse 4 gün fark bulunması sonucunda sürgün boylarının kısalması doğal olarak karşılanmaktadır. Benzer sonuçlar Valentina et al. (2018) tarafından yürütülen bir çalışmada da dile getirilmiş olup; 4, 8, 12, 16 ve 20 gün depolanan fil otu (*Pennisetum purpureum*) çeliklerinin dördüncü günden dikiminden sonra filizlenmenin azaldığı vurgulanmıştır.

Çalışmamızda, tüm IBA uygulamalarının kontrole göre sürgün boylarının yükselmesine neden olduğu belirlenmiştir. Zira pek çok araştırmacı (Özer & Kalyoncu, 2007; Kalyoncu vd., 2008, 2016), köksüz sap çeliklerinde hormon uygulamalarının köklenme süresini kısalttığı, daha çok sayıda kök oluşumuna neden olarak sürgün boylarını arttırdığının altını çizmişlerdir.

**Çizelge 2.** Farklı bekleme süresi, ortam ve IBA uygulamasının dev kralotu sap çeliklerinin sürgün uzunluğuna (cm) etkisi

**Table 2.** Effect of waiting period, media and IBA application on shoot length (cm) of stem cuttings of giant king grass

Ortam	IBA (ppm)	Süre (saat)								Ort
		3	6	12	24	36	48	72	96	
Kuru	0	40.0	47.0	38.8	31.5	34.8	31.5	23.5	18.0	<b>33.1</b>
	2000	65.8	56.0	57.5	58.0	47.3	49.0	39.0	45.8	<b>52.3</b>
	4000	64.8	53.0	57.0	54.3	45.8	43.3	32.8	29.5	<b>47.5</b>
	6000	46.5	51.5	53.3	42.5	41.8	33.3	26.5	25.3	<b>40.1</b>
	Ort	<b>54.3</b>	<b>51.9</b>	<b>51.6</b>	<b>46.6</b>	<b>42.4</b>	<b>39.3</b>	<b>30.4</b>	<b>29.6</b>	<b>43.3</b>
Sulu	0	41.0	43.8	39.8	51.0	32.5	33.5	28.3	22.0	<b>36.5</b>
	2000	68.0	64.8	65.3	47.8	51.3	53.5	48.8	39.0	<b>54.8</b>
	4000	65.3	51.3	56.5	47.5	50.3	42.5	40.3	37.0	<b>48.8</b>
	6000	61.0	50.0	47.0	47.3	45.3	36.8	29.5	35.5	<b>44.0</b>
	Ort	<b>58.8</b>	<b>52.4</b>	<b>52.1</b>	<b>48.4</b>	<b>44.8</b>	<b>41.6</b>	<b>36.7</b>	<b>33.4</b>	<b>46.0</b>
Ortalama	0	40.5	45.4	39.3	41.3	33.6	32.5	25.9	20.0	<b>34.8</b>
	2000	66.9	60.4	61.4	52.9	49.3	51.3	43.9	42.4	<b>53.5</b>
	4000	65.0	52.1	56.8	50.9	48.0	42.9	36.5	33.3	<b>48.2</b>
	6000	53.8	50.8	50.1	44.9	43.5	35.0	28.0	30.4	<b>42.0</b>
	Ort	<b>56.5</b>	<b>52.2</b>	<b>51.9</b>	<b>47.5</b>	<b>43.6</b>	<b>40.4</b>	<b>33.6</b>	<b>31.5</b>	<b>44.6</b>
LSD (0.01)	S: 10.4	IBA: 7.4	O: öd	SxIBA: öd	SxO: öd	IBAxO: öd	SxIBAxO: öd			

S: süre (time) O: ortam (media) Ort: ortalama (mean) öd: önemli değil (not significant)

Araştırmamızda, dikim zamanına kadar çeliklerin bekletildiği ortamının türü (kuru veya sulu), sürgün boyu üzerine istatistiki anlamda önemli etkisi bulunmamıştır. Hâlbuki çeliklerdeki nem kaybının, köklenme ve buna bağlı özellikler üzerinde önemli bir etkisi bulunduğu pek çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Larsen, 1997; Hartmann et al., 2002; Friedman & Rot, 2005; Ellialtıoğlu, 2019). Araştırmamızda Temmuz sonu gibi oldukça sıcak bir dönemi temsil eden zamanda kesilen ve sadece torba içinde kuru bir şekilde, gölge bir alanda ve dört gün depolanan çeliklerin dikimi sonucu kaydedilen sürgün boylarının, sulu ortamdakilerden 3-4 cm daha kısa olması (istatistiki olarak fark önemli değil), bitkinin dayanıklılığının bir göstergesi olarak değerlendirilmiştir (Geren & Yaman, 2016). Nitekim bazı araştırmacılar, köksüz çeliklerin bitkinin genetik yapılarına bağlı olarak değişik performans gösterebileceğini vurgulamışlardır. Örneğin, Friedman & Rot (2005), ticari karton koli ve polistiren kutularda sevkiyatı yapılan *Plectranthus*, *Heliotropium*, *Lantana* ve *Euphorbia* bitkilerine ait köksüz çeliklerde, olumsuz nakliye koşullarıyla (22-24°C) sevkiyattan sonra, *Lantana* ve *Plectranthus* çeliklerinin, tüm kaplarda benzer kaliteyi koruduğunu ifade etmişlerdir. Polistiren kutularda taşınan *Heliotropium* ve *Euphorbia* çelik kalitesinin, karton kolilere göre daha düşük olduğunu vurgulayan

araştırmacılar, polistiren kaplara buz paketleri konulması durumunda zararlı etkilerin önüne geçilebildiğini de belirtmişlerdir. Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere, çeliklerin dayanıklılıkları farklı olabilmekte olup, bulgularımızı teyit etmektedir.

### Sürgün sayısı

Sürgün sayısı verilerine uygulanan varyans analizi sonuçları, bu özellik üzerine sadece IBA dozu ve bekleme ortamı faktörlerinin önemli ( $P \leq 0.01$ ) etkisi olduğunu göstermiştir (Çizelge 3). Hormon (IBA) dozu genel ortalamaları arasında en yüksek sürgün sayısı 4.4 adet ile 2000 ppm IBA dozunda saptanırken, onu istatistiki olarak aynı grupta yer alan 4000 ppm (3.8 adet) izlemiş olup, rakamsal olarak en düşük sürgün sayısı da 2.7 adet ile kontrol (0 ppm IBA) uygulamasında kaydedilmiştir. Bekleme ortamı genel ortalamaları arasında ise en yüksek sürgün sayısı 3.9 adet ile sulu ortamda, en düşük sürgün sayısı da 3.1 adet ile kuru ortamda bekletilen çeliklerde saptanmıştır.

Sürgün sayısına ilişkin bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, bekleme süresinin sürgün sayısı üzerine önemli bir etkisinin olmadığı, çeliklerin kuru ortamda bekletilerek dikilmesiyle çelik başına daha az (~1 adet) sürgün oluşumuna neden olduğu, buna ek olarak IBA uygulamalarının sürgün sayısını kontrol uygulamasına göre yükselttiği ortaya çıkmıştır. Ancak kontrol uygulamasından sonra doğrudan zirve yapan 2000 ppm IBA uygulamasından sonra artan IBA (sırasıyla 4K ve 6K) dozlarında sürgün sayısının azalması "aşırı doz" olarak değerlendirilmiş olup, 0-2000 ppm IBA ara dozlarının (500, 1000, 1500 ppm, vb.) incelenmesinin gerektiğine işaret etmektedir.

**Çizelge 3.** Farklı bekleme süresi, ortam ve IBA uygulamasının dev kralotu sap çeliklerinin sürgün sayısına (adet/çelik) etkisi

**Table 3.** Effect of waiting period, media and IBA application on number of shoot of stem cuttings of giant king grass

Ortam	IBA (ppm)	Süre (saat)								Ort
		3	6	12	24	36	48	72	96	
Kuru	0	1.3	2.5	2.5	2.3	2.5	2.3	2.3	2.5	<b>2.3</b>
	2000	4.5	4.5	4.3	4.0	4.3	3.8	4.0	3.3	<b>4.1</b>
	4000	4.0	3.5	3.8	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0	<b>3.3</b>
	6000	3.8	2.8	2.8	3.0	2.8	2.3	2.5	3.0	<b>2.8</b>
	Ort	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>	<b>3.1</b>	<b>3.1</b>	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>	<b>2.9</b>	<b>3.1</b>
Sulu	0	3.5	3.5	3.8	2.5	3.0	2.8	2.8	2.8	<b>3.1</b>
	2000	5.0	5.3	5.3	4.8	4.3	4.3	4.5	4.0	<b>4.7</b>
	4000	4.8	4.8	4.8	4.0	4.3	4.3	3.8	3.5	<b>4.3</b>
	6000	4.8	3.8	3.8	3.5	3.0	3.3	3.3	2.8	<b>3.5</b>
	Ort	<b>4.5</b>	<b>4.3</b>	<b>4.4</b>	<b>3.7</b>	<b>3.6</b>	<b>3.6</b>	<b>3.6</b>	<b>3.3</b>	<b>3.9</b>
Ortalama	0	2.4	3.0	3.1	2.4	2.8	2.5	2.5	2.6	<b>2.7</b>
	2000	4.8	4.9	4.8	4.4	4.3	4.0	4.3	3.6	<b>4.4</b>
	4000	4.4	4.1	4.3	3.5	3.6	3.9	3.4	3.3	<b>3.8</b>
	6000	4.3	3.3	3.3	3.3	2.9	2.8	2.9	2.9	<b>3.2</b>
	Ort	<b>3.9</b>	<b>3.8</b>	<b>3.8</b>	<b>3.4</b>	<b>3.4</b>	<b>3.3</b>	<b>3.3</b>	<b>3.1</b>	<b>3.5</b>
LSD (0.01)	S: öd	IBA: 0.7	O: 0.5	SxIBA: öd	SxO: öd	IBAxO: öd	SxIBAxO: öd			

S: süre (time) O: ortam (media) Ort: ortalama (mean) öd: önemli değil (not significant)

Çelik köklendirme işlemlerinde yüksek IBA dozlarının her zaman ve her bitki için daha iyi olmadığı pek çok araştırmacı tarafından dile getirilmiştir. Örneğin Yıldız vd. (2009) karadut (*Morus nigra*) bitkisinden alınan odun, yarı odun ve yeşil çeliklere 4K, 6K ve 7.5K ppm IBA uygulamaları karşısında 7.5K ppm IBA uygulanan odun çeliklerinin hiç birisinin köklenmediğini ve sürgün vermediğini bildirmişlerdir. Buna karşılık aynı dozun, yarı odun ve yeşil çeliklere uygulanmasında en yüksek köklenme ve sürgün sayısına ulaşıldığı saptanmıştır. Araştırmacıların bu sonuçları, bulgularımızla paralellik göstermesine karşılık, dev kralotu çeliklerine 4K ppm IBA uygulamasının yüksek sürgün sayısı üretmesine neden olduğunu ifade eden Geren & Kavut (2015)'in sonuçlarıyla çelişmektedir.

Çalışmamızda ele alınan sürgün sayısı, esasen bitkinin büyümesine göre paralel bir şekilde artış gösteren özelliştir. Özellikle dev kralotu bitkisinin yüksek oranda sürgün oluşturma kapasitesi nedeniyle, köklendikten sonra iş tamamen bitkiye ve ortam koşullarına kalmaktadır. Nitekim Geren & Yaman (2016) saksıya dikilen bir dev kralotu çeliğinin 5 ay sonra ortalama 12 adet, Saberrezaei & Geren (2022) ise saksıdaki bir çeliğin 1 yıl sonra 16 adete ulaştığını belirtirken, tarla koşullarında dikim yılı sonunda metrekarede 40 adet olan sap sayısının, ikinci yılın sonunda 260 adete yükseldiği bildirilmiştir (Geren & Kavut, 2015).

### Kök kuru ağırlığı

Kök kuru ağırlığı verilerine yapılan analiz sonuçları, SxIBA ile SxO ikili interaksiyonların önemli ( $P \leq 0.01$ ) olduğu ortaya koymuştur (Çizelge 4). SxIBA ikili interaksiyonuna göre yapılan değerlendirmede, rakamsal olarak en yüksek kök kuru ağırlığı 8.0 g/çelik ile 6 saat ve 2000 ppm IBA uygulanan çeliklerde saptanmıştır. Rakamsal olarak en düşük kök kuru ağırlığı ise 2.6 g/çelik ile 24 saat bekletilen ve IBA uygulanmayan (0 ppm, kontrol) çeliklerde tespit edilmiştir. SxO ikili interaksiyonuna göre yapılan değerlendirmede ise, rakamsal olarak en yüksek kök kuru ağırlığı 7.5 g ile 3 saat sulu ortamda, yine rakamsal olarak en düşük kök ağırlığı ise 3.3 g ile 96 saat kuru ortamda bekletilmiş çeliklerde kaydedilmiştir.

Kök kuru ağırlığı bakımından bulgularımız genel olarak değerlendirildiğinde, çeliklerin bekletilme süresi uzadıkça kök ağırlığının düştüğü, IBA uygulamalarının kontrole göre (0 ppm) çeliklerdeki kök ağırlığını yükselttiği ve sulu ortamda bekletilen çeliklerin kuru ortamda bekletilenlere göre biraz daha fazla kök ağırlığına sahip olduğu saptanmıştır.

**Çizelge 4.** Farklı bekleme süresi, ortam ve IBA uygulamasının dev kralotu sap çeliklerinin kök kuru ağırlığına (g) etkisi

**Table 4.** Effect of waiting period, media and IBA application on root dry weight (g) of stem cuttings of giant king grass

Ortam	IBA (ppm)	Süre (saat)								Ort
		3	6	12	24	36	48	72	96	
Kuru	0	3.5	2.5	3.3	2.8	3.1	3.0	3.1	2.6	<b>3.0</b>
	2000	6.0	6.9	5.1	5.7	5.2	5.5	3.9	3.9	<b>5.2</b>
	4000	5.9	5.6	4.8	4.6	4.5	3.7	3.5	3.6	<b>4.5</b>
	6000	5.7	3.1	3.7	3.8	3.4	3.2	3.4	3.3	<b>3.7</b>
	Ort	<b>5.3</b>	<b>4.5</b>	<b>4.2</b>	<b>4.2</b>	<b>4.0</b>	<b>3.8</b>	<b>3.5</b>	<b>3.3</b>	<b>4.1</b>
Sulu	0	5.0	3.6	4.6	2.4	3.4	3.3	3.2	3.3	<b>3.6</b>
	2000	8.7	9.2	7.6	6.7	5.2	6.0	5.3	4.6	<b>6.6</b>
	4000	8.6	8.8	7.3	6.4	4.6	4.0	4.7	4.6	<b>6.1</b>
	6000	7.7	6.7	6.4	5.9	4.0	3.4	3.5	3.5	<b>5.1</b>
	Ort	<b>7.5</b>	<b>7.1</b>	<b>6.5</b>	<b>5.3</b>	<b>4.3</b>	<b>4.2</b>	<b>4.2</b>	<b>4.0</b>	<b>5.4</b>
Ortalama	0	4.2	3.1	4.0	2.6	3.2	3.1	3.1	3.0	<b>3.3</b>
	2000	7.3	8.0	6.4	6.2	5.2	5.8	4.6	4.2	<b>5.9</b>
	4000	7.3	7.2	6.0	5.5	4.5	3.9	4.1	4.1	<b>5.3</b>
	6000	6.7	4.9	5.1	4.8	3.7	3.3	3.5	3.4	<b>4.4</b>
	Ort	<b>6.4</b>	<b>5.8</b>	<b>5.3</b>	<b>4.8</b>	<b>4.2</b>	<b>4.0</b>	<b>3.8</b>	<b>3.6</b>	<b>4.7</b>
LSD (0.01)	S: 0.7	IBA: 0.5	O: 0.4	SxIBA: 1.5	SxO: 1.1	IBAxO: öd	SxIBAxO: öd			

S: süre (time) O: ortam (media) Ort: ortalama (mean) öd: önemli değil (not significant)

Toprakla buluşan çelikler, bir sorun yoksa (yani gözler (tomurcuk) sağlam, toprak sıcaklığı ve nem uygunsa) hemen köklenmeye başladıklarından kök sayıları ve uzunlukları artmakta, bu da doğal olarak toplam kök ağırlıklarının artmasına neden olmaktadır. Dikimin gecikmesi veya çeliklerin köklenmeyi olumlu yönde etkileyen nemli ortamda bulunmaması ve köklenmeyi teşvik edici kimyasallara maruz kalmaması çelik başına daha az sayıda ve kısa kök oluşumuna neden olduğu birçok araştırmacı tarafından vurgulanmıştır (Krain, 2016; Lesmes-Vesga et al., 2021). Yukarıda açıklanan durum çalışmamızda test edilen bitki ve ona uygulanan muameleler için geçerli olmuştur. Ne var ki, yapılan literatür taramalarında söz konusu bitkimizle ilgili benzer çalışmalara rastlanılmaması, bulgularımızı tartışmayı zora sokmaktadır.

Geren & Yaman (2016) saksıya dikilen bir dev kralotu çeliğinin 5 ay sonra ortalama 228 g/bitki, Saberzadei & Geren (2022) ise saksıdaki bir çeliğin iki yıl sonra 789 g kök kuru ağırlığı verdiğini bildirmişlerdir. Bu sonuçlar, bulgularımız ile uyum göstermemektedir. Zira çalışmamızda kök kuru ağırlığı, dikimden 45 gün sonra ölçülmüştür. Ancak değişik tarımsal işlemlerin ve örnekleme süresinin dev kralotu kök ağırlığı üzerinde farklı tepkilere neden olduğunun bir göstergesidir. Örneğin, dev kralotu bitkisine farklı konsantrasyonlarda (0, 25, 50 ve 100 m Mol) tuz (NaCl) uygulayan Geren & Durul (2014), 0 m Mol'de 14 g olan kök kuru ağırlığının, 100 mMol'de 4 grama düştüğünü ifade etmişlerdir. Saksıda yetiştirilen dev kralotuna farklı su dozu (tarla kapasitesinin %100'ü, %80'i, %60'ı ve %40'ı) uygulayan Geren et al. (2014) ise, su dozunun azalmasıyla kök ağırlığı 25 g'dan 12 grama düştüğünü saptamışlardır.

## SONUÇ

Farklı bekleme süresi (3, 6, 12, 24, 36, 48, 72 ve 96 saat) ve ortamı (kapalı ambalaj içinde kuru ve sulu) ile IBA uygulamasının (0, 2K, 4K ve 6K ppm) dev kralotu köksüz sap çeliklerinin köklenme oranı ve bazı özelliklere etkisini incelemek amacıyla yürütülen denemede şu sonuçlara ulaşılmıştır: Köklenme oranı üzerine incelenen faktörlerin (süre, ortam, IBA) hiç birisinin önemli olmadığı saptanmıştır. Çeliklerin bekleme süresi uzadıkça sürgün sayısı düşmüş, boyları kısalmıştır. Çeliklerin kuru ortam yerine suda bekletilmesi çelik başına sürgün sayısını arttırmıştır. Çeliklerin bekleme süresi uzadıkça kök kuru ağırlıkları azalmıştır. Sulu ortamda bekletilen çelikler, kuru ortama göre daha az miktarda kök oluşturmuşlardır. 2K (2000) ppm IBA uygulaması çelik başına sürgün sayısı, sürgün uzunluğu ve kök kuru ağırlığını arttırmıştır.

Bu sonuçlara göre, dev kralotu anaç bitki sapı dip kısımlarının mumsu bir tabaka ile kaplanarak hafif grimsi-yeşil renge dönüştüğü ve boğumun hemen altında kök izlerinin görünmeye başladığı zamanda alınan sap çeliklerinin %100'e varan oranda köklendiği saptanmıştır. Çeliklerin mümkün olan en kısa sürede toprakla buluşmasının gerekli olduğu sonucu saptanan çalışmamızda, çeliklerin nakliyesi esnasında nem kaybını önlemek amacıyla suda bekletilmesi ve 2K ppm IBA uygulanmasının sürgün sayısı ve kök ağırlığı üzerinde olumlu etkisi de belirlenmiştir. Ayrıca çalışmamızda kullanılmayan IBA ara dozlarının (0.5K, 1K, 1.5K, 2K, 2.5K ppm, vb.) test edilmesinin gerektiğini ortaya çıkarmıştır.

## KAYNAKLAR

- Ellialtıoğlu, Ş., 2019. "Bahçe Bitkilerinde Çoğaltma Teknikleri, 108-143". In: Bahçe Tarımı-I, Ünite 6. Anadolu Üniversitesi Yayını No: 2372, Açık Öğretim Fakültesi Yayını No: 1369, 247 s.
- Friedman, H. & I. Rot, 2005. Transportation of unrooted cuttings, Evaluation of external containers. *Advances in Horticultural Science*, 19 (1): 58-61.
- Geren, H. & G. Durul, 2014. Farklı tuz (NaCl) konsantrasyonlarının dev kralotu (*Pennisetum hybridum*)'nda biyokütle verimi ve bazı verim özelliklerine etkileri üzerine bir ön araştırma, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 51 (1): 85-91.
- Geren, H. & M. Yaman, 2016. "Effect of different N and P levels on the forage yield and some yield characteristics of *Pennisetum hybridum*, 448-450". The proceedings of EGF 2016, 26<sup>th</sup> General Meeting, Vol:21, Trondheim-Norway, 898 pp.
- Geren, H. & Y.T. Kavut, 2015. Effect of different plant densities on the yield and some silage quality characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*) under Mediterranean climatic conditions, *Turkish Journal of Field Crops*, 20 (1): 85-91.
- Geren, H., A. Simić, Y.T. Kavut & R. Avcioglu, 2014. "Effect of deficit irrigation on the biomass yield and related characteristics of giant king grass (*Pennisetum hybridum*), 277-280". The proceedings of 25<sup>th</sup> International Scientific-Experts Congress on Agriculture and Food Industry (25-27 September 2014, Çeşme-Turkey), 395 pp.
- Geren, H., Y.T. Kavut & H.B. Ünlü, 2016. "Türkiye için yeni bir enerji bitkisi: Dev Kralotu (*Pennisetum hybridum*), 135-143". 2.Ulusal Biyoyakıtlar Sempozyumu Bildiri Kitabı (27-30 Eylül 2016, Samsun), 355 s.
- Hartmann, H.T., D.E. Kester, F.T. Davies & R.L. Geneve, 2002. *Plant Propagation: Principles and Practice*. Prentice Hall, 7<sup>th</sup> Ed., 770p.



- Hazar Kalonya, D., 2022. İklim değişikliği azaltım ve uyum süreçlerinde mera alanlarının önemi. Çevre, Şehir ve İklim Dergisi, 1 (1): 128-157.
- Iki, Y. Y. Ishii, S. Fukagawa & S. Idota, 2016. Effect of indoor and underground storage on efficient vegetative propagation of dwarf Napier grass (*Pennisetum purpureum* Schumach). American Journal of Plant Sciences, 7: 1173-1179.
- Kalyoncu, İ.H., N. Ersoy & F. Alpaslan, 2016. Ada Çayı (*Salvia officinalis* L.) yeşil çelikle çoğaltılması üzerine farklı nem ve hormon doz uygulamalarının etkileri. Selçuk Tarım Bilimleri Dergisi, 3 (2): 171-176.
- Kalyoncu, İ.H., N. Ersoy & H. Kurt, 2008. Kiraz (*Prunus avium* L.) yeşil uç çeliklerinin köklenmesi üzerine farklı IBA dozları ve nem seviyelerinin etkileri. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 22 (46): 68-72.
- Keskin, K., 2016. Çeşitli Uygulamaların Bazı Meyve Türlerinde Adventif Kök Oluşumu ve Köklenme Üzerine Etkilerinin İncelenmesi. Adnan Menderes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı (Basılmamış) Yüksek Lisans Tezi, 99 s.
- Krain, J., 2016. Plant Propagation from Cuttings, a Guide to Using Plant Rooting Hormones by Foliar and Basal Methods. Third Edition, Hortus USA Corp. ISSN 2331-0456, 88 p.
- Larsen, F.E., 1997. Propagating Deciduous and Evergreen Shrubs, Trees, and Vines with Stem Cuttings. A Pacific Northwest Cooperative Extension Publication, USA, 14 pp.
- Lesmes-Vesga, R.A., J.X. Chaparro, A. Sarkhosh, M.A. Ritenour, L.M. Cano & L. Rossi, 2021. Effect of propagation systems and indole-3-butyric acid potassium salt (K-IBA) concentrations on the propagation of peach rootstocks by stem cuttings. Plants, 10: 1151.
- Özer, E. & İ.H. Kalyoncu, 2007. Gilaburu (*Viburnum opulus* L.)'nun yeşil çelikle çoğaltma imkânlarının araştırılması. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21 (43): 46-52.
- Saberrezaei, M. & H. Geren, 2022. Farklı biçim yüksekliği ve azot seviyelerinin dev kralotu (*Pennisetum hybridum*)'nda yem verimi ve kalitesine olan etkileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 59 (1): 107-118.
- Valentina P.D., N.D. Hanafi, T.H. Wahyuni & A. Sadeli, 2018. Preservation technique of dwarf elephant grass cuttings (*Pennisetum purpureum* cv Mott.). Indonesian Journal of Agricultural Research, 1 (3): 211-217.
- Yıldız, K., Ç. Çekiç, M. Güneş, M. Özgen, Y. Özkan, Y. Akça & R. Gerçekçiođlu, 2009. Farklı dönemlerde alınan kara dut (*Morus nigra* L.) çelik tiplerinde köklenme başarısının belirlenmesi. Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 26 (1): 1-5.
- Yurtsever, N., 1984. Deneysel İstatistik Metotlar, Toprak ve Gübre Araş. Enstitüsü Yayınları No: 121, Ankara, 623 s.
- Zencirkiran, M., 2010. Cold storage of rooted and non-rooted carnation cuttings. African Journal of Biotechnology, 9 (24): 3603-3606.